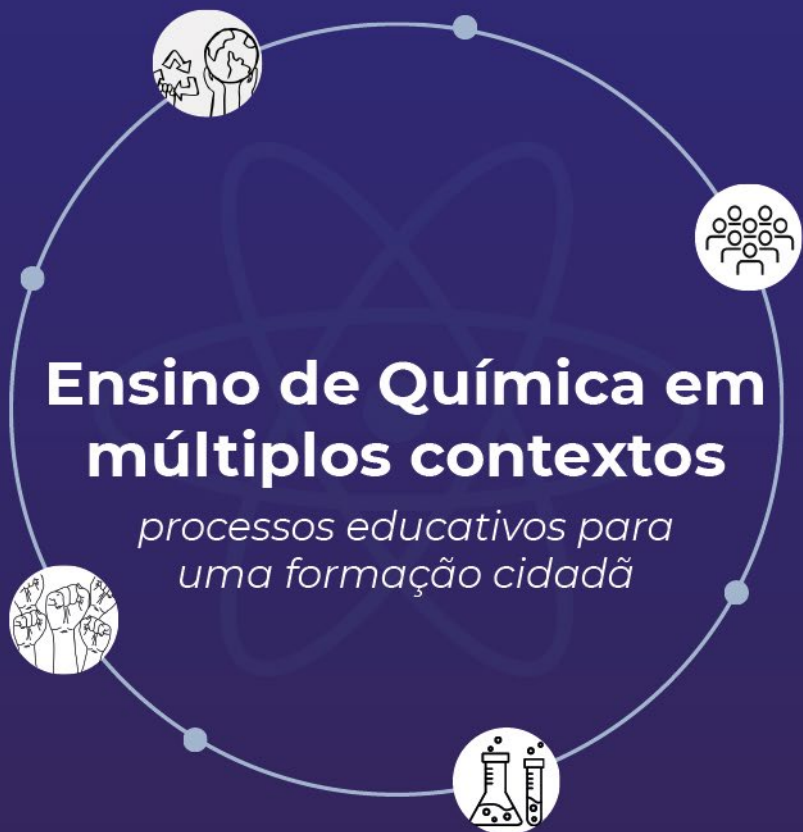


Maria Dulcimar de Brito Silva
Luely Oliveira da Silva
Ronilson Freitas de Souza



Ensino de Química em múltiplos contextos

processos educativos para uma formação cidadã

Maria Dulcimar de Brito Silva
Luely Oliveira da Silva
Ronilson Freitas de Souza



Ensino de Química em múltiplos contextos

*processos educativos para
uma formação cidadã*



Universidade do Estado do Pará

Reitor

Clay Anderson Nunes Chagas

Vice-Reitora

Ilma Pastana Ferreira

Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Luanna de Melo Pereira Fernandes

Pró-Reitora de Graduação

Acylena Coelho Costa

Pró-Reitor de Extensão

Higson Rodrigues Coelho

Pró-Reitor de Gestão e Planejamento

Carlos José Capela Bispo



EDITOR DE ÁREA

Prof. Dr. Erick Elisson Hosana Ribeiro (PPGEECA-UEPA/Belém-PA)

CONSELHO EDITORIAL CIENTÍFICO

Coleção Educação & (Com)Ciência na Amazônia / EDUEPA

Anderson Madson Oliveira Maia/ UEPA/ Belém-PA

Alcindo da Silva Martins Junior/ UEPA/ Salvaterra-PA

Bianca Venturieri/ UEPA/ Belém-PA

Danielle Rodrigues Monteiro da Costa/ UEPA/ Marabá-PA

Darlene Araújo Gomes/ UEPA/ Conceição do Araguaia-PA

Diego Ramon Silva Machado/ UEPA/ Belém-PA

Frederico da Silva Bicalho/ UEPA/ Belém-PA

]Inês Trevisan/ UEPA/ Barcarena-PA

Jacirene Vasconcelos de Albuquerque/ UEPA/ Belém-PA

José Fernando Pereira Leal/ UEPA/ Castanhal-PA

José Ricardo da Silva Alencar/ UEPA/ Belém-PA

Klebson Daniel Sodré do Rosário/ UEPA/ Paragominas-PA

Luciana de Nazaré Farias/ UEPA/ Belém-PA

Luely Oliveira da Silva/ UEPA/ Belém-PA

Lucicléia Pereira da Silva/ UEPA/ Belém-PA

Milta Mariane da Mata Martins/ UEPA/ Conceição do Araguaia-PA

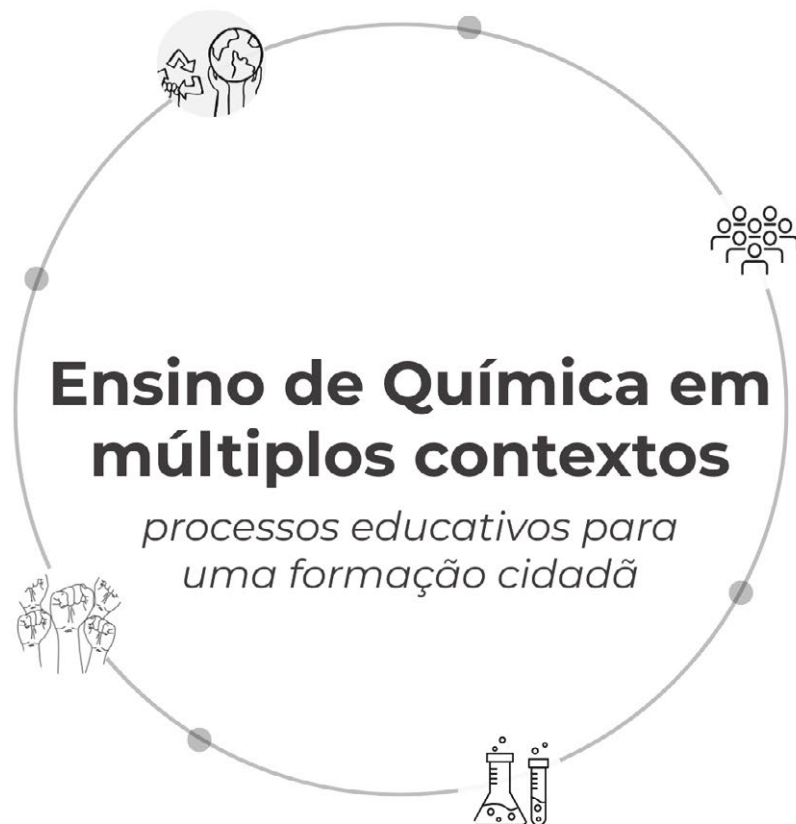
Priscyla Cristinny Santiago da Luz/ UEPA/ Moju-PA

Ronilson Freitas de Souza/ UEPA/ Belém-PA

Sinaida Maria Vasconcelos/ UEPA/ Belém-PA

Vania Lobo Santos Magalhães/ UEPA/ Belém-PA

Maria Dulcimar de Brito Silva
Luely Oliveira da Silva
Ronilson Freitas de Souza



Realização

Universidade do Estado do Pará - UEPA
Programa de Pós-graduação em Educação e Ensino de Ciências da Amazônia

Normalização e Revisão	Diagramação	Apoio Técnico
Gustavo Suertegaray Saldivar	Odivaldo T. Lopes	Israel Pedro Dantas da Nóbrega Renata do Socorro Moraes Pires José Diogo Evangelista Reis José Orlando Melo de Melo
Capa		
José Orlando Melo de Melo		

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Ensino de química em múltiplos contextos [livro eletrônico] : processos educativos para uma formação cidadã / organizadores Maria Dulcimar de Brito Silva, Luely Oliveira da Silva, Ronilson Freitas de Souza. -- 1. ed. -- Belém, PA : Edições PPGECA, 2026.

PDF

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN 978-65-85158-68-8

1. Química - Estudo e ensino I. Silva, Maria Dulcimar de Brito. II. Silva, Luely Oliveira da. III. Souza, Ronilson Freitas de.

26-342810.0

CDD- 540.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Química : Estudo e ensino 540.7

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons
Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional.



SOBRE O/AS ORGANIZADOR/AS

MARIA DULCIMAR DE BRITO SILVA

Licenciada Plena em Química, pela Universidade Federal do Pará (UFPA), mestra em Química de Produtos Naturais, pela UFPA, Docente Assistente IV da Universidade Estadual do Pará (UEPA) e membro do Grupo de Pesquisa em Ciências e Tecnologias Aplicadas à Educação, Saúde e Meio Ambiente, da UEPA.

E-mail: dulcimar@uepa.br

ID Lattes: 9320177059898828

ORCID: 0000-0001-5556-6173

LUELY OLIVEIRA DA SILVA

Licenciada em Química, mestre e doutorada em Química Orgânica, pela UFPA, docente da UEPA e professora permanente do Programa de Pós-graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, da UEPA.

E-mail: luely.silva@uepa.br

ID Lattes: 4910438955907864

ORCID: 0000-0001-8283-7370

RONILSON FREITAS DE SOUZA

Licenciado, mestre e doutor em Química, pela UFPA, Docente Assistente IV do curso de Licenciatura em Química e professor permanente do Programa de Pós-graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, da UEPA.

E-mail: ronilson@uepa.br

ID Lattes: 0747461930362318

ORCID: 0000-0002-0463-8584

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	10
Os Organizadores	
PREFÁCIO	12
Prof. Dr. Fábio Rogério Rodrigues dos Santos.	
CAPÍTULO I: ESTRATÉGIAS E RECURSOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA.....	14
PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA: UTILIZANDO A SÉRIE AVATAR: O ÚLTIMO MESTRE DO AR.....	15
Aline Mirian Teixeira Sodré Jeovane Barros Silva Luely Oliveira da Silva	
ENSINO DE EXATIDÃO E DE PRECISÃO EM QUÍMICA ANALÍTICA: O IMPACTO DAS ATIVIDADES LABORATORIAIS NO APRENDIZADO	31
Edenilson Aragão de Moura Genivaldo Farias Campos Maik Cauan Silva Recoliano Luciana Otoni de Souza Gabriel dos Anjos Guimarães Gysele Maria Morais Costa	
A BATALHA DOS MODELOS ATÔMICOS: O LÚDICO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA.....	40
Saymon Fonseca Lopes Bruno Araujo dos Santos Israel Pedro Dantas da Nóbrega Lucivaldo da Cruz Marinheiro Junior Matheus da Costa de Almeida Maria Dulcimar de Brito Silva	
O USO DE MOLÉCULAS IMPRESSAS EM 3D NO ENSINO DE ISOMERIA ESPACIAL.....	53
Luiz Gabriel Araújo da Fonseca Luciana Otoni de Souza Gysele Maria Morais Costa Ronilson Freitas de Souza	

INDICADORES ÁCIDO-BASE NATURAIS NO ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO ESCOLAR INDÍGENA	68
Victor Wagner Bechir Diniz	
O MIRITI COMO RECURSO AMAZÔNICO: UM SABER REGIONAL NO ENSINO DE QUÍMICA	81
Raissa Gerald Santos Anthoniel Hendel Silva de Souza Áyla Seabra Rodrigues Maria Dulcimar de Brito Silva	
CAPÍTULO II: A QUÍMICA NAS QUESTÕES AMBIENTAIS E SOCIAIS.....	95
LIXO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA ABORDAGEM TEMÁTICA PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA.....	96
Bruno Araujo dos Santos Israel Pedro Dantas da Nóbrega Lucivaldo da Cruz Marinheiro Junior Maria Dulcimar de Brito Silva	
O DENDÊ NO ENSINO DE QUÍMICA: ASPECTOS QUÍMICOS E AMBIENTAIS DE UM RECURSO NATURAL	110
Jairo Ricardo Ferreira de Sousa Williane Azevedo da Silva Juliane Larissa Barbosa Santos Cristiele de Freitas Pereira Maria Dulcimar Brito Silva	
A ÁGUA COMO RECURSO FUNDAMENTAL: UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM PARA O ENSINO DE QUÍMICA.....	128
Rodrigo Pereira Costa João Victor dos Santos Cardoso Yasmin de Almeida Santana Maria Dulcimar de Brito Silva	
O ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS PARA INDÍGENAS MUNDURUKU, UTILIZANDO SEMENTES.....	139
Victor Wagner Bechir Diniz	
QUÍMICA E CULTURAS AFRICANA E AFRO-BRASILEIRA: UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NA FORMAÇÃO DOCENTE.....	152
José Orlando Melo de Melo Maria Dulcimar de Brito Silva	

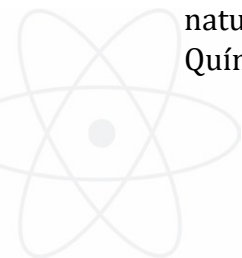
CAPÍTULO III: DIÁLOGOS ENTRE A HISTÓRIA E A CIÊNCIA	168
DOROTHY HODGKIN E A DIFRAÇÃO DO RAIO-X: DESVENDANDO AS ESTRUTURAS DA PENICILINA, DA VITAMINA B12 E DA INSULINA.....	169
Bruno Araujo dos Santos Israel Pedro Dantas da Nóbrega Lucivaldo da Cruz Marinheiro Junior Maria Dulcimar de Brito Silva	
A HISTÓRIA DA RADIOATIVIDADE NO ENSINO DE QUÍMICA.....	182
Anabela Castro de Sousa Bruno Araujo dos Santos Cristiele de Freitas Pereira Maria Dulcimar de Brito Silva	
RADIOATIVIDADE E ENERGIA NUCLEAR: DISCUSSÕES PARA O ENSINO DE QUÍMICA	195
Matheus da Costa de Almeida Bruno Araújo dos Santos Lucas Marques Campos Yasmin de Almeida Santana Maria Dulcimar de Brito Silva	
POSFÁCIO	205
SOBRE OS/AS UTORES/AS	207
ÍNDICE REMISSIVO	212

APRESENTAÇÃO

Um dos grandes desafios do ensino de Química é ter condições mínimas para desenvolver um ensino de qualidade a todos os cidadãos. Uma ideia que já vem sendo trabalhada por muitos, há muitos anos, e que continua sendo discutida, sempre que a compreensão do aprendizado em sala de aula se faz necessária.

Nesse, e em outros múltiplos contextos, o papel do ensino de Química é de grande relevância, por conter ideias claras, que orientam e que desencadeiam grandes contribuições no âmbito educacional. Como pano de fundo, surge este livro, intitulado *Ensino de Química em múltiplos contextos: processos educativos para uma formação cidadã*, que traz trabalhos de pesquisa acadêmica sobre o ensino de Química, desenvolvidos com alunos de graduação e de pós-graduação, apresentados em três capítulos e seguidos de eixos temáticos, considerados importantes à formação de futuros professores:

- *Capítulo 1 - Estratégias e recursos para o ensino de Química*, em que foram reunidas propostas de ensino diferenciadas, como jogo argumentativo para Modelos Atômicos, Isomeria com peças em 3D, indicadores naturais e miriti como materiais didáticos.
- *Capítulo 2 - Química e as questões ambientais e sociais*, que aborda temas ambientais na formação de professores, a exemplo de aspectos químicos do dendê como recurso natural, de água como recurso fundamental ao ensino de Química, de Reações Químicas com sementes, para o povo



Munduruku, e de Química e as Culturas Africana e Afro-Brasileira na formação docente.

- *Capítulo 3 - Diálogos entre a História e a Ciência*, que trata das histórias da difração de raios-X, para desvendar as estruturas da penicilina, da vitamina B12 e da insulina, e da Radioatividade e da energia nuclear no ensino de Química.

O livro, organizado pelo/as professor/as Maria Dulcimar de Brito Silva, Luely Oliveira da Silva e Ronilson Freitas de Souza, apresenta relevância acadêmica, porque descreve o panorama atual do ensino de Química, em diferentes abordagens, e deve ser considerado importante por todos aqueles que têm interesse em ampliar seus conhecimentos na área, além de ser utilizado como registro histórico das atuações de alunos e de professores de Química da Universidade do Estado do Pará.

Os Organizadores



PREFÁCIO

Minhas experiências, ao longo de 14 anos de magistério na educação básica, proporcionaram momentos diferentes de sentimentos, mas destaco aqueles que marcaram positivamente essa trajetória. Creio que, nesse contexto, aquelas que trazem boas lembranças e inúmeros aprendizados foram fundamentais e ainda repercutem atualmente na minha rotina, agora no magistério superior. Recordo que, em inúmeras vezes, além dos livros didáticos, utilizei o que era bem comum na época, os chamados livros paradidáticos, com a finalidade de conhecer uma diversidade de assuntos e de como os mesmos poderiam ser discutidos em sala de aula. Periodicamente, as temáticas que encontrei nessas obras eram levadas para debates com outros professores de áreas afins, pois sempre considerei de grande importância entender como os docentes de outras áreas do conhecimento compreendiam os diferentes assuntos, que ao meu ver, possuíam relações com a Química.

A docência também oportunizou criar fortes vínculos de amizade e acredito que em todos esses anos de apreço que tenho pelos professores Maria Dulcimar de Brito Silva e Ronilson Freitas de Souza me levam ao sincero agradecimento, pois o convite que recebi para minhas considerações prefaciais desta importante obra gerou um grande estímulo para escrevê-lo, considerando, da mesma forma, a consciência dessa significativa atribuição.

Recordo que, em função das nossas diversas incumbências e de atuarmos em diferentes instituições públicas de ensino superior, utilizamos os eventos científicos e o correio eletrônico para inicialmente consolidar nossos vínculos de amizade e, paralelamente, discutirmos sobre aspectos pertinentes ao ensino e à pesquisa.

É notório que temos desafios, que em certos aspectos são muito próximos, dentre eles destaco a periodicidade que encontramos em manter nossos alunos e orientandos focados e estimulados, pois penso que é necessário darmos o máximo para a formação dos futuros educadores, onde evidencio aqueles vinculados à nobre área da Química.

Particularmente, considero que os processos formativos de educadores oportunizam a consolidação e capacitação de docentes para atuarem de modo mais efetivo no desenvolvimento de práticas pedagógicas coerentes com as exigências da formação científica na sociedade atual, marcada por rápidas transformações tecnológicas, sociais e ambientais. Esses aspectos são claramente evidenciados ao longo da leitura dos capítulos desta obra, que oferecem subsídios teóricos e metodológicos consistentes para a reflexão e a qualificação da prática docente, especialmente no campo do Ensino de Química.

Desejo que este livro seja uma importante referência para professores, pesquisadores e estudantes interessados pela temática.

Em, 27 de jan. de 2026, tarde, em Santarém-PA

*Prof. Dr. Fábio Rogério Rodrigues dos Santos.
Instituto de Ciências da Educação. Universidade Federal do Oeste do Pará*



Capítulo I

Estratégias e recursos para o Ensino de Química

PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA: UTILIZANDO A SÉRIE AVATAR: O ÚLTIMO MESTRE DO AR

Aline Mirian Teixeira Sodré
Jeovane Barros Silva
Luely Oliveira da Silva

Introdução

O ensino de Química no nível médio enfrenta desafios, relacionados à abstração conceitual e à dificuldade de engajar os estudantes, que muitas vezes não conseguem relacionar os conteúdos ao seu cotidiano. Nesse contexto, o uso de recursos digitais e de referências da cultura *pop* surge como alternativa para tornar o aprendizado mais significativo e atrativo (Guimarães; Wiggers; Tocantins, 2015; Teixeira; Silva; Farias, 2024).

Nesse sentido, a série *Avatar: o último mestre do ar* apresenta elementos narrativos e visuais que podem ser associados a conceitos químicos de maneiras lúdica e significativa. Como professores/as de Química avaliam o potencial de uma sequência didática, baseada na série *Avatar: o último mestre do ar*? Em que medida esta proposta pode facilitar a compreensão e ampliar o interesse dos estudantes do 1º ano do ensino médio em conceitos fundamentais de Química, quando comparada a métodos tradicionais?

Esse estudo tem, como objetivo geral, elaborar uma sequência didática em formato de cartilha, fundamentada na série *Avatar: o último mestre do ar*, como ferramenta metodológica para o ensino de Química no 1º ano do ensino médio, a partir da análise crítica de quatro professores/as da rede pública.

De forma específica, busca-se apresentar a sequência didática a outros docentes, para avaliação crítica, considerando suas expe-

riências pedagógicas e seus contextos escolares; analisar percepções, críticas e sugestões, quanto à aplicabilidade, à adequação e à eficácia potencial da proposta, em comparação com metodologias tradicionais; desenvolver uma abordagem que integre elementos narrativos e visuais da série a conceitos fundamentais de Química, promovendo um ensino lúdico e significativo; e facilitar a compreensão e ampliar o interesse dos estudantes em conteúdos essenciais da disciplina.

Metodologia

O estudo adotou uma abordagem qualitativa, voltada a compreender experiências e percepções de professores/as sobre a proposta de sequência didática. Participaram quatro docentes de Química da rede pública de Belém (PA), que avaliaram o material e que contribuíram com críticas e com sugestões para o seu aperfeiçoamento.

Os dados foram coletados por meio de questionários e analisados, com base na técnica Análise Textual Discursiva (ATD), permitindo categorizar informações e identificar melhorias (Moraes; Galiazzi, 2007).

Na elaboração da sequência didática, considerou-se o currículo do 1º ano do ensino médio, etapa em que os conteúdos de Química são fundamentais à compreensão de conceitos mais avançados. Optou-se por materializar a proposta em formato de cartilha, integrando episódios da série *Avatar: o último mestre do ar* a habilidades e a competências previstas nas diretrizes curriculares do estado do Pará.

