

MISTURANDO CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE: Um relato de experiência sobre o uso da experimentação como ferramenta didática no ensino de química

Jéssica Freitas dos Passos ¹
Thayrine de Souza Castro ²
Haroldo da Silva Ripardo Filho ³

RESUMO

A experimentação no ensino de Química é reconhecida por suas possibilidades no desenvolvimento de conhecimentos e habilidades no processo de ensino-aprendizagem. Associada à abordagem CTSA, possibilita ressignificar conceitos químicos, favorecendo sua compreensão e criticidade. Portanto, a pesquisa apoia-se nas contribuições de autores que defendem a experimentação como uma estratégia pedagógica significativa, capaz de estimular habilidades e promover a construção do conhecimento químico de forma ativa. Neste sentido, este trabalho relata uma experiência vivenciada por alunos bolsistas do PIBID com estudantes da primeira série do curso técnico em Mineração integrado ao ensino médio, do Instituto Federal do Amapá – IFAP, campus Macapá. A atividade foi realizada no laboratório de química com o intuito de investigar o potencial da experimentação no ensino-aprendizagem e a compreensão da química inserida na sociedade e ambiente através do conteúdo de separação de misturas. A proposta vincula-se ao subprojeto PIBID - Química, que busca articular teoria e prática na formação de licenciandos. A metodologia consistiu na aplicação de um pré-questionário diagnóstico, respondido por 33 estudantes com dez perguntas objetivas e uma questão aberta. Em seguida, foram realizados experimentos de filtração, decantação, evaporação, centrifugação e destilação, culminando na aplicação de um pós-questionário. Com a análise comparativa entre os questionários, foi possível constatar, avanços significativos no desempenho dos alunos. Esses resultados confirmam a relevância da experimentação, aliada a contextualização, como recurso eficiente para o ensino de química, fortalecendo a formação científica e aproximando os estudantes dos processos investigativos e da construção histórica do conhecimento científico. Além disso, a experiência contribuiu para a formação dos bolsistas do PIBID, ao proporcionar vivência concreta da prática docente em ambiente real. No planejamento, execução e avaliação das atividades possibilitando articular conhecimentos teóricos e demandas da sala de aula, desenvolvendo competências essenciais, como mediação, domínio de estratégias didáticas e olhar crítico sobre a prática educativa.

Palavras-chave: Experimentação, Ensino de química, CTSA, Relato de experiência.

INTRODUÇÃO

A química, como componente curricular das Ciências da Natureza, enfrenta desafios constantes relacionados ao interesse e à motivação dos estudantes. Comumente associada a

¹ Graduanda do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Amapá - IFAP, jpassos1962@gmail.com;

² Graduanda do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Amapá - IFAP, thayrinesouza912@gmail.com;

³ Professor orientador: Doutor, Instituto Federal do Amapá - IFAP, haroldo.filho@ifap.edu.br.





conteúdos abstratos, fórmulas complexas e linguagem técnica, a disciplina é frequentemente percebida como distante da realidade cotidiana. Para superar essa barreira, torna-se essencial adotar estratégias didáticas que promovam aprendizagens significativas e despertem a curiosidade científica.

Dentre essas estratégias, destaca-se a experimentação, especialmente quando integrada à abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). Essa perspectiva, segundo Aikenhead (2005), visa formar cidadãos capazes de compreender criticamente o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, indo além da memorização de fórmulas e conceitos. Ao unir prática experimental e contexto social, os estudantes se tornam agentes ativos da construção do conhecimento, capazes de refletir sobre problemas concretos e propor soluções a partir de uma visão científica crítica.

A experimentação, nesse cenário, não se limita a ilustrar conceitos teóricos, mas atua como ferramenta formativa. Ao manipular materiais, observar fenômenos e registrar resultados, os alunos vivenciam o fazer científico, desenvolvem habilidades investigativas e exercitam o pensamento lógico. Essa articulação entre teoria e prática favorece uma aprendizagem mais significativa e contextualizada. Como afirmam Bertoni e Júnior (2017, p. 86), “a experimentação se constitui como uma ponte entre a teoria e a prática, favorecendo a aprendizagem significativa e o desenvolvimento de competências científicas”.

