

## EXPERIMENTOS SUSTENTÁVEIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UM ESTUDO CIENTOMÉTRICO DAS PUBLICAÇÕES ENTRE 2019 E 2023

*Experiments in science education: a scientometric study of publications between 2019 and 2023*

**Victor Herbet Queiroz** [victorherbet@hotmail.com]

**Fábio de Souza** [fabio.souza@ifg.edu.br]

*Instituto Federal de Goiás*

*Rua 75, Qd. 101, Lt. 50, Centro – Goiânia – GO, 74055-110*

*Recebido em: 24/07/2025*

*Aceito em: 09/03/2026*

### Resumo

A importância da experimentação no ensino de ciências é indiscutível, pois ela facilita a aprendizagem dos conceitos, e rompe com a abstração presente nos livros didáticos. No entanto, pouco se sabe sobre experimentos sustentáveis, sejam aqueles com temática de sustentabilidade ou que utilizem materiais recicláveis para promover uma educação voltada para a sustentabilidade. Portanto, este estudo teve como objetivo medir esse campo do conhecimento nos últimos cinco anos. A pesquisa foi sustentada em uma metodologia cientométrica de natureza quanti-quali e utilizou o software VOSviewer para análise dos dados. Os principais resultados incluem, a identificação da garrafa PET como principal material utilizado em experimentos, uma baixa preocupação com a sustentabilidade, e um déficit de artigos publicados durante o período pandêmico. Conclui-se que o uso de materiais recicláveis e temas sustentáveis por si só não é suficiente para promover uma conscientização sustentável nas escolas.

**Palavras-chave:** Experimentação sustentável. Sustentabilidade no ensino. Ensino de Ciências com materiais sustentáveis. Educação Sustentável.

### Abstract

The importance of experimentation in science teaching is indisputable, as it facilitates the learning of concepts, and breaks with the abstraction present in textbooks. However, little is known about sustainable experiments, whether those with a sustainability theme or those that use recyclable materials to promote sustainability-oriented education. Therefore, this study aimed to measure this field of knowledge over the last five years. The research was sustained on a scientometric methodology of a quantitative and qualitative nature and used the VOSviewer software for data analysis. The main results include the identification of the PET bottle as the main material used in experiments, a low concern about sustainability, and a deficit of articles published during the pandemic period. It is concluded that the use of recyclable materials and sustainable themes alone is not enough to promote sustainable awareness in schools.

**Keywords:** Experimentation. Sustainability. Teaching Science. Sustainable Education.

## INTRODUÇÃO

A realização de experimentos em sala de aula é amplamente reconhecida como uma estratégia valiosa para promover a aprendizagem significativa de conceitos científicos, conforme defendem autores como Gaspar (2014a, 2014b) e Montessori (2017). No entanto, apesar de sua importância pedagógica, a presença desses experimentos no cotidiano escolar tem diminuído progressivamente. Essa redução, segundo Santos e Menezes (2020), está relacionada a diversos fatores, como a escassez

de materiais e equipamentos, lacunas na formação docente e o desinteresse crescente por parte dos alunos.

Além das dificuldades apontadas, os dados do Censo Escolar de 2023 aponta uma limitação estrutural significativa: apenas 44,7% das escolas da rede pública brasileira possuem laboratório de ciências (Brasil, 2024). Isso significa que mais da metade dessas instituições carecem de um espaço adequado para a realização de atividades experimentais. Nesse contexto, os professores se veem limitados não apenas pela ausência de infraestrutura, mas também pelas múltiplas demandas escolares, o que dificulta ainda mais a inserção de práticas experimentais no ensino de ciências.

Diante desses desafios, o uso de experimentos com materiais alternativos surge como uma estratégia viável e eficaz. Rocha e Dickman (2016) destacam que a utilização de recursos de baixo custo, muitos deles recicláveis, possibilita a realização de atividades experimentais mesmo em contextos com infraestrutura precária, além de contribuir significativamente para a aprendizagem dos estudantes. Essa abordagem não apenas amplia o acesso às práticas experimentais, como também promove uma conscientização ambiental ao incorporar princípios de sustentabilidade no processo de ensino.

Considerando esse cenário, este estudo propõe-se a investigar a seguinte questão: o que tem sido produzido sobre experimentos sustentáveis no ensino de ciências nos últimos cinco anos? Para responder a essa problemática, o objetivo geral dessa pesquisa propõe-se analisar estatisticamente a produção acadêmica voltada aos experimentos sustentáveis no ensino de ciências. Os objetivos específicos incluem: (a) mapear os trabalhos publicados em revistas brasileiras sobre o tema, (b) analisar os dados obtidos por meio do software VOSviewer<sup>1</sup> e (c) interpretar as informações resultantes das análises quantitativas e qualitativas realizadas.

A fim de alcançar tais objetivos, esta pesquisa adotou uma abordagem metodológica exploratória, com ênfase em procedimentos da cientometria. De natureza quanti-qualitativa, o estudo concentrou-se em periódicos brasileiros com tradição na publicação de trabalhos sobre experimentação. Para a organização e análise dos dados, foi utilizado predominantemente o software VOSviewer, reconhecido por sua capacidade de mapear redes de coocorrência e outras métricas bibliométricas.

Apesar da importância do tema, a produção acadêmica relacionada aos experimentos sustentáveis no ensino de ciências ainda é bastante limitada. Observa-se uma lacuna significativa de estudos que integrem práticas experimentais com princípios de sustentabilidade, especialmente voltadas ao contexto escolar e à realidade das escolas públicas brasileiras. Essa escassez de pesquisas evidencia a necessidade urgente de investigações que explorem alternativas pedagógicas viáveis, sustentáveis e acessíveis. Assim, a justificativa deste estudo reside na relevância de promover práticas experimentais alinhadas a valores ambientais e sociais, contribuindo tanto para a formação científica dos alunos quanto para o fortalecimento de uma educação comprometida com a sustentabilidade.

