



Eixo Temático: Educação Ambiental, em Saúde, Sustentabilidade e justiça socioambiental;
**PERCEPÇÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO SOBRE A CONSTRUÇÃO
E O MONITORAMENTO DE MICROBIODIGESTORES**

**HIGH SCHOOL STUDENTS' PERCEPTIONS ON THE CONSTRUCTION AND
MONITORING OF MICRO-BIODIGESTERS**

Carlos Alberto Soares dos Santos Filho¹

Morgana Welke²

Maria Cristina Pansera de Araújo³

Marli Dallagnol Frison⁴

RESUMO

Este estudo tem como objetivo analisar como estudantes do ensino médio avaliam os resultados de uma atividade prática sobre microbiodigestores em suas produções escritas, identificando percepções acerca do experimento, de suas limitações e de possíveis aprendizagens relacionadas às questões ambientais. A pesquisa, de abordagem qualitativa, foi realizada com uma turma de 20 alunos, cujas produções escritas, elaboradas ao final do período de 14 dias de acompanhamento dos microbiodigestores, constituíram o corpus de análise. A atividade consistiu na montagem e monitoramento dos sistemas, com observação da decomposição anaeróbia e formação de biogás. Os resultados evidenciam que a experiência favoreceu a mobilização de conceitos científicos, a reflexão sobre as condições experimentais e o desenvolvimento de uma postura investigativa, destacando seu potencial para a promoção da alfabetização científica e da educação ambiental no contexto escolar.

Palavras-chave: Educação Ambiental. Alfabetização Científica. Experimentação Investigativa. Ensino de Ciências.

ABSTRACT

This study aims to analyze how high school students evaluate the results of a practical activity involving micro-biodigesters in their written productions, identifying their perceptions of the experiment, its limitations, and possible learning related to environmental issues. This qualitative research was conducted with a class of 20 students, whose written productions, developed at the end of a 14-day monitoring period of the micro-biodigesters, constituted the corpus of analysis. The activity involved the construction and monitoring of the systems, with observation of anaerobic decomposition and biogas formation. The results indicate that the experience fostered the mobilization of scientific concepts, reflection on experimental

¹ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Educação nas Ciências, Unijui, campus Ijuí, RS, carlos.asdsf@gmail.com.

² Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação nas Ciências, Unijui, campus Ijuí, RS, morganawelke@gmail.com

³ Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação nas Ciências, Unijui, campus Ijuí, RS, pansera@unijui.edu.br

⁴ Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação nas Ciências, Unijui, campus Ijuí, RS, marlif@unijui.edu.br

IV SIEPEC
SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ESTUDOS E
PESQUISA EM EDUCAÇÃO NAS CIÊNCIAS

XXIV ENACED
ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

VI ENTECI
ENCONTRO DE DEBATES SOBRE TRABALHO,
EDUCAÇÃO E CURRÍCULO INTEGRADO

O PAPEL DA EDUCAÇÃO NO ENFRENTAMENTO DA CRISE CLIMÁTICA

15 A 17 DE JUNHO DE 2026

SALÃO DE ATOS - CAMPUS IJUI




Educação nas Ciências
MESTRADO E DOUTORADO
UNIJUI


UNIJUI
UNIVERSIDADE REGIONAL

conditions, and the development of an investigative stance, highlighting its potential to promote scientific literacy and environmental education in the school context.

Key words: Environmental Education; Scientific Literacy; Inquiry-Based Learning; Science Education.

INTRODUÇÃO

A crescente intensificação dos problemas ambientais, especialmente aqueles relacionados à geração e destinação inadequada de resíduos orgânicos, tem reforçado a necessidade de práticas educativas, que promovam a formação de sujeitos críticos e comprometidos com a sustentabilidade e a justiça socioambiental (Jacobi, 2003). Nesse contexto, a educação ambiental assume papel fundamental no ensino básico, ao possibilitar a articulação entre conhecimento científico e realidade cotidiana, contribuindo para a construção de atitudes mais responsáveis em relação ao meio ambiente (Carvalho, 2009).

Dentre as estratégias para promover essa articulação, os microbiodigestores emergem como recursos didáticos relevantes, visto que são baseados na decomposição anaeróbia de matéria orgânica para a produção de biogás e biofertilizante. Constituem "laboratórios vivos" para a investigação de conceitos de Química e Biologia. Para além da técnica, o uso desses dispositivos permite problematizar o reaproveitamento de resíduos em contextos urbanos e rurais, promovendo o engajamento estudantil através da contextualização e da experimentação (Metz, 2013; Pereira et al., 2022).