Para além dos benefícios aos discentes, as experiências aqui relatadas também são enriquecedoras para os licenciandos envolvidos, uma vez que há a inserção em práticas reais de ensino, proporcionadas pelo PIBID, permitindo a vivência da docência em sua complexidade. O enfrentamento dos desafios da sala de aula, o planejamento de atividades, a mediação e a avaliação das aprendizagens são experiências fundamentais para a formação docente. Portanto, como futuros professores, aprendemos a escutar os estudantes, adaptar metodologias, refletir sobre os processos educativos e construir, coletivamente, novas formas de ensinar e aprender.

Outro ponto central da prática foi a experiência e todas as reflexões importantes que contribuíram para o aprimoramento da prática docente e para a produção de evidências sobre o impacto das estratégias utilizadas. Assim, destaca-se a contribuição da experimentação para o processo de ensino-aprendizagem da Química, bem como sua relevância na reflexão sobre o papel da abordagem CTSA na formação cidadã e científica dos discentes.

METODOLOGIA





Este trabalho trata-se de um relato de experiência vinculado ao subprojeto de Química do PIBID, realizado por bolsistas e pelo professor supervisor do projeto, com a finalidade de aplicar experimentos relacionados aos conteúdos de separação de misturas, junto a uma turma da primeira série do ensino médio do curso técnico em Mineração integrado, do IFAP/Campus Macapá.

A atividade contou com a participação de 33 alunos, que, inicialmente, responderam a um pré-questionário com perguntas relacionadas aos conteúdos estudados. Após essa etapa, os alunos foram divididos em grupos para a realização das práticas, abordando os métodos de separação de misturas, como filtração, evaporação, destilação simples, decantação e centrifugação. Após às práticas em cada bancada os bolsistas entraram com a explicação do método e sua aplicação inserida na realidade dos alunos através da abordagem dos temas impacto ambiental, qualidade de água e descarte de resíduos por meio dos métodos de separação de misturas. Ao final das atividades experimentais, foi aplicado um pós-questionário, contendo apenas perguntas fechadas sobre os conceitos discutidos e as observações realizadas durante os experimentos explicados em aula.

Como método de coleta de dados, foram utilizados os questionários, que, segundo Gil (2019), representam uma das formas mais rápidas de obtenção de informações, com questões respondidas diretamente pelos participantes da pesquisa. Os questionários foram divididos em duas etapas: pré-questionário e pós-questionário, ambos com perguntas objetivas (fechadas) e uma questão aberta. As perguntas fechadas foram compostas por itens de múltipla escolha com resposta única, abordando temas como métodos de separação de misturas e conhecimentos conceituais sobre o conteúdo. A pergunta aberta teve como objetivo investigar se o aluno já havia tido contato com práticas laboratoriais anteriormente.

Os dados obtidos foram tabulados com o auxílio do Excel, a fim de gerar gráficos que fornecessem informações relevantes à pesquisa sobre o processo de ensino-aprendizagem, considerando a abordagem CTSA como elemento fundamental na execução das atividades e no desenvolvimento do subprojeto do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID).

REFERENCIAL TEÓRICO

A Experimentação no Ensino de Química: Uma Abordagem Didática Integrada ao CTSA





A experimentação no ensino de Química é reconhecida por seu potencial em desenvolver habilidades cognitivas, investigativas e argumentativas. De acordo com Bertoni e Júnior (2017, p. 86), “a experimentação se constitui como uma ponte entre a teoria e a prática, favorecendo a aprendizagem significativa e o desenvolvimento de competências científicas”. Cachapuz et al. (2011) reforçam a ideia de que o envolvimento do estudante em atividades experimentais contribui para a construção ativa do conhecimento e para a compreensão da ciência como um empreendimento humano, social e dinâmico.

Ainda segundo Cachapuz et al. (2011, p. 389), “não basta apenas ensinar os produtos da ciência, é preciso ensinar sobre a ciência, seus processos e sua inserção no contexto social e ambiental”. Isso implica compreender que as práticas científicas estão profundamente entrelaçadas com interesses sociais, políticos, econômicos e culturais, e que o ensino deve preparar os alunos para refletir criticamente sobre essas relações.

