

# Desenvolvimento do experimento Túnel de Vento para o ensino interdisciplinar de Ciências

Development of the Wind Tunnel experiment for interdisciplinary Science education

Desarrollo del experimento del Túnel de Viento para la enseñanza interdisciplinaria de las Ciencias

Recebido: 22/02/2024 | Revisado: 27/02/2024 | Aceitado: 28/02/2024 | Publicado: 01/03/2024

**Carolyne Augusto dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9446-7199>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

[carolyneaugusto@hotmail.com](mailto:carolyneaugusto@hotmail.com)

**Adhimar Flávio Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2586-7359>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: [adhimarflavio@unifei.edu.br](mailto:adhimarflavio@unifei.edu.br)

## Resumo

Esta pesquisa descreve o desenvolvimento e a implementação de um experimento de túnel de vento utilizando materiais reciclados no Espaço InterCiências da Universidade Federal de Itajubá. O objetivo geral deste trabalho é apresentar o desenvolvimento de um novo experimento focado na mecânica dos fluidos, especificamente um túnel de vento construído com materiais reciclados, e propor uma sequência didática para sua aplicação em uma escola do Sul de Minas Gerais, visando enriquecer o acervo do Espaço InterCiências e preencher uma lacuna na oferta de experimentos sobre esse tema, contribuindo assim para uma educação científica mais abrangente e contextualizada para os estudantes atendidos. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, incluindo a construção do experimento e a elaboração de uma sequência didática (SD) para sua aplicação em uma escola do Sul de Minas Gerais. Os resultados indicaram um alto nível de interesse e entusiasmo dos alunos durante a execução das atividades, embora tenham surgido desafios na organização das ideias e na aplicação dos conceitos estudados. A orientação do professor foi fundamental para mitigar esses desafios e promover a participação ativa dos alunos. A atividade culminou na criação de mapas mentais pelos alunos, destacando conceitos-chave da dinâmica dos fluidos e do comportamento do vento em relação às asas de aeronaves. Sugere-se para trabalhos futuros aprofundar a integração entre teoria e prática científica, investigar o impacto a longo prazo das atividades práticas no interesse dos alunos pela ciência e explorar diferentes estratégias de mediação do professor durante atividades experimentais. Este estudo contribui para a compreensão da eficácia das atividades práticas na promoção do engajamento dos alunos e na consolidação de conceitos científicos.

**Palavras-chave:** Ensino; Experimento; Túnel de vento; Espaço InterCiências; Atividades práticas; Educação científica.

## Abstract

This research describes the development and implementation of a wind tunnel experiment using recycled materials at the InterCiências Space of the Federal University of Itajubá. The overall aim of this work is to present the development of a new experiment focused on fluid mechanics, specifically a wind tunnel constructed with recycled materials, and to propose a didactic sequence for its application in a school in the South of Minas Gerais, aiming to enrich the InterCiências Space collection and fill a gap in the offering of experiments on this theme, thus contributing to a more comprehensive and contextualized scientific education for the students served. The research adopted a qualitative approach, including the construction of the experiment and the development of a didactic sequence (DS) for its application in a school in the South of Minas Gerais. The results indicated a high level of interest and enthusiasm from the students during the execution of the activities, although challenges arose in organizing ideas and applying the concepts studied. Teacher guidance was essential to mitigate these challenges and promote active student participation. The activity culminated in the creation of mental maps by the students, highlighting key concepts of fluid dynamics and the behavior of wind in relation to aircraft wings. Suggestions for future work include deepening the integration between theory and scientific practice, investigating the long-term impact of practical activities on students' interest in science, and exploring different teacher mediation strategies during experimental activities. This study contributes to understanding the effectiveness of practical activities in promoting student engagement and consolidating scientific concepts.