As contribuições de Metz (2013) e Pereira et al (2022) concentram-se na descrição das atividades experimentais e em seus potenciais pedagógicos, com menor ênfase na análise das percepções dos estudantes sobre essas experiências. Dessa maneira, compreender as aprendizagens construídas pelos alunos, a partir das vivências, explicação dos resultados obtidos e limitações dos experimentos torna-se fundamental para aprofundar a compreensão sobre os processos de ensino e aprendizagem neste tipo de contexto investigativo.

Nessa perspectiva, autores como Zômpero e Laburú (2011) e Schnetzler (2002) defendem a experimentação como um espaço de investigação, no qual os estudantes constroem significados, levantam hipóteses e desenvolvem o pensamento científico, superando a ideia de atividades meramente comprobatórias. Logo, o ensino de Ciências se aproxima de uma abordagem investigativa, em que o processo ganha centralidade em relação



ao produto final. Além disso, o erro e as limitações experimentais deixam de ser compreendidos como falhas e passam a constituir elementos essenciais do processo de aprendizagem, uma vez que a construção do conhecimento científico envolve a análise de evidências, a reformulação de explicações e a compreensão da natureza não linear da ciência (Gil-pérez *et al.*, 2001).

Dessa forma, o estudo objetiva analisar como estudantes do ensino médio avaliam os resultados de uma atividade prática sobre microbiodigestores em suas produções escritas, identificando percepções sobre o experimento, suas limitações e possíveis aprendizagens relacionadas ao tema ambiental.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo qualitativo e descritivo, desenvolvido a partir de uma atividade experimental com 20 estudantes do 2º ano de uma escola estadual de ensino médio no noroeste do Rio Grande do Sul. A ação integrou o componente Biodiversidade e Interações Sustentáveis, sendo conduzida pela professora da turma.

A proposta consistiu na construção e acompanhamento de microbiodigestores para observar a decomposição anaeróbia e a formação de biogás, com os estudantes organizados em três grupos responsáveis pelo monitoramento experimental. Como etapa inicial, os discentes participaram de um momento formativo conduzido por uma professora e engenheira agrônoma convidada, que abordou o funcionamento, os princípios científicos e as aplicações sustentáveis dos biodigestores, além de orientar a construção dos dispositivos no contexto escolar.

Os microbiodigestores foram montados em recipientes de vidro de 2,5 litros, vedados com cola quente e fita isolante para garantir a anaerobiose. O sistema de condução e controle do fluxo gasoso utilizou tubos flexíveis de equipos macrogotas inseridos nas tampas e conectados a garrafas com água, permitindo visualizar a liberação de gás por deslocamento (Figura 1).

Figura 1 - Modelo de microbiodigestor confeccionado

IV SIEPEC

SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ESTUDOS E
PESQUISA EM EDUCAÇÃO NAS CIÊNCIAS

XXIV ENACED

ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

VI ENTECI

ENCONTRO DE DEBATES SOBRE TRABALHO,
EDUCAÇÃO E CURRÍCULO INTEGRADO

O PAPEL DA EDUCAÇÃO NO ENFRENTAMENTO DA CRISE CLIMÁTICA

15 A 17 DE JUNHO DE 2026

SALÃO DE ATOS - CAMPUS IJUI



Educação nas Ciências
MESTRADO E DOUTORADO
UNIJUI



Fonte: Autores (2026).

A matéria orgânica utilizada foi composta por resíduos de frutas, verduras e legumes, coletados pelos estudantes em suas residências e comércios locais. O material foi picado e macerado manualmente até a obtenção de uma massa homogênea, sendo então pesado e distribuído de forma equivalente nos três microbiodigestores, com uma média de 1,2 kg em cada unidade. Para favorecer a atividade microbiana e otimizar a biodigestão, foram adicionados insumos como casca de ovo triturada (fonte de cálcio), esterco de galinha seco (fonte de microrganismos) e sais minerais como carbonato de cálcio (CaCO_3) e sulfato de potássio (K_2SO_4). O pH foi verificado com fitas indicadoras a partir de amostras coletadas com pipeta, realizando-se correções com carbonato de cálcio para reduzir a acidez do meio e favorecer a decomposição anaeróbia.

Após a montagem e vedação, os microbiodigestores foram mantidos em ambiente interno com incidência solar por 14 dias. Durante esse período, realizaram-se observações periódicas com registros escritos, fotográficos e em vídeo, analisando-se a formação de bolhas, umidade interna, alterações na matéria orgânica e possíveis falhas no sistema. Adicionalmente, foram efetuados testes empíricos e controlados de inflamabilidade do gás produzido, por meio da aproximação da chama de uma vela, para verificar a presença de gás combustível. Paralelamente, o monitoramento da temperatura ambiente (mínimas, máximas e variações diárias) serviu de suporte para que os estudantes interpretassem a influência climática no processo.

