



Experimentação como estratégia de aprendizagem para desenvolver capacidades de pensamento crítico no ensino de Ciências

Experimentation as a learning strategy for developing critical thinking capabilities in the teaching of Science

Experimentación como estrategia de aprendizaje para desarrollar capacidades de pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias

Élvis David Cardoso Nascimento

Centro Universitário Adventista de São Paulo, Brasil
prof.elvisdavid@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1011-3570>

Betania Jacob Stange Lopes

Centro Universitário Adventista de São Paulo, Brasil
lopesbjs@gmail.com.br
<https://orcid.org/0000-0001-6471-5791>

Francislê Neri de Souza

Centro Universitário Adventista de São Paulo, Brasil
francisle.neri@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3663-7276>

Resumo

A experimentação no ensino de Ciências pode ser uma estratégia de aprendizagem que promove questionamentos e discussões, fortalece a autonomia intelectual dos alunos e aumenta seu interesse nas atividades, habilidades necessárias para o desenvolvimento do pensamento crítico. Nessa direção, surge a questão central desse estudo: A implementação da experimentação como estratégia de aprendizagem no ensino de ciências pode contribuir para a manifestação do pensamento crítico dos alunos? Assim, estabeleceu-se como objetivo geral: analisar os resultados da implementação da experimentação como estratégia de aprendizagem no Ensino de Ciências para o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico em alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. A pesquisa, de abordagem qualitativa, do tipo intervenção-ação, seguiu um processo cíclico composto por quatro fases, a saber: planejamento, ação, observação e reflexão. Foram coletados dados por meio de escalas de autoavaliação dos alunos nas atividades propostas, protocolos de desempenho e diário de campo. O estudo foi realizado em uma escola



municipal no litoral sul do Espírito Santo, com uma turma de 5º ano. Os resultados, analisados à luz da taxonomia do pensamento crítico de Ennis, compartilham a ideia de que as atividades experimentais, como estratégia de aprendizagem, propostas no ensino de ciências podem favorecer a manifestação do pensamento crítico dos alunos nos primeiros anos de vida escolar.

Palavras-chave: Pensamento crítico; Ensino de Ciências; Estratégia de aprendizagem; experimentação.

Abstract

Experimentation in science teaching can be a learning strategy that promotes questioning and discussions, strengthens students' intellectual autonomy and increases their interest in activities, skills necessary for the development of critical thinking. In this sense, the central question of this study arises: Can the implementation of experimentation as a learning strategy in science teaching contribute to the manifestation of students' critical thinking? Thus, the general objective was established: to analyze the results of the implementation of experiments as a learning strategy in Science Education for the development of critical thinking skills in the two initial years of Fundamental Education. The research, from a qualitative approach, of the intervention-action type, follows a cyclic process composed of four phases, namely: planning, analysis, observation and reflection. Form data given by means of self-assessment scales for students in the proposed activities, performance protocols and field diaries. The study was carried out in a municipal school on the coast of Espírito Santo, with a 5th year class. The results, analyzed in light of Ennis's taxonomy of critical thinking, share the idea that the activities experienced, as a learning strategy, proposals not taught in science can favor the manifestation of critical thinking in the first years of school life.

Keywords: Critical thinking; Science Teaching; Learning Strategy; experimentation.

Resumen

La experimentación en la enseñanza de las Ciencias puede ser una estrategia de aprendizaje que promueva preguntas y discusiones, fortalezca la autonomía intelectual de los estudiantes y aumente su interés por las actividades, habilidades necesarias para el desarrollo del pensamiento crítico. En esta dirección, surge la pregunta central de este estudio: ¿Puede la implementación de la experimentación como estrategia de aprendizaje en la enseñanza de las ciencias contribuir a la manifestación del pensamiento crítico de los estudiantes? Así, se estableció el objetivo general: analizar los resultados de la implementación de la experimentación como estrategia de aprendizaje en la Enseñanza de las Ciencias para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de los primeros años de la Educación Primaria. La investigación, con enfoque cualitativo, del tipo intervención-acción, sigue un proceso cíclico compuesto de cuatro fases, a saber: planificación, acción, observación y reflexión. Los datos fueron recolectados a través de escalas de autoevaluación de los estudiantes en las actividades propuestas, protocolos de desempeño y diario de campo. El estudio se realizó en una escuela municipal de la costa sur de Espírito Santo, con una promoción de 5º año. Los resultados, analizados a la luz de las taxonomías del pensamiento crítico de Ennis, comparten la idea de que las actividades experimentales, como estrategia de aprendizaje, y las propuestas para el aprendizaje de las ciencias podrían favorecer la manifestación del pensamiento crítico entre los estudiantes de los primeros años de la vida escolar.

Palabras clave: Pensamiento crítico; Enseñanza de las Ciencias; Estrategia de aprendizaje; experimentación.



Introdução

O ensino pautado no pensamento crítico tem sido amplamente discutido por educadores e pesquisadores dos anos iniciais do Ensino Fundamental, considerando o crescente volume de informações disponíveis nos meios de comunicação, que impactam diversos setores da sociedade, como política, educação e economia (Guzzo & Guzzo, 2015; Merchán & Matarredona, 2016). O objetivo é formar sujeitos protagonistas de sua aprendizagem, reflexivos, conscientes em suas tomadas de decisão e capazes de se posicionar criticamente sobre o mundo ao seu redor.

Para que essas habilidades sejam desenvolvidas no ambiente escolar, é necessário que o professor elabore planejamentos criativos, propiciando um espaço educativo que favoreça o pensamento crítico por meio de estratégias de aprendizagem adequadas. Figueroa (2014) destaca a experimentação no ensino de Ciências como uma ferramenta eficaz para promover o pensamento crítico, argumentando que as práticas experimentais, quando bem orientadas pelo professor, contribuem para o levantamento de questões, discussões, argumentação e comunicação de resultados, fortalecendo a autonomia intelectual dos alunos.

O ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental proporciona às crianças a oportunidade de trabalhar com temas ligados à sua realidade, despertando interesse nas atividades. Nesse sentido, o professor, utilizando o conhecimento prévio dos estudantes, pode tornar o aluno o centro do processo de aprendizagem. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) recomenda que os alunos sejam gradativamente introduzidos aos processos, práticas e procedimentos da investigação científica principalmente na área de Ciências da Natureza, com o objetivo de desenvolver o letramento científico nos alunos (Brasil, 2022).