**Keywords:** Teaching; Experiment; Wind tunnel; InterCiencias space; Practical activities; Science education.

## Resumen

Esta investigación describe el desarrollo e implementación de un experimento de túnel de viento utilizando materiales reciclados en el Espacio InterCiencias de la Universidad Federal de Itajubá. El objetivo general de este trabajo es presentar el desarrollo de un nuevo experimento centrado en la mecánica de fluidos, específicamente un túnel de viento construido con materiales reciclados, y proponer una secuencia didáctica para su aplicación en una escuela del sur de Minas Gerais, con el objetivo de enriquecer la colección del Espacio InterCiencias y llenar un vacío en la oferta de experimentos sobre este tema, contribuyendo así a una educación científica más completa y contextualizada para los estudiantes atendidos. La investigación adoptó un enfoque cualitativo, que incluyó la construcción del experimento y el desarrollo de una secuencia didáctica (SD) para su aplicación en una escuela del sur de Minas Gerais. Los resultados indicaron un alto nivel de interés y entusiasmo por parte de los estudiantes durante la ejecución de las actividades, aunque surgieron desafíos en la organización de ideas y la aplicación de los conceptos estudiados. La orientación del profesor fue fundamental para mitigar estos desafíos y promover la participación activa de los estudiantes. La actividad culminó en la creación de mapas mentales por parte de los estudiantes, resaltando conceptos clave de la dinámica de fluidos y el comportamiento del viento en relación con las alas de las aeronaves. Se sugiere para trabajos futuros profundizar en la integración entre la teoría y la práctica científica, investigar el impacto a largo plazo de las actividades prácticas en el interés de los estudiantes por la ciencia y explorar diferentes estrategias de mediación del profesor durante las actividades experimentales. Este estudio contribuye a comprender la eficacia de las actividades prácticas en la promoción del compromiso de los estudiantes y la consolidación de conceptos científicos.

**Palabras clave:** Enseñanza; Experimento; Túnel de viento; Espacio InterCiencias; Actividades prácticas; Educación científica.

## 1. Introdução

O Espaço InterCiências, localizado na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) em Itajubá, MG, é um ambiente dedicado à divulgação científica e à aproximação da comunidade com os conceitos da física. Seguindo o modelo proposto por Just e Neckel (2021), o espaço oferece uma variedade de experimentos interativos e demonstrações que visam apresentar, explorar e compreender fenômenos físicos naturais em diversas áreas da física.

O projeto do Espaço InterCiências não apenas disponibiliza experimentos adquiridos de empresas especializadas, mas também conta com contribuições construídas pelos petianos do grupo do Programa de Educação Tutorial (PET) Formação de Professores em Ciências Exatas, que, além de suprir necessidades identificadas, proporcionam uma formação técnica e teórica enriquecedora durante o processo de desenvolvimento e aplicação dos experimentos.

Em sua maioria, o público atendido pelo Espaço InterCiências são estudantes de escolas públicas do sul de Minas Gerais. Os experimentos, tanto os adquiridos quanto os construídos, têm como objetivo não apenas facilitar a compreensão dos conceitos físicos, mas também promover a contextualização desses conceitos, tornando o aprendizado mais efetivo e envolvente.

A busca por espaços de demonstração de experimentos científicos é crescente nos centros educacionais (Monteiro et al., 2014), pois essas visitas contribuem significativamente para o aprendizado dos alunos, tornando o ensino mais lúdico e despertando o interesse por diferentes áreas da ciência (Soares et al., 2014). No entanto, é crucial uma abordagem pedagógica adequada para garantir a eficácia dessas atividades (Almeida & Moreira, 2008).

Os experimentos de demonstração desempenham um papel fundamental no ensino de ciências, seja em museus, feiras ou dentro do ambiente escolar (Gaspar et al., 2005). No entanto, sua eficácia depende de um bom planejamento e preparação por parte dos educadores (Gaspar & de Castro Monteiro, 2005). A orientação do professor durante as atividades experimentais é essencial (Lara et al., 2019), assim como o reconhecimento da influência do conhecimento prévio do aluno e do contexto social em seu processo de aprendizagem (Sobral & Teixeira, 2007; Teixeira, 2022).

Embora os laboratórios de ciências desempenhem um papel crucial na aprendizagem, sua utilização eficaz muitas vezes é limitada por questões estruturais e de preparo dos professores (Laburú et al., 2007; da Costa Ramos & da Silva Rosa, 2020). A integração entre ensino experimental e teórico é fundamental para uma educação científica completa (Borges, 2002; Medeiros & Oliveira, 2023; Jesus et al., 2021), e a promoção de atividades investigativas pode estimular ainda mais o interesse

dos alunos pelo aprendizado científico (Oliveira, 2010; Cruz et al., 2024; da Silva et al. 2024).