As atividades foram apresentadas aos/às professores/as para verificar sua aplicabilidade em sala de aula, proporcionando uma abordagem ativa e contextualizada, e a análise das contribuições docentes serviu de base para validar a proposta e para avaliar a sua eficácia pedagógica.

Ao tentar ensinar conceitos de Química por meio dos episódios da série em questão, buscou-se alinhar as habilidades e as competências trabalhadas aos objetivos educacionais definidos para o ensino da disciplina, conforme as diretrizes curriculares do estado do Pará, e as atividades elaboradas foram apresentadas a professores/as, para avaliar sua aplicação em sala de aula, visando a construção de uma abordagem ativa e envolvente.

Resultados e discussão

A avaliação foi realizada por quatro professores/as de Química, citados/as como PROFA. AR, PROFA. TERRA, PROF. FOGO e PROF. ÁGUA, que concordaram em participar do estudo, assinando o termo de consentimento para participação na pesquisa, e que avaliaram a proposta da sequência didática, respondendo a um questionário de seis pontos, resultando em 24 respostas. As avaliações foram feitas pela Análise Textual Discursiva, que possibilitou a apresentação das respostas em códigos, com amplo debate, ao longo da execução da pesquisa.

Análise das avaliações dos/as professores/as, utilizando a ATD

Nessa parte, apresentam-se os achados das respostas dos questionários aplicados aos/às professores/as, a partir da Análise Textual Discursiva — a ATD é um método qualitativo, que possibilita a análise e a interpretação de respostas a formulários de formas minuciosa e organizada.

O quadro foi estruturado com o intuito de facilitar a compreensão das diferentes categorias emergentes, a partir das respostas dos/as professores/as, as quais foram agrupadas, sob três aspectos: unidades de significado; categoria inicial; e categoria final (as categorias finais foram assim definidas: recomendação da cartilha; relevância do conteúdo para a série; e planejamento e sequência de ensino).

Ao classificar as respostas, buscou-se reconhecer aspectos positivos, bem como pontos a ser melhorados, da cartilha e trazer propostas para melhorar a aplicação e a eficiência do mecanismo no ensino. A seguir, são apresentados o quadro com as categorias e as respostas correspondentes dos/as professores/as.

Recomendações da cartilha

A recomendação e a aplicabilidade da cartilha foram amplamente colocadas, pelos/as professores/as. Embora a proposta inicial fosse direcionada ao ensino de Química para alunos do 1º ano do ensino médio, os/as docentes destacaram a clareza e a didática do material, bem como sua temática atual e envolvente. Para compreender a percepção dos/as professores/as sobre a cartilha, foram coletadas respostas, que abordaram diferentes aspectos da recomendação do material, que vão apresentadas a seguir, na íntegra.

AG1-1: *“Sim. Está bem elaborada e bem didática”.*

(informação pessoal da PROFA. AR)

AG1-2: *“Recomendaria, acho a temática atual e envolvente”.*

AG3-2: *“Acho a temática atual e envolvente”.*

(informação pessoal da PROFA. TERRA)

AG1-3: *“Sequência boa e relevante”.*

AG2-3: *“Sim, recomendaria”.*

(informação pessoal do PROF. FOGO)

AG1-4: *“A SD (sequência didática) é apresentada de forma clara e compreensível, facilitando o entendimento e a aplicação por parte dos professores. Os elementos básicos já estão bem delineados, permitindo que a proposta seja facilmente implementada em sala de aula ou outros contextos educacionais”.*

AG2-4: *“Recomendo fortemente esta proposta para outros professores, especialmente porque ela traz uma abordagem inovadora que integra a cultura*



popular e tecnologias educacionais no ensino de química. Esta metodologia pode atrair mais o interesse dos alunos e tornar as aulas mais envolventes e significativas”.

(informação pessoal do PROF. ÁGUA)

O conteúdo atual da cartilha foi um ponto positivo destacado pelos/as professores/as. A utilização de temas modernos pode despertar o interesse dos alunos e tornar as aulas mais dinâmicas — motivo pelo qual os professores recomendam o material. Pricinotto (2022) coloca a importância de o professor entender o contexto de cada aluno, pois cada um aprende de maneira singular, sendo sensibilizado em momentos e de formas diferentes, e são claras as necessidades de ampliar os horizontes de todos em sala de aula e de ir além do currículo escolar, chegando à contemporaneidade, que contempla aspectos sociais, políticos, econômicos, éticos, culturais, de diversidade, entre outros, visando a construção de um aluno crítico.

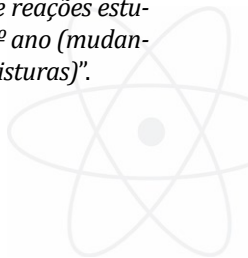
Relevância da série para os conteúdos

A relevância da série para os conteúdos foi considerada positiva, pelos/as professores/as, que reconheceram a adequação dos temas tratados na cartilha a diversos anos dos ensinos fundamental e médio. Embora a proposta inicial fosse direcionada ao 1º ano do ensino médio, os/as educadores/as ressaltaram que os conteúdos são apropriados também ao ensino fundamental e ao 2º ano do ensino médio. Ademais, destacaram que a cartilha incorpora elementos pedagógicos propícios ao ensino de Química em diferentes níveis de ensino.

CO1-1: *“Sim, a cartilha está bem didática”.*

AG1-1: *“Sim. Está bem elaborada e bem didática”.*

AA1-1: *“Bom, primeiramente boa parte desses assuntos não vimos mais no 1º ano (somente reações estudamos no 1º ano). São abordados no 9º ano (mudança de estado e afins). 2º ano (gases e misturas)”.*



(informação pessoal da PROFA. AR)

AG2-2: *“Recomendaria principalmente para professores do ensino fundamental que trabalham os estados e mudanças de estado físico da água”.*

(informação pessoal da PROFA. TERRA)

CO1-3: *“Sim, ficou bem claro”.*

AA1-3: *“Bem, alguns desses conteúdos são trabalhados em séries diferentes”.*

CO1-4: *“Sim, a cartilha apresenta elementos pedagógicos favoráveis para o Ensino de Química”.*

(informação pessoal do PROF. FOGO)

AG3-4: *“A justificativa para a recomendação está no fato de que muitas escolas ainda não utilizam recursos como este em suas aulas de química. A falta de tempo para planejamento e criação de materiais didáticos por parte dos professores é uma barreira comum, e materiais sugestivos como está SD podem auxiliar significativamente esses profissionais. Além disso, a integração de elementos culturais e tecnológicos pode proporcionar uma experiência de aprendizado mais rica e contextualizada para os alunos”.*

(informação pessoal do PROF. ÁGUA)

Os professores mencionaram que a cartilha pode ser utilizada nos ensinos fundamental e médio, demonstrando sua flexibilidade. A capacidade de adaptação da cartilha para diferentes níveis de ensino é crucial, pois permite que o material atenda às necessidades específicas de cada turma. Segundo Correa *et al.* (2023), a utilização de cartilhas como instrumentos de ensino, como sequências didáticas, tem se revelado uma metodologia eficaz para suprir necessidades específicas de estudantes.

A cartilha também pode ajudar a superar barreiras comuns no ensino, como a falta de tempo para planejamento e para criação de materiais didáticos. Já Ferraz *et al.* (2023) referem a cartilha

como uma ferramenta eficaz para promover um aprendizado significativo e para divulgar conhecimento científico em ambientes formais e não formais. Com um design infográfico, que combina texto e imagem, a cartilha visa transmitir informações de forma visualmente atraente e concisa, tornando o conteúdo mais acessível e compreensível ao leitor.

Planejamento e sequência didática de ensino

O planejamento e a sequência didática de ensino da cartilha foram destacados como pontos fortes, pelos/as professores/as. Eles/as avultaram alguns aspectos, como a importância de vincular a teoria à prática no ensino de Química, e também sugeriram adaptações para aprimorar ainda mais a eficácia da cartilha, como a inclusão de atividades práticas e a sua integração com jogos lúdicos, visando facilitar a compreensão dos conceitos abordados.

CO2-1: *“Mostrar os conceitos através da prática (experimentos)”*.

AA2-1: *“Mas, independentemente do assunto e série, sempre relacionando a teoria com a prática”*.

AA3-1: *“Mostrar através da prática a teoria ensinada, faz com que eles tenham uma melhor compreensão dos conceitos abordados”*.

(informação pessoal da PROFA. AR)

A PROFA. AR destacou a importância de relacionar a teoria à prática para melhorar a compreensão dos alunos, abordagem essencial para tornar o aprendizado mais significativo e contextualizado.

A Química é a ciência que estuda a matéria, suas transformações e variações de energia, o que torna indissociável a relação entre teoria e prática no processo de ensino-aprendizagem. Se o objeto de estudo da disciplina envolve fenômenos materiais e energéticos, a experimentação assume papel central na consolidação dos conceitos trabalhados em sala de aula (Furtado *et al.*, 2019).



No entanto, segundo os mesmos autores, o ensino de Química ainda tem sido marcado por dificuldades de compreensão, por parte dos estudantes, que frequentemente não conseguem relacionar os conteúdos estudados ao seu cotidiano, o que resulta em desinteresse e em aprendizagem superficial. Tal cenário evidencia práticas pedagógicas descontextualizadas e pouco interdisciplinares, reforçando a necessidade de o professor adotar metodologias que despertem o interesse e que promovam maior envolvimento discente. Nesse sentido, o ensino prático da Química, por meio de atividades experimentais, mostra-se uma abordagem eficaz para aprofundar a compreensão conceitual, para desenvolver habilidades científicas, para identificar concepções alternativas e para favorecer uma aprendizagem mais interativa e engajadora (Oliveira *et al.*, 2014).

CO2-2: *“Além disso, a avaliação da etapa 2 está como experimento com balões e seringas, gostaria que houvesse o roteiro experimental, pois não seria essa uma prática? A forma de avaliar seria então pautada na participação da prática, no sucesso de sua execução ou em algum outro aspecto?”*

CO3-2: *“Gostaria que houvesse o roteiro experimental, pois não seria essa uma prática?”.*

(informação pessoal da PROFA. TERRA)

A PROFA. TERRA solicitou a inclusão de roteiro experimental detalhado para garantir a eficácia da prática. Ter um roteiro bem definido facilita a execução dos experimentos e a avaliação dos alunos.

A utilização de roteiros experimentais detalhados é uma prática fundamental no ensino de ciências, pois garante que os alunos compreendam cada etapa do processo experimental e que os objetivos educacionais sejam alcançados. Um roteiro experimental bem estruturado oferece um guia claro para os alunos, facilitando a execução dos experimentos e promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos científicos. Confor-

me discutido por Ferreira, Corrêa e Silva (2019), essa abordagem tem se mostrado eficaz na melhoria do aprendizado dos estudantes, proporcionando uma experiência de ensino mais engajadora e interativa.

Para assegurar que os alunos compreendam profundamente os conceitos científicos, é fundamental integrar teoria e prática no processo de ensino-aprendizagem, como destacado pelo PROF. FOGO em sua resposta.

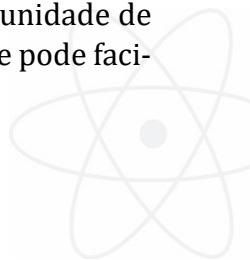
EE1-3: “*Se for aplicado mostrando a teoria e depois na prática ficaria muito interessante*”.

(informação pessoal do PROF. FOGO)

O PROF. FOGO sugere que apresentar primeiro a teoria e depois sua aplicação prática pode tornar o ensino mais interessante para os alunos. Essa metodologia ajuda a consolidar o conhecimento teórico, por meio de atividades práticas, permitindo que os estudantes vejam a relevância dos conceitos aprendidos em sala de aula.

Diversos estudos apoiam esta abordagem. Silva *et al.* (2024) relatam que a experimentação em Química transcende a mera demonstração de conceitos, oferecendo uma experiência imersiva, que permite aos alunos explorar o processo de construção do conhecimento de forma autêntica. Ao abordar problemas reais e questões relevantes para suas vidas, os alunos desenvolvem uma compreensão mais profunda e significativa da Química, tornando-a mais acessível e interessante. Isso significa que os alunos aprendem melhor, quando conseguem relacionar teoria e prática. Além disso, a utilização de atividades práticas pode aumentar o engajamento dos alunos e melhorar sua compreensão dos conceitos científicos.

Ao aplicar a metodologia, os professores podem utilizar experimentos, simulações e outras atividades práticas, que demonstrem a teoria em ação, e os alunos têm a oportunidade de observar diretamente os fenômenos estudados, o que pode facilitar a assimilação dos conteúdos.



A integração do método a simulações e a *podcasts* pode enriquecer significativamente o processo de ensino. Além disso, o uso de QR *codes* facilita o acesso rápido e prático ao conteúdo, tornando a aprendizagem mais dinâmica e envolvente. A adoção destas tecnologias pode proporcionar diversas vantagens no contexto educacional, tornando o ensino de Química prático, compreensível, motivador e interessante aos estudantes; eis o que traz a utilização de metodologias participativas e de recursos didáticos tecnológicos, que auxiliam no desenvolvimento de uma aprendizagem significativa (Silva *et al.*, 2024), conforme se percebe na resposta do PROF. ÁGUA.

EE2-4: “*Simulações e podcasts. Utilizem QR codes para inserir essas mídias no material permitindo que os alunos acessem o conteúdo de forma rápida e prática*”.

(informação pessoal do PROF. ÁGUA)

Simulações e *podcasts* permitem que os alunos visualizem e interajam com conceitos científicos de maneira dinâmica e interativa. Isso é especialmente útil para tópicos complexos, nos quais a visualização pode ajudar na compreensão dos processos e fenômenos envolvidos. Segundo Ferraz *et al.* (2023), o uso de recursos didáticos diferenciados, como simulações e *podcasts*, muito bem apontado pelo PROF. ÁGUA, pode aprimorar o ensino-aprendizagem e servir como complemento para a introdução de conceitos e de procedimentos específicos de um conteúdo.

Além disso, os *podcasts* oferecem uma forma flexível e acessível de aprendizagem, permitindo que os alunos revisem conteúdos e absorvam informações em qualquer lugar e momento. Esse formato é especialmente benéfico a estudantes que preferem o aprendizado auditivo ou que possuem dificuldades em acompanhar aulas tradicionais. A introdução de QR *codes* torna o acesso a estes recursos ainda mais eficiente, eliminando barreiras tecnológicas e facilitando a navegação.

Com o avanço da tecnologia e com uma sociedade cada vez mais digital, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) oferecem novas possibilidades e recursos didáticos ao ambiente educacional (Cortez, 2019) — e os *podcasts* são um exemplo de TDIC

A integração destes mecanismos também pode promover a inovação na prática pedagógica, incentivando até mesmo os próprios professores a explorar novas metodologias de ensino. Cortez (2019) também expõe que os dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, são populares entre os estudantes e já possuem recursos de leitura integrados, incluindo os *QR codes*.

Nesse contexto, as Diretrizes Curriculares da Educação Básica (DCE) destacam a importância de uma formação que combine humanismo e tecnologia, o que pode ser alcançado pela integração dos *QR codes* e de outros recursos tecnológicos aos componentes curriculares. Em sua pesquisa, o autor cita inúmeras possibilidades da utilização de *QR codes* como recurso pedagógico.

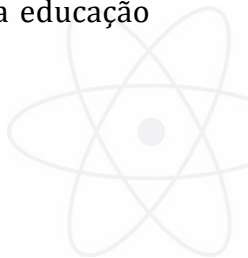
Já a resposta do PROF. ÁGUA salienta a necessidade de planejamento flexível e de adaptações.

AA1-4: *“Primeiramente, acredito que não seria possível desenvolvê-la ‘de uma vez só’, mas conforme o programa escolar/plano de aula e ensino. Acredito que a depender dos conteúdos do período, seria possível abordar um tópico (elemento)”.*

AA2-4: *“As adaptações certamente surgirão conforme a necessidade se mostrasse. A inclusão de atividades didáticas específicas para a turma”.*

(informação pessoal do PROF. ÁGUA)

O PROF. ÁGUA enfatizou a necessidade de um planejamento flexível, que permita adaptações às necessidades dos alunos; esse tipo de planejamento é crucial para atender às demandas específicas de cada turma e para garantir uma educação de qualidade.



A personalização do ensino é uma abordagem que busca adaptar as experiências educacionais às necessidades, às preferências e às características de cada aluno. Reconhecendo a singularidade de cada estudante, essa abordagem visa criar um ambiente de aprendizagem mais engajador, relevante e significativo. Para isso, são utilizadas tecnologias, estratégias pedagógicas e práticas de ensino flexíveis, permitindo que os educadores adaptem o conteúdo, a metodologia e o ritmo de aprendizagem às necessidades específicas de cada aluno (Paula, 2023).

Em suas respostas, o PROF. ÁGUA também aborda a articulação de temas complexos.

AA3-4: “Sugerir temas mais globais e complexos que favorecessem a articulação entre aspectos científicos, tecnológicos, sociais, ambientais, éticos, econômicos, etc., seria uma proposição interessante”.

(informação pessoal do PROF. ÁGUA)

A abordagem de temas globais no ensino de Química permite uma aprendizagem contextualizada e interdisciplinar, integrando diferente saberes e tornando os conhecimentos químicos mais relevantes e aplicáveis à vida cotidiana. Uma abordagem que combina teoria e prática, utilizando experimentos e exemplos do cotidiano para ilustrar conceitos químicos de forma significativa e socialmente relevante, é uma forma de discutir assuntos complexos, de forma a articulá-los com aspectos científicos (Assis; Schmidt; Halmenschlager, 2023).

Considerações finais

Essa pesquisa propôs a construção de uma sequência didática, baseada na série *Avatar: o último mestre do ar*, para o ensino de conceitos fundamentais de Química, como propriedades dos gases, minerais e solos, tipos de misturas e reações químicas, visando promover uma aprendizagem significativa a estudantes do 1º ano do ensino médio. A avaliação realizada por quatro

professores/as da rede pública, examinada pela Análise Textual Discursiva (ATD), indicou que o material da sequência em comentário é claro, didático e de fácil compreensão, sendo recomendado para uso em sala de aula. Dois docentes sugeriram sua aplicação também no ensino fundamental, enquanto os demais destacaram a possibilidade de ampliar seu uso para diferentes turmas, ressaltando sua relevância como estratégia pedagógica.

Como melhorias, os/as professores/as sugeriram a integração da cartilha a roteiros experimentais e o uso de tecnologias complementares, como *QR codes* e *podcasts*, para tornar o acesso ao conteúdo mais dinâmico e atrativo. A aplicação desta proposta em contextos escolares diversos, permitindo ajustes e aperfeiçoamentos futuros, poderá se consolidar como uma estratégia inovadora para o ensino de Química. Ao estimular práticas pedagógicas criativas e contextualizadas, a sequência didática favorece o engajamento dos estudantes, fortalece a relação professor-aluno e contribui para a construção de um conhecimento ativo, autônomo e crítico.



Referências

ASSIS, L. M. de; SCHMIDT, A. M.; HALMENSCHLAGER, K. R. **Abordagem de temas sociais no Ensino de Química: compreensões de professores.** 2023. Disponível em: <https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/cienciasexatas/files/2014/06/Lisiane-Morais-de-Assis1.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2025.

CORREA, R. M. dos S.; MACEDO, D. B.; COELHO, H. J. P.; RODRIGUES, M. N. Uso de cartilhas educativas como ferramenta de aprendizagem na EAD. **Igapó**, v. 17, n. 2, 2023.

CORTEZ, L. C. dos S. Uso pedagógico do QR code em sala de aula. *In: 9º CONGRESSO NORTE PARANAENSE DE EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR (CONPEF).* Londrina, maio de 2019. **Anais [...]**. Londrina, 2019.

FERRAZ, J. M. S.; LIMA, L. K.; SOARES, E. M. C.; FARIAS, J. S.; MIRANDA, A. X.; SILVA, G. F.; FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. Cartilha lúdica como recurso didático para a educação científica: promovendo a aprendizagem interativa na introdução ao laboratório de química. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA (SIMPEQUI).* Fortaleza, agosto de 2023. **Anais [...]**. Fortaleza, 2023.

FERREIRA, S.; CORRÊA, R.; SILVA, F. C. Estudo dos roteiros de experimentos disponibilizados em repositórios virtuais por meio do ensino por investigação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, p. 999-1017, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320190040010>.

FURTADO, M. L.; ALCANTARA, O. A. de; NASCIMENTO, B. N. de; MENDONÇA, L. R. O.; LIBERATO, M. C. T. C. da. Associação teoria-prática no processo de ensino-aprendizagem em química. *In: VII CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO.* 2019. **Anais [...]**. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD4_SA17_ID6506_25082019164254.pdf. Acesso em: 11 dez. 2025.

GUIMARÃES, J. da S.; WIGGERS, I. D.; TOCANTINS, G. M. de O. Mídia-educação e escola: meios digitais e cultura popular. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 45, n. 158, p. 995-999, 2015. Disponível em: <https://publicacoes.fcc.org.br/cp/article/view/3463>. Acesso em: 23 ago. 2024.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. [S. l.]: Ed. Unijuí, 2007.

OLIVEIRA, M. E. A. de; SOUSA, D. A.; CARDOSO, F. S.; LIMA, F. C. A. A importância das aulas práticas de química para alunos do 2º ano de ensino médio da Escola Estadual Gabriel Ferreira Teresina-PI. In: 54º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA (CBQ), Rio Grande do Norte, nov. de 2014. **Anais [...]**. Nov. 2014.