Ao final da atividade, os estudantes elaboraram relatórios contendo registros, dificuldades e aprendizagens construídas, textos que constituíram o *corpus* de análise da pesquisa. Para garantir o anonimato, os participantes foram identificados por códigos

IV SIEPEC
SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ESTUDOS E
PESQUISA EM EDUCAÇÃO NAS CIÊNCIAS

XXIV ENACED
ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

VI ENTECI
ENCONTRO DE DEBATES SOBRE TRABALHO,
EDUCAÇÃO E CURRÍCULO INTEGRADO

O PAPEL DA EDUCAÇÃO NO ENFRENTAMENTO DA CRISE CLIMÁTICA

15 A 17 DE JUNHO DE 2026

SALÃO DE ATOS - CAMPUS IJUI




Educação nas Ciências
MESTRADO E DOUTORADO
UNIJUI


UNIJUI
UNIVERSIDADE REGIONAL

alfanuméricos (E1, E2, E3...). A análise dos dados seguiu uma abordagem qualitativa (Bogdan; Biklen, 1994), baseada na leitura interpretativa das produções para identificar padrões de sentido e categorias temáticas emergentes. Os dados experimentais, como os registros de temperatura e as observações diretas, foram utilizados de forma complementar para contextualizar e aprofundar a análise sobre a compreensão dos conceitos científicos e questões ambientais.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apresenta-se, inicialmente, um panorama do desenvolvimento experimental, destacando os eventos e condições que influenciaram os resultados, seguido pela análise das produções escritas dos estudantes. As observações sistemáticas ocorreram nos 3º, 4º, 7º, 10º e 14º dias de acompanhamento. Cabe salientar que, embora o experimento tenha ocorrido em novembro, mês de temperaturas elevadas na região, o que favorece a atividade microbiana, o tempo disponível para o monitoramento foi restrito devido ao encerramento do período letivo, resultando em um intervalo de observação reduzido.

Nos dias iniciais, a formação de gás foi evidenciada pela liberação de bolhas no sistema, indicando o início da decomposição anaeróbia. Contudo, identificaram-se limitações como falhas na vedação e consequentes vazamentos. No 10º dia, procedeu-se à abertura parcial de um dos dispositivos para homogeneização do material e, no 14º dia, os testes de inflamabilidade demonstraram que o gás produzido não sustentava a combustão, apagando a chama da vela. Tal resultado sugere a predominância de dióxido de carbono (CO_2), típico das fases iniciais do processo, em detrimento do metano (CH_4).

Ademais, embora o experimento tenha sido realizado em um período do ano caracterizado por temperaturas mais elevadas, a variação da temperatura ambiente ao longo dos dias de observação (entre aproximadamente 20 °C e 28 °C) manteve-se abaixo da faixa ideal para a atividade de microrganismos metanogênicos (30 °C a 35 °C), o que pode ter contribuído para um processo mais lento de decomposição e para a não formação significativa de metano no tempo observado. Considerando que a produção de biogás ocorre em etapas e que a fase metanogênica pode demandar períodos mais longos, os 14 dias de acompanhamento podem não ter sido suficientes para a obtenção de um gás inflamável, especialmente diante das

IV SIEPEC
SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ESTUDOS E
PESQUISA EM EDUCAÇÃO NAS CIÊNCIAS

XXIV ENACED
ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

VI ENTECI
ENCONTRO DE DEBATES SOBRE TRABALHO,
EDUCAÇÃO E CURRÍCULO INTEGRADO

O PAPEL DA EDUCAÇÃO NO ENFRENTAMENTO DA CRISE CLIMÁTICA

15 A 17 DE JUNHO DE 2026

SALÃO DE ATOS - CAMPUS IJUI




Educação nas Ciências
MESTRADO E DOUTORADO
UNIJUI


UNIJUI
UNIVERSIDADE REGIONAL

limitações estruturais do sistema. Diante desse contexto experimental, torna-se possível compreender as interpretações e análises apresentadas pelos estudantes em suas produções escritas.

A análise das produções escritas dos estudantes permitiu a organização dos dados em quatro categorias temáticas principais, construídas a partir da recorrência de ideias nos textos: (i) compreensão dos objetivos e dos conceitos científicos; (ii) percepção das limitações experimentais; (iii) avaliação dos resultados; e (iv) aprendizagens e valorização da atividade prática.