Em resumo, as atividades experimentais desempenham um papel crucial na formação dos alunos, promovendo uma compreensão mais profunda das relações entre ciência, tecnologia e sociedade (Oliveira, 2010). Neste contexto, este trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um novo experimento focado na mecânica dos fluidos, especificamente um túnel de vento construído com materiais reciclados, e propor uma sequência didática para sua utilização, visando enriquecer o acervo do Espaço InterCiências e preencher uma lacuna na oferta de experimentos sobre esse tema, contribuindo assim para uma educação científica mais abrangente e contextualizada para os estudantes atendidos.

## 2. Metodologia

Esta pesquisa é de natureza qualitativa, centrada na elaboração de um experimento destinado a integrar o acervo do espaço InterCiências no futuro. O objetivo do experimento é demonstrar visualmente o comportamento do fluxo de ar sobre diferentes superfícies, estabelecendo uma relação com os princípios da dinâmica dos fluidos. A metodologia adotada segue o referencial proposto por Pereira et al. (2018). A seguir, detalhamos as etapas de construção do experimento e a preparação da Sequência Didática (SD).

### 2.1 Construção do experimento

Com o propósito de realizar uma demonstração experimental da dinâmica dos fluidos e sua aplicação em diversas situações, como o voo de aeronaves, o movimento rotativo de uma esfera e a aerodinâmica de veículos, entre outros contextos (Weltner et al. 2021; Angelo & Barrios, 2006), foi desenvolvido um aparato utilizando materiais reciclados. Utilizamos pedaços de MDF, parafusos, canaletas de alumínio, fitas adesivas e um ventilador antigo, conforme apresentado na Figura 1. Além disso, o objeto representando a asa do avião na Figura 1 também foi construído a partir de materiais reciclados disponíveis no laboratório, resultando em custo zero para a montagem do experimento.

**Figura 1** - Experimento construído para esta pesquisa.



Fonte: Autoria própria.

Para complementar a observação do experimento, foi incorporada uma fita de LEDs no interior do vidro de visualização, a fim de projetar uma sombra da asa do avião na parede oposta, facilitando a análise do comportamento fluidodinâmico. A fonte de alimentação para os LEDs foi obtida a partir de um equipamento não utilizado no laboratório, contribuindo para a sustentabilidade do projeto.

Na Figura 1, é possível visualizar o processo de montagem do experimento, destacando a área onde ocorre a redução do diâmetro da região onde o ventilador está posicionado, bem como a área designada para a colocação do objeto que simula a asa da aeronave. Já na Figura 2, observa-se o experimento completamente montado, com a janela de observação, a fita de LED

ligada e o ventilador em pleno funcionamento, responsável pelo fluxo de ar em sua respectiva posição.

**Figura 2** - Imagem frontal e lateral do experimento. Ao fundo é possível observar o ventilador usado para gerar o fluxo de ar.



Fonte: A autoria própria.

Após a conclusão da montagem do experimento, foi elaborada uma SD para sua aplicação, a qual será detalhada na próxima seção.

## 2.2 Sequência Didática

Para este trabalho, desenvolveu-se uma SD composta por seis aulas (Giordan & Massi, 2011). A abordagem incluiu aulas expositivas, experimentos de verificação e demonstrações, fazendo referência ao experimento do túnel de vento, além de atividades práticas do tipo "mão na massa", como a elaboração de mapas mentais sobre o conteúdo estudado nos sete encontros.

A aplicação da SD ocorreu em uma escola do Sul de Minas Gerais, para uma turma de 1º ano do Ensino Médio, onde a autora deste trabalho atua como professora regente. Considerando que os alunos já estavam familiarizados com o conceito de forças, o processo foi distribuído ao longo de sete semanas, com a duração de 50 minutos por aula, e ocorreu em espaços como a sala de informática, o pátio e a sala de aula.