Zômere e Maldaner (2014, p. 102) defendem que a experimentação orientada por uma perspectiva crítica, como a abordagem CTSA, amplia o papel do aluno como sujeito ativo da aprendizagem e cidadão consciente. Segundo os autores, “a prática experimental, nesse contexto, deixa de ser apenas uma atividade ilustrativa e passa a ser um instrumento de leitura do mundo e de intervenção social”.

Nesse sentido, as atividades desenvolvidas no laboratório devem ser pensadas não apenas como oportunidades de verificação de teorias, mas como espaços de construção de significados, de formulação de problemas e de exercício do pensamento científico. Para Bertoni e Júnior (2017), a experimentação também permite que o professor atue como mediador, criando situações didáticas que desafiem os estudantes a pensar, investigar, dialogar e construir hipóteses.

Além disso, a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) ressalta que o ensino de Ciências deve fomentar a compreensão dos fenômenos naturais e sua relação com os contextos tecnológicos e sociais, desenvolvendo competências para a tomada de decisões responsáveis. A experimentação, nesse cenário, torna-se uma ferramenta essencial para o desenvolvimento das competências e habilidades previstas na BNCC, como a investigação, a comunicação científica, a resolução de problemas e a argumentação baseada em evidências.

A utilização de instrumentos avaliativos, como os questionários pré e pós-prática, também encontra respaldo na literatura. Segundo Fernandes e Freitas (2020), avaliações diagnósticas permitem ao professor conhecer melhor o perfil da turma, identificar lacunas no conhecimento e planejar intervenções mais eficazes. Já a avaliação pós-atividade proporciona



evidências concretas sobre os avanços na aprendizagem e contribui para o desenvolvimento da autonomia estudantil, ao envolver o aluno na análise de seu próprio desempenho.

Dessa forma, o conjunto de estratégias adotado na presente prática experimental, abordagem CTSA, mediação docente e avaliação diagnóstica compõe uma proposta pedagógica integrada, coerente com os princípios de uma educação científica crítica, reflexiva e comprometida com a formação cidadã.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados coletados por meio dos questionários aplicados antes e depois da prática, com o objetivo de avaliar a evolução do conhecimento dos estudantes em relação aos temas trabalhados, apresentam-se a seguir os resultados obtidos, os quais serão discutidos à luz da literatura e da proposta pedagógica do projeto.

Durante a atividade, os alunos participaram ativamente da execução dos experimentos. A prática foi organizada de forma sequencial, abordando diferentes técnicas de separação de misturas: filtração (água e areia), decantação (água e óleo), evaporação (água e NaCl), centrifugação (extrato de feijão e água) e destilação (mistura álcool-água).

Observou-se um elevado nível de engajamento por parte dos alunos, que demonstraram entusiasmo ao manipular os materiais e aplicar os métodos previamente estudados (Figura 1). Ao longo de todo o processo, os bolsistas do PIBID atuaram como mediadores, explicando os princípios químicos relacionados às misturas, os diferentes métodos de separação e suas aplicações, além de promoverem a contextualização dos conteúdos por meio da abordagem CTSA, relacionando-os a situações do cotidiano.

Figura 1. Aplicação da aula experimental: (A, B) Decantação, (C) Destilação simples, (D) Centrifugação (Maceração do feijão), (E) Centrifugação (Utilização do equipamento)



Fonte: Autores, 2025.

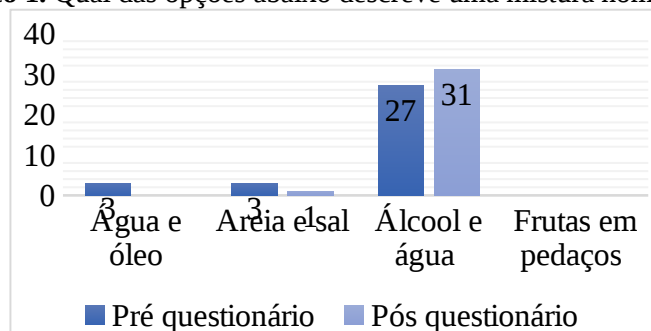




Com a análise dos dados, buscou-se inicialmente verificar o entendimento dos alunos sobre o conceito de misturas, bem como as características que diferenciam misturas homogêneas e heterogêneas. Como apontado por Santos et al. (2021), esse conteúdo pode abrir caminhos para outros temas, possibilitando ao discente enxergar a Química em diversas situações reais, como processos do cotidiano e questões ambientais e sociais.