PARÁ (estado). Secretaria de Estado de Educação do Pará. **Documento Curricular do Estado do Pará – Etapa Ensino Médio: Volume II**. Belém: SEDUC-PA, 2021. 522 p.

PAULA, N. de. **Como a personalização da experiência de ensino está transformando a educação**. Rubeus, set. 2023. Disponível em: <https://rubeus.com.br/blog/personalizacao-da-experiencia-de-ensino/>. Acesso em: 29 jan. 2025.

PRICINOTTO, G. Temas transversais no Ensino de Química: interação do álcool com o organismo e a conscientização sobre seu uso excessivo. In: VIII CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, João Pessoa-PB, outubro de 2022. **Anais [...]**. João Pessoa, out. 2022

SILVA, R. O.; BORGES, I. S.; BARRETO, U. R.; LUNA, L. C. de; AGUILAR, M. B. R.; SILVA, T. P. da. Análise de roteiros experimentais produzidos por licenciandos em química para utilização no crocodile chemistry numa perspectiva problematizadora. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU). **Anais [...]**. 2024. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/113044>. Acesso em: 26 ago. 2024.

TEIXEIRA, T. da S.; SILVA, J. B.; FARIAS, M. H. da S. Instagram e Química: uso de rede social para divulgação científica por alunos do 2º ano do ensino médio em Belém/PA. *In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA. Anais [...].* Belém, UFPA, 2024. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xxii-encontro-nacional-de-ensino-de-quimica-397660/813459-INSTAGRAM-E-QUIMICA--USO-DE-REDE-SOCIAL-PARA-DIVULGACAO-CIENTIFICA-POR-ALUNOS-DO-2-ANO-DO-ENSINO-MEDIO-EM-BELEM>. Acesso em: 02 jan. 2025.



ENSINO DE EXATIDÃO E DE PRECISÃO EM QUÍMICA ANALÍTICA: O IMPACTO DAS ATIVIDADES LABORATORIAIS NO APRENDIZADO

Edenilson Aragão de Moura
Genivaldo Farias Campos
Maik Cauan Silva Recoliano
Luciana Otoni de Souza
Gabriel dos Anjos Guimarães
Gysele Maria Morais Costa

Introdução

O ensino prático de Química ainda enfrenta desafios, quando as atividades laboratoriais se limitam à reprodução de roteiros, sem espaço para investigação e para reflexão crítica (Santos; Menezes, 2020; Zuin; Zuin, 2017), ao passo que uma abordagem investigativa, centrada na resolução de problemas, favorece o desenvolvimento de habilidades cognitivas e experimentais, aproximando o aluno da prática científica (Grushow *et al.*, 2021; Schnetzler, 2002).

O laboratório, nesse contexto, constitui um ambiente essencial ao aprendizado significativo, pois permite a aplicação de conceitos teóricos, o planejamento de experimentos, a análise de dados e a interpretação de resultados (Almeida; Jesus, 2013; Andrade, 2020). Assim, o ensino experimental contribui para o pensamento científico e para a compreensão de fenômenos químicos, a partir da observação e da experimentação controlada (Andrade; Zeidler, 2023).

Na Química Analítica (QA), tais aspectos são fundamentais, uma vez que a área se dedica à determinação e à quantificação de substâncias, exigindo controle rigoroso sobre as medições (Skoog *et al.*, 2012). A precisão e a exatidão representam parâmetros básicos da qualidade analítica: a primeira se refere à

concordância entre resultados sucessivos; e a segunda, à proximidade do valor medido, em relação ao valor verdadeiro (Betz; Brown; Roman, 2011; Vogel, 2013).

A avaliação quantitativa destes parâmetros, expressa por medidas estatísticas, como o erro relativo, o desvio-padrão e o coeficiente de variação, permite verificar a confiabilidade dos resultados e a ocorrência de erros sistemáticos ou aleatórios (Correa, 2003; Inmetro, 2016), e a compreensão destes conceitos é essencial, para que os discentes desenvolvam senso crítico sobre os fatores que afetam a qualidade das medições (Raposo; Ibelli-Bianco, 2020).

Dessa forma, o ensino experimental de QA, ao explorar práticas de mensuração com diferentes vidrarias, contribui para que os discentes relacionem teoria e prática, para que reconheçam fontes de erro e para que compreendam a importância da calibração e do uso adequado dos instrumentos (Santos; Menezes, 2020). Portanto, esse estudo buscou avaliar a compreensão dos discentes de graduação acerca dos conceitos de exatidão e de precisão em Química Analítica, por meio de atividades laboratoriais e de cálculos estatísticos.

Metodologia

O estudo foi conduzido com onze discentes do curso de Licenciatura em Química, da Universidade do Estado do Pará (UEPA), campus Salvaterra, durante o segundo semestre de 2023. A atividade integrou a disciplina Fundamentos de Química Experimental e teve, como propósito, avaliar a compreensão dos conceitos de exatidão e de precisão em medições laboratoriais.

O experimento foi dividido em duas etapas. Na primeira, foram revisados conceitos básicos de QA, relacionados à calibração e a erros sistemáticos e aleatórios, bem como boas práticas no manuseio de vidrarias. Na segunda etapa, os discentes realizaram o experimento *Precisão e exatidão em vidrarias laboratoriais*, utili-

zando uma pipeta volumétrica de 20 ml, um balão volumétrico de 50 ml e provetas de 25 e de 50 ml.

O procedimento consistiu em: (i) pesar um recipiente béquer vazio e, em seguida, o béquer contendo a água medida com cada instrumento; (ii) determinar a massa da água pela diferença das pesagens; e (iii) calcular o volume real da vidraria, a partir da densidade da água, com base nos valores apresentados por Bacan *et al.* (2001).

Cada medição foi realizada em triplicata. Com os dados obtidos, foram calculados a média aritmética, o desvio-padrão, o erro relativo e o coeficiente de variação (CV), conforme equações clássicas de estatística descritiva. Os resultados foram tratados estatisticamente, por meio da Análise de Variância (ANOVA) e do teste de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$). As análises foram executadas no *software* RStudio (R Core Team, 2024).

Resultados e discussão

Como observado, com base nas medições realizadas pelos discentes, foram calculados a média, o desvio-padrão, o erro relativo e o coeficiente de variação para cada tipo de vidraria, conforme apresentado nas tabelas 1, 2 e 3 — esses parâmetros permitem avaliar a precisão (grau de concordância entre medições sucessivas) e a exatidão (proximidade do valor obtido em relação ao valor de referência).

No experimento com o balão volumétrico, a maioria dos discentes apresentou medições na faixa de tolerância especificada ($\pm 0,06$ ml), com CV inferiores a 0,5%, o que indica boa reprodutibilidade (Tabela 1) — o discente J se destacou, pelos menores valores de erro relativo e de desvio-padrão, demonstrando maior domínio técnico. As variações observadas entre os demais estudantes refletem o processo de aprendizado prático e a necessidade de aprimorar a calibração e a leitura do menisco.

Tabela 1 – Experimento realizado com balão volumétrico de 50 ml

Discente	Média ± S	E (%)	CV (%)
A	49,67 ± 0,14	0,67	0,27
B	49,66 ± 0,20	0,67	0,41
C	49,53 ± 0,23	0,93	0,47
D	49,74 ± 0,13	0,53	0,55
E	49,69 ± 0,10	0,62	0,19
F	49,76 ± 0,30	0,60	0,60
G	49,61 ± 0,06	0,78	0,12
H	49,68 ± 0,18	0,64	0,37
I	49,65 ± 0,14	0,69	0,29
J	49,85 ± 0,05	0,30	0,10
K	49,62 ± 0,18	0,77	0,36

Fonte: autores (2023)

A análise de variância não indicou diferenças significativas entre os discentes ($p > 0,05$), sugerindo homogeneidade no desempenho experimental e padronização adequada no procedimento com o balão volumétrico.

Os resultados do experimento com a pipeta volumétrica apresentaram os menores valores de erro e de dispersão entre as vidrarias analisadas (Tabela 2). A maioria dos discentes obteve resultados na margem de erro de $\pm 0,03$ ml, confirmando a alta precisão do instrumento de classe A.

Tabela 2 – Experimento realizado com pipeta volumétrica de 20 ml

Discente	Média ± S	E (%)	CV (%)
A	19,92 ± 0,01	0,40	0,04
B	20,02 ± 0,01	0,10	0,06
C	19,80 ± 0,10	0,98	0,49

D	20,00 ± 0,02	0,09	0,11
E	19,84 ± 0,06	0,80	0,29
F	20,04 ± 0,02	0,20	0,09
G	20,05 ± 0,02	0,24	0,11
H	19,97 ± 0,00	0,14	0,02
I	19,99 ± 0,04	0,16	0,21
J	19,96 ± 0,07	0,23	0,33
K	20,05 ± 0,04	0,24	0,20

Fonte: autores (2023)

O teste de Kruskal-Wallis revelou diferenças significativas entre alguns discentes ($p < 0,05$), com o discente C apresentando o maior desvio, associadas principalmente ao manuseio e à leitura do menisco, embora as médias tenham permanecido próximas ao valor nominal (20 ml). Esse resultado reforça a importância da calibração e da repetição das medições, para minimizar erros aleatórios e para garantir a qualidade das análises volumétricas (Freitas, 2022).

A proveta apresentou maior variabilidade e menor exatidão, com CV médios acima de 0,5% (Tabela 3). Essa dispersão é esperada, considerando a maior tolerância e o diâmetro mais amplo do instrumento, que dificultam a leitura precisa do menisco (Hernández-Vásquez *et al.*, 2020). Ainda assim, a maioria dos resultados se manteve em uma faixa aceitável para medições aproximadas, com exceção dos do discente H, que apresentaram alto desvio, possivelmente decorrente de erros de paralaxe ou preenchimento.



Tabela 3 – Experimento realizado com proveta de 25 ou 50 ml

Discente	Média ± S	E(%)	CV(%)
A	24,46 ± 0,20	2,15	0,84
B	48,79 ± 0,16	2,41	0,33
C	24,59 ± 0,12	1,66	0,47
D	49,61 ± 0,15	0,78	0,30
E	24,58 ± 0,16	1,67	0,65
F	48,92 ± 0,23	2,16	0,47
G	24,66 ± 0,10	1,37	0,42
H	45,03 ± 3,28	9,95	7,29
I	48,79 ± 0,17	2,42	0,35
J	49,58 ± 0,04	0,85	0,08
K	48,60 ± 0,07	2,80	0,15

Fonte: autores (2023)

O teste de Kruskal-Wallis indicou diferenças estatísticas mais expressivas entre os discentes ($p < 0,05$), reforçando a menor precisão intrínseca da proveta e a necessidade de maior controle técnico, ao utilizá-la.

A comparação estatística entre os instrumentos evidenciou diferenças significativas nos resultados ($p < 0,05$). Enquanto o balão volumétrico apresentou desempenho homogêneo entre os discentes, a pipeta volumétrica demonstrou maior sensibilidade a variações individuais de técnica e a proveta confirmou a menor precisão e a maior variabilidade.

De modo geral, a pipeta volumétrica apresentou maior exatidão e precisão (menores valores de erro relativo e de desvio-padrão), seguida pelo balão volumétrico, enquanto a proveta exibiu as maiores variações. Esses resultados reforçam que a escolha da vidraria e o domínio técnico do operador influenciam diretamente a confiabilidade das medições.

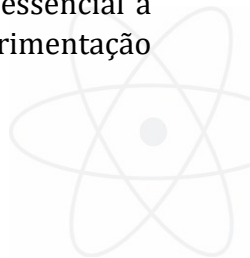
A utilização adequada de equipamentos calibrados e a repetição sistemática das medições são determinantes para reduzir erros aleatórios e sistemáticos, fortalecendo a qualidade dos dados experimentais. Os achados corroboram os princípios da QA, segundo os quais a precisão depende das características instrumentais e, também, da capacitação do analista (Raposo; Ibelli-Bianco, 2020; Vogel, 2013). Assim, recomenda-se o uso de pipetas volumétricas em experimentos que exigem alto rigor metrológico, de balões volumétricos para medições exatas de rotina e de provetas apenas em procedimentos estimativos, nos quais pequenas variações são aceitáveis.

Considerações finais

O estudo permitiu avaliar a compreensão dos discentes sobre os conceitos de exatidão e de precisão em Química Analítica, demonstrando que a experimentação prática contribui significativamente para o desenvolvimento destas competências. A atividade laboratorial possibilitou relacionar teoria e prática, permitindo aos discentes identificar fatores que influenciam a confiabilidade das medições e compreender a importância da calibração e da repetição dos experimentos.

Os resultados mostraram que a pipeta volumétrica apresentou maior precisão e exatidão, seguida pelo balão volumétrico, enquanto a proveta revelou maior variabilidade, evidenciando as influências da escolha da vidraria e do domínio técnico sobre a qualidade dos dados obtidos.

Além de promover o aprendizado conceitual, a prática experimental contribuiu para o desenvolvimento do pensamento científico, da análise crítica e da autonomia dos discentes, fortalecendo sua formação para a docência e para o trabalho em laboratório. Assim, o ensino de Química Analítica, mediado por atividades práticas, consolida-se como ferramenta essencial à construção do conhecimento e à valorização da experimentação como eixo formativo na educação química.



Referências

- ALMEIDA, D. C. M. N.; JESUS, D. do C. Teoria x prática no ensino de ciências: uma união fundamental no processo ensino-aprendizagem. *In: V FÓRUM INTERNACIONAL DE PEDAGOGIA*, 5., 2013, Bahia. **Anais [...]**. Vitória da Conquista: Realize, 2013. p. 1-9.
- ANDRADE, J. C. de. Química analítica básica: volumetria de neutralização - conceitos e curvas de titulação. **Revista Chemkeys**, Campinas, v. 2, p. 1-14, 2020.
- ANDRADE, R. da S.; ZEIDLER, V. G. Z. Proposições acerca da experimentação formativa para Educação Química, **Revista Ciência e Educação**, v. 29, p. 1-15, 2023.
- BACCAN, N.; ANDRADE, J. C. de; GODINHO, O. E. S.; BARONE, J. S. **Química Analítica Quantitativa Elementar**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2001.
- BETZ, J. M.; BROWN, P. N.; ROMAN, M. C. Accuracy, Precision, and Reliability of Chemical Measurements in Natural Products Research, **Fitoterapia**, v. 82, p. 44-52, 2011.
- CORREA, S. M. B. B. **Probabilidade e Estatística**. 2. ed. Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003.
- FREITAS, A. R. de. **Estatística experimental na agropecuária**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2022.
- GRUSHOW, A.; HUNNICUTT, S.; MUNIZ, M.; REISNER, B. A.; SCHAERTEL, S.; WHITNELL, R. Journal of Chemical Education call for papers: special issue on new visions for teaching Chemistry laboratory. **Journal of Chemical Education**, v. 98, n. 11, p. 3409-3411, 2021.
- HERNÁNDEZ-VÁSQUEZ, J. D.; PEDRAZA-YEPES, C. A.; RODRIGUEZ-SALAS, A. D.; BOLÍVAR-SOLANA, J. L.; GONZÁLEZ-CAMACHO, D. A. Evaluation of the metrological reliabil-

ity of a graduated cylinder from experimental data from an in-situ calibration, **Data in Brief**, v. 32, p. 1-16, 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA (INMETRO). **Normalização e Qualidade Industrial, Orientação Sobre Validação de Métodos Analíticos (DOQ-CGCRE-008)**. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/cdtn/pt-br/centrais-de-conteudo/documentos-cgcre-abnt-nbr-iso-iec-17025/doq-cgcre-008/view>. Acesso em: 18 set. 2025.

RAPOSO, F.; IBELLI-BIANCO, C. Performance parameters for analytical method validation: Controversies and discrepancies among numerous guidelines, **Trends in Analytical Chemistry**, v. 129, p. 1-12, 2020.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 13 jul. 2024.

SANTOS, L. R. dos; MENEZES, J. A. de. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios, **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 12, p. 180-207, 2020.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas, **Química Nova**, v. 25, p. 14-24, 2002.

SKOOG, D.; WEST, D.; HOLLER, J.; CROUCH, A. **Fundamentos de Química Analítica**. 8. ed. São Paulo: Thomson, 2012.

ZUIN, V. G.; ZUIN, A. Á. S. O laboratório de química como locus de experiências formativas. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 19, p. 1-16, 2017.

VOGEL, A. I. I. **Análise Química Quantitativa**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.



A BATALHA DOS MODELOS ATÔMICOS: O LÚDICO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA

Saymon Fonseca Lopes
Bruno Araujo dos Santos
Israel Pedro Dantas da Nóbrega
Lucivaldo da Cruz Marinheiro Junior
Matheus da Costa de Almeida
Maria Dulcimar de Brito Silva

Introdução

A compreensão dos modelos atômicos é um dos pilares fundamentais do ensino de Química, pois fornece a base conceitual necessária para entender a estrutura da matéria e suas interações. Ao longo da História, diversos cientistas, por meio de observações e de experimentos, desenvolveram teorias, que explicam fenômenos anteriormente incompreendidos. Desde a proposta inicial de John Dalton, que descrevia o átomo como uma partícula indivisível, até o modelo de Niels Bohr, que introduziu os conceitos de níveis de energia e de órbitas eletrônicas, cada avanço representou uma transformação significativa no entendimento da matéria (Chang; Gholsby, 2013).

Apesar da importância destes modelos, seu ensino apresenta desafios significativos, especialmente devido à abstração do tema, que exige habilidades cognitivas complexas, como a visualização de estruturas invisíveis e sua relação com conceitos teóricos. Essas dificuldades são particularmente evidentes no ensino médio, quando muitos estudantes ainda estão desenvolvendo a capacidade de abstração e enfrentam barreiras para conectar os modelos científicos a fenômenos do cotidiano. Santos e Melo (2012) destacam que esta dificuldade pode levar à desmotivação, prejudicando o aprendizado.

Cada aluno possui formas distintas de entendimento, com necessidades e facilidades em áreas variadas, como aponta Gardner (1985). Dessa forma, torna-se crucial que os professores estejam atentos às dificuldades dos alunos, adotando metodologias que transcendam o ensino tradicional para superar obstáculos no aprendizado. Metodologias ativas e inovadoras, como o uso de jogos educacionais, têm se mostrado promissoras para promover a aprendizagem significativa, conforme defendido por Ausubel (1968), para quem o conhecimento é mais bem assimilado, quando os novos conteúdos se conectam aos conhecimentos prévios dos estudantes, ao invés de serem apenas memorizados. Esse princípio é particularmente relevante no ensino de Química, em que conceitos abstratos, como o de estrutura atômica, demandam abordagens contextualizadas e interativas.

Nesse contexto, o uso de jogos educativos, como o *Batalha dos Modelos Atômicos*, surge como uma estratégia eficaz para tornar o aprendizado mais acessível e engajador. Contudo, é fundamental diferenciar jogos educativos dos educacionais, para compreender as aplicações de cada tipo no processo de ensino-aprendizagem. Cunha (2012) descreve que:

Os jogos educativos abrangem atividades dinâmicas que estimulam aspectos corporais, cognitivos, afetivos e sociais do aluno, orientadas pelo professor e aplicáveis em diversos contextos. Já os jogos educacionais estão diretamente relacionados ao ensino de conteúdos específicos, com regras e atividades programadas que equilibram os aspectos lúdicos e pedagógicos, geralmente aplicados em sala de aula ou laboratórios (Cunha, 2012, p. 95).

O jogo *Batalha dos Modelos Atômicos* se insere na categoria educacional, pois foi desenvolvido para ensinar conteúdos específicos de Química, como a evolução histórica dos modelos atômicos. Por meio de uma abordagem lúdica e interativa, o jogo facilita a compreensão de conceitos teóricos, promove o engajamento

dos alunos e torna o aprendizado mais dinâmico e significativo. Conforme Afonso *et al.* (2018), jogos educacionais criam um ambiente descontraído e motivador, estimulando o raciocínio lógico, a criatividade e o trabalho em equipe, habilidades essenciais às formações científica e cidadã. Já Lima *et al.* (2011) colocam que jogos educacionais ajudam a superar barreiras conceituais e proporcionam experiências de aprendizagem mais ricas.

O docente, ao considerar o perfil dos estudantes, pode selecionar jogos pedagógicos que atendam a necessidades específicas da turma, promovendo a assimilação de conteúdos e de habilidades de forma eficaz. O desenvolvimento de jogos personalizados, como os de cartas ou memorização, também é uma alternativa para abordar dificuldades específicas de discentes.

O jogo de cartas foi desenvolvido como ferramenta pedagógica para professores de Química do ensino médio, visando abordar a evolução histórica dos modelos atômicos, destacando os cientistas envolvidos, as suas características e os impactos das suas teorias no avanço científico. Essa ferramenta foi concebida como uma alternativa dinâmica, que complementa os conceitos teóricos e que contextualiza o conteúdo, tornando o aprendizado mais envolvente e colaborativo (Wartha; Silva; Bejarano, 2013). Além disso, o jogo destaca o caráter dinâmico da ciência, mostrando que o conhecimento científico é construído gradualmente, por meio de debates, de experimentos e de revisões.

Outro diferencial do jogo é a sua versatilidade; ele pode ser utilizado em qualquer contexto educacional, pois não depende de recursos digitais ou da *Internet* — o material será disponibilizado gratuitamente aos professores em formato digital, por meio de um *link* e *QR code*, permitindo que seja baixado, impresso e usado diretamente em sala de aula.