A organização e aplicação das aulas no colégio estão detalhadas a seguir. Em todas as aulas, os alunos foram solicitados a entregar o material produzido durante a sessão, incluindo textos teóricos, exercícios, atividades de pesquisa e as práticas "mão na massa", os quais foram utilizados para avaliar a assimilação e a adesão dos alunos ao conteúdo.

Aula 1: Na primeira aula, foi apresentada aos alunos a teoria da Força de Arrasto, com ênfase na Força de Forma, utilizando esse conceito para associar o comportamento do ar sobre a asa do avião, que é a base do experimento do túnel de vento.

Aula 2: Na continuação do estudo da aula anterior, foi introduzida a fórmula matemática que rege o movimento de força de arrasto, seguida da resolução de exercícios sobre o tema.

Aula 3: Recapitulando a aula anterior, deu-se continuidade à abordagem da teoria de forças de arrasto, introduzindo o conteúdo da Equação de Bernoulli e seu impacto no comportamento do ar/vento diante da asa do avião. Os alunos também tiveram a oportunidade de simular um experimento no Espaço InterCiências relacionado ao tema estudado.

Aula 4: Iniciou-se esta aula lembrando o conteúdo estudado anteriormente, seguido de uma atividade com quatro exercícios realizados em sala de aula, abordando tanto a teoria quanto a aplicação prática da equação de Bernoulli.

Aula 5: Os alunos foram convidados a realizar uma série de testes com o experimento do túnel de vento. Inicialmente foi apresentado a eles o aparato. Após as instruções foi deixado livre para que eles manusearem, alterando a velocidade do ventilador, o nível da superfície onde o objeto estava apoiado. Em todos os testes eles foram fazendo alusão com o que foi estudado anteriormente em sala de aula.

Aula 6: Os alunos foram divididos em dois grupos para organizar as ideias do conteúdo estudado anteriormente e montar um mapa mental com o tema central "Túnel de Vento". Este mapa mental deve conter palavras-chave relacionadas à dinâmica dos fluidos, força de arrasto, fórmulas apresentadas, e um esquema demonstrando o comportamento do vento em relação à asa do avião. Foi deixado livre para os alunos a forma como construíram o cartaz, com orientações sobre o que adicionar com base na pesquisa realizada.

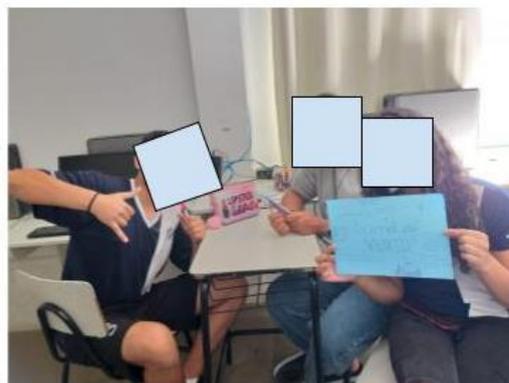
### 3. Resultados e Discussão

Os resultados da atividade evidenciaram um notável interesse e entusiasmo por parte dos alunos ao participarem das atividades propostas, sobretudo durante a execução do experimento. Manifestaram uma curiosidade palpável em relação aos aspectos práticos da construção, aos materiais empregados e à aplicação do experimento em diversas situações. No entanto, ao longo da experimentação, surgiram algumas dificuldades na organização das ideias e na aplicação dos conceitos previamente estudados. Durante a fase de manuseio, houve uma profusão de ideias sobre as possibilidades de teste em diferentes contextos para avaliar o funcionamento do experimento.

Ficou evidente ao longo da atividade que os alunos enfrentaram mais desafios para estruturar suas ideias e fazer conexões com o que havia sido estudado. Isso resultou em certo atraso na execução do experimento, devido ao foco em discussões internas sobre quem seria o primeiro, onde seria o melhor local para posicionar o aparato e em qual velocidade iniciar os testes. Também foi perceptível a necessidade de compreender que eles estavam no controle da situação, o que demandou um tempo para internalizar.