Quanto à compreensão dos objetivos e conceitos científicos, observou-se que a maioria dos estudantes apresentou uma compreensão inicial, porém ainda não consolidada, do experimento, especialmente em relação à produção de biogás. Diversos alunos reconheceram a formação de gás no interior dos microbiodigestores, embora não inflamável: E2 afirma que *“houve sim a formação de gás, mas não foi possível a criação de fogo”*, e E4, que *“o gás produzido pelo microbiodigestor não demonstrou ser inflamável conforme esperado”*.

Alguns estudantes avançaram na interpretação ao mobilizar conceitos científicos mais específicos, como afirmam E7, *“ainda não foi gerado metano; para alcançar esse resultado, seria necessário aguardar mais alguns dias”*, e E10, *“não era inflamável, mas sim dióxido de carbono (CO_2)”*. Esses elementos indicam que, mesmo sem atingir plenamente o resultado esperado, houve construção de conhecimento científico, com indícios de formulação de hipóteses e interpretação dos fenômenos observados. Tal processo pode ser compreendido como um movimento de Alfabetização Científica, conforme defendem Sasseron e Carvalho (2011), o ensino de ciências deve proporcionar ao estudante a capacidade de analisar dados e estruturar o pensamento de forma lógica, indo além da memorização e focando na compreensão da dinâmica dos fenômenos naturais.

Os estudantes demonstraram capacidade de análise crítica ao identificar possíveis falhas, especialmente relacionadas à vedação dos sistemas e ao vazamento de gases. Essa percepção aparece, por exemplo, nas falas de E5: *“o microbiodigestor 3 começou a vazar depois de um tempo”*, e de E6: *“o microbiodigestor teve uma falha no isolamento, e fez com que o gás vazasse”*. De forma semelhante, E8, E12 e E13 atribuem ao vazamento na parte superior do recipiente a não formação de gases inflamáveis. Além disso, outros relacionaram

IV SIEPEC
SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ESTUDOS E
PESQUISA EM EDUCAÇÃO NAS CIÊNCIAS

XXIV ENACED
ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

VI ENTECI
ENCONTRO DE DEBATES SOBRE TRABALHO,
EDUCAÇÃO E CURRÍCULO INTEGRADO

O PAPEL DA EDUCAÇÃO NO ENFRENTAMENTO DA CRISE CLIMÁTICA

15 A 17 DE JUNHO DE 2026

SALÃO DE ATOS - CAMPUS IJUÍ




Educação nas Ciências
MESTRADO E DOUTORADO
UNIJUI


UNIJUI
UNIVERSIDADE REGIONAL

os resultados ao tempo de observação, como E9: “a produção de gás pode ser demorada”. Esses resultados evidenciam o desenvolvimento de uma habilidade fundamental no ensino de Ciências: a capacidade de avaliar erros experimentais e propor explicações plausíveis. Conforme Gil-Pérez *et al.* (2001), é essencial que o ensino de ciências rompa com a visão “infalível” e algorítmica, permitindo que os alunos compreendam as incertezas, correções de rumo e análise do trabalho científico.

Em relação aos resultados, os estudantes, de modo geral, classificaram o experimento como parcialmente bem-sucedido, como afirmam E2: “uma parte do objetivo foi concluído com sucesso e o outro objetivo infelizmente não”; e E11: “foi possível a criação do microbiodigestor [...], porém o objetivo não foi alcançado como o esperado”. Ao mesmo tempo, observa-se certa frustração pela não obtenção do resultado esperado, quanto à inflamabilidade do gás. Essa expectativa é marcada na fala de E6: “na expectativa de fazer um microbiodigestor que criasse fogo, foi feito um microbiodigestor que apagou o fogo”, revelando, de forma criativa e crítica, a ressignificação do resultado obtido. Essa tensão entre expectativa e resultado evidencia que os estudantes ainda associam o sucesso experimental à confirmação da hipótese inicial, o que aponta para a necessidade de fortalecer abordagens que valorizem o processo investigativo. Como destacam Zômpero e Laburú (2011), a atividade investigativa não deve focar apenas na chegada ao resultado “correto”, mas sim no processo de coordenação entre as evidências encontradas e as teorias mobilizadas, estimulando o aluno a pensar de forma científica sobre a razão dos resultados obtidos.