Diante desse cenário, espera-se que esta pesquisa contribua para o reconhecimento da experimentação sustentável como uma prática pedagógica viável e relevante, especialmente em contextos educacionais marcados por limitações estruturais. Ao mapear e analisar a produção acadêmica recente sobre o tema, pretende-se não apenas evidenciar o estado atual da pesquisa, mas também indicar caminhos para o desenvolvimento de propostas didáticas mais acessíveis, criativas e comprometidas com a formação científica e ambiental dos estudantes. Com isso, busca-se fomentar reflexões e ações que fortaleçam o papel da experimentação no ensino de ciências, articulando conhecimento, inovação e sustentabilidade.

---

<sup>1</sup> Software para construção de redes bibliométricas.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir, apresentamos algumas reflexões sobre o que é a experimentação, seu papel no ensino de ciências e sua relação com o meio ambiente. Além disso, discutimos as características de uma educação voltada para a sustentabilidade e o papel do educador em promover uma perspectiva ambiental na educação.

## EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A experimentação no ensino de ciências é amplamente reconhecida como uma prática pedagógica essencial para a construção do conhecimento científico. Segundo Gaspar (2014a), há um consenso entre professores, pesquisadores e educadores de que as atividades experimentais desempenham papel central no processo de ensino-aprendizagem, permitindo que o aluno compreenda os conceitos por meio da observação, da manipulação e da construção ativa do saber. Giordan (1999) complementa essa perspectiva ao afirmar que os experimentos despertam o interesse dos estudantes, favorecendo sua motivação e engajamento com o conteúdo. Esse envolvimento, por sua vez, potencializa a aprendizagem, especialmente quando os próprios alunos percebem essas atividades como lúdicas, desafiadoras e próximas de sua realidade.

A importância atribuída à experimentação, no entanto, contrasta com sua efetiva aplicação nas salas de aula, principalmente nas escolas públicas. Gaspar (2014a) observa uma tendência de obsolescência no uso de experimentos, resultado de múltiplos fatores que dificultam sua implementação. Entre eles, destacam-se a precariedade da infraestrutura escolar, a ausência ou a inadequação de laboratórios, a escassez de materiais didáticos e as lacunas na formação inicial e continuada dos professores, que muitas vezes não se sentem preparados para planejar e conduzir atividades experimentais. Jalhium (2021) reforça essa análise ao apontar que, além da falta de recursos físicos, há uma sobrecarga de atribuições docentes, o que contribui para a exclusão dessas práticas do cotidiano escolar.

A desigualdade estrutural entre as redes de ensino pública e privada também interfere diretamente no acesso às atividades práticas. Enquanto instituições particulares costumam dispor de melhores condições para a realização de experimentos, grande parte das escolas públicas enfrenta limitações severas. Berezuk e Inada (2010) ressaltam que, em muitas dessas escolas, faltam até mesmo os recursos mais básicos para o funcionamento dos laboratórios de ciências. Nessas condições, torna-se comum que professores passem todo o ano letivo sem realizar um único experimento, o que empobrece a experiência educativa dos alunos e dificulta a aprendizagem de conteúdos abstratos que se beneficiariam de uma abordagem prática.

Contudo, a ausência de laboratórios não deve ser vista como um impedimento absoluto para a experimentação. A literatura aponta para alternativas viáveis, como o uso de materiais alternativos e recicláveis, que podem ser empregados em experimentos simples, porém eficazes. Para Berezuk e Inada (2010), a experimentação não deve ser restrita ao ambiente laboratorial tradicional, podendo ser realizada em diferentes espaços e com recursos acessíveis. Nesse sentido, a criatividade docente torna-se um fator determinante para garantir a presença da prática experimental, mesmo em contextos adversos. Santos (2019) destaca que o uso de materiais reutilizáveis não apenas viabiliza a prática, mas também promove valores relacionados à sustentabilidade e à consciência ambiental, integrando ciência e cidadania na proposta pedagógica.

Além de contornar limitações estruturais, os experimentos com materiais alternativos mantêm, e até ampliam os benefícios pedagógicos das práticas tradicionais. Stoll et al. (2020) argumentam que essas atividades favorecem o desenvolvimento de competências científicas fundamentais, como a problematização, a formulação de hipóteses, a observação crítica, o registro e a análise de dados. A

experimentação estimula ainda a colaboração entre os alunos e fortalece o caráter investigativo do ensino de ciências. Para Santos e Dickman (2018), quando comparadas às aulas expositivas, as aulas com experimentos reais, ainda que simples, apresentam maior eficácia em termos de aprendizagem, pois envolvem o aluno de maneira ativa e significativa.

Gaspar (2014b) aprofunda essa discussão ao identificar três grandes contribuições da atividade experimental: a sinergia entre os integrantes do grupo, a riqueza das interações sociais e o maior envolvimento do aluno com a tarefa proposta. Esses aspectos não apenas favorecem a construção do conhecimento, mas também contribuem para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais e para a formação de sujeitos mais autônomos e críticos. Araújo e Abib (2003), por sua vez, destacam o valor das experiências que dialogam com o cotidiano dos alunos, o que torna os conceitos científicos mais compreensíveis e relevantes. Esse vínculo com a realidade é um dos pilares da aprendizagem significativa, tal como definida por Moreira (1982), em que novos conhecimentos são integrados à estrutura cognitiva prévia dos estudantes, consolidando-se de forma duradoura.

Por fim, é importante ressaltar que a experimentação, especialmente em abordagens sustentáveis, deve ser compreendida como um processo investigativo amplo e indispensável à formação científica dos alunos. Para Giordan (1999), o desenvolvimento do pensamento crítico e das atitudes científicas ocorre, em grande parte, por meio de atividades práticas e investigativas, que permitem ao aluno explorar o mundo de forma ativa e reflexiva. Dessa forma, a inserção de práticas experimentais sustentáveis no ensino de ciências representa não apenas uma alternativa viável frente às limitações estruturais, mas também uma oportunidade de promover uma educação mais crítica, inclusiva e comprometida com a transformação social.

## EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE

A educação, embora por si só não seja capaz de transformar integralmente a sociedade, é condição indispensável para qualquer mudança social significativa. Como afirma Freire (2000, p. 67), “Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda”. Essa perspectiva é reforçada por sua célebre declaração de que “Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo” (Freire, 1987, p. 84). Nessa concepção, o papel formativo da educação está diretamente ligado à construção de sujeitos críticos, conscientes de seu papel na transformação social, especialmente no enfrentamento de desafios complexos, como as questões ambientais.

Nesse cenário, a noção de educação para a sustentabilidade tem ganhado crescente relevância. No entanto, como observa Loures (2018), apesar de amplamente difundido, o termo ainda carece de uma definição unívoca e consolidada. Em geral, ele se refere a práticas pedagógicas que visam promover o equilíbrio entre a preservação ambiental, o desenvolvimento econômico e a justiça social. A educação para a sustentabilidade emerge, assim, de um movimento mais amplo vinculado à educação ambiental, que há décadas busca sensibilizar, formar e mobilizar a sociedade frente às ameaças ecológicas e à degradação dos recursos naturais.

A proposta da educação ambiental, enquanto campo consolidado, articula-se à ideia de um processo formativo crítico, que ultrapassa a mera transmissão de informações e busca promover valores como solidariedade, igualdade e respeito à vida em todas as suas formas. Para Jacobi (2003), trata-se de fomentar práticas educativas que estimulem a participação democrática e a reflexão coletiva sobre os rumos do desenvolvimento e suas implicações ambientais. Em sua visão, a educação deve criar espaços interativos e democráticos que favoreçam a construção de alternativas sustentáveis, a partir de uma perspectiva ética e socialmente comprometida.

A relevância da educação ambiental é reconhecida formalmente no ordenamento jurídico brasileiro. A Lei nº 9.795/1999, em seu artigo 2º, estabelece que ela constitui um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente em todos os níveis e modalidades de ensino, de forma integrada, contínua e transversal. Isso significa que a educação ambiental não deve ser tratada como um conteúdo isolado, mas como um eixo formativo que perpassa diferentes disciplinas e práticas escolares.

Nessa direção, a Unesco (2005) reforça que a educação para o desenvolvimento sustentável deve ser integrada de forma interdisciplinar, promovendo uma abordagem holística que permita aos estudantes compreender a complexidade dos problemas socioambientais e suas múltiplas dimensões. Essa interdisciplinaridade é necessária porque a sustentabilidade envolve relações interdependentes entre sociedade, economia e natureza, exigindo uma visão sistêmica e integrada do conhecimento.

Guimarães (2004) reforça que a educação ambiental se caracteriza por ser um campo de natureza complexa, no qual o educador atua como mediador entre as diferentes áreas do saber e os elementos do meio ambiente. Nesse sentido, o professor precisa assumir uma postura ativa, promovendo a articulação entre os conteúdos escolares e os problemas reais enfrentados pela sociedade. Ainda segundo o autor, o educador ambiental não deve se limitar a informar ou sensibilizar, é necessário mobilizar e engajar os alunos em ações concretas que visem à transformação de sua realidade. Apenas a sensibilização, sem a promoção de práticas efetivas, tem se mostrado insuficiente diante da urgência das questões ambientais.

Para Jacobi (2003, p. 193), “o educador tem a função de mediador na construção de referenciais ambientais e deve saber usá-los como instrumentos para o desenvolvimento de uma prática social centrada no conceito da natureza”. Isso implica reconhecer o papel ativo da sociedade na transformação das condições socioambientais e, ao mesmo tempo, responsabilizar-se por fomentar uma cultura crítica e participativa. Portanto, mais do que esperar iniciativas exclusivamente do poder público, é necessário que a sociedade civil, incluindo escolas, comunidades e organizações, se mobilize e assumam uma postura mais incisiva na cobrança por políticas sustentáveis e na adoção de práticas transformadoras em seu cotidiano (Jacobi, 2003).

## PERCURSO METODOLÓGICO

Esta pesquisa adota uma abordagem exploratória de caráter bibliográfico, cuja finalidade é proporcionar uma compreensão inicial e estruturada sobre a presença e o papel de experimentos sustentáveis no ensino de ciências, no contexto da produção acadêmica brasileira recente. Segundo Gil (2008), a pesquisa exploratória é particularmente adequada em áreas que ainda carecem de aprofundamento sistemático, permitindo identificar padrões, lacunas e possibilidades futuras de investigação.

Nesse sentido, optou-se por uma investigação cientométrica, combinando elementos qualitativos, quantitativos e descritivos, mas sem a pretensão de análise de conteúdo textual completa dos artigos. Conforme salientam Silva, Hayashi e Hayashi (2011), a cientometria se mostra como um importante recurso metodológico para mapear e quantificar a produção científica, permitindo visualizar tendências, recorrências e relações entre temas emergentes. Assim, priorizou-se a análise objetiva de metadados dos artigos, como palavras-chave, resumos, títulos e datas de publicação, a fim de traçar um panorama representativo do tema estudado.

A pesquisa foi desenvolvida com base em artigos publicados entre os anos de 2019 a 2023, período recente e relevante para compreender o impacto das discussões contemporâneas sobre sustentabilidade. A seleção dos periódicos baseou-se em critérios como: acesso aberto, relevância

acadêmica na área de ensino de ciências e classificação no sistema Qualis/CAPES. As revistas incluídas na análise foram:

**Tabela 1:** Revistas Seleccionadas

| Revista                                  | ISSN      | Periodicidade | Qualis |
|------------------------------------------|-----------|---------------|--------|
| A Física na Escola                       | 1983-6430 | Contínua      | A3     |
| Experiências em Ensino de Ciências       | 1982-2413 | Quadriênio    | B1     |
| Química Nova na Escola                   | 2175-2699 | Trimestral    | A2     |
| Revista Brasileira de Educação Ambiental | 1981-1764 | Quadriênio    | A4     |
| Revista Brasileira de Ensino de Física   | 1806-9126 | Contínua      | A1     |

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A coleta de dados foi realizada de forma inteiramente manual, sem o uso de filtros automatizados, exigindo a leitura individualizada dos títulos, resumos, palavras-chave e introduções dos artigos. Foram considerados para a amostra apenas os textos que atendiam aos seguintes critérios: Estarem escritos em língua portuguesa; terem sido publicados no intervalo de 2019 a 2023; abordarem experimentos envolvendo materiais recicláveis (total ou parcialmente); ou tratar de forma direta temáticas sustentáveis associadas a práticas experimentais no ensino.