O seguinte trabalho bibliográfico teve, como objetivo, explorar o uso de jogos educacionais no ensino de Química, com ênfase no jogo de cartas *Batalha dos Modelos Atômicos*, desenvolvido como

ferramenta pedagógica para abordar a evolução dos modelos atômicos. Pretende-se investigar como estratégias lúdicas podem auxiliar na superação das dificuldades de aprendizagem, relacionadas a conceitos abstratos da disciplina, fomentar o engajamento dos alunos e contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais. Além disso, busca-se discutir as vantagens e os desafios da implementação de jogos educacionais no contexto do ensino médio, fornecendo uma base teórica e prática para a sua adoção em sala de aula.

Metodologia

Esse trabalho foi conduzido, com base em uma revisão bibliográfica de estudos que investigam o uso de jogos educativos como ferramentas de ensino na área de Química, com especial atenção aos desafios relacionados à abstração dos modelos atômicos. Para tanto, foram consultadas bases de dados, como *Scielo* e *Google Acadêmico*, utilizando os termos de busca: “jogos educativos”; “ensino de Química”; “modelos atômicos”; e “metodologias ativas”.

Os critérios de seleção incluíram artigos publicados e revisados por pares, que abordassem a aplicação prática de jogos no ensino de conceitos abstratos. Foram incluídos estudos que apresentavam métodos de *design* de jogos ou análises de impactos destas ferramentas no aprendizado, enquanto trabalhos disjuntos do escopo temático foram excluídos.

Após a seleção inicial, as publicações foram analisadas, quanto a objetivos, a métodos, a resultados e a contribuições para o campo da educação em Química, e a síntese dos achados permitiu identificar as principais tendências, lacunas e boas práticas, relacionadas ao uso de jogos educativos no ensino dos modelos atômicos.

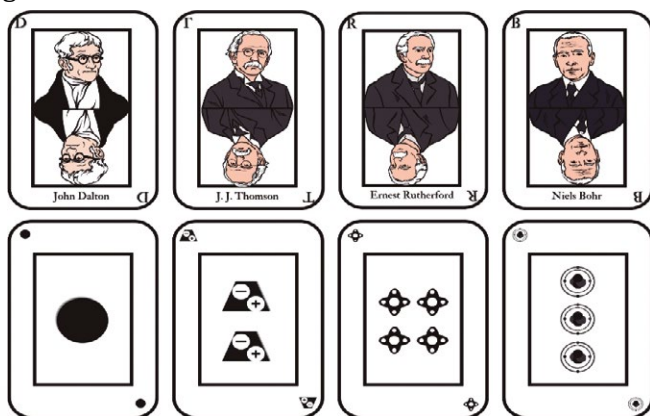
Paralelamente, os resultados da apreciação subsidiaram o desenvolvimento do jogo de cartas *Batalha dos Modelos Atômicos*, uma ferramenta pedagógica prática e acessível a professores em sala de aula. O jogo foi projetado para facilitar o ensino

dos modelos atômicos e para promover o aprendizado de maneira lúdica e interativa, atendendo às necessidades de alunos dos ensinos fundamental e médio.

A elaboração do jogo de cartas teve início com uma ampla pesquisa na literatura científica, sobre os desafios relacionados à compreensão de conceitos abstratos e sobre as melhores práticas na criação de materiais didáticos. A partir disso, foram consultados artigos, que destacavam os benefícios dos métodos interativos, bem como estudos sobre a evolução dos modelos atômicos, abrangendo as contribuições de cientistas, como John Dalton, J. J. Thomson, Ernest Rutherford e Niels Bohr.

Na pesquisa realizada, foi desenvolvido o jogo, composto por quatro tipos de cartas: cientistas; modelos atômicos; características; e cartas especiais. As cartas de cientistas apresentam figuras históricas, que contribuíram para a evolução da teoria atômica, acompanhadas de descrições de suas teorias. As cartas de modelos atômicos trazem ilustrações representativas de cada modelo, como o de Thomson, que sugere o átomo como uma esfera positiva com elétrons distribuídos, ou o de Bohr, que introduz os níveis de energia (Figura 1).

Figura 1 – Cartas dos cientistas e seus modelos atômicos



Fonte: autores (2024)

As cartas de características destacam detalhes específicos, como “o átomo é indivisível” (Dalton) ou “os elétrons giram em órbitas ao redor do núcleo” (Bohr) (Figura 2).

Figura 2 – Cartas de características



Fonte: autores (2024)

Por fim, as cartas especiais, como bloqueio ou troca de cartas (Figura 3A), adicionam estratégia ao jogo, tornando a experiência mais dinâmica e competitiva, além de uma imagem temática, com o nome do jogo às costas das cartas (Figura 3B).

Figuras 3 – Cartas especiais (3A) e costa das cartas (3B)

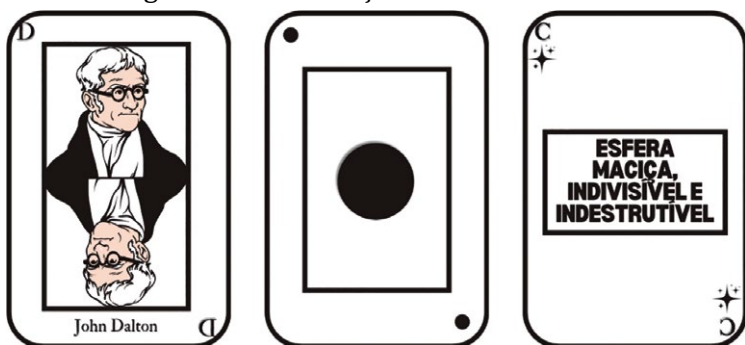


Fonte: autores (2024)

O *design* das cartas foi cuidadosamente planejado para ser simples e visualmente atraente, utilizando ilustrações e tipografia clara, facilitando seu manuseio e compreensão. Durante o processo de criação, o conteúdo foi revisado por uma professora de Química, para garantir a precisão científica e a adequação pedagógica, e o material foi desenvolvido em formato digital, utilizando editores de texto e de imagem, garantindo sua qualidade visual.

O jogo foi projetado para ser de fácil implementação em sala de aula, e cada partida tem, como objetivo principal, formar combinações corretas de cartas, como uma carta de cientista, uma carta de seu modelo atômico correspondente e uma carta de característica a ele associada. Por exemplo, para formar a combinação de Dalton, o aluno deve reunir as cartas John Dalton, modelo de Dalton e característica “o átomo é uma esfera maciça e indivisível” (Figura 4). Durante o jogo, os alunos podem comprar cartas do monte central, utilizar cartas especiais, para dificultar os avanços dos adversários, ou apresentar combinações corretas, para ganhar pontos. O vencedor é aquele que formar mais combinações corretas, ao final da partida.

Figura 4 – Combinação correta das cartas



Fonte: autores (2024)

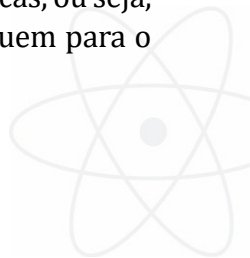
Além de consolidar o conteúdo teórico, o professor pode utilizar o jogo para promover um ambiente colaborativo e enga-

jante, adaptando-o ao tempo disponível e ao número de alunos. Por exemplo, é possível dividir a turma em equipes, estimulando a colaboração e o debate sobre as combinações corretas. Dessa forma, o *Batalha dos Modelos Atômicos* se apresenta como uma ferramenta didática versátil, que alia aprendizado, ludicidade e estratégia, facilitando a compreensão dos modelos atômicos e promovendo o interesse dos alunos pela ciência.

Resultados e discussão

A revisão bibliográfica realizada evidenciou que o uso de jogos educativos no ensino de Química tem mostrado resultados significativos na superação de barreiras conceituais e no aumento do engajamento dos alunos. Diversos estudos, como os de Lima *et al.* (2011) e de Afonso *et al.* (2018), demonstram que o uso de jogos educativos no ensino da disciplina pode facilitar a assimilação de conceitos complexos, promovendo a aprendizagem significativa. Tais abordagens se alinham à teoria de Ausubel, que defende a importância da conexão entre o novo conteúdo e o conhecimento prévio do aluno. No contexto do ensino dos modelos atômicos, jogos como o *Batalha dos Modelos Atômicos* podem criar um ambiente de aprendizagem mais interativo e contextualizado, favorecendo a construção de significados.

No encaminhamento da Educação Básica, que abrange os ensinos fundamental e médio, as aulas lúdicas devem ser cuidadosamente planejadas para integrar os conteúdos curriculares de maneira significativa. Assim, essas atividades devem permitir que os alunos compreendam que os conteúdos trabalhados em momentos de descontração e de interação são importantes, para que estes absorvam os ensinamentos, promovendo a construção e a retenção de conhecimentos. Conforme afirma Roloff (2010), é essencial evitar a superficialidade das práticas pedagógicas, ou seja, as aulas agradáveis e descontraídas, que não contribuem para o aprendizado efetivo, contudo.



Durante a realização das atividades, o professor pode observar detalhadamente o desempenho e as necessidades individuais dos alunos, utilizando estas informações para ajustar e para aprimorar suas estratégias de ensino. Para Schmitt (2011), esse processo reflexivo contribui para a criação de um ambiente educacional, que valoriza o engajamento e a profundidade do aprendizado.

Ainda hoje, a educação passa por diversas dificuldades no Brasil. Dentre elas, Alves (2008) cita a falta de infraestrutura, a desigualdade escolar e o mau uso de recursos públicos. Diante destas dificuldades, urge a necessidade de uma perspectiva mais acessível, ao desenvolver jogos e ao trabalhar metodologias diferentes em sala de aula, uma vez que estes problemas fazem parte do cotidiano do ensino brasileiro.

Assim, o *design* do jogo foi pensado para ser acessível e visualmente atraente, com ilustrações e com tipografia simples, de modo a facilitar o manuseio das cartas e a compreensão das informações. A revisão do conteúdo, pela orientadora, assegurou que as informações apresentadas estivessem de acordo com as teorias científicas vigentes e com o nível de conhecimento esperado para o ensino médio. A proposta de distribuir o jogo em formato digital e gratuito, por meio do *link* https://drive.google.com/file/d/1_0Iuqj20lCFy6CGI-FMp-WaIq1ByL-JzS/view?usp=drivesdke e do *QR code* da Figura 5, para que o professor possa baixar o documento em PDF e realizar a impressão, também visa garantir que ele seja acessível a professores de diferentes contextos educacionais, tornando-o uma ferramenta prática, que pode ser utilizada sem a necessidade de recursos tecnológicos avançados.



Figura 5 – QR code para baixar o jogo



Fonte: autores (2024)

Segundo Cunha (2012) e Afonso *et al.* (2018), a aplicação de jogos em sala de aula tem o potencial de contribuir significativamente para o aprendizado dos alunos, permitindo que eles se envolvam com os conceitos de forma ativa e colaborativa. Ao relacionar cientistas, modelos atômicos e características, os alunos podem consolidar o conhecimento de maneira prática e interativa, superando a complexidade do tema. A mecânica do jogo, que envolve a formação de combinações corretas de cartas, também promove o pensamento crítico e a resolução de problemas, ao mesmo tempo que estimula a competição saudável entre os participantes. Além disso, o jogo permite que os alunos debatam entre si sobre as combinações corretas, favorecendo o desenvolvimento de habilidades comunicativas e colaborativas.

Embora os resultados de então sejam promissores, a eficácia do jogo precisa ser validada por estudos empíricos. A aplicação do jogo em sala de aula, com acompanhamento de professores e de alunos, permitirá a coleta de dados sobre sua aceitação e sobre seu impacto no aprendizado. A avaliação pode ser realizada, através de questionários, de observações diretas e de comparações de desempenho antes e depois da aplicação do jogo. Esses dados são essenciais para ajustar a ferramenta e para garantir que ela atenda às necessidades pedagógicas de maneira eficaz. A implementação

do jogo também pode ser enriquecida por *feedbacks* contínuos dos professores, que poderão sugerir melhorias e adaptações para diferentes contextos e faixas etárias.

Conclusão

A revisão bibliográfica e o desenvolvimento do jogo *Batalha dos Modelos Atômicos* demonstram que o uso de jogos educativos pode ser uma ferramenta pedagógica inovadora e eficaz para o ensino de conceitos complexos, como os de modelos atômicos. A abstração destes conceitos, característica do ensino de Química, pode ser um obstáculo significativo a alunos do ensino médio, pois muitos enfrentam dificuldades para visualizar e para compreender o conteúdo em questão. Nesse contexto, a aplicação de jogos educacionais, como o proposto, oferece uma abordagem mais acessível, promovendo a aprendizagem de forma dinâmica e interativa.

O *Batalha dos Modelos Atômicos* foi desenvolvido com o objetivo de contextualizar a evolução dos modelos atômicos de maneira lúdica, estimulando o engajamento dos alunos e facilitando a assimilação de conteúdos teóricos. A mecânica do jogo, que envolve a formação de combinações corretas entre cientistas, modelos e características, além de promover a interação social e a colaboração, favorece o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais essenciais à aprendizagem significativa.

Além disso, a pesquisa revela que a ludicidade dos jogos educativos pode atuar como um motivador importante para os alunos, combatendo a desmotivação frequentemente observada no ensino da matéria, especialmente em seus temas mais abstratos. O uso de metodologias ativas, como a do jogo de cartas, proporciona uma aprendizagem mais efetiva, pois os alunos não apenas memorizam, mas aplicam e contextualizam os conteúdos de maneira prática.

Apesar dos bons resultados já observados, a implementação de jogos em diferentes contextos educacionais e a avaliação empírica de sua eficácia são etapas fundamentais para validar a ferramenta, enquanto recurso pedagógico. Estudos futuros, baseados na aplicação do jogo em sala de aula, possibilitarão a coleta de dados sobre seu impacto no desempenho dos alunos, além de fornecer subsídios para ajustes e para melhorias na ferramenta. Dessa forma, a adaptação do jogo a diferentes realidades educacionais e faixas etárias contribuirá para a ampliação de seu alcance e eficácia.

De forma sucinta, a proposta do *Batalha dos Modelos Atômicos* se destaca como uma alternativa relevante para superar as barreiras conceituais do ensino de Química, oferecendo uma experiência de aprendizado mais envolvente e colaborativa, que visa a compreensão dos modelos atômicos e que também desperta o interesse pela ciência, de forma prazerosa e significativa. A aplicação de jogos educativos no ensino de Química tem o potencial de transformar a abordagem tradicional, tornando-a mais dinâmica, acessível e alinhada às necessidades cognitivas e sociais dos alunos.

Referências

AFONSO, A. F. et al. O papel dos jogos didáticos nas aulas de química: aprendizagem ou diversão?. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 8, n. 1, p. 578-591, 2018.

AUSUBEL, D. P. **The Psychology of meaningful verbal learning**. 2. ed. New York: Grune & Stratton, 1968.

CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. **Química**. 11. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

CUNHA, M. B. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

GARDNER, H. **Frames of mind**: the theory of multiple intelligences. New York: Basic Books, 1985.

LIMA, E. C. et al. Uso de jogos lúdicos como auxílio para o ensino de Química. **Revista Eletrônica Educação em Foco**, v. 3, p. 1-15, 2011.

ROLOFF, E. M. A importância do lúdico em sala de aula. **X Semana de Letras**, v. 70, p. 1-9, 2010.

SANTOS, A. de O.; MELO, M. R. Dificuldades dos licenciandos em química da UFS em entender e estabelecer modelos científicos para equilíbrio químico. In: XVI ENEQ/X EDUQUI, 2012. **Anais [...]**. 2012.

SCHMITT, M. Â. Ação-reflexão-ação: a prática reflexiva como elemento transformador do cotidiano educativo. **Protestantismo em Revista**, v. 25, p. 59-65, 2011.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.



O USO DE MOLÉCULAS IMPRESSAS EM 3D NO ENSINO DE ISOMERIA ESPACIAL

Luiz Gabriel Araújo da Fonseca
Luciana Otoni de Souza
Gysele Maria Morais Costa
Ronilson Freitas de Souza

Introdução

A Química desempenha um papel fundamental em nosso cotidiano, estando presente em quase tudo o que fazemos e com o que interagimos. De fato, a chamada “ciência central” possui uma participação crucial em nossa vida — muitas vezes, de forma invisível. Nesse sentido, o ensino desta ciência se torna extremamente relevante, cuja compreensão nos permite entender como a parte teórica se estabelece na realidade do dia a dia (Lino Neto; Alves, 2024). Mediante essas circunstâncias, surge a necessidade de discutir como esta ciência é concebida e trabalhada em sala de aula, com o passar do tempo.

Historicamente, o ensino de Química foi negligenciado no Brasil, pela urgência da formação de mão de obra. Kruger e Porto (2013, p. 3) revelam, nesse sentido, que “[...] o incipiente ensino de Química era teórico e livresco, quase sempre associado a estudos mineralógicos e colocando a Química como uma porção perpendicular da Física”. Percebe-se, pois, que o processo de ensino-aprendizagem desta ciência é cercado de desafios, desde a sua introdução em nosso país.

Em consonância, em sua maioria, os conteúdos de Química são vistos como difíceis e abstratos por grande parte da comunidade acadêmica, pois seus cálculos matemáticos não são aplicáveis ao cotidiano de maneira prática, razão pela qual Farias Filho e Alves (2024) indicam que a manutenção da meto-

dologia tradicional é um ponto a ser discutido. De acordo com os autores, esse tipo de abordagem possui baixa eficiência, uma vez que não explora a participação efetiva dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, além de enfatizar a prática da memorização dos conceitos, logo os desafios são potencializados, na medida em que o conteúdo se mostra distante da realidade dos alunos, não havendo momentos de contextualização e de exploração dos seus conhecimentos prévios.

Assim, a partir do desenvolvimento científico e do avanço tecnológico, emergem as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), carreando consigo novos recursos metodológicos que podem ser utilizados neste contexto e tornando a aprendizagem mais significativa, por meio de estratégias inovadoras, atrativas e contextualizadas (Amorim; Silva; Santos, 2024).

Diversos autores defendem o uso destes recursos no ensino de Química, a exemplo de Santos, Wartha e Silva Filho (2019), que recomendam o desenvolvimento de *softwares* educativos para demonstração de moléculas em três dimensões, de Dionízio (2019), que apresenta materiais tecnológicos, que podem ser utilizados para o ensino de Química, concluindo que a tecnologia ajuda a difundir informações para alcançar uma importante diversidade de conteúdos, e de Lima e Souza (2022), que utilizam moléculas 3D no ensino de Química Orgânica para alunos com deficiência visual.

Ao explorar a impressão 3D e os autores que trabalham com este recurso, esse último referencial chama a atenção, pois entendemos que tal mecanismo pode ser um aliado importante para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de Química. Banegas, Kerr e Oigusucu (2024) comentam, nesse caminho, que a impressão 3D possibilita criar representações visíveis e práticas de conceitos teóricos, ao passo que Leite (2020) sugere que o professor realize atividades com estes recursos como forma

de contribuir ao processo de ensino-aprendizagem, explicando que a construção de moléculas 3D elimina o tedioso processo de combinação aditiva de peças individuais, como esferas e hastes, e permite a construção de representações mais próximas da realidade. Ainda segundo os autores salientados, aprender fazendo e/ou construindo torna o processo de aprendizagem mais ativo, em contraponto às metodologias que têm um caminho fixo na reprodução e na repetição de conceitos.

Sob as óticas da realidade do ensino apresentada e da possibilidade de inserção de recursos alternativos, com base em tecnologias emergentes, encontra-se o ensino de Isomeria, cuja compreensão demanda representações visuais e físicas, a fim de possibilitar a contextualização e a visualização dos conceitos, para demonstrar como as ideais deste conteúdo são aplicadas de forma prática na realidade (Amorim; Silva; Santos, 2024). O estudo de Isomeria é de fundamental importância, haja vista que os isômeros originam inúmeros compostos orgânicos, com diferentes propriedades químicas e físicas.

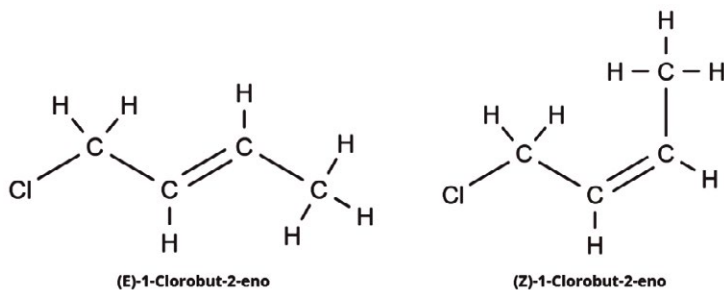
Fazendo uma breve contextualização teórica, o conceito de Isomeria surge em 1824, com os estudos do químico alemão Justus von Liebig (1803-1873). Posteriormente, no ano de 1830, o químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), ao realizar uma síntese orgânica e ao observar a existência de compostos químicos que apresentavam a mesma fórmula molecular, mas propriedades distintas, chamou estes compostos de isômeros, cujo significado provém das palavras gregas *isos*, que significa “igual, semelhante”, e *meros*, que significa “partes”. Assim, Liebig e Berzelius propuseram o conceito de Isomeria, evidenciando que as propriedades de substâncias químicas não dependem exclusivamente de suas composições, englobando o arranjo espacial dos átomos nas suas moléculas (Bruice, 2006).