Diante desse contexto, surge a questão: a experimentação, como estratégia de aprendizagem no ensino de Ciências, pode contribuir para a manifestação do pensamento crítico nos alunos? O objetivo geral deste estudo é analisar os efeitos da experimentação no desenvolvimento do pensamento crítico em alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Para alcançar esse objetivo, foi definido como objetivo específico identificar a manifestação de capacidades de pensamento crítico nas atividades baseadas em experimentação.

O Pensamento Crítico como pilar no ensino contemporâneo: conceitos, desafios e estratégias

Nos últimos anos, o conceito de pensamento crítico tem sido amplamente debatido por diversos estudiosos, como Ennis (1996), Boszko e Güllich (2019), Tenreiro-Vieira e Vieira (2021) e Militão & Lopes (2022). Eles enfatizam essa habilidade como essencial para formar cidadãos capazes de enfrentar os desafios modernos. Ennis (1996) define pensamento crítico como “um processo cujo objetivo é tomar decisões razoáveis sobre no que acreditar e o que fazer” (p. 1), ressaltando a importância de uma análise criteriosa das informações para tomar decisões fundamentadas.

O desenvolvimento do pensamento crítico envolve não apenas habilidades cognitivas, mas também emocionais e sociais, que precisam ser trabalhadas de maneira integrada ao longo da



formação escolar. Boszko e Güllich (2019) argumentam que é fundamental proporcionar aos alunos experiências que estimulem o pensamento crítico. Esse processo ocorre por meio da construção de conhecimentos, atitudes, valores e habilidades, permitindo que o estudante aja responsabilmente em situações de relevância pessoal e social.

As habilidades fundamentais para o pensamento crítico, como análise, interpretação e resolução de problemas, devem ser cultivadas em ambientes educacionais que incentivem o aprendizado ativo e a discussão colaborativa. Para Ennis (2009), pensadores críticos são aqueles que formulam questões que avaliam possíveis respostas e identificam falácias. Para isso, é essencial que os professores sejam preparados para adotar estratégias que promovam essas habilidades. Marques e Fraguas (2021) apontam que a reestruturação do ensino é vital para formar indivíduos críticos, enquanto Guimarães e Massoni (2020) ressaltam que metodologias que priorizam virtudes intelectuais, como autonomia e capacidade argumentativa, são mais adequados do que métodos tradicionais de memorização.

Segundo Guimarães e Massoni (2020), o argumento científico deve ser parte das atividades dos alunos, com orientação dos professores, para evitar a aprendizagem mecânica e fomentar um aprendizado com metas claras. Nesse contexto, o professor deve ir além da transmissão de conteúdo, criando oportunidades para que os alunos desenvolvam autonomia intelectual. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apoia essa ideia, ao destacar que a **promoção do pensamento crítico** implica em considerar o contexto social dos alunos e estimular sua curiosidade científica, planejando aulas que os incentivem a definir problemas, formular hipóteses e comunicar resultados (Brasil, 2022).

Na década de 1960, Ennis apresentou a temática do desenvolvimento das capacidades do Pensamento Crítico do cidadão e propôs uma taxonomia que ampliava o sistema avaliativo do professor, permitindo uma melhor classificação dos objetivos educacionais (Ennis, 1985). Ennis, (1996) afirmava que além do Pensamento Crítico ser um pensamento racional e reflexivo, a partir dele o cidadão se torna apto à analisar as hipóteses apresentadas, de maneira racional e reflexiva, considerado todos os fatores envolvidos em busca de uma conclusão satisfatória.

O desenvolvimento do pensamento crítico é fundamental e não deve ser restrito a uma fase específica da vida escolar. Voltarelli e Lopes (2021) afirmam que nos anos iniciais do Ensino Fundamental o aprendizado não deve ser fragmentado por disciplinas, mas sim integrado por meio de diversas áreas do conhecimento. As crianças, com sua curiosidade natural, frequentemente questionam sobre o mundo e buscam entender como as coisas funcionam e são construídas. Portanto, é necessário utilizar as múltiplas linguagens das crianças para estimular o pensamento científico desde os primeiros anos. As estratégias de ensino devem evoluir em cada etapa da educação, promovendo reflexão, questionamento e decisões baseadas em análises racionais e fundamentadas.

Por meio das definições apresentadas por Ennis (2011b), compreende-se que as capacidades do Pensamento Crítico são divididas em 5 áreas do conhecimento a saber: (i) Clarificação Elementar, (ii) Suporte Básico, (iii) Inferência, (iv) Classificação Elaborada e (v) Estratégias e Táticas.

Para este estudo, o enfoque é na clarificação elementar com as suas habilidades que contribuem para o desenvolvimento das capacidades do pensamento crítico e os descritores que contribuem para o acompanhamento do processo. O Quadro 1 apresenta apenas as capacidades trabalhadas por intermédio da clarificação elementar.



Quadro 1. Resumo das capacidades de Pensamento Crítico segundo Ennis (2011a, b, c)

Área	Capacidade do PC	Descritores
Clarificação Elementar	Focar uma questão	a) Identificar ou formular uma questão. b) Identificar ou formular critérios para ajuizar possíveis respostas. c) Manter presente em pensamento a questão.
	Analisar argumentos	a) Identificar conclusões. b) Identificar as razões enunciadas. c) Identificar as razões não enunciadas. d) Procurar semelhanças e diferenças. e) Identificar irrelevâncias e lidar com elas. f) Procurar a estrutura de um argumento. g) Resumir.
	Fazer/responder questões de clarificação e desafio	Exemplos de questões a serem formuladas ou respondidas: Por quê? Qual é a sua questão principal? O que quer dizer com "..."? Importa-se de exemplificar? Em que é que isso se aplica a este caso? Que diferença isso faz? Quais são os fatos? É isso que quer dizer "..."? Diria algo mais sobre isso?
	Interatuar com os outros	a) Empregar denominações falaciosas e reagir a elas. b) Estratégias lógicas. c) Estratégias retóricas. d) Argumentar.