Após a triagem, os artigos selecionados foram organizados no gerenciador de referências Mendeley Desktop<sup>2</sup>, com exportação em formato RIS<sup>3</sup>, o que possibilitou sua posterior análise no software VOSviewer, uma ferramenta especializada em visualização de redes de bibliométricas. A aplicação do VOSviewer permitiu a exploração de três dimensões analíticas principais: A frequência das palavras-chave utilizadas; A densidade temática, revelando áreas de maior concentração de estudos; A formação de clusters de coocorrência, permitindo identificar núcleos temáticos recorrentes e relações entre os principais conceitos abordados.

Complementarmente, foi realizada uma tabulação cronológica das publicações no Microsoft Excel<sup>4</sup>, bem como um levantamento dos materiais recicláveis mais recorrentes nos experimentos relatados, incluindo informações sobre seus tempos médios de degradação no ambiente, com base em dados de fontes como *Ambientebrasil* e *Gramaduz*.

A fim de organizar e sistematizar os dados de forma mais criteriosa, os artigos foram classificados segundo um sistema de parâmetros de análise, com base nos seguintes aspectos: Exp. (presença de práticas experimentais); MR. (uso de materiais recicláveis); TS. (relação com temáticas sustentáveis); QS. (abordagem de questões socioambientais); CS. (estímulo à conscientização sustentável).

Conforme a quantidade de parâmetros atendidos, os artigos foram agrupados em quatro categorias: Categoria 1: (presença de 2 parâmetros); Categoria 2: (presença de 3 parâmetros); Categoria 3: (presença de 4 parâmetros); Categoria 4: (presença de todos os 5 parâmetros).

Essa classificação, apresentada em maior detalhe na Tabela 2, permitiu compreender em que medida as publicações contemplam múltiplas dimensões da sustentabilidade em práticas experimentais, revelando tanto a profundidade quanto a diversidade das abordagens presentes na literatura nacional recente.

## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

Para compreender o enfoque dos trabalhos analisados, realizou-se uma classificação dos 52 artigos em quatro categorias, variando da Categoria 1 (menos impactantes) até a Categoria 4 (mais

<sup>2</sup> Gerenciador de referências para trabalhos acadêmicos.

<sup>3</sup> Arquivo que carrega dados da pesquisa, aceito no *VOSviewer* para análise.

<sup>4</sup> Planilha para visualização de dados.

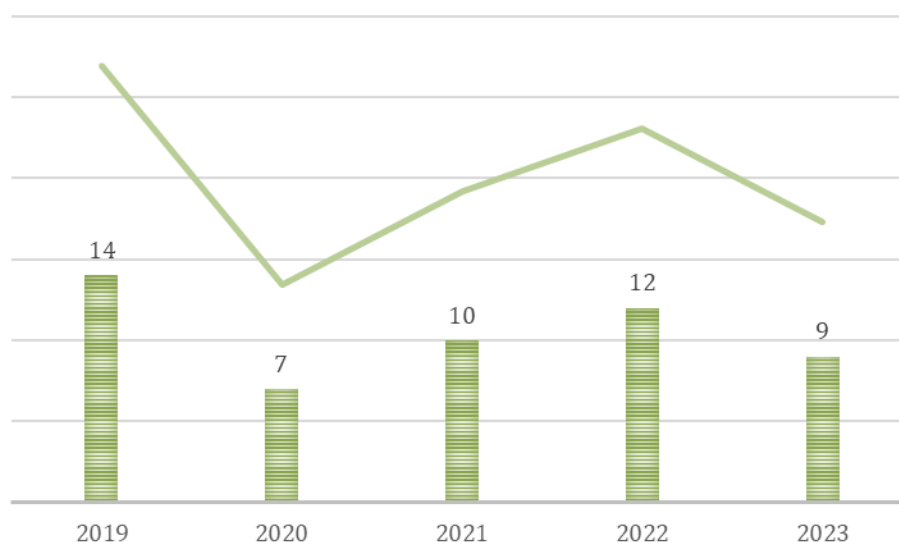
impactantes). Essa categorização considerou a presença e combinação de quatro elementos-chave: uso de materiais recicláveis (MR), abordagem de temas sustentáveis (TS), presença de questões socioambientais (QS) e práticas voltadas à conscientização sustentável (CS). A Categoria 1 abrange artigos que, apesar de utilizarem materiais recicláveis ou abordarem a sustentabilidade de maneira pontual, não apresentam uma preocupação pedagógica ambiental consolidada. Já a Categoria 4 reúne trabalhos mais completos, que articulam de forma integrada experimentação, sustentabilidade e formação crítica dos estudantes.

