



# Experimentação no Ensino de Ciências: um estudo bibliométrico

Experimentation in Science teachin: a bibliometric study

V. T. Pantoja Da Gama<sup>1</sup>; K. A. Albuquerque<sup>2\*</sup>; R. F. Souza<sup>2</sup>; D. R. M. Da Costa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geociências/ Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - PPGCA, Universidade Federal do Pará, 66075-110, Belém-Pará, Brasil

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia - PPGEECA, Universidade do Estado do Pará, 66640-000, Belém-Pará, Brasil

\*klebersonalbuquerque@gmail.com

(Recebido em 25 de novembro de 2022; aceito em 15 de janeiro de 2023)

O presente estudo consiste em um estudo bibliométrico sobre o uso da experimentação como ferramenta educacional para o Ensino de Ciências, levando em conta aspectos como a frequência da produção científica de trabalhos que abordam tal temática em periódicos indexados na plataforma da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Para tanto, selecionou-se cinco descritores para a busca (experimentação, educação científica, experimentação no ensino e atividade experimental). O período das publicações compreendeu entre 2010 e 2020. Foram incluídos no escopo da pesquisa todos os estudos em língua portuguesa e de acesso livre que discutiam ou apresentavam a experimentação no Ensino de Ciências na educação básica, os quais foram lidos de forma integral. Analisou-se um total de quarenta artigos onde foi observado uma maior citação de sequências didáticas experimentais investigativas, sendo possível identificar que grande parte apresentou um nível muito superficial com relação aos processos investigativos. Além disso, evidenciou-se a exigência de que a experimentação não seja vista apenas como atividade prática no ensino de ciências, mas como possibilidade de construção de novos conhecimentos, subsidiados nas teorias validadas cientificamente.

Palavras-chave: bibliometria, ensino experimental, Ciências naturais.

The present work consists of a bibliometric study on the use of experimentation as an educational tool for teaching science, taking into account aspects such as the frequency of scientific production of works that address this topic in journals indexed on the platform of the Coordination for the Improvement of Personnel of Higher Level (CAPES). Therefore, five descriptors were selected for the search (experimentation, scientific education, experimentation in teaching and experimental activity). The period of publications comprised between 2010 and 2020. All articles in Portuguese and open access that discussed or presented experimentation in Science Teaching in basic education were included in the scope of the research, which were read in full. A total of forty articles were analyzed where a greater citation of didactic experimental investigative sequences was observed, being possible to identify that most of them presented a very superficial level in relation to the investigative processes. In addition, there is a clear requirement that experimentation not only be seen as a practical activity in science teaching, but as a possibility of building new knowledge, based on theories that have already been scientifically validated.

Keywords: bibliometric, experimental teaching, Natural sciences.

## 1. INTRODUÇÃO

O cenário onde está imersa a educação, passou e passa por constantes transformações e adaptações. Neste trajeto, novos modelos de ensino foram e vêm surgindo e imergindo no processo educacional. A educação vem sofrendo mudanças significativas desde meados do século XX e, com isso, a escola tem buscado levar os educandos da geração atual a conhecer o que foi historicamente produzido pelas gerações passadas, visto que tais conhecimentos por muito tempo foram tidos como produtos finais, sendo transmitidos de maneira direta pela exposição do professor, assim repassavam-se conceitos, leis, fórmulas, para que os alunos reproduzissem fielmente os conhecimentos existentes [1].

Dois fatores foram fundamentais para modificações em tal processo de transferência de conhecimento. O primeiro deles foi o aumento exponencial de conhecimentos produzidos, uma vez que não era mais possível ensinar tudo a todos, privilegiando os conhecimentos e passando

a valorizar a qualidade desses, ao invés da quantidade de informações. O segundo fator, foram pesquisas realizadas principalmente por Piaget e Vygotsky, que demonstraram o processo de construção do conhecimento, tanto em níveis individuais quanto sociais, bem como a importância de um ensino que sugerisse condições para que o aluno fosse o agente do pensamento e construísse seu próprio conhecimento no meio social onde estivesse inserido.

No entanto, ainda é perceptível que o conhecimento é transmitido tendo o professor como o dominador dos conteúdos, mesmo que repassados de forma organizada e estruturada [2]. Sendo assim, é atribuído ao aluno um papel secundário na elaboração e na aquisição do conhecimento, levando a memorizar de definições, enunciados de leis, sínteses e resumos que lhe são oferecidos em tal processo educacional [3]. Sobre isto, perante tal modelo de ensino, a passividade dos estudantes pode levar a poucos questionamentos das temáticas atuais e até do seu próprio cotidiano.

Tendo em vista a permanência de métodos tradicionais de ensino, compreende-se que, “nesse processo educacional engessado, enfatiza-se apenas a ciência a ser ensinada, sendo desconsiderado o discente como aprendiz, como aquele que se envolve e participa da construção de seus conhecimentos” [4]. Dessa forma, se fazem de grande importância a inovação e execução de práticas educacionais que possam proporcionar aos estudantes subsídios para que tais possam refletir e serem ativos no processo de construção do seu conhecimento.