Fonte: Adaptado de Ennis (2011b,c)

Assim, para promover o desenvolvimento e a manifestação das capacidades de pensamento crítico nos alunos, é necessário que as estratégias de ensino sejam aplicadas com o objetivo de prepará-los para serem participantes ativos e capazes de expressar opiniões sobre uma diversidade de temas no contexto em que estão inseridos.

Reconfigurando o Ensino de Ciências: da transmissão de conteúdos à formação do pensamento crítico

O ensino de Ciências é amplamente valorizado e considerado fundamental para a compreensão do mundo ao longo da história. Independentemente do contexto cultural, a busca por conhecimento sempre esteve ligada ao estudo científico. Desde os primeiros anos da Educação Básica, é necessário afastar-se do modelo tradicional centrado no professor, que se limita à simples exposição de conteúdos e não favorece o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo. Paiset *et al.* (2019) ressaltam que muitos educadores ainda acreditam que laboratórios e materiais específicos não são necessários para o ensino de qualidade. No entanto, ao utilizar materiais do cotidiano dos alunos, a compreensão dos conteúdos é facilitada e a curiosidade é incentivada, pois os estudantes conseguem conectar os estudos às suas vivências. Assim, é fundamental



implementar estratégias de ensino que promovam a construção do conhecimento científico e estimulem o pensamento crítico (Costa *et al.*, 2021).

Este estudo destaca a experimentação como uma estratégia essencial para o desenvolvimento das capacidades de Pensamento Crítico no Ensino de Ciências. A abordagem experimental permite que os alunos se envolvam ativamente na aprendizagem, realizando experimentos e observando os resultados, o que facilita a compreensão dos conceitos científicos. Nascimento *et al.* (2018) enfatizam que a experimentação é amplamente valorizada por professores, pois integra teoria e prática, aprimorando o entendimento dos conteúdos. Militão e Lopes (2022) corroboram, destacando que a experimentação é crucial para conectar teoria e prática no ensino de Ciências. No entanto, Nascimento *et al.* (2018) apontam que muitos professores ainda preferem metodologias tradicionais que afastam a teoria da prática. A experimentação promove uma participação ativa dos alunos, permitindo que eles testem hipóteses, observem fenômenos, meçam grandezas, avaliem resultados e desenvolvam habilidades de comunicação e trabalho em equipe, afastando-se da abordagem passiva onde apenas recebem roteiros predefinidos dos professores (Militão & Lopes, 2022).

Apesar dos estudos atuais reforçarem a importância da experimentação no processo de ensino e aprendizagem, Nascimento *et al.* (2018) observam que muitos docentes ainda aderem a “metodologias de ensino ultrapassadas e métodos distantes da integração entre teoria e prática” (p. 10). Quando os professores fazem uso de práticas experimentais na sala de aula, eles saem de sua zona de conforto como únicos detentores do saber e oferecem aos alunos a oportunidade de uma participação mais ativa. Isso permite que eles testem hipóteses, observem características naturais, meçam grandezas, avaliem resultados e desenvolvam habilidades importantes como trabalho em equipe, comunicação e resolução de problemas (Kotsis, K. T., 2024).. Militão e Lopes (2022) destacam que “nas atividades de experimentação os alunos devem ter participação efetiva, e não apenas receberem dos professores um roteiro pré-estabelecido para se chegar ao resultado esperado” (p.7).

Costa *et al.* (2020, p. 15) afirmam que “as atividades práticas oferecem muitas possibilidades de aprendizado, especialmente quando são investigativas e problematizadoras”. Ao adotar essa metodologia, o professor torna o processo de aprendizagem mais dinâmico, com os alunos participando ativamente dos experimentos e se tornando protagonistas de seu próprio aprendizado. É essencial que as instituições de ensino ofereçam espaços adequados para essas experimentações, promovendo novas oportunidades educacionais por meio de metodologias inovadoras, permitindo que os alunos “vivenciem experiências e compreendam o mundo por meio da totalidade de seus sentidos” (Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, Brasil, 2013, p.88).

Método

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa, utilizando a pesquisa de intervenção-ação, que se mostraram viável e coerente ao focar na implementação da experimentação, com base nos princípios da metodologia ativa. A proposta metodológica incluiu uma interação entre pro-



fessor/pesquisador e alunos/participantes, implementando a experimentação como estratégia de aprendizagem para compreender seus benefícios e desafios.

A intervenção-ação é um processo cíclico composto por quatro fases: planejamento, ação, observação e reflexão (Rodrigues, 2021). No primeiro ciclo deste estudo, iniciou-se com o planejamento da estratégia de aprendizagem por meio da experimentação. A fase de ação envolveu a implementação da estratégia, enquanto a observação consistiu na coleta de dados sobre o pensamento crítico dos alunos, registrada em fichas de Protocolo de Registro de Atividades. Os dados foram analisados e as ações dos alunos e interações com o pesquisador foram refletidas para ajustar o processo. O segundo e o terceiro ciclos seguiram a mesma sequência, permitindo observar as manifestações das capacidades de pensamento crítico (Gonçalves, 2013).

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) sob o Parecer 5.601.877, atendendo aos procedimentos éticos para proteger os participantes. Foram elaborados o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos Pais (TCLE) para os responsáveis e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido do Aluno (TALE) para os alunos. Com a autorização dos responsáveis e o assentimento dos alunos, a pesquisa foi iniciada.

O estudo foi realizado em uma escola municipal no litoral sul do Espírito Santo, com cerca de 750 alunos distribuídos em 20 salas de aula, desde a Educação Infantil até o 9º ano do Ensino Fundamental, nos turnos matutino e vespertino. Participaram 19 alunos da turma, sendo 12 do sexo masculino e 7 do sexo feminino, com idades entre 10 e 13 anos, embora apenas 3 estivessem na idade adequada para o ano escolar correspondente.

Planejando Saberes: Implementação da Experimentação como estratégia de Aprendizagem

Para planejar aulas que utilizam a experimentação como estratégia de aprendizagem, foram adotadas a BNCC (Brasil, 2022) e a proposta pedagógica curricular do município para o ensino de Ciências. Com base nessas referências, foram elaborados três quadros que detalham os conteúdos, incluindo objetos de conhecimento, tópicos, áreas e subáreas, além de objetivos gerais e específicos. Também foram definidas metas de aprendizagem, intermediárias e finais, alinhadas aos conteúdos e competências propostas. As implementações ocorreram em três etapas, abordando consecutivamente os temas do sistema digestório, digestão mecânica e química, e conceitos de condutores e isolantes.