O fenômeno da Isomeria ocorre frequentemente em compostos orgânicos, pois o átomo de carbono tem a capacidade de for-

mar diferentes compostos, devido a sua tetravalência (Pavanelli, 2014). Assim, a Isomeria é dividida em plana e espacial, sendo a isomeria plana subdividida em cinco classes: cadeia; posição; metameria; função; e tautomeria, e a espacial, em duas: óptica; e geométrica (Atkins; Jones; Laverman, 2018). Como o foco deste trabalho é a isomeria espacial, iremos explorar mais a fundo esse conceito: a isomeria espacial se caracteriza pela existência de compostos, que apresentam fórmulas moleculares e estruturas idênticas, mas diferem em suas propriedades físicas e em seus arranjos espaciais.

A isomeria geométrica ocorre exclusivamente com moléculas que possuem ligação dupla ou cíclicas, considerando a orientação dos ligantes, em relação à (in)saturação. Para que os isômeros sejam classificados como geométricos, um único carbono não pode possuir dois ligantes idênticos e os carbonos que pertencem à insaturação devem possuir ao menos um ligante igual. Nesse sentido, há a adição das letras E e Z à nomenclatura dos compostos, para diferenciá-los entre *cis* e *trans* (Atkins; Jones; Laverman, 2018). Dessa forma, o sistema E-Z é usado em alcenos, cujos átomos de carbono da dupla ligação possuem dois ligantes diferentes em conjunto (Figura 1).

Figura 1 – Exemplo de isômeros geométricos do tipo E-Z



Fonte: autores (2025)

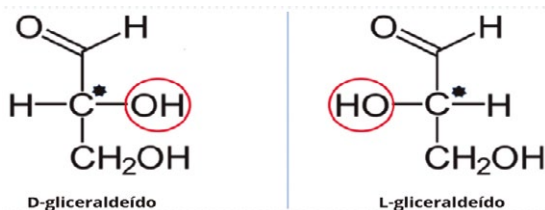
Frise-se que o uso dos prefixos E e Z designa alcenos tri e tetrasubstituídos, levando em consideração os grupos ligados a cada

átomo de carbono da dupla ligação, sendo colocados em ordem de prioridade, de acordo com o número atômico dos elementos, em escala decrescente, chegando à seguinte ordem: $I > Br > Cl > S > F > O > N > C > H$.

Quando os átomos possuem o mesmo número atômico, o isótopo de maior número de massa assume a preferência, assim, se os grupos de maior prioridade estiverem do mesmo lado do plano, a nomenclatura incluirá a letra Z (do alemão *Zusammen*, “juntos”); caso os grupos de maior prioridade estejam em lados opostos da dupla ligação, a nomenclatura receberá a letra E (do alemão *Entgegen*, “opostos”) (Atkins; Jones; Laverman, 2018).

Já a isomeria óptica ocorre, quando o composto contém pelo menos um carbono assimétrico, chamado carbono quiral, o qual se caracteriza por apresentar quatro ligantes diferentes. Um isômero opticamente ativo, quando submetido à luz polarizada, pode se comportar de duas formas: a luz pode ser desviada nos sentidos horário (+), em casos de substâncias dextróginas, ou anti-horário (-), em casos de compostos levógiros. Quando uma das duas formas acontece (Figura 2), o composto recebe o nome de enantiômero. As palavras dextrógiro e levógiro vêm do latim: *dexter*, “direita”; e *laevu*, “esquerda” (Bruice, 2006).

Figura 2 - Exemplos de enantiômeros



Fonte: adaptado de Dala-Paula et al. (2021)

Portanto, é notória a importância do ensino de Isomeria, porém este assunto apresenta um número elevado de conceitos, de classificações e de singularidades, o que justifica uma aten-

ção especial no repasse deste tema aos alunos em sala de aula (Medeiros; Goi, 2021).

Assim, o objetivo deste trabalho o de é evidenciar as potencialidades da implementação de moléculas 3D no ensino de Isomeria Espacial, mediante a aplicação deste artifício em uma turma de ensino médio. Ademais, faz-se relevante apresentar os processos de elaboração e de impressão de modelos 3D, bem como analisar a importância do emprego de recursos didáticos provenientes de novas tecnologias, no ensino de Química.

Metodologia

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, do tipo exploratória, que tem o objetivo de conhecer o fenômeno estudado, tal como ele se apresenta ou acontece no seu contexto de inserção (Lösch; Rambo; Ferreira, 2023).

Para os processos de construção dos modelos e de impressão 3D, foi utilizado o referencial de Lima e Souza (2022), sendo feitas adaptações, ao longo das etapas. Já para verificar as potencialidades da impressão 3D no ensino de Isomeria e a importância da utilização dos recursos tecnológicos no ensino de Química, aplicamos as moléculas impressas a uma turma de 3º ano do ensino médio de uma escola pública do município de Belém, com 25 alunos, a partir das seguintes etapas:

- 1ª etapa: panorama acerca do conteúdo Isomeria Espacial, com os conceitos que o envolvem, com apresentação de exemplos de isômeros *cis* e *trans* (aula 1) e R/S (aula 2) aos alunos, além de mostrar como identificar e diferenciar os tipos de isomeria;
- 2ª etapa: apresentação das moléculas à turma, aula na qual os alunos foram divididos em grupos, para, a partir do que foi estudado, identificar os tipos de isomeria nas moléculas apresentadas;



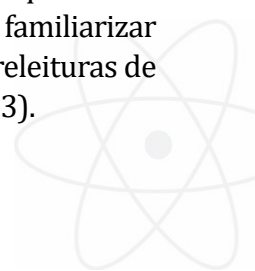
- 3ª etapa: os grupos receberam as moléculas para elaborar descrições a respeito do seu entendimento, fazendo análises de qualidade e comparações e identificando diferenças entre os compostos;
- 4ª etapa: aplicação de um questionário, para extrair a opinião dos alunos sobre os modelos apresentados e sobre a compreensão de Isomeria Espacial, através da utilização dos modelos.

A coleta de dados se deu por questionário, aplicado ao final das etapas, contendo as seguintes perguntas:

- 1ª questão: Você acredita que o uso de tecnologias pode ajudar no ensino de Química? Comente.
- 2ª questão: Qual é a sua opinião sobre os modelos impressos?
- 3ª questão: Você acredita que o ensino de Isomeria Espacial se torna mais acessível com a utilização das moléculas 3D como recurso didático? Comente.

Como método de análise dos dados, foi utilizada a técnica Análise Temática, na qual o pesquisador se debruça sobre um conjunto de dados empíricos, capturados a partir de entrevistas, de grupos focais, de questionários, a fim de identificar padrões de significados (Braun; Clarke, 2006). Seguindo a proposta de Dias e Mishima (2023), utilizou-se somente três etapas preliminares da Análise Temática: (1) coleta do dado; (2) transcrição literal do dado; e (3) ambientação com o dado.

A fase de coleta do dado deve ser cuidadosamente planejada. O pesquisador deve refletir sobre o material, o local e a duração da coleta. Já a transcrição literal do dado costuma ser alongada, visto que deve ser precisa e traduzir fielmente a fala do informante, quando feita gravação de áudio, ou o que foi escrito no questionário. Por fim, a ambientação com o dado consiste em se familiarizar com o material coletado, sendo necessárias leituras e releituras de todo o material empírico coletado (Dias; Mishima, 2023).



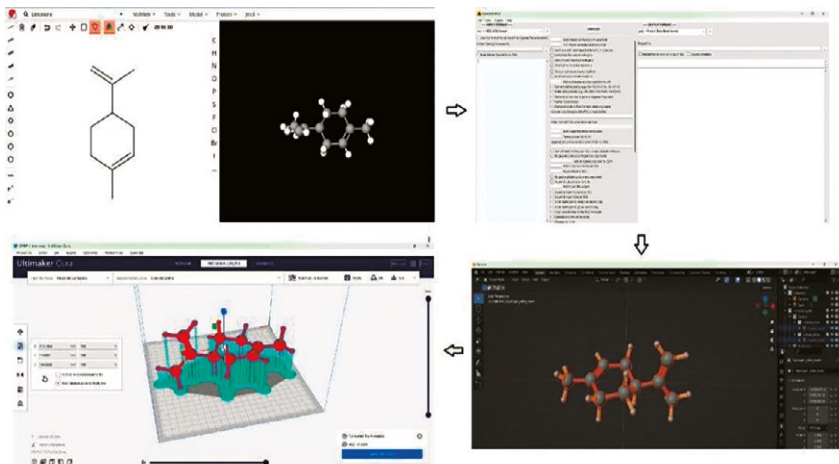
Resultados e discussão

Nessa seção, são apresentados os resultados e a discussão sobre o protocolo de impressão 3D utilizado e sobre a aplicação das moléculas no âmbito do ensino de Isomeria Espacial.

Processo de impressão 3D

O referencial teórico de Lima e Souza (2022) se mostrou eficiente, no que concerne à modelagem, à impressão e ao acabamento das moléculas. Todo o processo, realizado seguindo as recomendações dos autores, produziu o efeito desejado, garantindo a qualidade das moléculas impressas. Na Figura 3, podemos observar as etapas de impressão, estabelecidas por Lima e Souza (2022).

Figura 3 – Etapas de um processo de impressão de moléculas

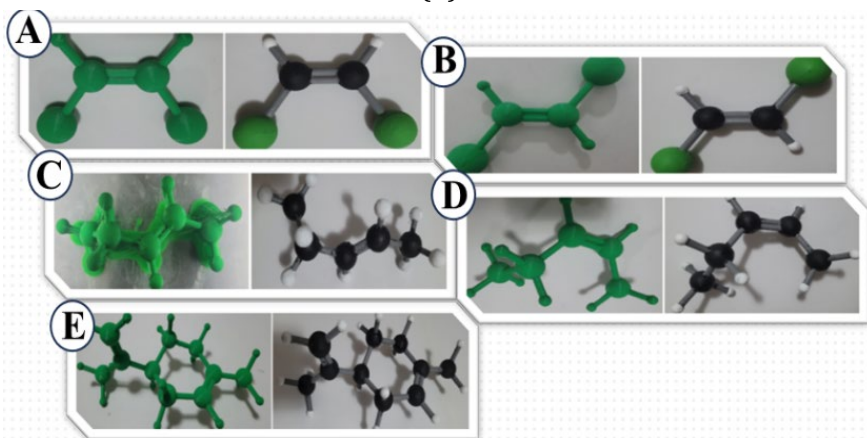


Fonte: autores (2025)

As setas na figura indicam o caminho percorrido, até a impressão da molécula de limoneno — mesmo processo adotado para as demais moléculas. Primeiramente, a construção dos modelos se iniciou no *site Molview.com*, com o desenho tridimensional das estruturas. A seguir, ajustes e conversões de formatos de arquivos

foram feitos no programa *Open Babel*. Em seguida, os arquivos foram importados no *software Blender 3D*, em que houve manipulação dos arquivos e ajustes de configuração. Por fim, os arquivos foram abertos no programa *Ultimaker Cura*, em que se definiram os parâmetros de impressão, como o tamanho e a qualidade das moléculas. Do processo, resultaram cinco moléculas impressas (Figura 4).

Figura 4 – Moléculas 3D impressas: cis-1,2-dicloeteno (A); trans-1,2-dicloeteno (B); trans-2-penteno (C); cis-2-penteno (D); e limoneno (E)



Fonte: autores (2025)

Ao longo dos passos, observou-se que os procedimentos deveriam ser feitos de maneira centrada e correta, uma vez que um descuido poderia comprometer seu andamento. Niece (2019) alerta para este cuidado, comentando que o resultado de uma impressão 3D está intimamente relacionado ao seu processo de desenvolvimento, de maneira que um bom desfecho indica que o percurso até a impressão foi realizado de forma correta e eficiente.

Jones e Spencer (2018) relatam que existem várias maneiras de elaborar um modelo tridimensional. É possível obter um bom resultado por diferentes caminhos, dependendo do que se

deseja imprimir, porém o que faz a diferença é o preciosismo nos detalhes de cada *software* ou *site* que está sendo utilizado.

Aplicação das moléculas em sala de aula

Após a dinâmica proposta, de inserção das moléculas 3D em sala de aula, 20 dos 25 alunos participantes responderam acreditar que o uso de tecnologias pode ajudar no ensino de Química, o que representa 80% do total de alunos — evidentemente, as tecnologias e os recursos digitais estão presentes e fazem parte da realidade destes alunos. No entanto, Leite (2021) comenta que é necessário que o professor tenha o conhecimento de como desenvolver atividades ligadas a recursos digitais. Nesse cenário, o autor relata que há uma grande expectativa de que o acesso às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação e o seu uso em espaços educativos impactem de forma expressiva as práticas pedagógicas, tanto em instituições de ensino básico quanto superior, além de contribuírem para os processos de ensino-aprendizagem.

Um dos principais obstáculos ao uso das TDIC em sala de aula é a ausência de formação técnica e pedagógica adequadas, juntamente com os recursos escassos de algumas escolas e a falta de interesse, por parte dos professores. Segundo Duarte *et al.* (2024), um dos desafios da sociedade atual é o de incluir o uso das TDIC na prática docente, e uma possibilidade para minimizar este desafio é a inclusão da temática nas formações inicial e continuada dos professores.

Com relação à questão 2, de maneira geral, todos receberam as moléculas 3D apresentadas de maneira positiva; apenas cinco alunos expressaram opiniões diferentes, mencionando aspectos negativos nas moléculas, como a dureza e a inflexibilidade do material. Ou seja, 80% dos alunos acenou positivamente para a qualidade das moléculas. No Quadro 1, tem-se alguns dos relatos dos alunos.

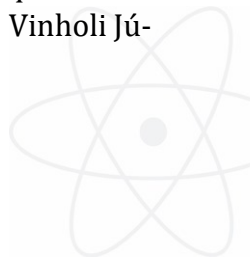
Quadro 1 – Relatos dos alunos sobre as moléculas impressas

Indicação	Relato
R1	<i>“Achei interessante o tamanho dos modelos. Não são muito grandes e nem pequenos”</i>
R2	<i>“As moléculas são boas, gostei do material ser resistente. Assim, fica melhor de manipular”</i>
R3	<i>“Pra mim, os modelos são ótimos. São exemplos onde é possível visualizar na prática os conceitos de isomeria”</i>
R4	<i>“As moléculas são excelentes representações do que já estudamos”</i>

Fonte: autores (2025)

Os pontos de destaque foram o tamanho e a qualidade dos modelos. Nesse viés, a qualidade da impressão está diretamente ligada ao processo seguido (Renner; Griesbeck, 2020), assim é possível produzir peças precisas, que representam a realidade de maneira prática e visível. Ao considerar as respostas dos alunos, lembramos do processo de acabamento das moléculas. É importante cuidar dos modelos, após a impressão, removendo com atenção os suportes, lixando e finalizando as peças com a pintura. Banegas, Kerr e Ogusucu (2024) relatam que este acabamento garante a potencialidade máxima das moléculas impressas, sem o qual elas acabariam incompletas.

Com relação a questão 3, os alunos foram unânimes ao apontar que o ensino de Isomeria Espacial se torna mais acessível com a utilização das moléculas 3D como recurso didático. A impressão 3D possui grande potencial no processo educativo, porque favorece a criação de objetos complexos, como figuras geométricas, moléculas, células, construções ou qualquer outra peça que se deseje elaborar para exemplificar (Pires; Vinholi Júnior, 2021).



No contexto atual do ensino, pela forma como a Química vem sendo ministrada na Educação Básica, é necessário criar maneiras e alternativas diferentes para impulsionar seu ensino, que muitas vezes é mal desenvolvido, justamente por se manter na improdutiva metodologia tradicional, sem criar e utilizar recursos alternativos (Teixeira; Santos; Graebner, 2019). Apresentando os modelos e utilizando-os para o ensino de Isomeria Espacial aos alunos, esses se mostraram mais interessados e curiosos — talvez, pelo fato de estar vendo moléculas impressas em uma impressora 3D pela primeira vez —, mas, de qualquer maneira, o assunto deixou de ser complexo e monótono e, pelo menos por um breve momento, passou a ser interessante e divertido.

Considerações finais

Por meio deste trabalho, com foco no ensino de Isomeria Espacial, verificou-se que a utilização da impressão 3D pode ser um caminho que interliga tecnologia e ensino, assim a elaboração e a impressão de modelos tridimensionais emerge como potencial recurso didático, sendo representações palpáveis e manipuláveis de modelos, que são vistos de forma bidimensional nas aulas de Isomeria.

Os alunos se mostraram interessados e engajados nos processos executados em sala de aula, participando ativamente dos momentos propostos. Como recurso que faz parte das TDIC, que vão surgindo e sendo aprimoradas, e estando presente na realidade dos alunos, a impressão 3D se apresentou como uma oportunidade de estudar e ensinar Isomeria de maneira prática, articulada e inovadora.

No que tange à criação e à impressão dos modelos, constatou-se a importância de seguir um percurso metodológico eficiente, como o apresentado neste trabalho, afinal o resultado de uma impressão 3D está diretamente relacionado ao caminho percorrido.

No que concerne às contribuições e aos aprendizados adquiridos na concepção desta pesquisa, destacamos a importância de conhecer o processo de impressão 3D e o uso da impressão para o ensino de Química, além de verificar as diversas possibilidades de obter recursos didáticos com o auxílio das tecnologias. Por conseguinte, o estudo possibilitou a vivência de experiências únicas, dentro e fora de sala de aula, como o contato com diferentes aplicativos de modelagem e de impressão 3D, bem como a apresentação dos modelos impressos aos alunos.

Portanto, inspirados por esta pesquisa, esperamos que mais trabalhos sejam elaborados e que a modelagem 3D possa se tornar mais presente no ensino de Química.

Referências

AMORIM, L. dos S. O.; SILVA, F. T. da C.; SANTOS, A. M. dos. Uso da tecnologia digital como estratégia facilitadora para o processo de ensino-aprendizagem de isomeria óptica no ensino médio. **Revista IFES CIÊNCIA**, v. 10, n. 2, 2024.

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018. 830 p.

BANEGAS, R.; KERR, D.; OGUSUCU, R. O uso da impressão 3D no ensino de ciências: aplicação em oficinas interdisciplinares. **CONTRAPONTO: Discussões científicas e pedagógicas em Ciências, Matemática e Educação**, v. 5, n. 8, p. 77-89, 2024.

BRAUN, V.; CLARKE, V. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in Psychology**, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006.

BRUCE, P. Y. **Química Orgânica**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

DALA-PAULA, B. M.; GOZZI, W. P.; KRINGEL, D. H.; PELOSO, E. de F.; CUSTÓDIO, F. B. **Química & Bioquímica de Alimentos**. Alfe-
nas: Ed. UNIFAL, 2021.

DIAS, E. G.; MISHIMA, S. M. Análise temática de dados qualitati-
vos: uma proposta prática para efetivação. **Revista Sustinere**,
v. 11, n. 1, p. 402-411, 2023.

DIONIZIO, T. P. O uso de tecnologias da informação e comunica-
ção como ferramenta educacional aliada ao ensino de Química.
EAD em Foco, v. 9, n. 1, 2019.

DUARTE, T. da C.; SILVA, J. B. da; BILESSIMO, S. M. S.; MACHADO,
L. S. R. Sequência didática investigativa com o uso das TDIC: uma
proposta para aulas de química no ensino médio. **Cuadernos de
Educación y Desarrollo**, [S. l.], v. 16, n. 10, p. e6089, 2024.

FARIAS FILHO, T. F. de; ALVES, L. A. Ensino de química: desafios
para o novo ensino médio na visão dos professores. **Revista Ci-
ências & Ideias**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. e24152701, 2024.

KRUGER, V.; PORTO, E. A. B. **Breve histórico do ensino de
Química no Brasil**. 33^o ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O
ENSINO DE QUÍMICA (EDEQ) – Movimentos Circulares da Edu-
cação Química: o Permanente e Transitório. **Anais [...]**. [S. l.]: [s.
n.], 2013. p. 1- 8.

JONES, O.; SPENCER, M. A Simplified Method for the 3D Print-
ing of Molecular Models for Chemical Education. **Journal of
Chemical Education**, v. 95, p. 88-96, 2018.

LEITE, B. S. Aplicativos de Realidade Virtual e Realidade Au-
mentada para o ensino de Química. **Revista de Estudos e Pes-
quisas sobre Ensino Tecnológico - EDUCITEC**, Manaus, v. 6,
p. e097220, dez. 2020.

LEITE, B. S. Pesquisas sobre as tecnologias digitais no ensino
de Química. **Debates em Educação**, v. 13, p. 244-269, 2021.

LIMA, A. M. Q. de S.; SOUZA, R. F. de. Química orgânica para alunos com deficiência visual: uma estratégia de aprendizagem combinando uso de modelos 3D e audiodescrição. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 1-23, ago. 2022.

LINO NETO, S.; ALVES, L. A. Química no Ensino Médio: análise das percepções de estudantes de uma instituição de ensino profissional. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 11, n. 6, p. 1-17, 2024.

LÖSCH, S.; RAMBO, C. A.; FERREIRA, J. de L. A pesquisa exploratória na abordagem qualitativa em educação. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 18, n. 00, 2023.

MEDEIROS, D. R.; GOI, M. E. J. Resolução de Problemas articulada ao Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 1, p. 115-135, 2021.

NIECE, B. K. Custom-Printed 3D models for teaching Molecular Symmetry. **Journal of Chemical Education**, v. 96, p. 2059-2062, 2019.