A primeira pergunta aplicada foi: “Qual das opções abaixo descreve uma mistura homogênea?”. Conforme apresentado no Gráfico 1, observou-se um número reduzido de erros em relação à definição de mistura homogênea, indicando que os alunos já possuíam certo conhecimento prévio e conseguiam fazer a diferenciação visualmente. Após a realização da prática, houve um aumento significativo na escolha da opção correta álcool e água evidenciando uma melhor compreensão das características das misturas homogêneas, especialmente entre os estudantes que ainda apresentavam dúvidas antes da atividade.

Gráfico 1. Qual das opções abaixo descreve uma mistura homogênea?



Fonte: Autores, 2025.

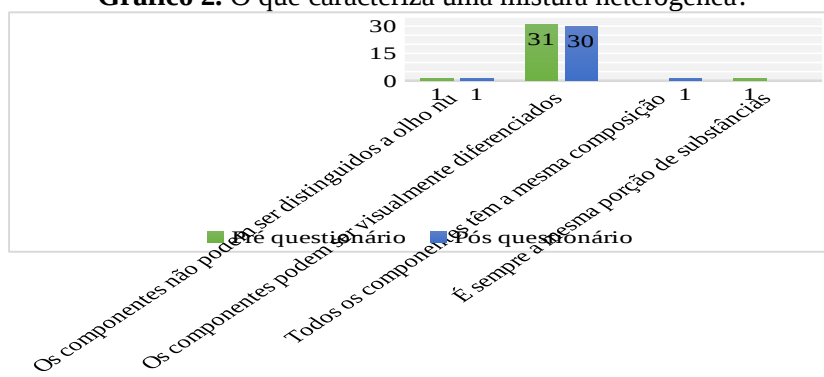
Segundo Cutrim et al. (2021), é necessária intencionalidade no processo de ensino-aprendizagem na atualidade, de modo a permitir que o aluno vivencie o conhecimento por si mesmo, despertando a curiosidade e favorecendo a consolidação do aprendizado de forma autônoma.

Esse viés pedagógico visa à formação de pensadores, especialmente para a aplicação dos conhecimentos adquiridos por meio da ressignificação pessoal durante a assimilação dos conteúdos. O tema "separação de misturas" permite essa articulação entre teoria e prática, ao mesmo tempo em que se relaciona com assuntos sócio-científicos no campo da Química, especialmente no que se refere ao tratamento de água, descarte de resíduos e impactos ambientais. Esses temas possibilitam integrar a educação científica, tecnológica e social,

abordando também aspectos históricos, políticos, éticos e socioeconômicos (Cavalcanti, Bezerra e Lira, 2016).

Nesse sentido, a segunda pergunta, que tratava da identificação de uma mistura heterogênea (Gráfico 2), apresentou um percentual de acertos de 93,75% e 6,25% de erros antes da prática. Após a atividade experimental, houve um leve aumento na taxa de acertos, que passou para 93,94%, com apenas 6,06% de erros. Esses dados demonstram que a maioria dos participantes compreendeu adequadamente as diferenças e características dos dois tipos de misturas, homogêneas e heterogêneas.

Gráfico 2. O que caracteriza uma mistura heterogênea?



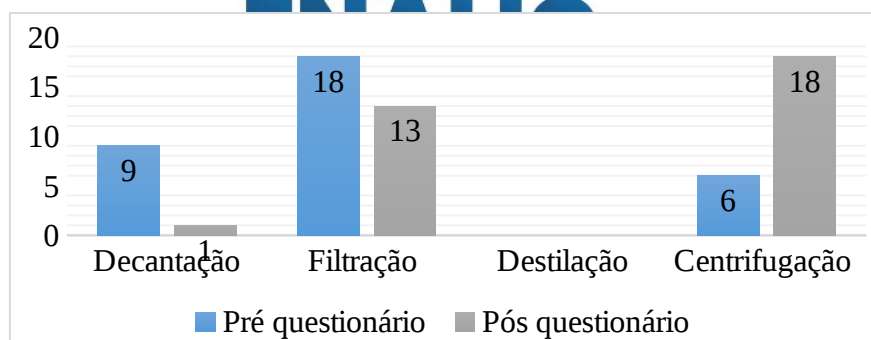
Fonte: Autores, 2025.