1º Ciclo

Na primeira fase da intervenção, o foco foi a digestão mecânica. O tema foi contextualizado por meio da leitura da história adaptada “A Hora Certa de Comer”. Os alunos foram organizados em grupos e receberam textos para planejar seus experimentos sobre o sistema digestório. Após os experimentos, cada grupo respondeu a um questionário individual para avaliar suas capacidades de pensamento crítico, conforme a taxonomia de Ennis (Quadro 1).



Após a introdução do tema, um diálogo conectou o experimento aos conceitos abordados, seguido por um segundo questionário individual para avaliar novamente o pensamento crítico dos alunos. Para encerrar a fase de observação do 1º ciclo, foi realizada uma aula expositiva dialogada sobre o sistema digestório, esclarecendo dúvidas. Em seguida, responderam a um questionário, que incluía perguntas específicas para verificar indicadores de pensamento crítico.

Por fim, os alunos preencheram um formulário com *emojis* para expressar seu grau de satisfação e a dificuldade encontrada nas atividades, informações que contribuíram para a reflexão e o planejamento do segundo ciclo.

2º Ciclo

O tema abordado no segundo ciclo foi Digestão Química, seguindo a mesma sequência do primeiro Ciclo. Houve uma contextualização sobre o tema, com a leitura da história adaptada “Água na boca”, seguida de uma conversa informal com os alunos, sobre a transformação dos alimentos: a produção de bolo alimentar na boca, além da problematização sobre a história. Os alunos realizaram experimento sobre as transformações ocorridas com o alimento dentro da boca, a fim de verificar os indicadores da manifestação das capacidades de Pensamento Crítico, conforme descrito na taxonomia de Ennis (Quadro 1).

Em um segundo momento, ocorreu um diálogo informal e uma aula expositiva sobre o sistema digestório, abordando a digestão mecânica e química, além das glândulas anexas e suas funções, com o objetivo de esclarecer dúvidas dos alunos. Após a apresentação do problema, foi retomada a análise dos resultados dos experimentos e, em seguida, os alunos receberam um questionário individual com questões sobre o tema apresentado, visando verificar a manifestação das capacidades de Pensamento Crítico conforme a taxonomia de Ennis.

Após responder ao questionário, os alunos responderam a um formulário com *emojis* com os quais demonstrou o grau de satisfação em participar da atividade e o grau de dificuldade encontrada por eles na execução delas.

3º Ciclo

Na terceira etapa da intervenção, foi abordado o tema dos condutores e isolantes. Isso envolveu uma contextualização sobre o assunto, seguida pela leitura oral do texto de apoio “Diferença entre materiais condutores e isolantes”. Os alunos foram organizados em duplas para observar o experimento proposto. Devido ao uso de energia elétrica, o pesquisador realizou o experimento de condutividade utilizando diversos materiais, como vinagre, suco de limão, água, açúcar, sal, metais, alumínio, borracha, entre outros, com o objetivo de garantir a segurança dos alunos. Houve uma breve discussão sobre o experimento, para identificação de materiais condutores ou não eletricidade.



Em seguida, os alunos responderam a um questionário individual contendo questões sobre o conteúdo aplicado em sala de aula, sendo dividido em duas etapas, com o intuito de verificar a manifestação das capacidades de Pensamento Crítico.

Em um terceiro momento, o assunto foi retomado com a apresentação de um vídeo alusivo ao tema sobre condutores e isolantes, seguido de uma discussão e de uma reflexão coletiva para o fechamento do tema. Em seguida, os estudantes responderam ao 2º questionário individual contendo questões sobre o conteúdo aplicado em sala de aula a fim de se verificar a manifestação das capacidades de Pensamento Crítico.

Ao final da intervenção, os alunos responderam a um formulário com *emojis* que demonstrava o grau de satisfação em participar da atividade e, também, o grau de dificuldade encontrada por eles na execução delas.

Análise dos Dados

Após a coleta dos dados, foi iniciada a análise e interpretação das informações obtidas durante a investigação. Para identificar a manifestação do pensamento crítico dos alunos, optou-se pela análise de conteúdo, conforme Bardin (2016), que se alinha à abordagem qualitativa e à pesquisa de intervenção-ação. A análise foi realizada com base no material coletado nas fases de ação e observação, organizado em categorias representadas pelo código árvore na Figura 1, com o suporte do software webQDA® (Neri de Souza, Costa & Moreira, 2011).

Figura 1 – Categorização do PC por meio da Clarificação Elementar



Fonte – Elaboração dos autores com auxílio do Software webQDA®

A utilização do software WebQDA® foi fundamental para a análise dos dados coletados, facilitando sua organização e interpretação. O software é estruturado em três partes principais: fontes, codificação e questionamento, permitindo ao pesquisador interligar dados e suas respectivas codificações, o que ajuda a estruturar as informações e identificar questionamentos durante as intervenções. Esse processo promove a gestão dos dados e uma codificação organizada, preservando a integridade da análise de conteúdo (Cruz, Rocha-Veiga, & Caetano, 2022, p. 2569). Na análise, foram empregues 524 fontes, distribuídas nas categorias de Pensamento Crítico: 205 para “Focar uma questão”, 194 para “Analisar Argumentos” e 126 para “Fazer/Responder a questões de clarificação e desafio”, somando um total de 1242 referências.



Resultados

A análise dos dados baseou-se nas informações coletadas pelo pesquisador em sala de aula, por meio de observações, questionários avaliativos e escalas de opinião. A partir da comparação dos dados obtidos pelos diferentes instrumentos de coleta, foi possível analisar e verificar se, ao longo das intervenções, os alunos manifestaram a capacidade de pensamento crítico, utilizando as diversas estratégias aplicadas nas três sessões de observação realizadas em sala de aula.