Existe um desinteresse dos alunos pelo estudo das Ciências da Natureza, que pode estar relacionado com o fato de eles não conseguirem fazer a relação entre o que se aprende na escola com as atividades relacionadas ao seu cotidiano [5-6]. Através disso, algumas práticas pedagógicas que se utilizam unicamente da corrente tradicional de ensino, contribuem para que o professor seja o protagonista no processo de ensino-aprendizagem e o educando um mero receptor de informações [7].

Levando em consideração as argumentações acima, pode-se citar a implementação de aulas experimentais como uma metodologia disposta a dinamizar e subsidiar o processo educacional em ciências. Bassoli (2014) [8] alega que se tratando de deficiências na educação científica, imediatamente remete-se à ausência de aulas experimentais no ensino básico. Sendo assim, o processo de ensino se torna mais atrativo quando neste é implementado recursos pedagógicos como a experimentação [5-9].

Todavia, é importante ressaltar a existência de alguns desafios na introdução desse tipo de prática no processo de ensino, onde levam a refletir sobre a ausência de inovações nas práticas educacionais. Pereira (2010) [10] relata que as condições desfavoráveis para grande parte dos professores, principalmente devido ao fato do número excessivo de alunos por turma e carga horária estreita. Além disso, principalmente quando se trata da rede de ensino público, tais professores não possuem materiais e infraestrutura necessária e adequada para a realização de práticas experimentais e quando possuem encontra-se em péssimo estado, o que dificulta crescentemente a execução destas atividades no processo educacional. Tal apontamento é evidenciado por Berezuk e Inada (2010) [11] ao elucidarem a disparidade entre as estruturas de laboratórios de ciências existentes em escolas públicas e privadas, tendo isso como um fator que acentua a desigualdade na educação.

Apesar de tais impasses há uma necessidade de se considerar a experimentação durante as aulas de ciências, pois a literatura aponta que é possível tornar os conteúdos mais compreensíveis, além de ratificar que a prática ligada à teoria faz diferença nos processos de ensino e aprendizagem, uma vez que aproxima os conteúdos do dia a dia dos estudantes [12-13], proporcionando maior clareza e interpretação para que possam fazer parte do estudo em questão.

Nesse sentido, a divulgação de levantamentos bibliográficos nesta área, é importante para fornecer um panorama das pesquisas sobre o processo de implementação destas práticas no ensino de Ciências. De acordo com Solla Price (1976) [14], esse tipo de estudo consiste em uma avaliação do grau de importância dos periódicos, o número de artigos produzidos sobre determinada área de conhecimento, os autores com maior prestígio nas publicações e as frequências de ocorrência de determinada palavra em artigos e textos científicos. Ademais, esse tipo de estudo se faz de grande relevância, dada a importância de se ter levantamentos que informem sobre o número de autores, trabalhos, países ou revistas que existem em cada

categoria de produtividade, utilidade ou outras informações sobre determinada área do conhecimento.

São escassos os estudos bibliométricos sobre a experimentação no ensino de ciências. Os que existem, possuem o enfoque diferente do que se pretendeu desenvolver no presente estudo. Como é o caso da pesquisa realizada por Oliveira e Mill (2020) [15], ao analisarem a utilização da robótica pedagógica, tendo esta como prática experimental no ensino de ciências. Da mesma forma, Kundlatsch et al. (2019) [16] desenvolvem um estudo bibliométrico sobre experimentação, mas de forma específica direcionada a Química na Revista Nova Escola. Além destes, há também direcionamentos sobre a relação da Alfabetização Científica com a experimentação, como é o caso do estudo apresentado por Gomes e Santos (2018) [17], concluindo que “nenhuma das escolas analisadas possuía laboratório e a maioria das docentes assumiu que, os cursos de graduação não capacitam os professores a atuar com metodologias experimentais no ensino de Ciências”.

Levando em consideração tais fatos expostos, faz-se notório a importância de fomentar discussões a respeito da construção e aplicabilidade da experimentação nas aulas de ciências naturais buscando melhorias para o processo de ensino e aprendizagem. Neste contexto, o presente escrito objetivou realizar uma pesquisa bibliométrica sobre o uso da experimentação investigativa no ensino de Ciências, buscando apresentar resultados de uma investigação sobre os tipos de experimentação pesquisados atualmente e publicada em formato de artigos, visando identificar de que maneira e frequência esta vem sendo discutida. Além disso, busca-se também verificar como esta pode auxiliar nos processos educacionais no que diz respeito ao ensino de Ciências.

## 2. METODOLOGIA

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa e quantitativa [18-20], uma vez que na qualitativa se propõe a interpretar e analisar o uso das experimentações como ferramentas didáticas para o auxílio ao ensino de ciências. Na quantitativa, se voltou também a identificar a situação das produções científicas nesta linha de pesquisa nos últimos dez anos. Dessa forma, esta pesquisa contou com a realização de um levantamento de documentos acadêmicos, tabulação e identificação destes estudos e análise dos dados coletados.

Inicialmente, foi realizada a busca de artigos na base de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), considerando os anos de 2010 a 2020 e relacionados com a temática sobre a experimentação no ensino de Ciências, mais especificamente na educação básica. Para isso, em paralelo a essa etapa inicial, foram selecionados descritores: experimentação, educação científica, experimentação no ensino e atividade experimental. O refinamento também se deu na busca por artigos revisados por pares e de acesso livre em português.