**Tabela 2:** Classificação dos Artigos

| Classificação | Parâmetro de Avaliação   | Quantidade de Artigos |
|---------------|--------------------------|-----------------------|
| 1             | Exp. + MR                | 29                    |
| 1             | Exp. + TS                | 9                     |
| 2             | Exp. + MR + TS           | 6                     |
| 2             | Exp. + TS + QS           | 4                     |
| 3             | Exp. + MR + TS + QS      | 2                     |
| 4             | Exp. + MR + TS + QS + CS | 2                     |

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Nesse sentido, a análise da Tabela 2 mostra que uma parte expressiva dos artigos (38 de 52, ou 73%) se enquadra na Categoria 1. Esse dado revela que, embora haja um interesse crescente em utilizar materiais recicláveis no ensino de ciências, especialmente com foco na sustentabilidade, muitas dessas propostas ainda não apresentam uma abordagem crítica e profunda sobre as questões ambientais. Isso se deve, em grande parte, ao fato de que o uso de materiais recicláveis ocorre mais por razões econômicas, diante da falta de laboratórios e recursos nas escolas, do que por uma intencionalidade pedagógica voltada à formação ambiental. Segundo Gaspar (2014a), as limitações estruturais enfrentadas pelos docentes favorecem a adoção de materiais alternativos, enquanto Costa e Peres (2022) apontam que o desinteresse dos estudantes pelo tema ambiental representa um desafio adicional à sua efetiva inserção no contexto educacional.



**Figura 1:** Número de publicações de 2019 a 2023

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Diante disso, a Figura 1 apresenta a distribuição das publicações ao longo do período analisado (2019 a 2023), com destaque para o ano de 2019, que registrou o maior número de trabalhos. Em contraste, 2020 apresentou o menor número, reflexo direto dos impactos causados pela pandemia da COVID-19. Nesse contexto, Farias et al. (2024) apontam que a impossibilidade de realizar aulas

presenciais levou muitos docentes a recorrerem a vídeos de demonstrações experimentais online, reduzindo a realização de práticas com os alunos.

**Tabela 3:** Materiais mais utilizados

| <b>Material Reciclável</b> | <b>Quantidade de Artigos</b> | <b>Tempo de Decomposição</b> |
|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Garrafa Pet                | 23                           | Acima de 500 anos            |
| Papelão                    | 9                            | Cerca de 6 meses             |
| Componentes eletrônicos    | 8                            | Cerca de 450 anos            |
| Tampa de Garrafa Pet       | 6                            | 100 a 500 anos               |
| Plástico                   | 5                            | Até 450 anos                 |
| CD/DVD                     | 4                            | Cerca de 450 anos            |
| Vidro                      | 4                            | Indeterminado                |
| Embalagem de Leite         | 4                            | Até 100 anos                 |
| Lata de Alumínio           | 3                            | 200 a 500 anos               |
| Rolo de Papelão            | 3                            | Cerca de 6 meses             |
| Óleo de cozinha usado      | 3                            | Indeterminado                |
| Outros                     | 7                            | -----                        |

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

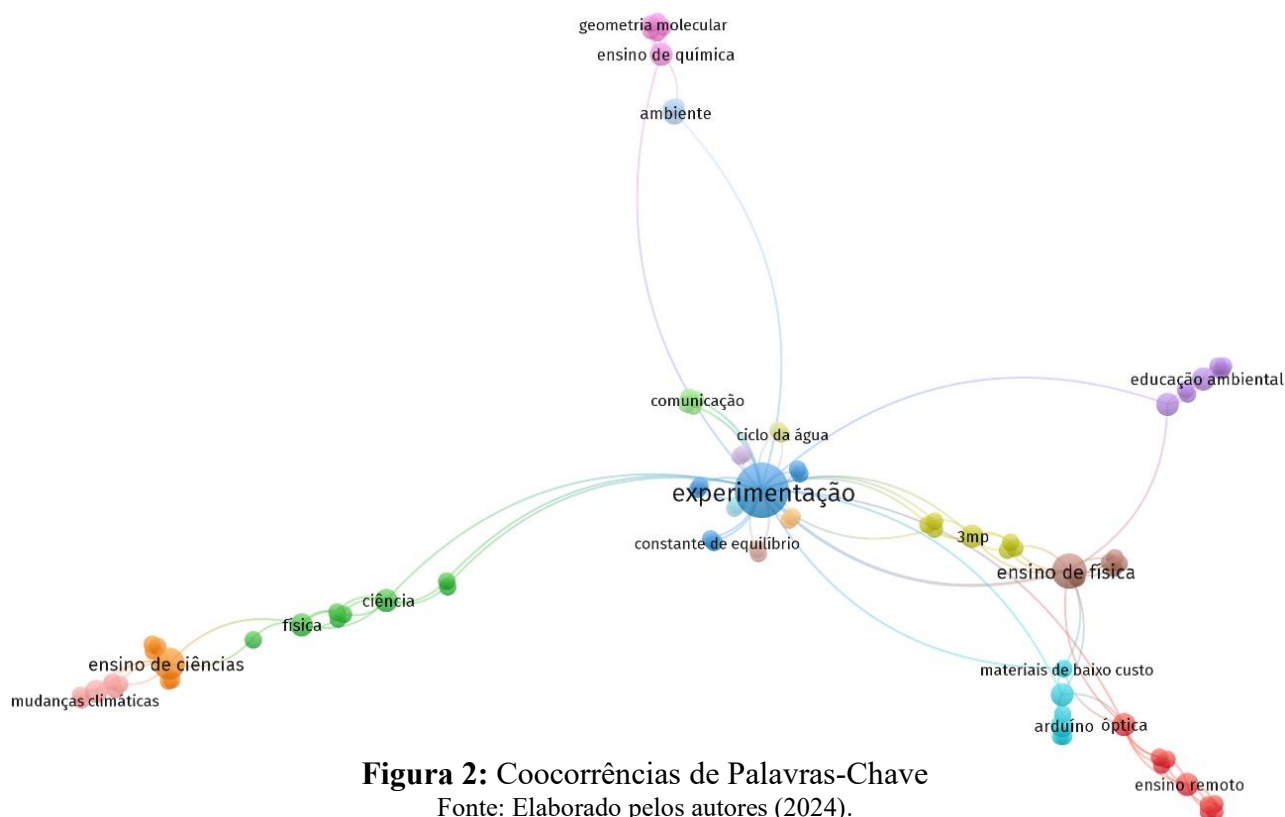
No que se refere aos materiais mais utilizados, observa-se uma predominância da garrafa PET, presente em 23 artigos (Tabela 3), seguida por papelão, componentes eletrônicos e outros itens de uso cotidiano. Esses materiais, além de acessíveis, possuem tempos de decomposição significativamente longos, o que potencializa sua relevância para a discussão sobre resíduos sólidos e consumo consciente em sala de aula.