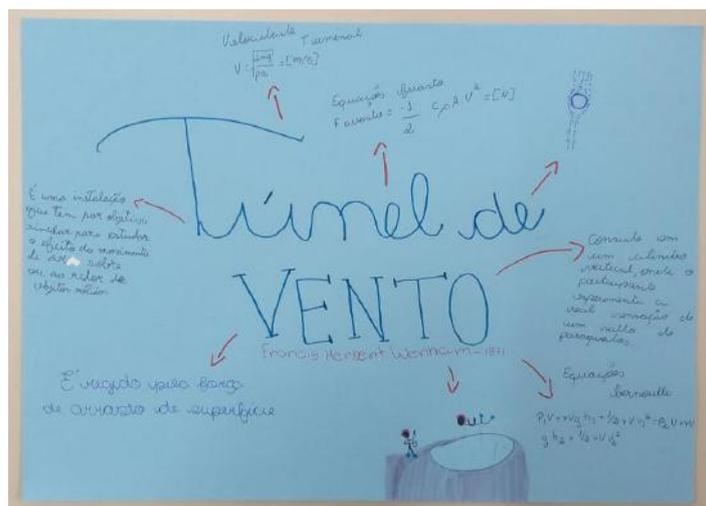
Após algumas discussões internas e tentativas que não obtiveram sucesso, os alunos conseguiram operar e trabalhar em equipe, assumindo um papel de protagonismo em seus estudos e estabelecendo correlações com situações cotidianas. Ao final da atividade, foram divididos em dois grupos para organizar as ideias do conteúdo estudado anteriormente e criar um mapa mental com o tema central "Túnel de Vento". Este mapa mental incluiu palavras-chave relacionadas à dinâmica dos fluidos, força de arrasto, fórmulas apresentadas e um esquema demonstrando o comportamento do vento em relação à asa do avião (Figuras 3, 4 e 5). Os alunos tiveram liberdade na construção do cartaz, seguindo orientações com base na pesquisa realizada.

**Figura 3** - Imagem do grupo 1 com o mapa mental.



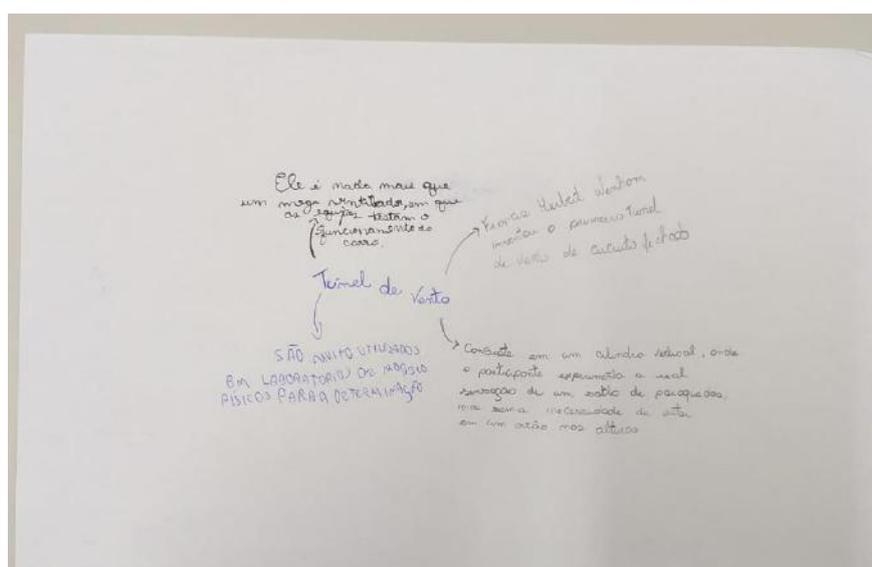
Fonte: Autoria própria.

**Figura 4** - Imagem do cartaz mapa mental feito pelo grupo 1.



Fonte: Autoria própria.

**Figura 5** - Imagem do cartaz mapa mental feito pelo grupo 2.



Fonte: Autoria própria.