Após a coleta dos estudos, realizou-se uma primeira triagem, selecionando as literaturas coletadas em áreas de ensino das Ciências da natureza: química, física e biologia, buscando identificar a frequência na produção de documentos científicos nestas áreas. Após a etapa inicial, uma segunda triagem foi realizada, dessa vez, analisando os tipos de experimentação presentes nos trabalhos, levando em consideração as classificações feitas por Araújo e Abib (2003) [21], que consistem em experimentação demonstrativa, experimentação de verificação e experimentação investigativa.

Em relação a análise dos dados contou com a utilização uma ferramenta de processamentos de dados chamada IRAMUTEQ (*Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*), importante *software* de análise de dados qualitativos, a fim de relacionar e identificar a relevância das áreas e tipos de experimentação no que diz respeito as produções acadêmicas. Atualmente, a utilização de *softwares* para o processamento de dados tem se tornado frequente e popularizado, principalmente os programas livres, que são muito mais acessíveis [22-23].

Para tanto, foi necessário criar o *corpus* textual que conteve os resumos dos trabalhos que apresentavam as atividades experimentais. Na análise, por meio da utilização do *software*, foi

possível representar algumas informações importantes por meio do gráfico de frequência dos termos empregados no *corpus* textual, bem como a nuvem de palavras e a Análise de similitude, que puderam elucidar informações e resultados encontrados. O *software* em síntese capta a estrutura e a organização das informações e demonstra as relações mais frequentes e relevantes entre os universos lexicais, admitindo que os vocábulos usados em contextos similares se correlacionam a um mesmo mundo lexical.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por se tratar de um tema com ampla divulgação científica, muitos resultados foram encontrados na busca inicial. Contudo, foi possível identificar distintas abordagens sobre a experimentação investigativa, estando presente em periódicos da área da saúde, educação, física, química, ciência e tecnologia, dentre outras. Elucidar a presença desta temática nos periódicos nacionais e internacionais, dispostos na plataforma da CAPES, é importante para compreender a proporção que ela vem ganhando. Desta forma, na Figura 1, apresentamos um gráfico que indica a proporção de artigos encontrados em periódicos na busca com os termos definidos na metodologia, anteriormente apresentada.

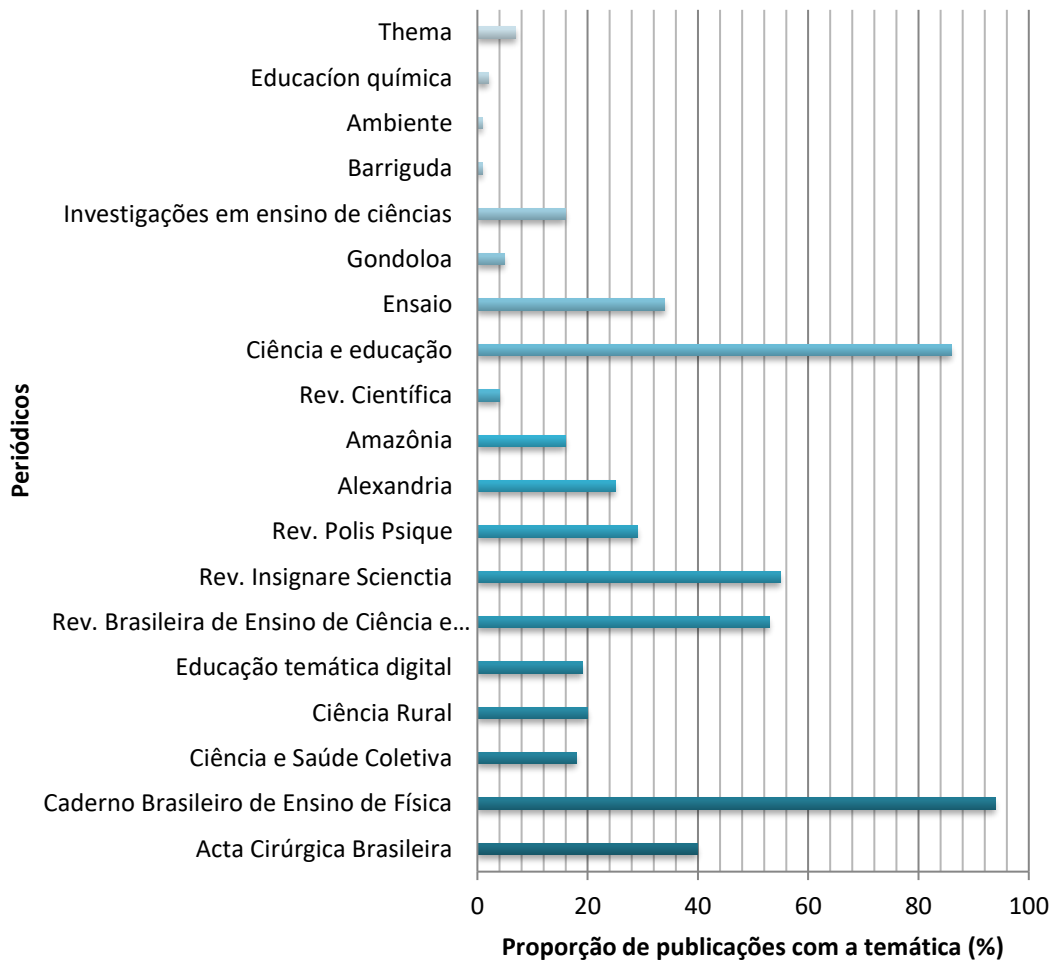


Figura 1: Periódicos com maior número de resultados encontrados na busca.