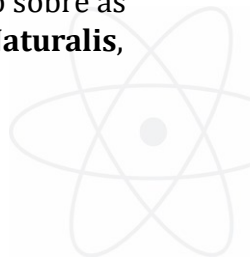
PAVANELLI, L. da C. **Química Orgânica: funções e isomeria**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014.

PIRES, M. I. F.; VINHOLI JÚNIOR, A. J. Impressão 3D e pesquisa em ciências da natureza: um olhar sobre a produção científica na área. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 5, n. 1, p. 373-393, 2021.

RENNER, M.; GRIESBECK, A. Think and print: 3D printing of Chemical experiments. **Journal of Chemical Education**, v. 97, p. 3683-3689, 2020.

SANTOS, D. O.; WARTHA, E. J.; SILVA FILHO, J. C. da. Softwares educativos livres para o ensino de Química. **Análise e Categorização, XV Encontro Nacional de Ensino de Química**, p. 11, 2019.

TEIXEIRA, V. M.; SANTOS, A. R. dos; GRAEBNER, I. B. O docente de Química e a busca pelo fazer diferente: um estudo sobre as formas alternativas para ensinar. **Revista Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 1, n. 3, p. 250-264, 2019.



INDICADORES ÁCIDO-BASE NATURAIS NO ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO ESCOLAR INDÍGENA

Victor Wagner Bechir Diniz

Introdução

O conhecimento em sala de aula deve ser compartilhado, de forma que o aluno se sinta envolvido e estimulado a relacionar os conteúdos ao mundo que o cerca. Muitas críticas têm sido endereçadas ao método de ensino tradicional, pois é evidente o distanciamento entre a sala de aula e o mundo do aprendiz. Nesse sentido, a experimentação tem-se mostrado uma importante ferramenta para ensinar conteúdos de forma dinâmica e participativa (Cunha, 2012; Lima, 2012).

É de suma importância tratar os objetos de conhecimento da ciência química com uma abordagem contextualizada, de modo que os alunos encontrem o elo entre o que é ensinado e os seus contextos de vida, os seus ambientes e as suas realidades, assim se valoriza a Química, a escola e o processo de ensino-aprendizagem como um todo. Já para o docente, contextualizar é se preocupar em estar sempre atualizado com as demandas e com os avanços da sociedade (Silva; Ferraz; Bendin, 2023).

As atividades experimentais, grandes aliadas no ensino de Química, muitas vezes carecem de materiais e de equipamentos onerosos, de difícil acesso e manuseio, assim uma das alternativas é a utilização de objetos de fácil acesso e do cotidiano dos alunos. Plantas, temperos, materiais de higiene, remédios, produtos de limpeza e outros equipamentos podem ajudar os alunos a ter mais interesse pelas aulas e até experimentos considerados simples chamam a atenção dos alunos, pela diferença na metodologia (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2012).

Muitas práticas experimentais são propostas para o ensino de ácidos, de bases e de indicadores de pH, principalmente utilizando materiais naturais. A verificação dos caracteres ácido,

básico ou neutro de uma solução é muito importante e bastante estudada nos diversos níveis de ensino, sendo relevante no ensino superior, em disciplinas como Química Geral, Química Analítica, Físico-Química, Química Orgânica e Química Inorgânica. Para determinar o pH de uma solução, podemos utilizar métodos instrumentais ou colorimétricos, sendo que os colorimétricos são bastante empregados, principalmente pela sua simplicidade e variabilidade de possibilidades de encontrar estes indicadores em amostras naturais, como plantas, por exemplo (Lima *et al.*, 2023).

Na tentativa de aproximação dos conteúdos das diversas disciplinas ao cotidiano dos alunos, a chamada Educação Intercultural Indígena se apresenta como uma força na construção do conhecimento entre indígenas e não indígenas, em que o respeito às culturas e a tentativa de compreensão do meio que nos cerca é fundamental para a inserção das práticas pedagógicas. Utilizar flores, frutos e outros elementos presentes nas aldeias ajuda a envolver os educandos indígenas com a ciência. Nesse viés, objetiva-se, com este trabalho, analisar as percepções de alunos indígenas do curso de Licenciatura Intercultural Indígena, da Universidade do Estado do Pará (UEPA), sobre a utilização de indicadores ácido-base naturais e sua ação sobre produtos comerciais utilizados nas casas dos alunos.

Referencial teórico

A experimentação tem se mostrado uma ferramenta de ensino com grande potencial para despertar o interesse dos alunos na busca pelo saber. A utilização de estratégias de atividades experimentais é uma alternativa didática eficiente no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que auxilia na consolidação de conteúdos teóricos e que possibilita a discussão de fenômenos e de observações, em que se busca uma relação teoria-prática cada vez mais próxima. Assim,

a Química pode ser percebida como uma ciência mais palpável e real, saindo do campo imaginário e fictício, em que muitas vezes é colocada (Santos; Menezes, 2020).

Sem dúvida, a experimentação é um dos principais alicerces da Química, e, para que ela seja realizada com êxito, é indispensável a utilização de materiais adequados, porém nem sempre se dispõe destes materiais nas escolas e, mesmo, nas universidades, donde vem a necessidade de se desenvolver experimentos com equipamentos de baixo custo ou alternativos, assim se pode contribuir para o aprendizado científico, além de conscientizar o aluno de que muitos materiais do seu cotidiano contêm substâncias químicas, que podem ser utilizadas para diversos fins — e reutilizada em sala de aula. Esses materiais são interessantes, pois trazem uma riqueza de informações científicas, despertam a curiosidade dos alunos e ajudam professores a trabalhar em estabelecimentos com recursos escassos ou de difícil acesso, afastados dos grandes centros de ensino ou pesquisa (Ávila; Matos, 2017).

Utilizando os diversos tipos de materiais alternativos, muitas possibilidades de ensino se apresentam ao professor. Entre os temas que podem ser trabalhados nesta perspectiva se encontram os ácidos e as bases, temática chamativa para alunos de diversos níveis de ensino. Esse assunto, ao ser introduzido nas aulas, chama a atenção do aluno para a imaginação de desenhos animados e de filmes de ficção, em que os ácidos estão associados ao forte poder destrutivo e/ou corrosivo. Esse tópico possibilita experimentações em laboratórios mais equipados ou improvisações em salas de aula simples, sendo um tema rico em possibilidades experimentais (Belettato, 2012).

Em aulas teóricas ou experimentais de ácidos e bases, é comum trabalhar os indicadores ácido-base, que são moléculas orgânicas cromóforas, que absorvem na região do visível. Essas são substâncias altamente sensíveis a concentrações de H_3O^+ e, por

consequência, determinam a ocorrência deste íon nas soluções em que estão presentes. Os indicadores ácido-base são ácidos ou bases fracas, que assumem modificações estruturais complexas, assim variando suas cores (Previdello *et al.*, 2006).

Uma forma alternativa de se conseguir indicadores ácido-base é através de algumas plantas, e muitos estudos têm demonstrado sua utilização. Folhas, flores, frutos, caules e raízes podem ser utilizados para se obter o extrato usado como identificador, e a presença de antocianinas nestas plantas é responsável pela ação indicadora. Antocianinas são substâncias que absorvem fortemente a radiação na região do espectro visível; são estruturas que, dependendo do pH do meio em que se encontram, podem apresentar cores distintas, por este motivo são amplamente utilizadas como indicadores ácido-base (Lima *et al.*, 2023; Uchôa *et al.*, 2016).

Entre as plantas que apresentam tal propriedade e que podem ser estudadas se encontram os frutos do açaí e as flores da papoula vermelha: o açaí apresenta frutos bastante apreciados na Região Amazônica e, atualmente, está sendo enviado para todo o Brasil. Base da alimentação do amazônida, o suco do seu fruto é utilizado de diversas formas e apresenta propriedades indicadoras de ácido-base; e as flores da papoula vermelha é uma planta ornamental muito comum em jardins, em praças e em canteiros da Amazônia (Uchôa *et al.*, 2016; Yamaguchi *et al.*, 2020).

As plantas presentes na vida diária, quando usadas como exemplo ou parte de processos de ensino-aprendizagem de Química, ajudam o aluno a perceber que a ciência não é uma coisa abstrata e fechada em um local distante de suas possibilidades. Nesse contexto, a Educação Escolar Indígena se propõem a aproximar o sujeito do conhecimento, fazendo com que o aprendiz consiga entender e relacionar o mundo à ciência.

A Educação Escolar Indígena vem indicar caminhos para proporcionar, aos povos indígenas, a autonomia de seus territórios e

a autoria de seus métodos educacionais, assim as ciências devem apresentar suas visões e experiências, mas também devem ouvir, respeitar e buscar relacionar as visões e experiências dos povos indígenas, criando um diálogo construtivo, respeitoso, envolvente e libertador, para que a cultura indígena seja fortalecida e, não, diminuída, como aconteceu por séculos, desde a invasão europeia ao continente americano.

A Educação Escolar Indígena é assegurada, pela Constituição Federal, como intercultural, bilíngue, específica e diferenciada, portanto deve ser respeitada e possuir uma dinâmica própria de educação; dinâmica esta que passa pela constituição de seu material didático (Simas; Menezes; Jesus, 2023).

O material didático para a Educação Escolar Indígena deve ser peculiar, uma vez que a educação destes povos muito sofreu e ainda vem sofrendo com precariedades na construção de currículos voltados à realidade dos povos originários, na formação de professores e na padronização de conteúdos e de livros didáticos, feitos a partir da visão do não indígena.

Igualmente, o material didático para educação indígena deve observar a enorme diversidade cultural, de povos e de línguas indígenas no Brasil, logo o equilíbrio entre os elementos do currículo nacional e as especificidades das culturas de inserção das escolas indígenas, juntamente com seus saberes tradicionais, é um desafio muito grande para todos os envolvidos nos processos de ensino-aprendizagem, uma vez que a Educação Escolar Indígena é diferenciada e deve valorizar as práticas e os saberes tradicionais dos povos em questão, com contextualização entre os mundos indígena e não indígena, para que a troca de saberes enriqueça e diferencie as educações, voltando um olhar humano aos povos originários. Nesse caminho, faz-se necessário que os indígenas produzam seus próprios materiais pedagógicos, com todos os recursos tecnológicos disponíveis, também utilizando recursos que a

natureza pode oferecer, bem como rituais, costumes, crenças e festas de cada povo (Santos; Santos; Silva, 2023).

Metodologia

A atividade enfocada neste trabalho aconteceu na disciplina *Química e metodologia do ensino na escola indígena*, obrigatória no curso de Licenciatura Intercultural Indígena, da Universidade do Estado do Pará (UEPA), que tem, por objetivo, formar professores indígenas para atuar em aldeias, ministrando aulas para os próprios indígenas, em uma das três grandes áreas: Letras e Artes; Ciências Humanas; e Ciências da Natureza e Matemática. A disciplina em comento aborda a importância e a concepção do ensino de Ciências/Química e suas metodologias, e busca a realização de experimentos com materiais alternativos e a construção de materiais didáticos, que possam ser utilizados por e para os indígenas — a cadeira aconteceu na aldeia Caruci, localizada no rio Arapiuns, no município de Santarém (PA).

Durante as discussões sobre a experimentação e o ensino de ciências, surgiu, dos próprios alunos indígenas, a argumentação da necessidade de realizar experimentos, durante as aulas. Nas discussões, foi realizado um levantamento sobre materiais ácidos e básicos utilizados no dia a dia. Nesse cenário, a necessidade da atividade experimental se faz evidente e se tomou a decisão de realizar uma atividade experimental sobre indicadores ácido-base e uma verificação qualitativa da acidez ou basicidade de compostos presentes na vida cotidiana da aldeia.

Durante a aula, foram trabalhados os conceitos de ácido e de bases e, em seguida, os efeitos de indicadores sobre estas substâncias. Após esta discussão, foi levantada a possibilidade de empregar algumas substâncias ácidas e básicas presentes na vida dos alunos no experimento; em outro momento, discutiu-se sobre a coloração que um indicador muito utilizado nos laboratórios (fenolftaleína) iria adquirir, caso entrasse em con-

tato com as substâncias citadas pelos alunos. Também foram apresentadas algumas possibilidades de frutas e de flores, que poderiam ter ação na indicação ácido-base, tendo sido escolhidos o açaí e a flor da papoula vermelha, por estarem disponíveis na aldeia, na época das aulas.

As substâncias ácidas e básicas presentes no dia a dia dos alunos (limão, vinagre, soda cáustica, amoníaco, sabão em pó e sabão em barra) foram levadas à escola por estes mesmos, assim como os copos de vidro, para a realização da atividade.

As amostras de açaí e de flor de papoula foram preparadas em garrafas PET de refrigerante pequenas, durante a aula, com o material vegetal colocado em infusão com álcool etílico comercial.

Na preparação das substâncias que tiveram testada a sua acidez, essas foram colocadas em copos de vidro, que foram completados com água mineral, até um terço do seu volume — as amostras foram preparadas em duplicata: uma, para testar a ação do açaí; outra, para a flor da papoula.

No experimento com o limão, foi utilizada uma banda; com o vinagre, duas colheres de sopa; com a soda cáustica, uma colher de sopa; com o amoníaco, uma colher de sopa; com o sabão em pó, uma colher de sopa; e com o sabão em barra, uma colher de sopa de raspas da barra. As amostras foram misturadas com água e o teste foi realizado.

Durante a atividade, cada grupo de alunos que trouxe o material realizou o seu experimento, junto à turma. Ao final do módulo da disciplina, a turma repetiu o experimento e socializou suas conclusões com as turmas das outras áreas dos saberes (Letras e Artes e Ciências Humanas), em uma atividade conjunta de culminância do módulo de disciplinas.



Resultados e discussão

A disciplina de Química e a metodologia de ensino na escola indígena trouxeram boas oportunidades para discutir sobre ácidos, sobre bases e sobre indicadores, aprofundando os temas, gerando atividades experimentais, com materiais encontrados na natureza e nas casas dos indígenas, e fazendo uma aproximação entre os conteúdos escolares e a vida dos alunos.

Durante a aplicação da aula de ácidos e bases, houve muitos comentários incorretos, levando a supor que toda substância com odor mais forte, com poder corrosivo ou abrasivo, irritante, com ação rápida de limpeza e com sabor azedo fosse classificada como ácida. Esses comentários corroboram Belettato (2012), que diz que, para muitos estudantes, os ácidos estão associados ao forte poder destrutivo e/ou corrosivo.

A partir desta percepção dos alunos sobre ácidos, foram discutidas a corrosão, a força e as estruturas de ácidos e de bases, para que se pudesse melhorar o entendimento e a percepção dos alunos sobre estas substâncias. Durante as aulas, a discussão se mostrou bastante rica, pois os indígenas trouxeram situações da sua realidade, levantando possibilidades de classificação de outros materiais, presentes nas suas vidas, como água do rio, tucupi, mandioca, frutas, remédios e outros preparos específicos da aldeia, entre ácido e base.

Durante a discussão sobre indicadores, muitos questionamentos acerca da ação dos indicadores surgiram e foram esclarecidos, principalmente para evitar confusões entre corantes e indicadores. Foi comentado sobre as antocianinas, identificando alguns alimentos regionais em que a substância pode ser encontrada e benefícios desta para a saúde.

A ação de indicadores sintéticos comuns em laboratórios também teve espaço na aula. O exemplo da fenolftaleína, com sua mudança de coloração em meios ácido e básico, foi bastante

trabalhado, e os alunos participaram ativamente, quando indagados sobre a cor que este indicador iria apresentar, junto das substâncias trabalhadas na aula experimental.

Após o estudo da antocianina, frisando sua ação indicadora e alguns alimentos regionais que poderiam conter a substância, elencou-se uma série de frutas, que poderiam apresentar ação indicadora, que incluiu açaí, bacaba, acerola, jambo, ameixa, flor de papoula vermelha, rosa vermelha, beterraba e cará-roxo.

Outras frutas citadas pelos alunos não estavam na safra e, por este motivo, não foram testadas. Durante a atividade, os alunos se mostraram muito envolvidos e motivados, o que os levou a decidir que testariam outras possibilidades de indicadores naturais, assim que possível. Nesse caminho, a experimentação contribui para que o aluno relacione a Química ao seu cotidiano, motivação que decorre, em parte, da constatação do que aquilo que é visto na atividade experimental facilita a assimilação do conteúdo, assim fica fácil encontrar uma funcionalidade para o que é visto de forma abstrata na teoria (Silva *et al.*, 2020).

Cada amostra de material trazida pelos alunos foi preparada em dois copos de vidro separados, assim uma banda de limão foi espremida em um copo, ao qual foi adicionada água mineral — mesmo procedimento realizado com a outra banda de limão, cujo suco foi depositado em um segundo copo, tendo ocorrido o mesmo com o vinagre, com a soda cáustica, com o amoníaco, com o sabão em pó e com o sabão em barra.

Em um copo, foi adicionado o indicador do açaí e, no outro copo, o indicador da flor de papoula, assim os alunos comparavam a mudança da cor do indicador original e, após a adição na amostra, foi possível comparar os indicadores entre si, igualmente.

A mudança de cor dos indicadores naturais foi avaliada pelos alunos como uma excelente oportunidade de trabalhar a

experimentação também em ambiente de sala de aula — e não somente no laboratório —, pois, segundo os discentes, muitas escolas das aldeias não dispõem deste espaço e/ou de recursos para execução das atividades experimentais propostas na maioria dos livros didáticos. Esses fatos condizem com o colocado por Peixoto, Barreto e Canto-Dorow (2023), que afirmam que muitos espaços podem ser utilizados para práticas educativas e que um planejamento é sempre importante para alcançar os objetivos de forma eficaz.

Durante a atividade experimental, foi observado que os discentes se mostravam motivados e atentos, com manifestações constantes de falas, de dúvidas e de suposições, o que gerou um ambiente bastante favorável ao enriquecimento dos conhecimentos. Muitos afirmaram que repetirão o experimento com seus alunos e que buscarão fazê-lo com outras amostras e indicadores.

Uma dificuldade adveio do uso de um sabão em barra de cor azul. Devido à forte cor do sabão, a ação do indicador não foi muito perceptível, sendo necessário repetir o procedimento algumas vezes, o que gerou discussões sobre a coloração real do indicador — a cor do sabão acabou mascarando o indicador e a discussão levou os alunos a propor a substituição do sabão azul por um sabão de coco, que é branco e possivelmente não interferiria no resultado do experimento.

Após a prática experimental, os alunos decidiram realizar novamente o trabalho sobre indicadores para as demais turmas, em uma mostra de atividades realizadas como culminância do módulo de aulas do curso de Licenciatura Intercultural Indígena. No evento, os alunos de Ciências Humanas mostraram um vídeo sobre povos indígenas e seus direitos, os de Letras e Artes apresentaram jogos e brincadeiras indígenas e os de Ciências da Natureza e Matemática apresentaram o experimento com os indicadores naturais feitos de açaí e de flor de papoula vermelha.

Conclusão

A atividade experimental se mostrou bastante atrativa e estimulante aos alunos, que participaram de forma efetiva na construção e na execução dos experimentos, gerando envolvimento e discussões. Quando é superado a falta de recursos e se mostra que a educação pode ser feita com qualidade em diversos locais, é semeado, no licenciando, o desejo de fazer cada dia mais e melhor pelos alunos.

Os limites da atividade proposta, como as safras das frutas que poderiam ser usadas como indicadores e as cores das substâncias, a exemplo do sabão em barra azul, por exemplo, geraram discussões, que levaram os alunos a enriquecer a prática e a planejar as futuras experimentações nas turmas, com seus futuros alunos, de forma mais eficiente.

Os alunos levantaram várias possibilidades de fazer e de re-fazer os indicadores com frutas comuns na aldeia Carucí, como bacaba, jambo e cará-roxo, além de propor a testagem os caracteres ácido ou básico de elementos próprios de sua cultura, como tucupi e água do rio, evidenciando que a experimentação gera possibilidades que estão além do que foi planejado e que, com pesquisa e condições adequadas, é possível realizar estas atividades nos mais variados espaços.

Os indicadores ácido-base de açaí e de flor de papoula vermelha da aldeia Carucí, em Santarém (PA), foram apresentados de forma satisfatória para a turma de Licenciatura Intercultural Indígena, o que levou os discentes a se interessar pela experimentação e a se comprometer a utilizar a prática, durante suas vidas profissionais, como futuros professores da escola indígena.

Referências

ÁVILA, S. G.; MATOS, J. R. Compostos coloridos de ferro: uma proposta de experimentação utilizando materiais de baixo custo. **Educación Química**, v. 28, n. 4, p. 254-261, 2017.

BELLETTATO, R. D. Utilização de indicadores orgânicos de pH no ensino de ácidos e bases: considerando alguns aspectos históricos. **História da Ciência e Ensino**, v. 6, p. 71-77, 2012.

CUNHA, M. B. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

LIMA, C. C. *et al.* Chá de flores de Hibisco (*Hibiscus sabdariffa L.*) como indicador ácido-base: proposta de atividade prática de ensino. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 9, n. 1, p. 88-101, 2023.

LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no ensino de química. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 136, p. 95-101, 2012.

PEIXOTO, S.; BARRETO, B. B.; CANTO-DOROW, T. S. Magias e bruxarias: um relato sobre ensinar e aprender ciências. **Metodologias e Aprendizado**, v. 6, p. 426-432, 2023.

PREVIDELLO, B. A. F. *et al.* O pK_A de indicadores ácido-base e os efeitos de sistemas coloidais. **Química Nova**, v. 29, n. 3, p. 600-606, 2006.