Por fim, no que se refere às aprendizagens e à valorização da atividade prática, os dados indicam que os estudantes reconheceram a relevância da experiência para sua formação, mesmo diante das limitações observadas. A fala de E1 é particularmente representativa ao destacar que o experimento permitiu compreender “maneiras menos impactantes ao meio ambiente de desprezar os restos alimentares”, além de enfatizar que práticas como essa “tornam [os alunos] mais críticos e visionários sobre a importância do cuidado com o ecossistema”. Outros estudantes também ressaltaram a importância da experiência para a construção do conhecimento, como E3, ao afirmar que “a experiência [...] foi muito importante para aprender e adquirir mais conhecimentos”, e E9, que destaca a continuidade do processo investigativo ao mencionar que seguem “monitorando o microbiodigestor e

IV SIEPEC
SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ESTUDOS E
PESQUISA EM EDUCAÇÃO NAS CIÊNCIAS

XXIV ENACED
ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

VI ENTECI
ENCONTRO DE DEBATES SOBRE TRABALHO,
EDUCAÇÃO E CURRÍCULO INTEGRADO

O PAPEL DA EDUCAÇÃO NO ENFRENTAMENTO DA CRISE CLIMÁTICA

15 A 17 DE JUNHO DE 2026

SALÃO DE ATOS - CAMPUS IJUI




Educação nas Ciências
MESTRADO E DOUTORADO
UNIJUI


UNIJUI
UNIVERSIDADE REGIONAL

aprendendo com as observações”. Esses elementos evidenciam que a atividade contribuiu para a articulação entre conhecimento científico e realidade cotidiana.

De acordo com Schnetzler (2002), a experimentação, quando bem orientada, contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a construção de significados, especialmente quando o estudante participa ativamente do processo, manipulando materiais e testando hipóteses. Assim, atividades que envolvem sistemas experimentais, como os microbiodigestores, ampliam as possibilidades de aprendizagem ao integrar o saber científico à reflexão sobre questões ambientais, o que Jacobi (2003) aponta como essencial para fomentar uma consciência reflexiva. Essa percepção dialoga também com o conceito de educação ambiental de Carvalho (2009), que a compreende como a formação de um "sujeito ecológico" capaz de agir eticamente e integrar o conhecimento à responsabilidade socioambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo teve como objetivo analisar como estudantes do ensino médio avaliam os resultados de uma atividade prática com microbiodigestores, a partir de suas produções escritas. Os resultados indicam que, mesmo sem a obtenção do gás inflamável esperado, a atividade favoreceu a construção de conhecimentos científicos, o desenvolvimento do pensamento crítico e a reflexão sobre questões ambientais.

Os estudantes demonstraram capacidade de reconhecer a formação de gás, ainda que não inflamável, e, em alguns casos, mobilizaram conceitos científicos para explicar os resultados, além de identificar limitações experimentais, como falhas de vedação, tempo reduzido de observação e condições de temperatura. Esses aspectos evidenciam uma aproximação com práticas investigativas e a compreensão do erro como parte do processo de aprendizagem.

Do ponto de vista pedagógico, a atividade contribuiu para a articulação entre conhecimento científico e realidade cotidiana, quanto ao reaproveitamento de resíduos orgânicos. Assim, mesmo diante de resultados não ideais, o uso de microbiodigestores mostrou-se uma estratégia didática relevante, com potencial para promover a alfabetização científica e a educação ambiental no ensino de Ciências.



REFERÊNCIAS

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. Educação ambiental. *Educação & Realidade*, Porto Alegre, v. 34, n. 3, p. 11–15, dez. 2009. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/rer/v34n03/v34n03a02.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2026.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHOAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125–153, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/DyqhTY3fY5wKhZfw6jD6HFJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 abr. 2026.

JACOBI, Pedro. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. *Cadernos de Pesquisa*, n. 118, p. 189–205, mar. 2003. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/cp/n118/n118a08.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2026.

METZ, Hugo Leonardo. *Construção de um biodigestor caseiro para demonstração de produção de biogás e biofertilizante em escolas situadas em meios urbanos*. 2013. 40 f. Monografia (Especialização em Formas Alternativas de Energia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufla.br/items/d37b2016-c556-48d2-b60a-287cdb019c07>. Acesso em: 27 abr. 2026.

PEREIRA, Ademir de Souza; PEREIRA, Tatiane de Oliveira; CORREA, Willian Ayala; NETO, Antônio Costa. A utilização de um microbiodigestor como recurso didático no ensino de química. *Revista Insignare Scientia*, v. 5, n. 1, p. 525–540, 2022. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12638>. Acesso em: 27 abr. 2026.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/246/172>. Acesso em: 27 abr. 2026.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química Nova*, v. 25, n. 1, p. 14–24, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/KFnNCTjJ73v88VvnS4hGRDc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 abr. 2026.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, n. 2, p. 67–80, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epcc/a/LQnxWqSrmzNsrRzHh3KJYbQ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 abr. 2026.