Ciclo 1: 1ª Sessão de Observação – Digestão Mecânica

Na 1ª sessão de observação da estratégia de Experimentação, foi verificado se os alunos manifestaram capacidades de pensamento crítico, conforme a Clarificação Elementar de Ennis (1985), abordando o tema da Digestão Mecânica. As análises avaliaram se os alunos atingiram os objetivos de forma completa, incompleta ou não atingiram. Os dados foram apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Capacidade do pensamento crítico – 1ª rodada de observação da estratégia experimentação Sobre digestão mecânica

CAPACIDADE DO PENSAMENTO CRÍTICO – FOCAR UMA QUESTÃO				
DESCRIPTOR	ALCANÇOU OBJETIVO	NÃO ALCANÇOU OBJETIVO	OBJETIVO INCOMPLETO	Total de Fontes
Identificar ou Formular Critérios	7,9%	86,7%	5,4%	38
Identificar ou Formular uma Questão.	23,1%	76,9%	0%	13
Manter Presente em Pensamento a Questão	0%	50%	50%	12
CAPACIDADE DO PENSAMENTO CRÍTICO – ANALISAR ARGUMENTOS				
Identificar Conclusões	7,7%	76,9%	15,4%	13
Resumir	2,7%	76,3%	21%	38
CAPACIDADE DO PENSAMENTO CRÍTICO – FAZER/RESPONDER QUESTÕES DE CLARIFICAÇÃO E DESAFIO				
FAZER/RESPONDER Questões de Clarificação e Desafio	80,8%	19,2%	0%	26

Fonte: Elaboração do autor

Na Tabela 1, observa-se que, no primeiro Ciclo da etapa de observação, a capacidade dos alunos de “identificar ou formular critérios” apresentou resultados variados: apenas 7,9% atingiram o objetivo proposto, enquanto 86,7% não o conseguiram, e 5,4% atenderam parcialmente. Com um total de 38 observações, a análise indica que os alunos tiveram dificuldade em identificar ou formular critérios, com apenas uma pequena parcela completando a tarefa.



No que se refere à “identificação ou formulação de uma questão”, 23,1% dos alunos conseguiram formular ou identificar uma questão com sucesso, enquanto 76,9% não atingiram o objetivo proposto. Com base em 13 observações, a dificuldade em formular ou identificar uma questão sugere que essa habilidade é um desafio significativo para os alunos.

Ao analisar a capacidade de “manter a questão em pensamento”, os dados mostram que nenhum aluno conseguiu mantê-la totalmente presente. Metade dos alunos não conseguiu manter a questão em mente, enquanto a outra metade a manteve apenas parcialmente. Com 12 observações, a análise revela um equilíbrio entre os alunos que não conseguiram e os que a mantiveram parcialmente, nenhum atingindo o objetivo completo.

Para a capacidade de “identificar conclusões”, apenas 7,7% dos alunos realizaram essa tarefa de forma satisfatória. A maioria, 76,9%, não conseguiu identificar conclusões, e 15,4% atingiram o objetivo parcialmente. Com base em 13 observações, a identificação de conclusões apresentou baixa performance, indicando que apenas uma pequena porcentagem dos alunos conseguiu realizar a tarefa adequadamente.

No aspecto de “resumir”, a situação foi ainda mais desafiadora. Apenas 2,7% dos alunos conseguiram resumir de forma adequada, enquanto 76,3% não conseguiram atender ao objetivo de resumir e 21% conseguiram apenas parcialmente. A análise, com um total de 38 observações, sugere que resumir foi uma habilidade particularmente difícil, evidenciando a necessidade de suporte adicional nesta área.

Finalmente, ao analisar a manifestação da capacidade de “fazer ou responder a questões de clarificação e desafio”, 80,8% dos alunos conseguiram realizar essa tarefa de forma eficaz. Apenas 19,2% não alcançaram o objetivo, e nenhum aluno conseguiu apenas parcialmente. Com 26 observações, essa área se destacou como um ponto forte, indicando que a habilidade de fazer ou responder a questões de clarificação e desafio foi melhor desenvolvida ou mais bem compreendida pelos alunos.

2ª Sessão de Observação – Digestão Química

Durante a segunda aplicação da intervenção, o tema abordado foi a Digestão Química. Nas aulas da 2ª ciclo de observações da estratégia de Experimentação, foi avaliado se os alunos manifestaram capacidades de Pensamento Crítico conforme a Clarificação Elementar de Ennis (1985). As atividades trabalharam as seguintes capacidades e descritores: fazer/responder a questões de clarificação e desafio, focar em uma questão e analisar argumentos. As análises observaram se os alunos alcançaram os objetivos de forma completa, incompleta ou não alcançaram. Os dados foram apresentados na Tabela 3.



Tabela 3. Capacidade do pensamento crítico – 2ª rodada de observação da estratégia experimentação sobre digestão química

CAPACIDADE DO PENSAMENTO CRÍTICO – FOCAR UMA QUESTÃO				
DESCRITOR	ALCANÇOU OBJETIVO	NÃO ALCANÇOU OBJETIVO	OBJETIVO INCOMPLETO	Total de Fontes
Identificar ou Formular Critérios	22,2%	62,2%	15,6%	45
Identificar ou Formular uma Questão.	24,9%	43,8%	31,3%	16
Manter Presente em Pensamento a Questão	29,2%	63,3%	7,2%	99
CAPACIDADE DO PENSAMENTO CRÍTICO – ANALISAR ARGUMENTOS				
Identificar Conclusões	7,2%	71,4%	21,4%	14
Identificar as razões enunciadas.	8,3%	91,7%	0%	12
Procurar a estrutura de um argumento.	0%	100%	0%	12
Resumir	8,3%	91,7%	0%	12
CAPACIDADE DO PENSAMENTO CRÍTICO – FAZER/RESPONDER QUESTÕES DE CLARIFICAÇÃO E DESAFIO				
FAZER/RESPONDER Questões de Clarificação e Desafio	23,3%	66,7%	0%	15

Fonte: Elaboração dos autores

Na segunda rodada de observações, a capacidade dos alunos de “focar em uma questão” revelou alguns avanços e áreas ainda desafiadoras. No descritor “Identificar ou Formular Critérios”, 22,2% dos alunos conseguiram alcançar o objetivo, o que representa um aumento em relação à rodada anterior. No entanto, 62,2% não alcançaram o objetivo, e 15,6% atingiram o objetivo de forma incompleta. Com 45 observações totais, a análise sugere uma melhora parcial nessa área, mas ainda há uma dificuldade significativa em identificar ou formular critérios adequados.