Desta forma, destacam-se, com maior número de artigos encontrados com os termos empregados na busca, o Caderno Brasileiro de Ensino de Física e a Revista Ciência e Educação, ambos periódicos que apresentam grande impacto, sendo classificados com Qualis A2 e A1,

respectivamente, na Área de Ensino. Em contrapartida, os periódicos com menor número de contribuições para a temática foram a Revista Ambiente e a Revista Barriguda, sendo esta última com origem portuguesa de Qualis B5.

Sobre a produção de trabalhos que abordam a discussão relacionada ao uso das experimentações como ferramenta educacional nas áreas das ciências foi possível analisar um total de 40 artigos, dentre os 1328 artigos que foram encontrados anteriormente com a utilização dos termos de busca empregados. Enquanto a produção acadêmica de trabalhos envolvidos em tal temática de pesquisa foi possível identificar na Figura 2 os anos em que os trabalhos foram publicados. Observou-se que a partir do ano de 2015 as publicações que empregam a experimentação enquanto práticas de ensino tornaram-se mais frequentes.

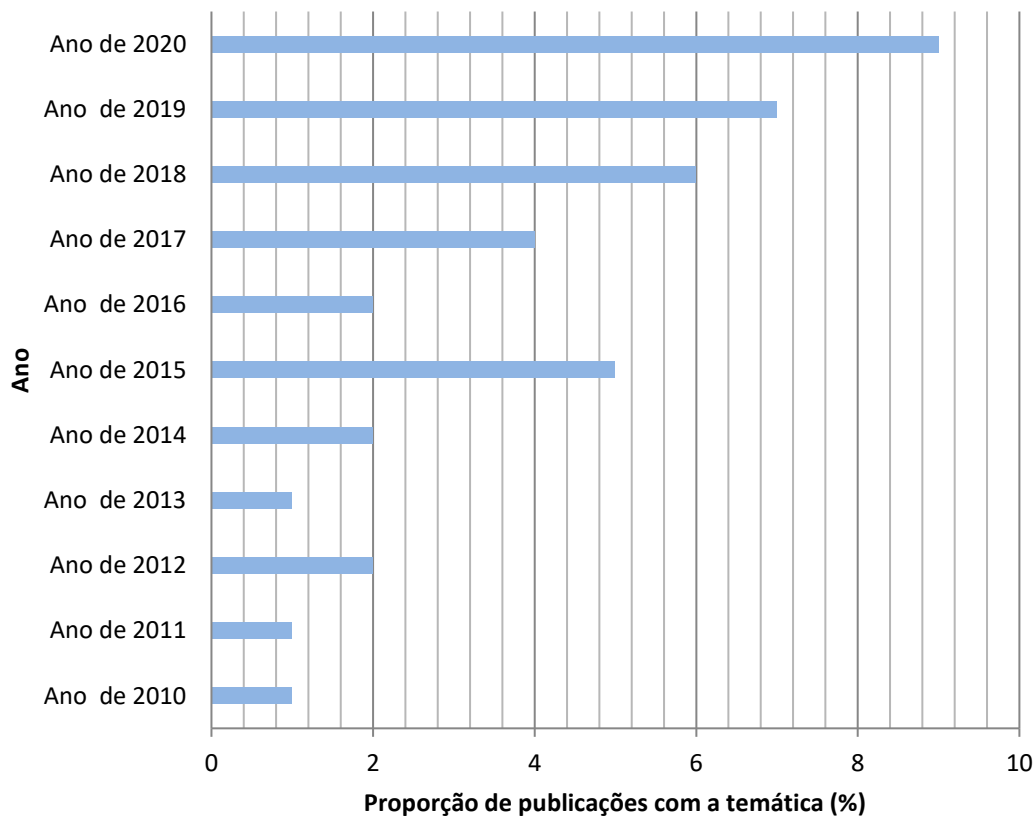


Figura 2: Artigos sobre experimentação no ensino das ciências naturais.

Além disto, dos 40 trabalhos analisados, 23 continham proposições práticas de experiências que podem ser aplicadas ao ensino de ciências. Sendo assim, também foi possível realizar uma classificação destes trabalhos, presentes na Figura 3, enquanto ao tipo de experimentação em que as propostas experimentais se enquadram. Posto isso, pôde-se identificar 3 trabalhos que continham sequências didáticas experimentais de caráter demonstrativo, 6 de verificação e 14 de investigação.