Acerca dos métodos de separação de misturas, conforme apresentado no Gráfico 3, observa-se que os estudantes demonstraram um conhecimento razoável sobre o método de filtração, especialmente ao relacioná-lo com situações do cotidiano, como o preparo de café e a filtração da água. No entanto, foi perceptível a pouca familiaridade com os demais métodos de separação.

Dentre esses, destacam-se a centrifugação e a destilação, que geraram mais incertezas entre os alunos. Quando analisados sob a perspectiva da abordagem CTSA, esses métodos, como apontado por Mello et al. (2019), podem ser explorados de diversas formas, envolvendo temas como o descarte adequado de resíduos, alimentação e saúde. Um exemplo é o uso do óleo de cozinha em atividades de decantação — substância que, quando descartada de forma incorreta, pode gerar impactos ambientais significativos, servindo como ponto de partida para debates críticos sobre práticas sustentáveis e responsabilidade socioambiental.

Gráfico 3. Qual o método adequado para separar sólidos de líquidos em suspensão?



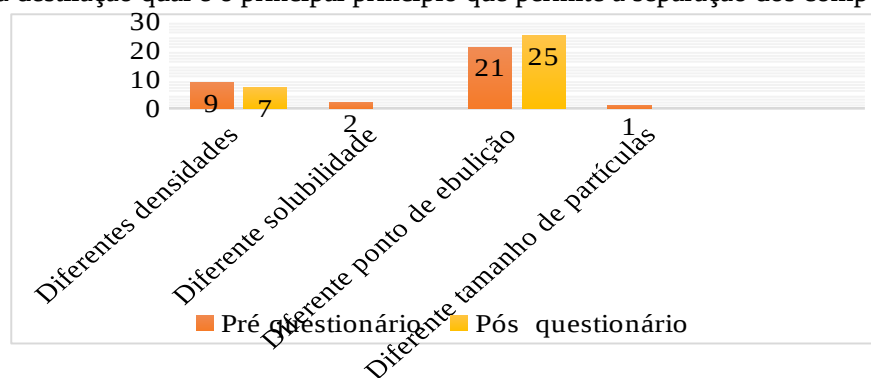


Fonte: Autores, 2025.

Os métodos decantação, filtração e centrifugação são métodos físicos para separação de misturas heterogêneas, relacionando-se pelo tipo de componente que se deseja separar (sólido-líquido ou líquido-líquido), dependendo das propriedades físicas das substâncias, como densidade e tamanho das partículas (Atkins; Jones, 2012, p.74). Portanto a dúvida sobre qual método utilizar é plausível mediante a pergunta, mas ainda demonstra que ao aprender sobre o método de centrifugação os alunos puderam compreender a facilidade e utilidade do processo aplicado e a rapidez que envolve este método na separação de misturas.

No caso da destilação, um método de separação de misturas homogêneas, segundo Atkins e Jones (2012) seu princípio parte-se aos diferentes pontos de ebulição, onde os componentes da mistura vaporizam-se em temperaturas distintas e condensam-se ao resfriamento. Conforme os dados e os relatos orais dos alunos, para eles foi interessante poder separar a água do álcool, por ser um processo ainda não visto e pelo fato do álcool se separar da água e depois voltar ao estado líquido através da resfrição, durante a atividade muitos evidenciaram que conseguiram associar os conteúdos à realidade, como a destilação na produção de bebidas alcoólicas.

Gráfico 4. Na destilação qual é o principal princípio que permite a separação dos componentes?

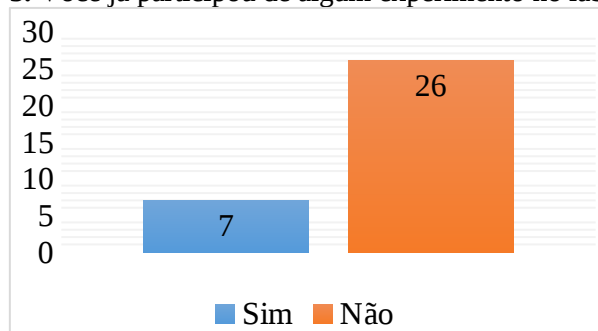


Fonte: Autores, 2025.