Uma discussão relevante pode ser feita com base nas referências fornecidas, destacando a importância do papel do professor como mediador durante a atividade experimental. Embora os alunos demonstrem interesse e entusiasmo, a orientação do professor é essencial para garantir que a atividade seja conduzida de forma eficaz, permitindo que os alunos extraiam o máximo de aprendizado possível (Lara et al., 2019). Além disso, a interação social e o ambiente em que os alunos estão inseridos também desempenham um papel crucial na aprendizagem (Vygotsky, citado em Teixeira, 2022). Portanto, o professor deve estar atento não apenas aos aspectos técnicos da atividade, mas também ao contexto social e emocional dos alunos, facilitando sua participação e colaboração.

Outro ponto relevante é a importância de uma abordagem investigativa nas atividades experimentais. Enquanto os experimentos de verificação visam confirmar teorias previamente estudadas, os experimentos investigativos colocam os alunos no papel de protagonistas, incentivando-os a explorar, questionar e construir conhecimento de forma ativa (Oliveira, 2010). Nesse sentido, a atividade de montagem do mapa mental pode ser vista como uma oportunidade para os alunos consolidarem seus aprendizados, relacionando conceitos teóricos com a experiência prática do experimento.

Em resumo, os resultados da atividade não apenas demonstram o interesse dos alunos em participar de experiências práticas, mas também ressaltam a importância de uma abordagem pedagógica adequada, que inclua a orientação do professor, a promoção da interação social e o estímulo à investigação e reflexão dos alunos sobre os conceitos estudados.

#### **4. Considerações Finais**

Os resultados da atividade demonstraram um claro interesse e entusiasmo por parte dos alunos em participar das atividades propostas, especialmente durante a execução do experimento. Esse engajamento é crucial para promover um ambiente de aprendizado eficaz e estimular a curiosidade científica dos estudantes. Embora os alunos tenham demonstrado interesse, surgiram desafios na organização das ideias e na aplicação dos conceitos previamente estudados durante a experimentação. Esses obstáculos destacam a importância de uma orientação adequada por parte dos educadores e sugerem áreas para desenvolvimento no processo de ensino-aprendizagem.

A discussão sobre o papel do professor como mediador durante a atividade experimental é fundamental. A orientação adequada do professor pode facilitar a superação de desafios e garantir que os alunos extraiam o máximo de aprendizado possível das atividades práticas.

A importância de uma abordagem investigativa nas atividades experimentais também é evidente. Ao colocar os alunos no papel de protagonistas, incentivando-os a explorar, questionar e refletir sobre os conceitos estudados, as atividades práticas se tornam mais significativas e eficazes.

A integração entre o ensino teórico e prático é essencial para uma educação científica completa. A aplicação do experimento do túnel de vento e a subsequente elaboração do mapa mental representam uma oportunidade valiosa para os alunos consolidarem seus aprendizados e relacionarem os conceitos teóricos com experiências práticas.

Em suma, os resultados da pesquisa destacam a importância de uma abordagem pedagógica adequada, que inclua a orientação do professor, a promoção da interação social e o estímulo à investigação e reflexão dos alunos sobre os conceitos estudados. Essas conclusões fornecem insights valiosos para o aprimoramento do ensino de ciências e o desenvolvimento de atividades práticas mais eficazes no Espaço InterCiências e em outros ambientes educacionais.

Para futuros trabalhos, sugere-se explorar ainda mais a integração entre experimentação prática e teoria científica, buscando desenvolver atividades que permitam aos alunos não apenas aplicar conceitos aprendidos, mas também investigar e propor soluções para problemas reais. Além disso, seria interessante realizar estudos longitudinais para acompanhar o impacto das atividades práticas no longo prazo, avaliando não apenas o desempenho acadêmico dos alunos, mas também seu interesse contínuo pela ciência. Outra área de pesquisa promissora seria investigar a eficácia de diferentes estratégias de mediação do professor durante atividades experimentais, identificando abordagens que melhor promovam o engajamento e a compreensão dos alunos. Por fim, seria valioso explorar a adaptação e implementação de atividades práticas em contextos educacionais diversos, incluindo escolas de diferentes regiões e níveis de ensino, para entender melhor como essas intervenções podem ser adaptadas para atender às necessidades específicas de diferentes grupos de alunos.

#### **Agradecimentos**

Ao programa PET Formação de Professores em Ciências Exatas da UNIFEL.