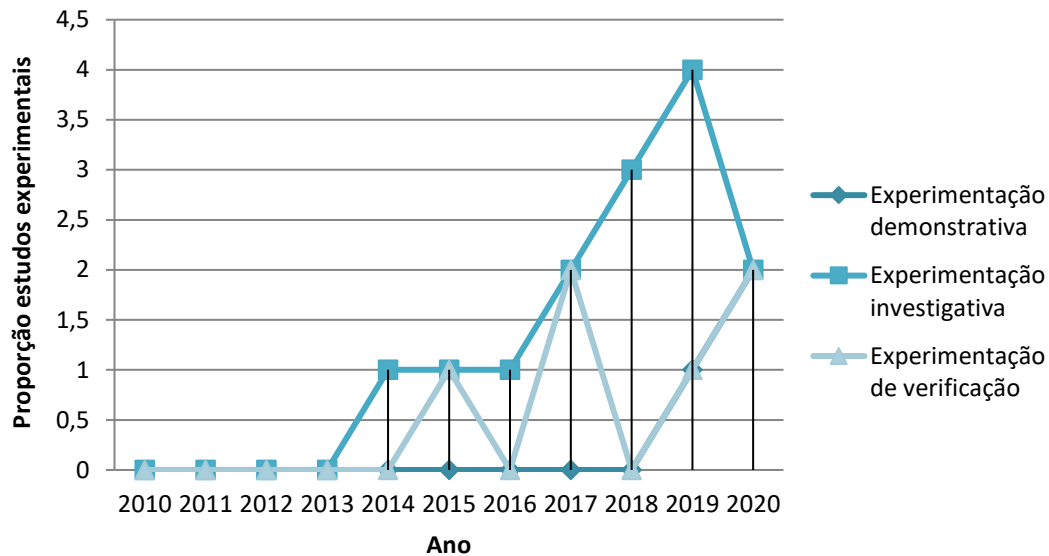


Figura 3: Tipos de experimentações utilizadas.

Nota-se que há um baixo número de trabalhos que apresentam experimentações demonstrativas, no entanto, tal situação pode ocorrer pelo fato desta ser uma forma bem mais comum de experimentação, onde o professor conduz e fornece as explicações aos educandos, deixando que os alunos ainda tenham uma participação passiva neste processo. Normalmente este tipo de abordagem se dá em aplicações rápidas, que não podem comprometer muito o tempo da aula, ou até mesmo pelo fato da inexistência de materiais e espaços adequados para a efetivação dos educandos no processo de experimental.

Um número maior, mas ainda pouco expressivo, apresenta a experimentação por verificação. Como apontado por Moraes (2014) [24]. Esse tipo de modalidade busca relacionar teoria e prática com conhecimentos mais próximos das realidades dos educandos, ainda com o direcionamento do professor, que se mantém no centro deste processo. Sendo assim, pode-se identificar que mesmo que estes trabalhos proponham atividades experimentais e investigativas, ainda há a centralidade do professor no processo educativo em pelo menos um terço dos trabalhos analisados.

No entanto, a experimentação investigativa, apresenta-se de forma expressiva nos trabalhos analisados. Este apontamento indica a propiciação do desenvolvimento da autonomia dos educandos, visto que nesta modalidade esses assumem a centralidade do processo de ensino e aprendizagem, participando de forma ativa e colaborativa da construção de seus conhecimentos, tendo o professor como mediador em todo este processo investigativo [25-26].

Nestes estudos analisados, mediante a análise textual com a utilização do *software* IRAMUTEQ, foi possível identificar, além da exemplificação de atividades práticas que podem ser desenvolvidas na educação básica, algumas nuances que as relacionam com o fazer científico e o indício de perspectivas próprias da ciência.

Na análise do corpus textual, observou-se o destaque dado ao termo “Ensino” que teve o mais elevado índice de frequência, seguido pelos dos termos, “aluno”, “atividade”, “aula” e “ciência”. Este apontamento corrobora com o que é indicado por Souza et al. (2019) [27], ao elucidar a importância da centralidade do processo de ensino, tendo a relação dos educandos, de forma significativa para que as aprendizagens sejam efetivadas no ensino de Ciências, tendo a exigência de uma participação ativa na construção de novos conhecimentos que tenham sentidos e significados próprios para aqueles que os constroem.

Além disso, pode-se entender o destaque dado a experimentação no ensino, visto que Segura e Kalhil (2015) [28] apontam para a importância de se estabelecer uma relação significativa entre a ação educativa e o contexto social, no qual os educandos se inserem. Para isso, assim como é apontado na experimentação apresentada por Gomes (2019, p. 107) [29], ao indicar

“que uso de experimentações nas aulas de ciências auxiliam no desenvolvimento dos conceitos científicos, melhorando a compreensão dos conteúdos e aproximando a teoria do cotidiano do aluno tornando a aprendizagem significativa”.

Frente à identificação de conceitos e termos que ganham destaque ou poucas menções nos trabalhos que apresentam experimentações como proposições no ensino de Ciências, buscamos elucidar, por meio de uma nuvem de palavras construídas no IRAMUTEQ, geradas utilizando o *corpus* textual especificado anteriormente, a centralidade dos principais termos e as relações que eles estabelecem entre si, como pode ser observado na Figura 5, a seguir.