SANTOS, A. M. S.; SANTOS, E. F. M.; SILVA, G. M. A historicidade educacional do povo Koiupanká: uma educação contextualizada a partir dos saberes tradicionais. **Revista de Estudos Indígenas de Alagoas – Campiô**, v. 2, n. 1, p. 94-107, 2023.

SANTOS, L. R.; MENEZES, J. A. A experimentação no ensino de química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica PESQUISEDUCA**, v. 12, n. 26, p. 180-207, 2020.

SILVA, L. O.; FERRAZ, V. G.; BEDIN, E. Mangá Dr. Stone como estratégia de atividade lúdica para o ensino de química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 9, n. 1, p. 40-55, 2023.

SILVA, V. C.; CARDOSO, P. H. G.; GUEDES, F. N.; LIMA, M. D. C.; AMORIM, C. M. G. Didáticas experimentais como ferramentas de ensino nas aulas de química do ensino médio. **Research Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e41973547, 2020.

SIMAS, H. C. P.; MENEZES, R. O.; JESUS, M. S. O desafio amazônico da inclusão da disciplina sobre educação escolar indígena no processo de formação inicial docente não indígena. **Revista Thema**, v. 22, n. 1, p. 12-28, 2023.

UCHÔA, V. T.; CARVALHO FILHO, R. S. M.; LIMA, A. M. M.; ASSIS, J. B. Utilização de plantas ornamentais como novos indicadores naturais ácido-base no ensino de química. **HOLOS**, v. 2, p. 152-165, 2016.

YAMAGUCHI, K. K. L.; PERES, E. G.; SANTOS, E. M.; SILVA, M. F. Valorização regional e o ensino: o uso de açai Amazônico (*Euterpe precatória*) como indicador ácido-base. **Scientia Amazonia**, v. 9, n. 1, p. E1-E9, 2020.



O MIRITI COMO RECURSO AMAZÔNICO: UM SABER REGIONAL NO ENSINO DE QUÍMICA

Raissa Gerald Santos
Anthoniel Hendel Silva de Souza
Áyla Seabra Rodrigues
Maria Dulcimar de Brito Silva

Introdução

O ensino de Química é apresentado em contextos educacionais que não se alinham à realidade dos estudantes, gerando inúmeras lacunas no processo de ensino-aprendizagem. Comumente, o conhecimento científico cede espaço apenas à reprodução dos conteúdos apresentados nas aulas, dessa maneira a falta de familiaridade com a ciência pode gerar desconexão entre a teoria ministrada em sala de aula e a vivência prática dos alunos, tornando a aprendizagem um processo mais complexo e desinteressante (Santos; Menezes, 2020).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio em Química descrevem a contextualização e a interdisciplinaridade como pilares centrais na estruturação das dinâmicas interativas no ensino, sobretudo nas disciplinas de Ciências, fundamentando-se em situações cotidianas e na pesquisa, por meio da experimentação (Brasil, 2002). Para tanto, é necessário que meios tradicionais de ensino sejam superados, adotando metodologias ativas e possibilitando desenvolver o potencial crítico dos alunos para compreender as situações reais (Gama *et al.*, 2021).

A Sequência de Ensino Investigativo (SEI) é uma metodologia ativa eficiente para o ensino de Ciências, pois fomenta a alfabetização científica dos alunos, a partir de práticas pedagógicas, que refletem os padrões adotados pela Ciência, incluindo pensamento lógico, observação, formulação de hipóteses, coleta de

dados, argumentação e compartilhamento de ideias na análise (Sasseron; Carvalho, 2016). Logo, é uma estratégia que emprega diversas atividades investigativas, como experimentação, textos históricos, recursos tecnológicos e elementos regionais e cotidianos (Carvalho, 2013).

O ensino de Química possui várias particularidades, para que seja considerado eficaz, especificamente no contexto amazônico, pois esta região é reconhecida por sua rica biodiversidade e abriga elementos regionais distintos, como a palmeira *Mauritia flexuosa* L.f., conhecida popularmente como “miriti” ou “buriti”. Essa espécie vegetal foi nomeada como um patrimônio cultural e apresenta características físicas e químicas possíveis à produção de recursos didáticos (Leal; Luz, 2023), entretanto os recursos regionais ainda são pouco utilizados nos processos de ensino-aprendizagem da Educação Básica.

Nesse direcionamento, os elementos regionais podem ser empregados como recursos didáticos para auxiliar a aprendizagem, tornando-a mais interessante e contextualizada para os alunos. Portanto, esse trabalho teve, como objetivo, integrar elementos do contexto regional amazônico ao ensino de Química, por meio de uma oficina, baseada nos princípios do ensino por investigação (SEI), destinada a alunos da primeira série do ensino médio de uma instituição pública de ensino.

Ensino de Química no contexto amazônico

O ensino de Ciências visa principalmente formar cidadãos ativos, desenvolvendo conhecimentos científicos e tecnológicos nos alunos, para a participação destes na sociedade. Dessa maneira, o processo de ensino-aprendizagem deve proporcionar o desenvolvimento das capacidades do aluno de julgar, de avaliar e de se posicionar, diante das situações cotidianas (Costa *et al.*, 2020).

Entretanto, a Química é uma área das Ciências considerada complexa, devido ao seu alto grau de abstração e à abordagem

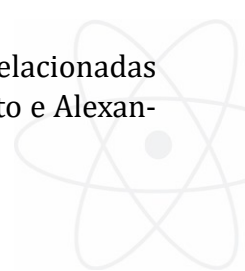
descontextualizada dos seus conteúdos — nesse viés, o conhecimento científico se distancia da realidade dos estudantes (Araújo *et al.*, 2021).

Em 2018, houve uma atualização na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que visou reorganizar o ensino escolar, fundamental aos conteúdos programáticos de todos os anos e priorizando o desenvolvimento de habilidades e de competências nos alunos (Brasil, 2018). Uma das ferramentas para auxiliar tal processo é o uso de recursos pedagógicos, que valorizem a regionalidade — ao conectar os conhecimentos científicos ao cotidiano dos alunos, a aprendizagem pode se tornar mais interessante, prazerosa e eficiente (Brasil, 2017).

Nesse contexto, a Região Amazônica é caracterizada pela sua ampla biodiversidade e pelos seus inúmeros saberes socioculturais, como ocorre na utilização de plantas para fins medicinais e gastronômicos (Leal; Luz, 2023). Assim, diversas matérias-primas são encontradas na Amazônia, entre elas a *Mauritia flexuosa* L.f., que apresenta grande representatividade na alimentação e na produção de artesanato (Santos; Coelho-Ferreira, 2011).

A *Mauritia flexuosa* é uma palmeira derivada da família Arecaceae, popularmente denominada “miriti” ou “buriti”, e o uso da espécie no Brasil é oriundo da cultura indígena, para a produção de vários objetos domésticos, de caça, de pesca e de vestuário (Santos, 2011). Em especial, a comunidade de Abaetetuba, no Pará, utiliza esta palmeira para fabricar brinquedos artesanais, o que rendeu o título de “terra do brinquedo de miriti” à região. Esses brinquedos, que representam o cotidiano da população ribeirinha da Amazônia, são reconhecidos como patrimônio cultural imaterial do estado do Pará e são elementos estruturantes do Círio de Nazaré (Dias *et al.*, 2016; IPHAN, 2004).

Algumas aplicações da palmeira de miriti estão relacionadas às suas propriedades físico-químicas. Ribeiro, Lobato e Alexan-



dre (2017) destacam que a madeira do miriti é conhecida por sua leveza, devido a sua baixa densidade (6.10^{-2} g/cm^3), sendo popularmente chamado de “isopor amazônico” — essa baixa densidade é resultado de sua estrutura única de fibras de celulose. Apesar de conter constituintes químicos semelhantes aos de outras madeiras lignocelulósicas, a disposição e a estrutura de seus componentes resultam em uma menor densidade e em uma maior capacidade de absorção de água (Santos, 2016).

Dessa maneira, o miriti apresenta grande potencial para a produção de recursos didáticos, que podem facilitar o aprendizado de Ciências. Logo, a cultura regional pode ser empregada para conscientizar os estudantes sobre a preservação ambiental e sobre o uso sustentável de recursos, além de promover um aprendizado integrador (Santos; Silva, 2021).

A Sequência de Ensino Investigativo

A Base Nacional Comum Curricular afirma que o ensino de Ciências deve respeitar a diversidade cultural dos estudantes e fornecer recursos para a construção dos conhecimentos científicos, por meio de aulas contextualizadas, com a inserção de símbolos culturais, como linguagens, objetos, entre outros (Brasil, 2017), logo é essencial que os educadores adotem metodologias, que ultrapassem os entraves do ensino tradicional, estimulando o aluno a aprender, através de propostas investigativas, relacionadas à resolução de problemas do seu cotidiano.

A Sequência de Ensino Investigativo é uma metodologia eficiente para o ensino de Ciências, visando facilitar a construção do conhecimento dos alunos, através de reflexões e atividades práticas, como jogos, experimentos e modelos didáticos (Carvalho, 2013). O ensino investigativo envolve o professor, observando o cotidiano dos alunos, para identificar um fenômeno de interesse; a partir disso, ele formula uma questão norteadora, ligada a elementos experimentais, logo os alunos interagem com

estes recursos didáticos, refletem sobre o problema e buscam resolvê-lo, promovendo uma aprendizagem ativa.

Com base no exposto, Carvalho (2013) acrescenta que a inserção de objetos que refletem a cultura regional no contexto escolar pode impulsionar a aprendizagem, por meio da utilização de elementos derivados das particularidades locais, associando-os às reflexões e aos questionamentos levantados em aula. Portanto, a ação investigativa proporciona uma aproximação com o conhecimento científico de maneira reflexiva e dinâmica.

Metodologia

Esse estudo apresentou caráter qualitativo, sendo direcionado a duas turmas da primeira série do ensino médio (totalizando 32 alunos), de uma escola de ensino público localizada na Região Metropolitana de Belém (PA). Nesse sentido, foi desenvolvida uma oficina, intitulada Explorando materiais regionais por meio da Sequência de Ensino Investigativo (SEI) no Ensino de Química, usando dois períodos de aula em cada turma, e os objetivos da aplicação foram os de analisar e de compreender as propriedades físico-químicas do miriti, utilizando um experimento alternativo em sala de aula.

Além disso, houve a produção de um material didático para a oficina, em que foram abordadas as principais características botânicas da espécie, incluindo curiosidades, propriedades físico-químicas e estruturais da madeira do miriti, bem como um roteiro para o experimento. Para a coleta de dados, foram desenvolvidos questionários pré e pós-diagnósticos, contendo questões objetivas e subjetivas, a fim de avaliar a efetividade da atividade proposta no ensino de Química. A oficina foi realizada em três etapas.

Inicialmente, os alunos receberam um questionário pré-diagnóstico, com o objetivo de avaliar seus conhecimentos prévios sobre o tema, priorizando os saberes e as experiências de vida dos

participantes. A abordagem do questionário se fundamentou em métodos, como os descritos por Lanuti e Junior (2016), os quais pontuam a necessidade de estudos científicos que valorizem o saber prático, alinhando conhecimento teórico e contexto escolar, o que possibilita a aproximação entre os conteúdos estudados e os cotidianos dos alunos. Com o suporte do material didático, foi realizada uma apresentação oral para os participantes, em que se abordaram discussões sobre a SEI aplicada ao ensino de Química, com foco na temática regional do miriti.

A seguir, ocorreu a realização de um experimento para explorar a densidade do miriti, utilizando materiais alternativos. Durante a condução da prática experimental, os alunos receberam orientações adequadas para comparar a madeira do miriti a alguns materiais do cotidiano (vidro, aço, plástico, isopor, ferro), com o intuito de discutir alguns dos conhecimentos químicos envolvidos na atividade.

Na terceira etapa, foi conduzida uma discussão sobre os conhecimentos adquiridos na sequência didática, sob a mediação dos autores, para uma avaliação subsequente da metodologia. Por fim, houve a aplicação do questionário pós-diagnóstico, para coleta dos relatos, possibilitando o tratamento dos dados, a partir da comparação entre os resultados do formulário inicial e os coletados ao final da aplicação.

Resultados e discussão

A partir do tratamento dos dados coletados na aplicação da sequência investigativa, houve a possibilidade de analisar o nível de conhecimento dos alunos participantes da pesquisa, bem como refletir sobre a realidade do ensino de Química na Educação Básica, em instituições públicas de ensino. Inicialmente, a dinâmica foi desenvolvida pelo questionário pré-diagnóstico, que tem o potencial de revelar os conhecimentos prévio e socio-cultural do aluno ao professor/pesquisador.

Quanto ao nível de entendimento dos estudantes sobre a temática regional utilizada, apenas 37,2% dos alunos (12 estudantes) asseguraram ter conhecimentos sobre o miriti — esse resultado pré-diagnóstico reflete a falta de utilização de recursos regionais e o predomínio do direcionamento mecanicista e pragmático no ensino de Química, o que impede o desenvolvimento da capacidade de compreender os fenômenos químicos presentes na sociedade, a partir da vinculação entre os conteúdos e a realidade sociocultural, em que o estudante está inserido (Gomes; Filho, 2024).

As perguntas dois e três do questionário inicial buscaram instigar os alunos a responder sobre o uso de experimentos no estudo do conteúdo densidade, bem como sobre a possibilidade de, nas concepções deles, utilizar o miriti como ferramenta para auxiliar neste processo — apenas dois alunos, identificados como “7” e “22”, responderam negativamente à questão, indicando a impossibilidade de estudar o conteúdo com experimentos e com o emprego de recursos regionais. Após a realização do experimento, os mesmos alunos confirmaram, através do questionário final, a chance de compreender o conteúdo em debate, utilizando o miriti em um experimento alternativo. Eis os seus relatos, referentes ao aspecto:

“Sim, vejo que é totalmente possível estudar a densidade por meio de experimentos” (informação pessoal do Aluno 7).

“O uso do miriti como recurso didático para o ensinar o conceito de densidade pode ser muito eficaz” (informação pessoal do Aluno 22).

Na relação entre as respostas obtidas inicialmente e as coletadas após a prática experimental, constatou-se a eficácia da utilização de metodologias ativas para o ensino de Química, visto que estas trouxeram uma maior compreensão dos conteúdos abordados em sala de aula, pelos alunos, assim como demonstraram o potencial de instigar os alunos à reflexão e à construção

dos seus conhecimentos. De acordo com Sousa, Cabral e Queiroz (2021), trabalhar com temáticas que promovam diálogos entre saberes populares e científicos é essencial à contextualização no ensino de Química, nas escolas de Educação Básica.

A quarta pergunta era subjetiva, a fim de verificar os conhecimentos prévio dos alunos acerca do conceito de densidade e da sua relação com a Química. Foi observado que a maioria dos alunos conseguiu descrever esta ligação de maneira simples, como fica evidente nos relatos dos participantes:

“A densidade tem uma relação fundamental com a química, pois é uma propriedade física que ajuda a caracterizar substâncias e misturas” (informação pessoal do Aluno 3).

“A densidade é uma propriedade específica da matéria bastante usada na química, que determina a quantidade de massa presente em determinado volume” (informação pessoal do Aluno 8).

“Está relacionada de várias maneiras, a densidade é uma propriedade física importante de substâncias e materiais e muitas vezes é utilizada na identificação e caracterização de compostos químicos” (informação pessoal do Aluno 27).

Somente três estudantes demonstraram desconhecer a conexão entre o conceito de densidade e a Química, sem fornecer explicações detalhadas. As respostas obtidas indicaram que os estudantes já tinham ideias sobre o conceito de densidade, possivelmente adquiridas em sala de aula ou em outros ambientes. Esse conhecimento auxilia na compreensão da relevância e de algumas das aplicações práticas do conceito, como a caracterização de compostos mencionada pelos alunos.

Na visão de Zotti, Oliveira e Pino (2019), a abordagem do conceito de densidade é frequentemente considerada simples, uma vez que os alunos conseguem realizar cálculos, usando a fórmula matemática que a define, porém, na Química, a relação entre a densidade e a distribuição de partículas em um volu-

me específico não é claramente compreendida, dessa forma a incompreensão da densidade está ligada à dificuldade de assimilar os conceitos a ela associados, pois o tema é apresentado de forma não significativa ao aluno.

As duas últimas perguntas do questionário pré-diagnóstico visavam avaliar os desafios dos alunos na compreensão dos conteúdos de Química e as possíveis melhorias para as aulas da matéria, e as respostas destacaram principalmente o desinteresse em aprender, a hesitação em questionar, a dificuldade com os conteúdos que envolvem cálculos e fórmulas e a falta de concentração, durante as aulas. As dificuldades explícitas apontam para um problema maior na Educação Básica — e não apenas em Química: os alunos demonstram falta de prática e de compreensão em Matemática básica, essencial para resolver questões que envolvem cálculos. Além disso, os educandos têm dificuldades em interpretar claramente os enunciados das questões, indicando uma capacidade limitada de interpretação de textos científicos (Taskin; Bernholt, 2014).

Quanto às sugestões de melhorias, as opiniões dos entrevistados variaram entre a incerteza de como sugerir melhorias e a percepção de que não há necessidade de mudanças. Por outro lado, alguns alunos destacaram a falta de aulas práticas, mencionando que conseguiam aprender com mais facilidade, quando os professores realizavam experimentos em sala de aula ou utilizavam materiais de apoio, como recursos audiovisuais, fazendo com que os conteúdos não sejam transmitidos no quadro, apenas.

Diante destes relatos, a Sequência de Ensino Investigativo explorada procurou atender a algumas das propostas de aprimoramento descritas pelos alunos para o ensino de Química. Utilizou-se esta metodologia para estimular os alunos a refletir sobre questões do cotidiano e, assim, desenvolver conhecimentos científicos e críticos, a partir do tema proposto. Dessa forma, os limites educacionais são ampliados e as habilidades cognitivas são

desenvolvidas, proporcionando uma aprendizagem mais significativa (Diesel; Baldez; Martins, 2017).

Com a aplicação do segundo questionário, foi possível observar que a maioria das respostas dos alunos, quando indagados sobre a compreensão do conceito de densidade, continham relatos breves e coerentes sobre o conteúdo. Tal achado corrobora as ideias de Gonçalves e Goi (2018), para quem as atividades investigativas levam os alunos a refletir e a tomar decisões, não se limitando apenas à manipulação de objetos e à observação de fenômenos, assim contribuindo para o desenvolvimento do conhecimento e da autonomia do alunado. Dito de outro modo, o experimento realizado e a utilização do miriti como recurso didático auxiliaram os participantes no processo de construção do conhecimento e na posterior construção de uma relação entre este e as situações reais, como mencionado por este participante:

“No experimento observamos a química ainda mais de perto do dia a dia, acredito que assim seja uma maneira mais fácil de aprender” (informação pessoal do Aluno 30).

Com relação ao questionamento sobre as melhorias no processo de ensino-aprendizagem proporcionadas por esta aplicação, alguns alunos não conseguiram demonstrar progresso no entendimento do conceito explorado, no entanto a maioria dos alunos afirmou ter aprendido com mais facilidade e clareza, a exemplo do Aluno 15:

“Sim, porque eu nunca havia realizado nem visto o procedimento, mas foi fácil de aprender com o experimento” (informação pessoal do Aluno 15).

Portanto, a mediação de conteúdos de Química por uma Sequência de Ensino Investigativo colaborou para a aprendizagem dos alunos da turma de ensino médio aqui observada, despertando a curiosidade e o interesse dos estudantes pelo assunto abordado. Ademais, destaca-se a relevância de recursos e de metodologias, que divergem do método tradicional,

permitindo abordagens contextualizadas nos cotidianos dos estudantes.

Considerações finais

Nessa pesquisa, verificou-se que recursos regionais, aliados a uma Sequência de Ensino investigativo, são ferramentas que apresentam potencialidade para o desenvolvimento da aprendizagem no ensino de Química. Ao término da aplicação, os alunos participantes foram estimulados pela oficina realizada, construindo seus conhecimentos científicos e estabelecendo aprendizagens significativas sobre o conceito de densidade e a valorização do patrimônio cultural presente no contexto amazônico, por meio do miriti.

Igualmente, é importante enfatizar a necessidade de educadores de Ciências buscarem métodos alternativos ao ensino tradicional, especialmente em disciplinas abstratas, como a Química. Isso possibilita o estímulo ao desenvolvimento do aluno, tanto dentro quanto fora da sala de aula, incentivando-o e motivando-o ao conhecimento científico integrado ao seu cotidiano.

Referências

ARAÚJO, T. K. A. *et al.* O The Game “Truth or Dare?” As a Pedagogical Tool in the Teaching-Learning of Inorganic Functions. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 4, p. 34164-34178, 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação e Base. Brasília: [MEC], 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: [MEC], 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais mais para o ensino médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: [MEC], 2002.

CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

COSTA, L. F. S. *et al.* Utilização de experimentos expositivos no ensino de ciências. *In*: ENCONTRO PARAENSE DE LICENCIATURAS - EPALIC, Bragança, UFPA, 2020. **Anais [...]**. Bragança: UFPA, 2020.

DIAS, E. C. *et al.* Brinquedos de miriti: uma forma sustentável de geração de renda para artesãos no município de Abaetetuba – Pará. *In*: 10º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL. Porto Alegre/RS, ABES-RS, PUC-RS, 2016. **Anais [...]**. Porto Alegre: ABES-RS; PUC-RS, 2016.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, Pelotas, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

GAMA, R. S. *et al.* Metodologias para o ensino de química: o tradicionalismo do ensino disciplinador e a necessidade de implementação de metodologias ativas. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 2, 2021.