Para o descritor “Identificar ou Formular uma Questão”, 24,9% dos alunos conseguiram atingir o objetivo, enquanto 43,8% não conseguiram e 31,3% atingiram o objetivo de forma incompleta. O total de 16 observações mostra que a habilidade de formular uma questão ainda apresenta desafios consideráveis para os alunos, embora haja uma leve melhora em relação à primeira rodada.

No aspecto de “Manter Presente em Pensamento a Questão”, observou-se uma melhora em comparação com a rodada anterior. 29,2% dos alunos conseguiram manter a questão presente em seu pensamento, o que é um avanço positivo. No entanto, 63,3% dos alunos ainda não alcançaram o objetivo e 7,2% alcançaram de forma incompleta. Com 99 observações, a análise mostra que, apesar da melhora, a capacidade de manter a questão presente ainda requer desenvolvimento.

Na capacidade de “analisar argumentos”, o descritor “Identificar Conclusões” teve um desempenho de 7,2% dos alunos alcançando o objetivo, 71,4% não alcançaram o objetivo e 21,4% conseguiram de forma incompleta. Com 14 observações, essa habilidade ainda apresenta grandes dificuldades para os alunos.

O descritor “Identificar as Razões Enunciadas” apresentou um cenário desafiador, com 8,3% dos alunos conseguindo identificar as razões e 91,7% não alcançando o objetivo. Com



12 observações, a dificuldade em identificar razões enunciadas continua a ser uma área crítica para melhoria.

No descritor “Procurar a Estrutura de um Argumento”, todos os alunos (100%) não conseguiram atingir o objetivo. Isso indica uma dificuldade na identificação da estrutura de um argumento, com 12 observações evidenciando uma área particularmente desafiadora

A capacidade de “Resumir” os alunos também apresentaram dificuldade, com 8,3% conseguindo resumir eficazmente, enquanto 91,7% não alcançaram o objetivo. As 12 observações realizadas mostram que a habilidade de resumir ainda é uma área onde os alunos precisam de suporte significativo.

Por fim, na capacidade de “Fazer/Responder Questões de Clarificação e Desafio”, 23,3% dos alunos conseguiram alcançar o objetivo, enquanto 66,7% não alcançaram. Com 15 observações, essa habilidade mostrou uma leve melhoria em relação à rodada anterior, mas ainda precisa de atenção.

3ª Sessão de Observação – Condutividade Elétrica

Durante o 3º ciclo, o tema abordado foi Condutores e Isolantes. Nas aulas da 3ª sessão de observações da estratégia de Experimentação, buscou-se avaliar se os alunos manifestaram capacidades de Pensamento Crítico conforme a Clarificação Elementar de Ennis (1985). As atividades focaram nas seguintes capacidades e descritores: fazer/responder a questões de clarificação e desafio, focar em uma questão e analisar argumentos. As análises observaram se os alunos atingiram os objetivos de forma completa, incompleta ou não alcançaram. Os dados foram tabulados na Tabela 4.

Tabela 4. Capacidade do pensamento crítico – 3ª rodada de observação da estratégia experimentação sobre condutividade elétrica

CAPACIDADE DO PENSAMENTO CRÍTICO – FOCAR UMA QUESTÃO				
DESCRIPTOR	ALCANÇOU OBJETIVO	NÃO ALCANÇOU OBJETIVO	OBJETIVO INCOMPLETO	Total de Fontes
Identificar ou Formular Critérios	26,3%	68,4%	5,3%	19
Manter Presente em Pensamento a Questão	60,8%	39,2%	0%	102
CAPACIDADE DO PENSAMENTO CRÍTICO – ANALISAR ARGUMENTOS				
Identificar Conclusões	100%	0%	0%	16
Identificar as razões não enunciadas.	18,7%	75%	6,3%	16
Procurar a estrutura de um argumento.	14,3%	45,7%	40%	35
Procurar Semelhanças e Diferenças	12,5%	87,5%	0%	32
CAPACIDADE DO PENSAMENTO CRÍTICO – FAZER/RESPONDER QUESTÕES DE CLARIFICAÇÃO E DESAFIO				
FAZER/RESPONDER Questões de Clarificação e Desafio	9,4%	75%	15,6%	32

Fonte: Elaboração dos autores



De acordo com a análise dos dados apresentados, verifica-se que a partir dos dados levantados por meio dos questionários, no que tange à “Capacidade do Pensamento Crítico Focar em uma Questão”, na “capacidade de focar em uma questão”, observa-se melhorias significativas. Para o descritor “Identificar ou Formular Critérios”, 26,3% dos alunos conseguiram alcançar o objetivo, o que representa um aumento em relação aos 22,2% da 2ª rodada. A proporção de alunos que não alcançaram o objetivo foi de 68,4%, e 5,3% dos alunos alcançaram o objetivo de forma incompleta. O total de 19 observações sugere uma evolução gradual.

No descritor “Manter Presente em Pensamento a Questão”, 60,8% dos alunos conseguiram manter a questão presente em seu pensamento, marcando uma melhoria significativa em relação aos 29,2% da rodada anterior. Nenhum aluno alcançou o objetivo de forma incompleta nesta rodada. Com 102 observações, essa capacidade mostrou um avanço notável.

Na “capacidade de analisar argumentos”, o descritor “Identificar Conclusões” teve um resultado excelente, com 100% dos alunos alcançando o objetivo, uma melhoria significativa em relação aos 7,2% da rodada anterior. Este resultado indica um progresso notável na habilidade de identificar conclusões.

Para o descritor “Identificar as Razões Não Enunciadas”, 18,7% dos alunos alcançaram o objetivo, comparado aos 8,3% da rodada anterior. A proporção de alunos que não alcançaram o objetivo foi de 75%, uma leve melhoria em relação aos 91,7% da rodada anterior, e 6,3% dos alunos atingiram o objetivo de forma incompleta. Isso sugere um progresso, embora ainda haja dificuldades consideráveis.

No descritor “Procurar a Estrutura de um Argumento”, 14,3% dos alunos conseguiram alcançar o objetivo, uma leve melhoria em comparação com a rodada anterior, onde 0% dos alunos alcançaram o objetivo. No entanto, 45,7% dos alunos não alcançaram o objetivo, e 40% atingiram o objetivo de forma incompleta, indicando que a estrutura do argumento ainda é uma área de dificuldade.