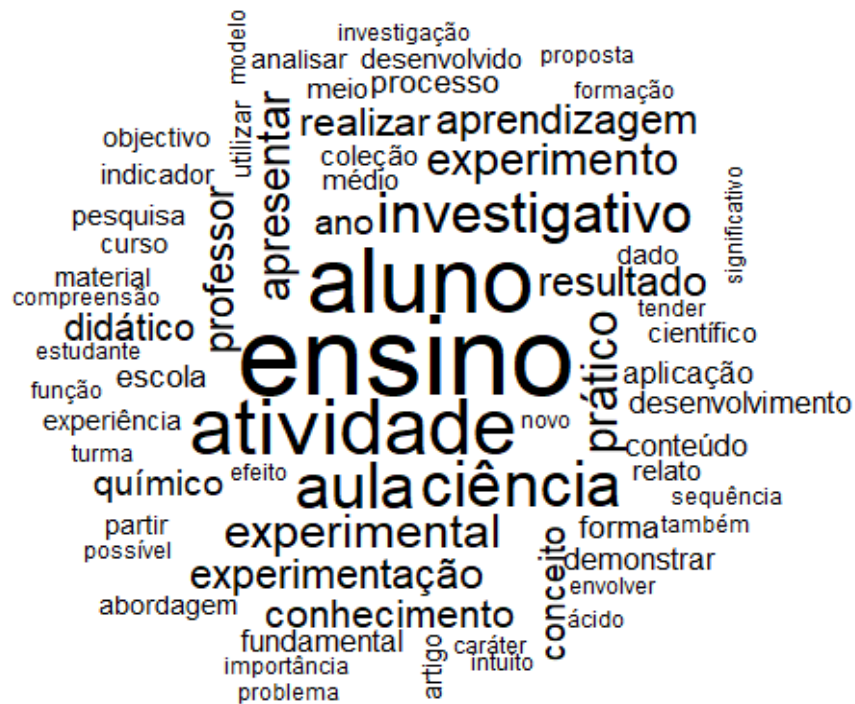


Figura 5: Nuvem de palavras em estudos no ensino das ciências naturais.

A centralidade dada ao ensino é incontestável, no entanto, tendo íntima relação com ela, está o aluno. Além disso, é possível identificar que termos como, experimento, experimental, experimentação, experiência, possuem grande relevância, por estarem intimamente ligados aos termos presentes em todo o corpo textual analisado, bem como estando alinhado com os objetivos e métodos definidos pela pesquisa. Neste sentido, a fim de elucidar ainda mais estas correlações decorrentes das menções empregadas nos trabalhos que apresentam experimentações para o ensino de Ciência, buscamos apresentar mais uma possibilidade analítica disponibilizada pelo *Software* utilizado, que é a análise de similitude, como demonstrado na Figura 6.

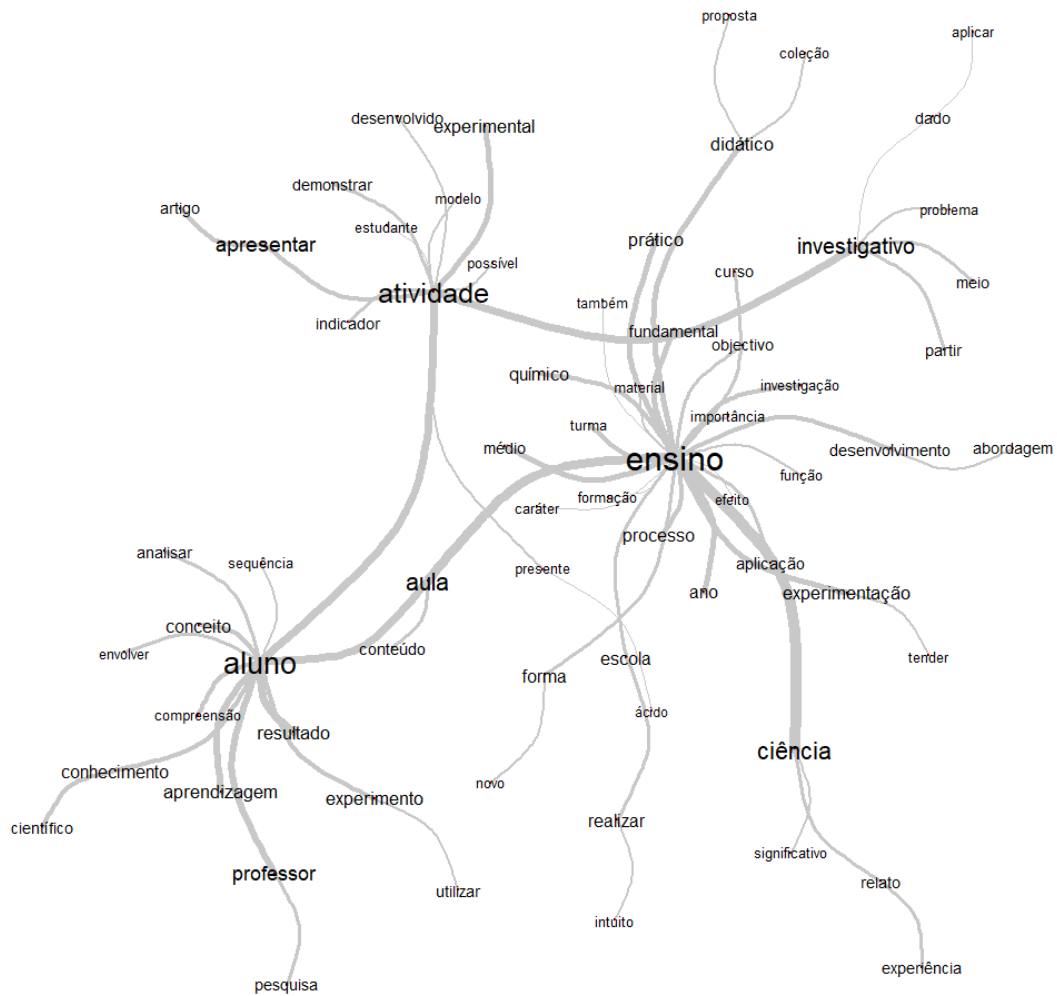


Figura 6: Análise de similitude em estudos no ensino das ciências naturais.