#### **Referências**

Almeida, V. D. O., & Moreira, M. A. (2008). Mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos da óptica física. *Revista brasileira de ensino de física*, 30, 4403-1.

- Angelo, E., da Consolação, R., & Barrios, D. B. (2006, September). Utilização da dinâmica dos fluidos computacional na complementação do ensino da disciplina fenômenos de transporte. In Anais do XXXIV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (pp. 1140-1150).
- da Costa Ramos, L. B., & da Silva Rosa, P. R. (2008). O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(3), 299-331.
- Cruz, G. S., da Silva Sousa, K., da Silva Costa, M. E., de Oliveira Pinto, W., da Silva Castilho, Q. G., Dias, V. L. N., & da Silva Santos, A. J. (2024). Elaboração e aplicação de vídeos aulas e atividades investigativas para contribuir com o ensino-aprendizagem de ciências do 6º ano de uma escola pública de Caxias-MA. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 16(1), 1205-1225.
- Gaspar, A., Monteiro, I. C. D. C., & Monteiro, M. A. A. (2005). Um estudo sobre as atividades experimentais de demonstração em sala de aula: proposta de uma fundamentação teórica. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra).
- Gaspar, A., & de Castro Monteiro, I. C. (2005). Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. *Investigações em ensino de ciências*, 10(2), 227-254.
- Giordan, M., Guimarães, Y. A., & Massi, L. (2011). Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8, 1-12.
- Jesus, J. J., Oliveira, A. F., & da Silva, A. P. (2021). Espectrômetro digital. Uma proposta de construção de um experimento de Física Moderna para o ensino remoto. *Research, Society and Development*, 10(8), e51410817786-e51410817786.
- Just, M. C., & Neckel, L. (2020). Popularização científica e tecnológica: experimentos de física itinerantes no ambiente escolar. *Revista de Extensão*, 5(1), 114-124.
- Laburú, C. E., Barros, M. A., & Kanbach, B. G. (2007). A relação com o saber profissional do professor de física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12(3), 305-320.
- Lara, E. M. D. O., Lima, V. V., Mendes, J. D., Ribeiro, E. C. O., & Padilha, R. D. Q. (2019). O professor nas metodologias ativas e as nuances entre ensinar e aprender: desafios e possibilidades. *Interface-Comunicação, Saúde, Educação*, 23.
- Medeiros, M. F. X. P., & Oliveira, A. F. (2023). Aplicação de um experimento como recurso pedagógico para introduzir o ensino de astronomia na primeira série do ciclo básico de ensino. *Research, Society and Development*, 12(1), e0612139401-e0612139401.
- Monteiro, M. A. A., de Castro Monteiro, I. C., da Silva, L. D. F., & Gaspar, A. (2014). Avaliação de monitorias realizadas em um centro de ciências. *Ciência e Natura*, 36(3), 337-348.
- Oliveira, J. R. S. (2010). Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente/Contributions and approaches of the experimental activities in the science teaching: Gathering elements for the educational practice. *Acta Scientiae*, 12(1), 139-153.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018) Metodologia de pesquisa científica, UFSM
- da Silva, A. B. T., de Goes Sampaio, C., & Martins, V. E. P. (2024). Os cinco sentidos no ensino de ciências à luz da aprendizagem significativa. *REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 12, e24014-e24014.
- Soares, M. C., Lanes, K. G., Lanes, D. V. C., Lara, S., Copetti, J., Folmer, V., & Puntel, R. L. (2014). O ensino de ciências por meio da ludicidade: alternativas pedagógicas para uma prática interdisciplinar. *Revista Ciências & Ideias*, 5(1), 83-105.
- Sobral, A. C. M. B., & Teixeira, F. M. (2007). Conhecimentos prévios: investigando como são utilizados pelos professores de ciências das séries iniciais do ensino fundamental. *VI ENPEC-Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1-11.
- Teixeira, S. R. D. S. (2022). A Educação em Vigotski: prática e caminho para a liberdade. *Educação & Realidade*, 47, e116921.
- Weltner, K., Ingelman-Sundberg, M., Esperidião, A. S., & Miranda, P. (2001). A dinâmica dos fluidos complementada e a sustentação da asa. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 23, 429-443.