Para “Procurar Semelhanças e Diferenças”, 12,5% dos alunos conseguiram atingir o objetivo, comparado aos 0% da rodada anterior. No entanto, 87,5% dos alunos não alcançaram o objetivo, mostrando que essa habilidade ainda precisa de desenvolvimento significativo.

Na capacidade de “Fazer/Responder Questões de Clarificação e Desafio”, 9,4% dos alunos conseguiram alcançar o objetivo, uma redução em relação aos 23,3% da rodada anterior. A proporção de alunos que não alcançou o objetivo foi de 75%, e 15,6% alcançaram o objetivo de forma incompleta. Isso sugere uma necessidade de maior suporte nesta área.

Grau de dificuldade e satisfação na realização das atividades propostas

Durante a realização das intervenções, o número de referências encontradas por meio da pesquisa sobre o grau de dificuldade e de satisfação na opinião dos alunos foi igual a 49 para a estratégia Experimentação. A Tabela 5 apresenta a tabulação da soma opinião dos alunos após as três sessões de intervenção da estratégia Experimentação.



Tabela 5. Percentual total da pesquisa do grau de dificuldade e de satisfação na opinião dos alunos por meio da estratégia experimentação

PERCENTUAL TOTAL DA PESQUISA DO GRAU DE DIFICULDADE E DE SATISFAÇÃO NA OPINIÃO DOS ALUNOS ATRAVÉS DA ESTRATÉGIA EXPERIMENTAÇÃO						
Alunos presentes na aula	Grau de dificuldade	Nº de alunos que opinaram	% de alunos que opinaram	Nível de interesse	Nº de alunos que opinaram	% de alunos que opinaram
49	Não consegui fazer	1	2,1%	Muito Fraco	3	6,1%
49	Muita dificuldade	15	30,6%	Fraco	1	2,1%
49	Alguma dificuldade	21	42,8%	Razoável	3	6,1%
49	Pouca dificuldade	11	22,4%	Bom	41	83,6%
49	Nenhuma dificuldade	1	2,1%	Muito Bom	1	2,1%

Fonte: Elaboração dos autores

De acordo com os dados tabulados, percebe-se que por meio da Estratégia Experimentação 42,8% dos alunos indicaram ter encontrado “Alguma Dificuldade” durante a realização das atividades em sala de aula. Outro dado levantado foi o comparativo quanto ao nível de interesse dos alunos nas atividades, sendo indicado que 83,6% dos alunos consideraram “Bom” o seu nível de satisfação na participação da intervenção;

Comparando o nível de interesse dos alunos participantes deste estudo em relação a realização das atividades propostas nas aulas abordando a estratégia Experimentação, nota-se que eles se aproximam dos estudos realizados por Gonçalves (2013) e Militão (2019) que também utilizaram a referida estratégia. Considerando que as opções “Bom” e “Muito Bom” como satisfatório para o nível de interesse dos alunos em participar das intervenções, podemos afirmar que o trabalho experimental se destacou mais neste estudo em comparação aos resultados apresentados por Gonçalves (2013) e Militão (2019).

Resultados e sua discussão

A análise de dados dos três ciclos de intervenção-ação, por meio das três rodadas da etapa de observação sobre a manifestação das capacidades de pensamento crítico dos alunos, revela um panorama detalhado do progresso e das dificuldades enfrentadas durante o estudo. Na primeira rodada, observou-se que a maioria dos alunos enfrentou desafios significativos em diversas áreas do pensamento crítico. A identificação ou formulação de critérios e questões, bem como a capacidade de manter a questão presente em pensamento, apresentou dificuldades substanciais. Além disso, as habilidades de análise de argumentos, como identificar conclusões



e resumir, foram áreas particularmente problemáticas. Esses resultados iniciais destacaram a necessidade de mais intervenções e suporte adicional para ajudar os alunos a desenvolverem essas habilidades fundamentais do pensamento crítico.

Com a reaplicação da experimentação como estratégia de aprendizagem para o desenvolvimento do pensamento crítico, na segunda rodada, foi possível observar uma melhoria considerável em algumas dessas áreas. O desempenho dos alunos na capacidade de manter a questão presente em seu pensamento, por exemplo, apresentou um avanço significativo, indicando que as intervenções estavam começando a fazer efeito. A habilidade de fazer ou responder a questões de clarificação e desafio também apresentou um aumento notável, sugerindo que os alunos estavam começando a se beneficiar das abordagens pedagógicas aplicadas.

A terceira rodada de observação, no terceiro ciclo de intervenção-ação, revelou um progresso ainda mais evidente. O número de alunos que conseguiu focar em uma questão aumentou significativamente, com 60,8% demonstrando avanço nessa habilidade. A análise de argumentos também mostrou uma melhoria notável, com 100% dos alunos aprimorando sua capacidade de identificar conclusões. Adicionalmente, a habilidade de fazer ou responder a questões para esclarecimento e desafio alcançou 80,8% dos alunos, refletindo um sucesso considerável nesta área. Esses resultados destacam a importância das estratégias de aprendizagem, mas especificamente a experimentação, na promoção das habilidades de pensamento crítico entre os alunos.

Conclusão

Embora os dados mostrem um desenvolvimento substancial das capacidades de pensamento crítico ao longo das observações, ainda existem áreas que necessitam de mais atenção. A dificuldade em identificar razões não enunciadas e procurar semelhanças e diferenças continua a ser um desafio para muitos alunos. A ausência de sucesso na identificação da estrutura dos argumentos também evidencia a necessidade de reforçar essa habilidade específica. A análise do feedback dos alunos sobre o grau de dificuldade e o nível de interesse sugere que, apesar das dificuldades, a maioria dos alunos achou as atividades envolventes, especialmente aquelas que apresentaram menos dificuldade. Isso é encorajador e indica que, com ajustes contínuos nas estratégias de aprendizagem e suporte adicional, os alunos podem continuar a desenvolver suas habilidades críticas de forma mais eficaz.

É necessário que os professores continuem a investir no desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico desde as séries iniciais, considerando a necessidade de formar cidadãos capazes de tomar decisões informadas e pertinentes. A estratégia de experimentação demonstrou ser adequada, mas ajustes e melhorias contínuas são necessários para garantir um progresso uniforme e abrangente para todos os alunos.