Frente ao que pode ser observado na figura 6, há termos que podem ser considerados como centrais para se discutir os resultados desta pesquisa, como ensino, aluno, atividade e investigativo. O ensino, quando associado a experimentação, indica o rompimento com “propostas educativas” voltadas a repetição e/ou memorização, sendo necessário ir além do “experimento pelo experimento”. Bem como é destacado por Costa Gullich (2019, p. 251) [30], ao exprimir por meio de sua experiência docente, a urgência de se “romper e transgredir para redesenharmos teorias, modelos e novas práticas que quiçá causem a transformação na Universidade e na Escola, na formação e nas aulas de Ciências e só assim, melhorias sociais”.

Dialogando sobre isso, os experimentos apresentados por Souto et al. (2015) [31] e Amauro et al. (2015) [32] indicam a necessidade de reconhecer a importância do ensino de Ciências por experimentação, indo além de uma simples execução prática na sala de aula. Eles evidenciam que a experimentação pode se constituir como superação das imprecisões sobre a natureza da ciência, relacionando o cotidiano dos educandos e a prática em sala de aula com as teorias científicas, que por sua vez, devem subsidiar as experimentações, desenvolvendo assim a autonomia deles, bem como a capacidade de resolução de problemas. Para isso, deve-se ter o campo investigativo e o desenvolvimento de atividades práticas, desenvolvidos de forma indissociável.

Neste sentido, o aluno desenvolve papel central neste processo, estando atrelados diretamente aos demais campos explorados pelos autores das atividades experimentais. Assim,



Zompero e Tedeschi (2018) [33] apontam como crucial para o desenvolvimento desta metodologia de ensino, o interesse e a participação ativa dos educandos, a fim de que possam desenvolver efetivamente a Alfabetização Científica. Deste modo, Pereira et al. (2017) [34] depositam sobre o professor a incumbência de motivar os estudantes para que possam desenvolver as habilidades e competências objetivadas para dada atividade experimental.

#### 4. CONCLUSÃO

Percebe-se que vem sendo ampliada a produção de trabalhos envolvendo a temática da inserção de práticas experimentais no processo de ensino e aprendizagem de Ciências, tendo ampla divulgação em diferentes periódicos indexados. No entanto, poucos apresentaram relação própria sobre a experimentação e o ensino de ciências na educação básica. Ainda menos trabalhos, propuseram ou exemplificaram estas experimentações relatando o que tem sido vivenciado por professores de Ciências na educação básica. Isso posto, estas proposições de experimentação no ensino das Ciências naturais indicam possibilidades múltiplas, tanto na experimentação demonstrativa, por verificação, como na investigativa.

Sendo assim, a presente pesquisa evidencia a exigência que as experimentações não sejam vistas apenas como atividades práticas no ensino de ciências, mas como possibilidade de construção de novos conhecimentos, subsidiados nas teorias validadas cientificamente. Isso implica, numa íntima relação entre teoria e prática, tendo a indissociabilidade desses alicerces da experimentação no ensino de Ciências, a fim de que os sentidos e significados dados pelos alunos aos novos conhecimentos carreguem consigo a originalidade e não simples repetição metodológica ou conceitual.

Assim, compreende-se que também há a necessidade de se investir na formação inicial e continuada de professores, para que sintam segurança ao desenvolver atividades experimentais que auxiliem no desenvolvimento intelectual dos educandos e sua Alfabetização científica. Além disso, a compreensão sobre a experimentação no ensino de Ciências deve possibilitar a criticidade dos educandos sobre a natureza da ciência, para que eles, assim como os educandos, tenham autonomia e intencionalidade no processo de ensino e aprendizagem. Posto isso, em pesquisas futuras pode-se analisar com mais amplitude aspectos próprios sobre com a experimentação é apresentada na formação de professores de ciências.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. de Carvalho AMP, organizadora. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning; 2013. Capítulo 1, Ensino de ciências por investigação e a proposição de sequências de ensino investigativas; p. 1-21.
2. Leão DMM. Paradigmas Contemporâneos de Educação: Escola Tradicional e Escola Construtivista. *Cad Pesq.* 1999;(1):187-206.
3. Mizukami MGN. Ensino: as abordagens do processo. São Paulo (SP): EPU; 1986.
4. Almeida, WNC, Malheiro JMS. A experimentação investigativa como possibilidade didática no ensino de matemática: o problema das formas em um clube de ciências. *Experiências em Ensino de Ciências.* 2019;14(1):391-405.
5. Gonçalves RPN, Goi MEJ. A experimentação investigativa no ensino de Ciências na Educação Básica. *Rev Debates em Ens Quím.* 2017;4(2):207-21.
6. de Albuquerque KA, de Souza RF, da Costa DRM, Vasconcelos SM. A contribuição dos textos de divulgação científica para a educação científica. *Conjecturas.* 2022;22(1):1118-40.
7. Becker F. Educação e construção do conhecimento. Porto Alegre (RS): Penso Editora; 2001.
8. Bassoli F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. *Ciência & Educação (Bauru).* 2014; (20):579-93.
9. Ferreira M, Del Pino JC. Experimentação e modelagem: estratégias para a abordagem de ligações químicas no ensino médio. *Rev Ens Ciênc Matem.* 2003;5(2):41-8.
10. Pereira BB. Experimentação no ensino de ciências e o papel do professor na construção do conhecimento. *Cad FUCAMP.* 2010;9(11):1-9.