Como última pergunta (Gráfico 5), foi indagado aos alunos sobre sua participação em atividades experimentais no laboratório e apenas 21,21% dos alunos responderam que haviam tido contato prévio com práticas laboratoriais. Dentre os que responderam sim, alguns relataram que a experiência foi dentro de sala de aula com materiais de baixo custo e 78,79% nunca tiveram acesso a aulas experimentais, evidenciando a carência de vivências experimentais em sua trajetória escolar.

Gráfico 5. Você já participou de algum experimento no laboratório?



Fonte: Autores, 2025.

A experimentação, nesse processo, mostrou-se transformadora para os alunos que nunca haviam tido a oportunidade de estar em um laboratório. Muitos demonstraram interesse em estudar Química e em participar de mais práticas experimentais. Essa abordagem permitiu que os estudantes vivenciassem a aplicação dos métodos de separação de misturas, fortalecendo a construção do conhecimento por meio da experiência prática e do trabalho colaborativo.

Isso reafirma como a abordagem CTSA possibilita aos alunos estabelecerem conexões entre os processos aprendidos e situações reais do cotidiano, como o tratamento e a purificação da água, a reciclagem de materiais, a separação de resíduos e até práticas domésticas simples, como a filtragem de café e a decantação do óleo (Solbes, 2013).

Os dados coletados evidenciam uma melhora significativa no desempenho dos estudantes. Em comparação com os resultados do pré-teste, observou-se um aumento superior a 50% nos índices de acerto em todas as questões. Esse avanço demonstra que a prática contribuiu de forma efetiva para a compreensão dos conceitos, reforçando a importância da experimentação como recurso metodológico eficaz.

Além disso, o contato direto com os alunos durante a prática experimental foi uma experiência profundamente enriquecedora e transformadora em nossa trajetória como professores em formação. Estar em um ambiente de ensino, mediando a aprendizagem de forma prática, proporcionou não apenas a aplicação dos conhecimentos teóricos adquiridos ao





longo do curso, mas também o desenvolvimento de habilidades pedagógicas fundamentais, como a escuta atenta, a mediação do conhecimento e a gestão da sala de aula.

Nesse processo, contar com a presença de um professor supervisor ao longo da atividade nos ofereceu a segurança necessária para atuar com mais autonomia e confiança, sabendo que havia apoio e orientação contínuos. Essa convivência ativa com os alunos nos permitiu compreender, na prática, os desafios e as recompensas do processo de ensino-aprendizagem, o que fortaleceu ainda mais nossa escolha pela docência.

Essa conexão reforçou a compreensão de que a Química vai além do laboratório, sendo uma ferramenta essencial para compreender e intervir, de forma crítica e consciente, nas questões científicas, tecnológicas e ambientais que permeiam a vida em sociedade.

Acompanhar de perto o engajamento dos estudantes durante a realização das práticas de separação de misturas foi extremamente gratificante. Observar a curiosidade sendo despertada, o entusiasmo diante dos experimentos e, principalmente, perceber que os conceitos trabalhados estavam sendo compreendidos de forma significativa demonstrou a potência da experimentação no ensino de Química. O êxito dos alunos na execução dos procedimentos e, posteriormente, a análise dos resultados obtidos no questionário pós-prática revelaram avanços importantes na compreensão dos conteúdos abordados. Esse retorno positivo reforçou a importância de metodologias ativas e da abordagem CTSA no processo educativo, evidenciando o quanto o contato com situações concretas pode tornar o ensino mais efetivo e relevante para a realidade dos estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência relatada neste trabalho evidenciou a eficácia da experimentação como estratégia pedagógica para o ensino de Química no ensino médio, especialmente quando articulada a uma abordagem contextualizada e crítica, como propõe a perspectiva CTSA. A realização da prática sobre separação de misturas e modelos atômicos, conduzida com uma turma do curso técnico em Mineração do IFAP, demonstrou que atividades laboratoriais, mesmo com estrutura simples, promovem o engajamento dos estudantes, despertam a curiosidade científica e favorecem a aprendizagem de conceitos abstratos por meio da vivência prática.