O uso recorrente de garrafas PET, conforme Neris et al. (2023), tem se mostrado eficaz para promover atividades experimentais mais simples, contribuindo para uma abordagem prática da educação ambiental. Contudo, o impacto dessas ações ainda é limitado diante da realidade brasileira. Segundo relatório da WWF (2019), o Brasil ocupa a quarta posição no ranking mundial de produção de lixo plástico, mas recicla apenas 1,28% de tudo o que coleta. Isso retrata a urgência de políticas públicas e práticas educativas voltadas à conscientização ambiental, papel este em que a escola pode atuar de forma estratégica. Essa mudança nos métodos de ensino durante a pandemia reflete-se na Figura 2, elaborada com base nas palavras-chave fornecidas pelos autores dos artigos, resultando em 17 clusters<sup>5</sup>.

O maior deles composto por 9 itens, representado pela cor vermelha. Este cluster inclui termos como covid-19, ensino remoto, ensino a distância e experimento de baixo custo. Para tanto, esta ligação reflete os impactos causados pela pandemia, conforme evidenciado na Figura 1. Nesse sentido a maioria dos professores durante a pandemia não conseguiram realizar atividades práticas (Santiago; Yamaguchi; Pessoa, 2023).

Além disso, a palavra "experimentação" é a mais recorrente, aparecendo 14 vezes, seguida por "ensino de física" e "ensino de ciência". Os "Três Momentos Pedagógicos" (3MP) também aparecem com certa relevância. De acordo com Bonfim, Costa e Nascimento (2018), uma aula que utiliza os 3MP se torna mais dinâmica e dialogada.

<sup>5</sup> Agrupamento de palavras conectadas.



**Figura 2:** Coocorrências de Palavras-Chave  
Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Dessa forma, observa-se que os termos mais recorrentes já compunham a delimitação temática desta investigação. No entanto, é pertinente considerar também os vocábulos que não obtiveram tanto destaque, como "química verde", cuja ausência pode indicar lacunas na abordagem ambiental adotada em parte da produção analisada. Conforme argumentam Almeida et al. (2019), a inserção dos princípios da química verde na formação inicial de professores é estratégica para o desenvolvimento de uma consciência ambiental crítica, contribuindo para que esses profissionais atuem como agentes multiplicadores de práticas pedagógicas comprometidas com a sustentabilidade.

Já a Tabela 4 por sua vez, evidencia os autores mais cocitados nos 52 artigos analisados, revelando os pilares teóricos que sustentam as discussões sobre experimentação no ensino de ciências. Moreira (2011) aparece com maior frequência, indicando a centralidade da abordagem da aprendizagem significativa e das metodologias no ensino. Autores como Araújo & Abib (2003) e Giordan (1999) reforçam a valorização da experimentação como ferramenta de construção do conhecimento.

A presença de Halliday & Resnick (2009) mostra que parte dos trabalhos mantém uma base conceitual clássica, ainda que aplicada a contextos mais práticos. Já a citação de Machado (2014) aponta para uma inserção crescente de temas relacionados à sustentabilidade, especialmente a Química Verde, ainda que com menor recorrência. Em síntese, a cocitação desses autores revela um equilíbrio entre fundamentos teóricos consolidados e tentativas pontuais de inovação metodológica no campo da experimentação.