11. Berezuk PA, Inada P. Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná. *Acta Sci, Hum Soc Sci.* 2010;32(2):207-15. doi: 10.4025/actascihumansoc.v32i2.6895
12. Teodoro PV, Cury LKP. A potência da experimentação investigativa no estudo de Gases: resultados de uma pesquisa que transcende a práticas demonstrativas. *Conjecturas.* 2021;21(6):547-61.
13. Gonçalves LLB, Rodrigues CG. Experimentos práticos e didáticos de baixo custo para o ensino de óptica: reflexão, refração e espelhos planos. *Conjecturas.* 2022;22(5):916-35.
14. Solla Price DJ. O desenvolvimento da ciência: análise histórica, filosófica, sociológica e econômica. Rio de Janeiro: Livros técnicos e Científicos; 1976.
15. Oliveira O, Mill D. Robótica pedagógica na produção científica brasileira: um estudo bibliométrico. *Rev NUPEM.* 2020;26(12):138-55. doi: 10.33871/nupem.2020.12.26.138-155
16. Kundlatsch A, Agostini G, Rodrigues GL. Um estudo com bases cienciométricas sobre experimentação na revista *Química Nova na Escola.* *Sci Naturalis.* 2019;1(3):265-78.
17. Gomes V, Santos AC. Perspectivas da alfabetização e letramento científico no Brasil: levantamento bibliométrico e opinião de profissionais da educação do ensino fundamental I. *Sci. Plena.* 2018;14(5):1-18. doi: 10.14808/sci.plena.2018.052701
18. Marcelo JF, Hayashi MCPI. Estudo Bibliométrico sobre a produção científica no campo da sociologia da ciência. *Inform & Inform.* 2013;8(3):38-153.
19. Creswell JW, Creswell JD. Projeto de pesquisa-: Métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre (RS): Penso Editora; 2021.
20. Proetti, S. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: Um estudo comparativo e objetivo. *Rev Lumen.* 2018;2(4):36-55.
21. Araújo MST, Abib MLVS. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Rev Bras de Ens Fis.* 2003;25(2):e38221. doi: 10.1590/S1806-11172003000200007
22. Souza MAR, Wall ML, Thuler ACMC, et al. O uso do software IRAMUTEQ na análise de dados em pesquisas qualitativas. *Rev Escola de Enferm USP.* 2018;1(52):e03353. doi: 10.1590/S1980-220X2017015003353
23. Góes FGB, Santos AST, Campos BL, et al. Utilização do software IRAMUTEQ em pesquisa de abordagem qualitativa: relato de experiência. *Rev enferm UFSM.* 2021;(1):e63-e63. doi: 10.5902/2179769264425
24. Moraes EA. A experimentação como metodologia facilitadora da aprendizagem de ciências. Caderno: os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. Curitiba (PR): SEDUC/SC, 2014.
25. Rocha, Maria Fernanda Jorge, Bittar, Marisa, & Lopes, Roseli Esquerdo. (2016). O Professor Mediador Escolar e Comunitário: uma Prática em Construção. *Revista Eletrônica de Educação.* 10(3):341-53. doi: 10.14244/198271991523
26. Silva IM. O professor como mediador. *Cad Pedag Soc.* 2007;(1):117-23. doi: 10.34632/cpedagogiasocial.2007.1918
27. Souza PVT, Gonçalves EA, Souza DR, Amauro NQ. Júri simulado como estratégia de intervenção pedagógica para o Ensino de Química. *Rev Debates em Ens Quím.* 2019;5(1 ESP):5-15.
28. Segura E, Kalhil JF. A metodologia ativa como proposta para o ensino de ciências. *Rev REAMEC (Cuiabá).* 2015;3(1):87-98.
29. Gomes DS. O uso da experimentação no ensino das aulas de ciências e biologia. *Rev Insignare Scientia-RIS.* 2019;2(3):103-8.
30. Costa Güllich RI. O que tem a nos ensinar o processo de germinação do Feijão?. *Rev Insignare Scientia-RIS.* 2019;2(3):240-54.
31. Souto EKS, Silva LSD, Neto LS, Silva FCLD. A utilização de aulas experimentais investigativas no ensino de ciências para abordagem de conteúdos de microbiologia. *Experiências em Ensino de Ciências.* 2015;10(2):59-69.
32. Amauro NQ, Souza, PVT, Mori MCR. As funções pedagógicas da experimentação no ensino de Química. *Multi-Science J.* 2015;1(3):17-23.
33. Zompero AF, Tedeschi F. Atividades investigativas e indicadores de alfabetização científica em alunos dos anos iniciais do ensino fundamental. *Rev Espaço Pedagógico.* 2018;25(2):546-67.
34. Pereira AS, Vitorino JP, Assis A. O uso de indicadores naturais para abordar a experimentação investigativa problematizadora em aulas de Química. *Educ Quím en Punto de Vista.* 2017;1(2):1-20.