Os dados obtidos por meio da aplicação dos questionários, antes e após a prática, revelaram um crescimento expressivo no desempenho dos alunos em relação aos conteúdos abordados. A análise comparativa dos resultados demonstra que a prática contribuiu





significativamente para a ampliação do conhecimento dos estudantes, especialmente no que se refere aos modelos atômicos, cujo índice de acerto foi baixo no pré-teste, mas apresentou melhora significativa no pós-teste. Além disso, o contato com o ambiente laboratorial e com os materiais experimentais suscitou reflexões sobre a importância da ciência na sociedade, aproximando os discentes da realidade da pesquisa científica e promovendo uma aprendizagem mais significativa e crítica.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento à formação de professores, ao Instituto Federal do Amapá (IFAP) – Campus Macapá, pela estrutura e apoio, aos colegas de subprojeto e à supervisão do professor Tiago Linus Silva Coelho, pela colaboração e mediação durante as atividades desenvolvidas. Estendemos nosso reconhecimento aos estudantes participantes, que contribuíram ativamente para a realização da experiência.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, Glen S. Science education for everyday life: evidence-based practice. New York: Teachers College Press, 2005.

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

BERTONI, Danislei; JÚNIOR, A. F. Atividades práticas/experimentais para o ensino de Ciências além das barreiras do laboratório. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 3, n. 3, p. 25–45, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 20 jul. 2025.

CACHAPUZ, António; GIL-PÉREZ, Daniel; PRAIA, João; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. A necessária renovação do ensino das ciências. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CAVALCANTI, Jordhan Willamys; BEZERRA, Marayza da Silva; LIRA, José Ayrton. Abordagem CTSA: técnicas de separação de mistura presentes no cotidiano um caminho para o empoderamento e a motivação intrínseca do alunado no processo de ensino-aprendizagem. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, [s. l.], v. X, n. X, p. XX–XX, ano. [Completar dados].





CUTRIM, Fiana M., SILVA, Manuela C.M., RAMOS, Emily Cristina S.S., CARVALHO, Marise P., CAVALCANTE, Kiany Sirley B. Separação de Misturas e Meio Ambiente: Uma Atividade Experimental Problematicadora. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 7, n. 3, p. 40-57, 2021.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. A pesquisa no ensino de ciências: tendências e perspectivas. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 7–21, 1990. Disponível em: <https://revistas.udesc.br/index.php/ccefisica/article/view/2313>. Acesso em: 20 jul. 2025.

FERNANDES, C.; FREITAS, L. Avaliação diagnóstica e pós-atividade como instrumentos de promoção da autonomia estudantil. [Revista/Periódico a completar], v. X, n. X, p. XX–XX, 2020. [Completar dados].

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

HODSON, Derek. Por que ensinar ciência? São Paulo: Edições Loyola, 2001.

MELLO, Flávia D. Gomes; SANDRI, Marilei C. M.; GIUSTI, Edneia D.; ROBAERT, Samuel. Determinação do grau de saponificação de óleo residual: uma experiência no ensino de Química sob as perspectivas CTSA e Química Verde. *Educación Química*, Ciudad de México, v. 30, n. 1, p. 21–30, 2019. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2019000100021. Acesso em: 9 ago. 2025.

SANTOS, Brenda Silva dos., LIMA, Taís Cristina., ESTEVÃO, Ana Paula S.S., SANTOS, Ana Paula Bernardo dos. Experimentação investigativa – a utilização de materiais alternativos para explorar métodos de separação de misturas a partir de estudos de caso no ensino médio. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 3, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/5759>. Acesso em 18 de jul. 2025.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise das abordagens CTSA no contexto da educação científica no Brasil. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 4, n. 1, p. 1–30, 2002. Disponível em: <https://www.abrapecnet.org.br/revista/index.php/Ensaio/article/view/36>. Acesso em: 20 jul. 2025.

SOLBES, Jordi. A contribuição das questões sociocientíficas para o desenvolvimento do pensamento crítico (II): exemplos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 10, n. 2, p. 171-181, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10498/15113>. Acesso em: 17 jul. 2025.

ZÔMERE, R.; MALDANER, Otávio Aloísio. A prática experimental como instrumento de leitura do mundo e intervenção social. In: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MALDANER, Otávio Aloísio (org.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Editora Unijuí, 2014. p. 95–113.