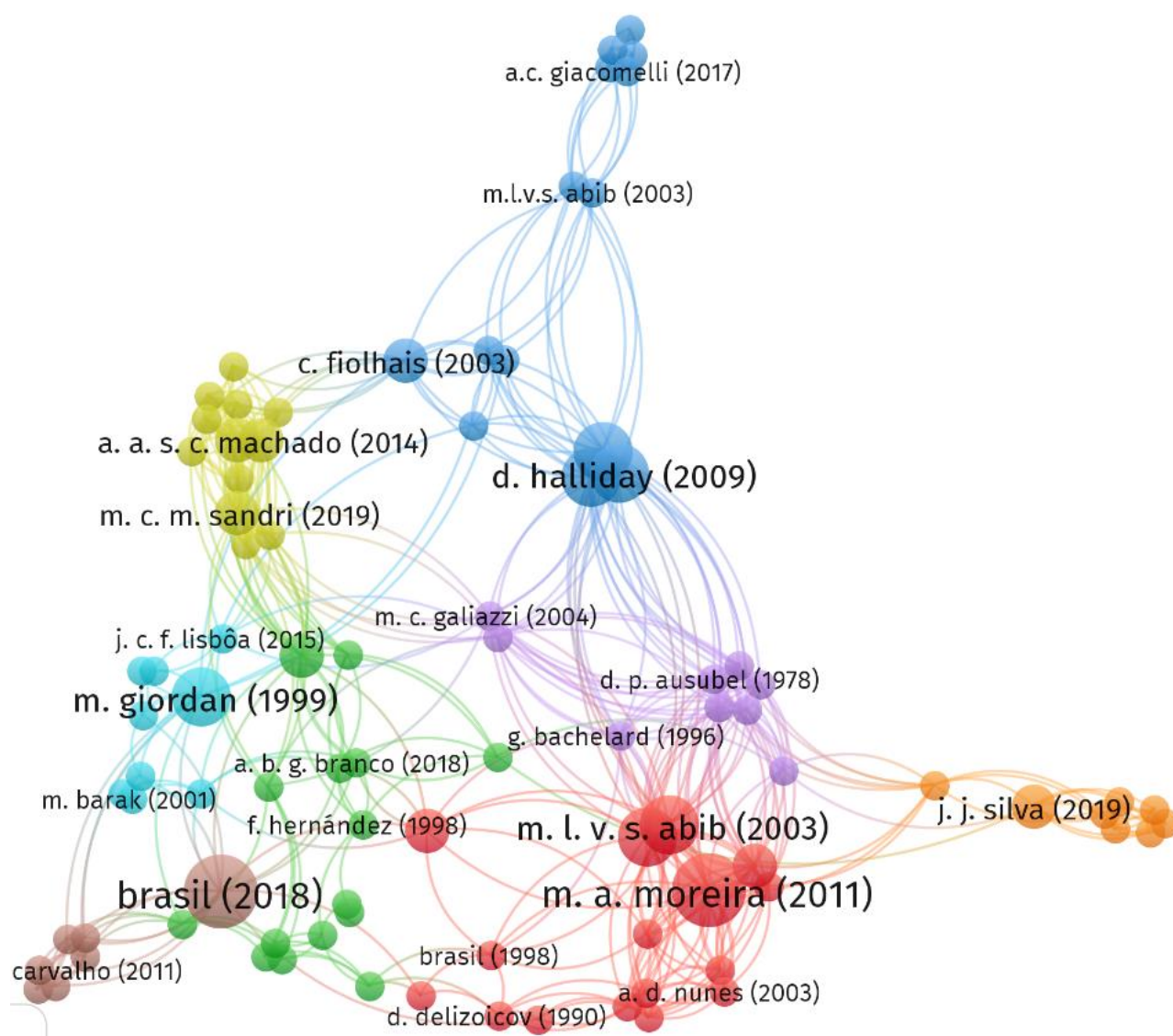
**Tabela 4:** Cocitações

| <b>Autores</b>                            | <b>Trabalho</b>                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Cocitações</b> |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Moreira, M. A. (2011)                     | MOREIRA, M. A. Metodologias de Pesquisa em Ensino. Editora Livraria da Física. São Paulo, 2011.                                                                                                                                                           | 5                 |
| Araújo, M. S. T; Abib, M. L. V. S. (2003) | ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física. São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, junho. 2003. | 4                 |
| Halliday & Resnick (2009)                 | HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. Fundamentos de Física: mecânica. Volume 1. 8ª edição. Editora LTC, 2009.                                                                                                                                              | 4                 |
| Giordan, M. (1999)                        | Giordan, M. (1999). O papel da experimentação no ensino de ciências. Química Nova na Escola, 10, 43-49.                                                                                                                                                   | 4                 |
| Ausubel, D. P. (2000)                     | AUSUBEL, David P. Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva. Lisboa, Plátano Edições Técnicas, 2000.                                                                                                                               | 3                 |
| Machado, A. A. S. C. (2014)               | MACHADO, A. A. S. C. Introdução às Métricas da Química Verde: uma visão sistêmica. Florianópolis: UFSC, 2014.                                                                                                                                             | 3                 |
| Fiolhais, C; Trindade, J. (2003)          | FIOLHAIS, C. e TRINDADE, J. Física no computador: computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 3, 2003.                                                             | 3                 |

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

No mesmo sentido, a Figura 3, revela a formação de oito clusters de autores mais citados em conjunto, o que revela diferentes vertentes teóricas que orientam as pesquisas. No cluster azul, Halliday e Resnick se conectam a Fiolhais, indicando uma linha mais tradicional e conceitual do ensino de física, com ênfase na abordagem teórica dos conteúdos. Em contraste, o cluster vermelho é composto por Moreira, Araújo e Abib, representando uma perspectiva voltada à aprendizagem significativa e às metodologias ativas de ensino.

Autores como Bachelard e Ausubel aparecem no grupo roxo, estabelecendo pontes entre a epistemologia da ciência e os fundamentos cognitivos da aprendizagem, especialmente no que diz respeito à construção ativa do conhecimento. Ausubel e Moreira, nesse contexto, ganham destaque por fundamentarem a ideia de que novos saberes se constroem com base em conhecimentos prévios organizados, base da aprendizagem significativa (Ausubel, Novak & Hanesian, 1968; Moreira, 1982).

**Figura 3: Correlações**

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Já o cluster amarelo, formado por Machado e Sandri, aponta para um foco específico na educação química, especialmente em abordagens voltadas à sustentabilidade, como a Química Verde. Essa diversidade de agrupamentos indica que as pesquisas dialogam tanto com fundamentos clássicos quanto com abordagens contemporâneas voltadas à prática pedagógica e às questões ambientais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, este estudo revelou que a maioria dos artigos analisados está classificada como menos impactantes em termos de conscientização ambiental. Além disso, identificou a garrafa PET como o material mais utilizado na construção de experimentos sustentáveis. Observou-se, também, um número reduzido de publicações durante o período pandêmico da COVID-19. O estudo também destacou os principais autores que dominam esse campo do conhecimento.

Os resultados obtidos sugerem que, embora os trabalhos analisados utilizem materiais recicláveis e abordem temáticas sustentáveis nos experimentos, por meio de propostas pedagógicas,

seqüências didáticas e aplicações teóricas, a preocupação com a conscientização para a sustentabilidade não é evidente. Dos 52 trabalhos analisados, apenas 2 artigos abordaram efetivamente a conscientização sustentável.

Sugere-se que estudos futuros incorporem a educação ambiental e trabalhem essa temática em sala de aula, considerando que os experimentos analisados neste estudo utilizam materiais recicláveis como principal ferramenta alinhada com a temática ambiental. Sendo assim, é necessário incluir a conscientização e a preocupação com o meio ambiente no planejamento das aulas.

Portanto, ressalta-se que apenas a prática da reciclagem e um novo sentido para esses materiais não configuram uma conscientização sustentável completa. Embora a reciclagem permita uma reflexão sobre o consumo excessivo, o que pode levar à conscientização para a sustentabilidade, ela, por si só, não é suficiente para garantir uma verdadeira mudança de atitude em relação ao meio ambiente.