Além disso, o contexto temporal das intervenções, com o retorno às aulas presenciais após o ensino remoto causado pela pandemia, pode ter influenciado os resultados. Estudos futuros em um contexto de ensino presencial pleno podem oferecer resultados diferenciados sobre o impacto das estratégias de ensino no desenvolvimento do pensamento crítico.



Referências

- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Boszko, C., & Güllich, R. I. D. C. (2019). Estratégias de ensino de ciências e a promoção do pensamento crítico em contexto brasileiro. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 2(1), 53–71. <https://doi.org/10.5335/rbecm.v2i1.8697>
- Brasil. (2013). *Diretrizes curriculares nacionais para educação básica*. https://www.gov.br/mec/pt-br/area-informacao/media/seb/pdf/d_c_n_educacao_basica_nova.pdf
- Brasil. (2022). *Base nacional comum curricular*. <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>
- Costa, S. L. R., Bortoloci, N. B., Broietti, F. C. D., Vieira, R. M., & Tenreiro-Vieira, C. (2021). Pensamento crítico no ensino de ciências e educação matemática: Uma revisão bibliográfica sistemática. *Investigações em Ensino de Ciências*, 26(1), 145–168. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n1p145>
- Costa, T. P. A., Nogueira, C. S. M., & Cruz, A. F. (2020). As atividades práticas no ensino de ciências: Limites e possibilidades sobre o uso desse recurso didático no processo de ensino-aprendizagem. *Revista Macambira*, 4(2), e042006.
- Cruz, D. S. da, Rocha-Veiga, A. M. da, & Caetano, L. M. D. (2022). Interlocuções entre análise qualitativa de conteúdo e software de dados webQDA na pesquisa em educação. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, 2565–2581. <https://doi.org/10.21723/riaee.v17i4.16804>
- Ennis, R. H. (1996). *Critical thinking*. Prentice Hall.
- Ennis, R., & Jason, M. (1985). *Cornell critical thinking test: Level X*. Midwest Publications.
- Ennis, R. H. (2011a). *The nature of critical thinking: An outline of critical thinking dispositions and abilities* (pp. 1–8). https://education.illinois.edu/docs/default-source/faculty-documents/robert-ennis/thenatureofcriticalthinking_51711_000.pdf
- Ennis, R. H. (2011b). Critical thinking: Reflection and perspective—Part I. *Inquiry*, 26(1).
- Ennis, R. H. (2011c). Critical thinking: Reflection and perspective—Part II. *Inquiry*, 26(2).
- Figueiroa, A. (2014). Trabalho experimental: Um recurso promotor do pensamento crítico: Intervenção no 1.º GEB. In R. M. Vieira et al. (Orgs.), *Pensamento crítico na educação: Perspectivas atuais no panorama internacional* (pp. 265–288). Universidade de Aveiro.
- Gonçalves, E. C. (2013). *Estratégias promotoras de capacidades de pensamento crítico nos alunos* (Dissertação de mestrado). Universidade de Aveiro.
- Guimarães, R. R., & Massoni, N. T. (2020). Argumentação e pensamento crítico na educação científica: Análise de estudos de casos e problematizações conceituais. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 13(2), 320–344. <https://doi.org/10.3895/rbect.v13n2.9563>
- Guzzo, V., & Guzo, G. B. (2015). Conjectura: O pensamento crítico como ferramenta de defesa intelectual. *Filosofia e Educação*, 20(1), 64–76.
- Kotsis, K. T. (2024). Significance of experiments in inquiry-based science teaching. *European Journal of Education and Pedagogy*, 5(2), 86–92. <https://doi.org/10.24018/ejedu.2024.5.2.815>
- Marinho, S. C. (2019). Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: Modo de pensar e de fazer. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 10, 1396–1416. (Complete citation needed if published in a journal)
- Marques, R., & Fraguas, T. (2021). A formação do senso crítico no processo de ensino e aprendizagem como forma de superação do senso comum. *Research, Society and Development*, 10(7), e31010716655. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16655>



- Merchán, N. Y. T., & Matarredona, J. S. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(2). (DOI or link needed)
- Militão, E. C., & Lopes, B. J. S. (2022). Experimentação como estratégia de ensino-aprendizagem para o favorecimento das capacidades de pensamento crítico. *Educação*, 47(1), e79/1–29. <https://doi.org/10.5902/1984644457501>
- Nascimento, M. C. do, Avelar, Â. M. F. de, Pereira, M. F. do N., & Silva, L. C. da. (2018). O uso da experimentação como metodologia facilitadora do processo de ensino e aprendizagem de física. *V Congresso Nacional de Educação*. https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD1_SA16_ID5881_17092018192356.pdf
- Pais, H. M. V., Silva, R. C. de S., Souza, S. M. de, Ferreira, A. R. O., & Machado, M. F. (2019). A contribuição da ludicidade no ensino de ciências para o ensino fundamental. *Brazilian Journal of Development*, 5(2), 1024–1035. <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/59/0>
- Rodrigues, A. L. (2021). Investigação-ação e análise de conteúdo: Caso na formação de professores. *Revista Práxis Educacional*, 17(48), 17–39. <https://doi.org/10.22481/praxisedu.v17i48.8796>
- Santos, L. B. dos, Sgarbi, A. D., & Santiago, I. C. (2019). Pesquisa-intervenção e o desenvolvimento de tecnologias sociais: Comunidade, escola e emancipação social. In *Livro de Actas CIAIQ2019* (Vol. 1, pp. 526–535).
- Neri de Souza, F., Costa, A. P., & Moreira, A. (2011). Análise de dados qualitativos suportada pelo software webQDA. In P. Dias (Ed.), *VII International Conference on ICT in Education (Challenges)*. Universidade do Minho.
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. M. (2021). Promoting critical and creative thinking in science teaching: Educational proposals and their contributions in Portuguese students. *Investigações em Ensino de Ciências*, 26(1), 70–84. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n1p70>
- Voltarelli, M. A., & Lopes, E. A. de M. (2021). Infância e educação científica: Perspectivas para aprendizagem docente. *Educar em Revista*, 37, e75394. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.75394>