“As crianças de hoje, serão exatamente no futuro aquilo que estão aprendendo no presente, com os adultos com quem vive.”<sup>6</sup>

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Queli Aparecida Rodrigues et al. Química Verde nos cursos de Licenciatura em Química do Brasil: mapeamento e importância na prática docente. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 15, n. 34, p. 178-187, 2019.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de ensino de física*, v. 25, p. 176-194, 2003.

Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1968) Educational psychology: A cognitive view. Nova Iorque: Holt, Rinehart & Winston.

BEREZUK, Paulo Augusto; INADA, Paulo. Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences*, v. 32, n. 2, p. 207-215, 2010.

BONFIM, Danúbia Damiana Santos; COSTA, Priscila Carozza Frasson; DO NASCIMENTO, William Júnior. A abordagem dos três momentos pedagógicos no estudo de velocidade escalar média. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 1, p. 187-197, 2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da Educação Básica 2023**: Painéis de estatística do Censo Escolar. Brasília, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/inep-data/estatisticas-censo-escolar>>. Acesso em: 27 abril 2024.

Brasil é o 4º país do mundo que mais gera lixo plástico. **WWF**, 2019. Disponível em: <<https://www.wwf.org.br/?70222/Brasil-e-o-4-pais-do-mundo-que-mais-gera-lixo-plastico>>. Acesso em: 10 de jul. de 2024.

---

<sup>6</sup> Antonio E.F Pacífico

BRASIL. Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.** Brasília, DF. Diário Oficial da União, 1999.

COSTA, Priscila Carozza Frasson; PERES, Carolina Siqueira. DESMATAMENTO E IMPACTOS AMBIENTAIS: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 3, p. 336-348, 2022.

DA SILVA, Márcia Regina; HAYASHI, Carlos Roberto Massao; HAYASHI, Maria Cristina Piumbato Innocentini. Análise bibliométrica e cientométrica: desafios para especialistas que atuam no campo. **InCID: revista de ciência da informação e documentação**, v. 2, n. 1, p. 110-129, 2011.

FARIAS, Geovana Silvestre et al. EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO REMOTO DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19: COMPREENSÕES E IMPACTOS À FORMAÇÃO DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA. **Revista Ciências & Ideias**, v.15, 2024.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **Pedagogia da indignação**: cartas pedagógicas e outros escritos. Apresentação de Ana Maria Araújo Freire. Carta-prefácio de Balduino A. Andreola. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

GASPAR, Alberto. **Atividades experimentais no ensino de Física**: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014a.

GASPAR, Alberto. **Experiências de Ciências**. 2. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014b.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LEITE, Maria Beatriz Ayello. Tempo de Decomposição dos Materiais. **Ambientebrasil**. Disponível em: < [https://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/tempo\\_de\\_decomposicao\\_dos\\_materiais.html](https://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/tempo_de_decomposicao_dos_materiais.html)>. Acesso em: 10 de jul. de 2024.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química nova na escola**, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

GUIMARÃES, Mauro. **A formação de educadores ambientais**. Campinas, SP: Papirus, 2004.

JACOBI, Pedro. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de pesquisa**, São Paulo, n. 118, p. 189-205, 2003.

JALHIUM, Niomar Bolano. **Possibilidades e desafios acerca do desenvolvimento de atividades práticas no laboratório didático de ciências em uma escola técnica**. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista. Bauru, p. 117. 2021.

LOURES, RC da R. **Educar e inovar na sustentabilidade**. Curitiba: Unindus, 2008.

MAZUCATO, Thiago et al. Metodologia da pesquisa e do trabalho científico. **Penápolis: Funepe**, 2018.

MORAIS, M.; BERTANHA, C.; YAMAMOTO, Y (2022). Gestão Ambiental: a importância da logística reversa do plástico (PET). **Research, Society and Development**. v. 11, n. 9, 2022.

- MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- MONTESSORI, Maria. **A descoberta da criança: pedagogia científica**. Campinas, SP: Kíron, 2017.
- NERIS, Z. F. et al. Educação ambiental: reutilização de garrafas pets para confecção de brinquedos. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 7, p. 7614–7635, 2023.
- PEREIRA, A. S. et al. **Metodologia da pesquisa científica**. Santa Maria: UAB/NTE/UFSM, 2018.
- Tempo de decomposição. **Gramadus**. Disponível em: < <http://www.gramadus.com.br/curiosidades-gramadus/tabela-de-decomposicao/>>. Acesso em: 10 de jul. de 2024.
- ROCHA, Ricardo Florencio Alves; DICKMAN, Adriana Gomes. Ensinando Termodinâmica por meio de Experimentos de Baixo Custo. **Abakós**, v. 4, n. 2, p. 71-93, 2016.
- SANTIAGO, Daniele Lima; DE LIMA YAMAGUCHI, Klenicy Kazumy; JUNIOR, Erasmo Sergio Ferreira Pessoa. O Ensino de Química na cidade de Tefé (AM) durante a Pandemia de COVID-19. **Editora Licuri**, p. 95-110, 2023.
- SANTOS, José Carlos dos; DICKMAN, Adriana Gomes. Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, 2018.
- SANTOS, Lucelia Rodrigues; DE MENEZES, Jorge Almeida. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 12, n. 26, p. 180-207, 2020.
- SILVA, José Aparecido da; BIANCHI, Maria de Lourdes Pires. Cientometria: a métrica da ciência. **Paidéia (Ribeirão Preto)**, v. 11, p. 5-10, 2001.
- SANTOS, Luiz Eduardo Torres dos. **Difusão do conceito de geração de energia elétrica renovável em turmas do 2º ano do ensino médio numa perspectiva ambiental a partir da construção de material alternativo e reciclado**. Dissertação (Mestrado Profissional) – Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, p. 67. 2019.
- STOLL, Vitor Garcia et al. A Experimentação no Ensino de Ciências: um Estudo no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 3, n. 2, p. 292-310, 2020.
- UNESCO. Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, 2005-2014: documento final do plano internacional de implementação. Brasília: UNESCO, OREALC, 2005.