GOMES, J. P.; FILHO, F. F. D. Diálogos entre os saberes populares, científicos e escolares e as suas contribuições para o ensino de Química a partir de uma temática sociocultural. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 1-17, 2024.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. Uma revisão de literatura sobre o uso da experimentação no ensino de Química. **Comunicação**, Piracicaba, v. 25, n. 3, p. 119-140, set./dez. 2018.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Certidão de registro no livro das celebrações dos bens imateriais**. Brasília: [IPHAN], 2004.

LANUTI, J. E. D. O. E.; JUNIOR, K. S. Saberes prévios dos estudantes: o ponto de partida para aprendizagem significativa na perspectiva da educação inclusiva. **Revista InFor**, v. 1, n. 1, p. 211-226, 2016.

LEAL, I. T. L.; LUZ, P. C. S. Refletindo acerca das oficinas de miriti no Ensino Médio: relatos da disciplina de Estágio I. **Revista Cocar**, [S. l.], v. 19, n. 37, 2023.

RIBEIRO, J. O. S.; LOBATO, L. S.; ALEXANDRE, J. P. Brinquedo de miriti: a força pedagógica da cultura local no currículo. **Nuan-ces: Estudos sobre Educação**, Presidente Prudente, v. 28, n. 2, 2017.

SANTOS, L. F. G. **Estudo sistemático do miriti (*Mauritia flexuosa*) para o desenvolvimento de ECO-VANT**. 2016. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

SANTOS, L. R.; MENEZES, J. A. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, [S. l.], v. 12, n. 26, p. 180-207, 2020.

SANTOS, R. S.; COELHO-FERREIRA, M. Artefatos de miriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) em Abaetetuba, Pará: da produção à comercialização. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 6, n. 3, p. 559-571, 2011.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 59-77, 2016.

SOUSA, R. F.; CABRAL, P. F. O.; QUEIROZ, S. L. Experimentação no ensino de química: focos temáticos de dissertações e teses defendidas no Brasil no período de 2004 a 2013. **Alexandria: Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 197-223, 2021.

TASKIN, V.; BERNHOLT, S. Students' understanding of chemical formulae: a review of empirical research. **International Journal of Science Education**, Filadélfia, v. 36, n. 1, p. 157-185, 2014.

TEIXEIRA, A. L. S. *et al.* A importância do trabalho investigativo no cotidiano escolar do ensino de ciências. *In*: II CONEDU, Campina Grande, 2015. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize, 2015.

ZOTTI, K. S.; OLIVEIRA, E. C.; PINO, J. C. A Aprendizagem significativa no ensino de densidade. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p. 502-519, 2019.



Capítulo II

A Química nas questões ambientais e sociais

LIXO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA ABORDAGEM TEMÁTICA PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA

Bruno Araujo dos Santos
Israel Pedro Dantas da Nóbrega
Lucivaldo da Cruz Marinheiro Junior
Maria Dulcimar de Brito Silva

Introdução

A ampla produção de resíduos sólidos tem sido um fator de grande problema para a humanidade, o qual aumenta com o passar dos anos e com o crescimento da população mundial. Como medidas de controle, foram elaboradas diversas estratégias, afim de minimizar os danos e de resolver o problema, porém se nota que os métodos utilizados não servem como solução para o problema (Sousa; Vasconcelos; Silva, 2020).

Muitos dos problemas sociais enfrentados pela população se devem a práticas irregulares no cotidiano, como descarte de resíduos nos solos, em corpos d'água e em locais e espaços públicos, que, quando relacionadas a faltas de estrutura e de planejamento urbano, causam sérios danos ao meio ambiente e prejudicam as condições de existência humana, evidenciando carências na execução de uma Educação Ambiental (EA) eficiente (Martins; Schnetzler, 2018).

Para Arrigo, Alexandre e Assai (2018), a problemática ambiental vem crescendo com o avanço dos equipamentos tecnológicos, cujos uso e descarte inadequados resultam em graves danos ao meio ambiente e à qualidade de vida da população. Ainda segundo os autores, para o pleno desenvolvimento da conscientização e para a estimulação de atividades transformadoras entre os indivíduos da sociedade, a inserção da EA se faz

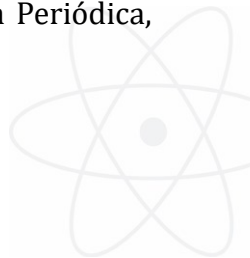
necessária, pela articulação de estratégias de ensino à formação de cidadãos críticos e conscientes.

Esse viés também pode ser observado em autores como Wuillda et al. (2017), que enfatizam que a EA surge como alternativa de conscientização da sociedade, em relação à natureza, assim como de formação crítica da população, objetivando a constituição de um novo olhar sobre a preservação do meio ambiente e a busca por melhores condições para a vida humana.

Nesse sentido, para a realização de uma EA eficaz, o ensino de Química se mostra fundamental, ao estabelecer conceitos, ao criar reflexões e ao citar exemplos, que demonstrem a importância desta modalidade de educação, além de contribuir para aulas de Química menos monótonas e mais problematizadoras. De acordo com Oliveira, Silva e Alvarenga (2020), a Educação Ambiental é considerada transversal entre disciplinas e serve como recurso pedagógico para tornar os conhecimentos químicos mais contextualizados.

Portanto, visando tornar o processo de ensino-aprendizagem mais contextualizado e positivo para os estudantes, a Educação Ambiental pode ser inserida nos conteúdos de Química, tornando-os mais significativos (Oliveira; Silva; Alvarenga, 2020). Desse modo, compreende-se que a EA possibilita articulações entre práticas e situações do cotidiano e relações com o meio ambiente, das quais se pode destacar a temática “lixo”.

Segundo Santos et al. (2011), a problemática do lixo serve como tema para o professor trabalhar conceitos e conteúdos de Química, como poluição ambiental, meio ambiente, desenvolvimento sustentável, qualidade de vida, Educação Ambiental, entre outros, e os tópicos podem se expandir e abarcar lixo eletrônico, Eletroquímica, lixão e aterro sanitário, Tabela Periódica, reciclagem etc.



Dessa forma, tendo em vista a Educação Ambiental, o presente trabalho tem, como objetivo principal, apresentar propostas de abordagens a serem aplicadas em sala de aula, que tratam a temática do “lixo” de forma interdisciplinar, por futuros professores de Química. Busca-se, nesse texto, estabelecer conexões entre os conteúdos de Química e o aspecto da gestão de resíduos sólidos, promovendo uma compreensão mais profunda e crítica sobre o assunto e integrando conceitos, como os de lixão, de aterro sanitário, de lixo eletrônico e de reciclagem, além de contribuir para a formação de educadores conscientes de suas responsabilidades ambientais e sociais, preparando-os para engajar os alunos em práticas mais sustentáveis e para promover mudanças positivas, em relação aos desafios ambientais contemporâneos.

Educação Ambiental na formação de professores

A Educação Ambiental pode ser compreendida como qualquer conjunto de ações educativas, que planejem contribuir para a formação de sujeitos críticos e conscientes das importâncias de preservar a natureza e de ser responsáveis em seus julgamentos, em relação às questões ambientais, visando o bem coletivo e a formação de uma sociedade sustentável (Sá; Oliveira; Novaes, 2015).

Segundo Roos e Becker (2012), desenvolver uma sociedade sustentável incluiria atender a necessidades básicas do presente, como o tratamento correto de seus resíduos, sem comprometer os recursos necessários às gerações futuras.

A Educação Ambiental pode ser entendida como uma metodologia em conjunto, onde cada pessoa pode assumir e adquirir o papel de membro principal do processo de ensino/aprendizagem a ser desenvolvido, desde que cada pessoa ou grupo seja agente ativamente participativo na análise de cada um dos problemas ambientais diagnosticados e com isso buscando soluções, resultados e inclusive preparando outros cidadãos como agentes trans-



formadores, por meio do desenvolvimento de habilidades e competências e pela formação de atitudes, através de uma conduta ética, condizentes ao exercício da cidadania (Roos; Becker, 2012).

No Brasil, a Educação Ambiental é tratada na Lei n.º 9.795, de 27 de abril de 1999, que se dirige ao tema da Educação Ambiental e que estabelece:

Art. 1º - Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (Brasil, 1999).

Em continuidade, o segundo artigo ressalta:

[...] Educação Ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal (Brasil, 1999).

Desse modo, identifica-se o reconhecimento e o dever de a EA ser incluída nos diversos processos educativos, entretanto, quando analisada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento norteador da elaboração de currículos escolares, a forma de educação é destacada como tema transversal entre disciplinas, não sendo apropriadamente discutida a sua implantação nos ensinos infantil, fundamental e médio. Esse tópico também é discutido em Andrade e Piccinini (2017), que, ao analisar o espaço reservado à EA na BNCC, verificaram a pequena representatividade da matéria no documento, mesmo destacada como “tema integrador”, refletindo sobre a sua inobservação na legislação vigente.

Por sua vez, Tozzoni-Reis (2001) aparta a importância e a crescente inserção da Educação Ambiental na formação de professores.

Se a problemática ambiental e a Educação Ambiental tornaram-se temas importantes nas discussões da relação dos homens com o ambiente na atualidade, nos cursos de graduação esses temas têm ocupado cada vez mais espaço. Estamos formando nesses cursos, mesmo que de forma assistemática, profissionais que atuarão direta ou indiretamente como educadores ambientais (Tozzoni-Reis, 2001).

Assim, ao analisar o papel do professor para o aluno, entende-se que é dever do docente compreender a dimensão das suas ações na moldagem da base de conhecimentos dos indivíduos nas decisões das suas sociedades de inserção, sendo necessário o planejamento de aulas, que dialoguem com a realidade dos seus alunos.

A Educação Ambiental, nas suas diversas possibilidades, abre um estimulante espaço para repensar práticas sociais e o papel dos professores como mediadores e transmissores de um conhecimento necessário para que os alunos adquiram uma base adequada de compreensão essencial do meio ambiente global e local, da independência dos problemas e soluções e da importância da responsabilidade de cada um para construir uma sociedade planetária mais equitativa e ambientalmente sustentável. (Sá; Oliveira; Novaes, 2015).

Praticando a EA, não somente se compreende como cuidar do meio ambiente, mas se estimula os alunos a se interessar pelas ciências e a entender que, para alcançar o ideal sustentável e as mudanças desejáveis, o processo deve envolver ações coletivas.

Dessa forma, o aprender deve ser um ato de formação contínua, e o termo desenvolvimento sustentável é empregado nessa estratégia com o significado de melhorar a qualidade de vida humana dentro dos limites da capacidade de suporte dos ecossistemas. Para tanto, é importante o fortalecimento das organizações sociais e comunitárias, a redistribuição de recursos, parcerias de informa-



ção e capacitação para participar crescentemente dos espaços públicos de decisão e para a construção de instituições pautadas por uma lógica de sustentabilidade. (Sá; Oliveira; Novaes, 2015).

Nesse sentido, ressalta-se que a conscientização dos indivíduos não é suficiente para transformar uma localidade; é preciso que os moradores também atuem na manutenção do espaço em que vivem, além de ser devidamente auxiliados pelas autoridades competentes com saneamento público de qualidade, com disponibilização de coleta de lixo e com leis que punam apropriadamente os infringentes, que poluem os ambientes.

Metodologia

A pesquisa realizada foi de natureza aplicada e ela se caracteriza como exploratória, com uma abordagem qualitativa, considerando-se a relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito. Isso implica um vínculo inseparável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito, um dado que não pode ser quantificado.

A metodologia utilizada foi a da pesquisa bibliográfica, por meio da observação de revistas, de artigos, de sites e de notícias, em que os principais tópicos da temática central abordaram a relação entre a Química e os eixos lixo/aterro sanitário, lixo eletrônico e reciclagem.

A partir da temática escolhida e da pesquisa realizada, foi desenvolvido um minicurso no decorrer da disciplina Tecnologias Educacionais para o Ensino de Química, o qual demandou cinco etapas, que vão descritas a seguir.

1ª Etapa - Escolha e pesquisa sobre o tema

A temática escolhida foi a da “Abordagem temática do lixo, por meio da Educação Ambiental, para a formação de professores de Química”, a qual foi dividida em três eixos norteadores: lixo/aterro sanitário; lixo eletrônico; e reciclagem.



2ª Etapa - Orientação, estruturação e pesquisa

Nessa etapa, conforme as orientações, foi realizada a estruturação do minicurso e a pesquisa bibliográfica, para aprofundar sobre o tema escolhido e suas relações com o ensino de Química, assim como a sua correlação com outras áreas de conhecimento (Geografia e Biologia, por exemplo).

3ª Etapa - Educação Ambiental para a formação de professores

Foi realizada uma pesquisa, enfatizando a Educação Ambiental para a formação inicial de professores, por meio de análises de revistas, de eventos e de artigos. Os conteúdos abordados neste momento foram de fundamental importância para a conscientização dos futuros professores.

4ª Etapa - Formulação do instrumento de pesquisa e desenvolvimento dos slides para a apresentação do minicurso

Elaboraram-se os slides para exibição dos tópicos escolhidos e ocorreu a formulação do questionário, que foi aplicado no decorrer do minicurso — as perguntas estão dispostas no Quadro 1.

Quadro 1 – Questões elaboradas para o questionário

Identificação	Pergunta
P1	O que fazer com o lixo?
P2	Como deve ser feito o descarte apropriado de resíduos?
P3	Você realiza a reciclagem dos seus resíduos? De que forma?
P4	Quais os impactos que o lixo pode causar? Justifique.
P5	O minicurso relacionado ao ensino de Química lhe proporcionou uma perspectiva sobre o tema? Justifique.

Fonte: autores (2025)

Desse modo, as perguntas identificadas como P1, P2 e P3 no Quadro 1 foram respondidas antes da apresentação do minicurso, enquanto as perguntas P4 e P5 foram respondidas após a apresentação do curso, a fim de averiguar os conhecimentos prévios e posteriores à realização do evento.

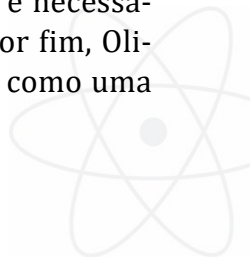
5ª Etapa: Apresentação do minicurso

O minicurso foi apresentado para uma turma de seis graduandos do quarto semestre do curso de Licenciatura em Química, da Universidade do Estado do Pará (UEPA), e incluiu os tópicos: o que é lixo?; diferença entre lixão e aterro sanitário; problemas sociais e ambientais; lixo eletrônico e sua relação com a Eletroquímica e a Tabela Periódica; poluição de recursos hídricos causada por despejo irregular de lixo; o que é e quais são os tipos de reciclagem?; o que é e quais são os tipos de plásticos; e tempo de decomposição de alguns materiais. Antes de iniciar a apresentação das temáticas do minicurso, foram distribuídos os questionários, para avaliação da formação.

Resultados e discussão

A partir da análise das respostas dos graduandos, referentes à pergunta de identificação P1, observou-se um consenso entre os conhecimentos prévios destes: para os graduandos A1, A2, A3, A4, A5 e A6, o lixo deve ser descartado de forma correta, assim como a implantação de aterros sanitários mais ecológicos é necessária — ou de reciclagem, quando possível.

É o que afirmam Conde, Stachiw e Ferreira (2014) sobre as diversas vantagens dos aterros sanitários, soluções mais econômicas, se comparadas a outros processos, além de dispor do lixo de forma adequada. Além disso, para Cardoso e Cardoso (2016), o tratamento separado de alguns resíduos é necessário, para que o descarte possa reduzir impactos. Por fim, Oliveira et al. (2012) colocam que a reciclagem surge como uma



forma de reduzir os problemas relacionados ao lixo produzido pelo homem, responsável por uma parte significativa do impacto causado na natureza.

Ao analisar as respostas para a pergunta P2, pode-se observar que os graduandos não possuíam conhecimentos sobre o método correto de descarte de resíduos. Observou-se que as respostas obtidas variaram do desconhecimento sobre o assunto à informação de que o lixo deve ser separado, porém, não especificando como efetuar esta separação ou o destino final do lixo: para os graduandos A1 e A2, os resíduos devem ser destinados aos órgãos competentes, que irão realizar os processos de separação necessários, enquanto os graduandos A3, A4, A5 e A6 não especificaram as suas respostas.

A afirmativa dos graduandos A1 e A2 concorda com Munaretto (2011), que cita que a Constituição Federal de 1988, no seu art. 30, define que cabe ao poder público local a competência pelos serviços de limpeza pública, incluindo-se a coleta e a destinação dos resíduos urbanos. Porém, é importante ressaltar que, a partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a gestão de resíduos é de responsabilidade compartilhada entre fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores, sendo a coleta seletiva um relevante instrumento.

Nas respostas à pergunta identificada como P3, foram observados poucos métodos de descarte de resíduos em uso pelos graduandos. Pode-se destacar a graduando A1, que realiza a separação dos resíduos de vidrarias dos demais lixos e que reutiliza recipientes plásticos, que acredita que ainda tenham utilidade. Percebeu-se que os graduandos A2, A3, A4, A5 e A6 não possuem conhecimentos sobre reciclagem ou os possuem, mas não realizam a reciclagem dos seus resíduos em seus cotidianos.

A afirmação do graduando A1 encontra respaldo em Alves et al. (2012), os quais mencionam que a reutilização e a reciclagem são práticas de longa data, que contribuem para a redução dos impac-

tos ambientais causados pelo lixo — a reciclagem envolve o aproveitamento de resíduos reutilizáveis na fabricação de novos produtos, seja de maneira artesanal ou industrial. Oliveira et al. (2012), por sua vez, ressaltam que priorizar a atenção ao lixo gerado em casa é essencial, pois toda iniciativa de preservação do meio ambiente deve começar pelo local mais próximo, ou seja, pelo ambiente em que residimos: a casa.

Ao observar as respostas à pergunta de identificação P4, foi constatado que, para o graduando A2, são muitos os problemas ambientais, sociais e econômicos gerados pelos descartes incorretos de materiais, além de causar danos à saúde das pessoas, uma vez que os materiais que os componentes liberam produzem grandes impactos no meio ambiente. Já para o graduando A3, as contaminações das águas (rios, mares, lagos, córregos e aquíferos) e dos solos podem ser prejudiciais à saúde.

A afirmativa do graduando A2 está de acordo com Maciel (2011), que afirma que os resíduos provenientes do avanço tecnológico (celulares, computadores, aparelhos de som, baterias, entre outros) se tornam lixo contaminado, que libera substâncias tóxicas e altamente prejudiciais à saúde. Ao ser descartado no lixo comum, esse tipo de lixo libera substâncias químicas contidas nos componentes eletrônicos, tais como mercúrio, cádmio, chumbo, cobre, arsênio, lítio, entre outros, que penetram no solo e que contaminam os lençóis freáticos, atingindo plantas e animais, por meio da água. Além disso, essas substâncias pesadas causam inúmeras doenças nos seres humanos.

A afirmativa do graduando A3 está de acordo com Soares (2022), que destaca que o descarte inadequado de lixo pode causar contaminações do solo, da água e do ar, que podem afetar a saúde humana e o meio ambiente, além de contribuir para as proliferações de enfermidades e de vetores de doenças.

Ao avaliar as respostas relacionadas à pergunta de identificação P5, identificou-se um consenso entre os conhecimentos demons-

trados pelos graduandos: para todos os graduandos, a reciclagem é importante, uma vez que o lixo não deve ser descartado de qualquer forma, em qualquer lugar. Igualmente, as informações sobre os lixões foram importantes, uma vez que estes são ilegais e inapropriados.

As afirmações dos graduandos A1, A2, A3, A4, A5 e A6 se conformam às de Fragmaq (2016), que explica que a reciclagem também é importante para a sociedade, uma vez que gera empregos em cooperativas e que contribui para a renda de diversos catadores de materiais recicláveis, que fazem um trabalho muito importante, recolhendo, separando e encaminhando materiais diretamente para a reciclagem — coleta seletiva é o nome dado ao recolhimento dos materiais que podem ser reciclados, que foram previamente separados na fonte geradora; é o primeiro passo para que diversos resíduos sejam devidamente encaminhados à reciclagem, gerando economia no processo e favorecendo sua execução.

Já a empresa Dinâmica Ambiental, especializada em gerenciamento de resíduos, comenta que a reciclagem é fundamental para evitar o esgotamento dos recursos naturais disponíveis. Geralmente, com o crescente aumento da população mundial e com o expressivo crescimento industrial, há também de se constatar um considerável acréscimo na quantidade de resíduos produzidos pela sociedade, sejam eles orgânicos ou inorgânicos. A reciclagem é geradora de riquezas, uma vez que as empresas se valem deste processo para redução de custos no processo produtivo, ao passo que contribuem para a preservação do meio ambiente. Ao mesmo tempo, a partir da reciclagem, toda uma cadeia é fomentada, sendo essa uma fonte de renda para muitas pessoas e famílias, tais como catadores de papel e de alumínio ou trabalhadores que desempenham diversas funções em cooperativas ou usinas de reciclagem.

Conclusão

Frente aos obstáculos apresentados pela administração de resíduos sólidos, torna-se clara a demanda por uma estratégia educacional mais eficaz, particularmente no âmbito da Química. A falta de conscientização sobre o descarte adequado do lixo, os impactos ambientais causados pelo avanço tecnológico e a negligência a temas, como lixo, aterro sanitário, lixo eletrônico e reciclagem, apontam para uma lacuna educacional.

Ao analisar a formação de futuros professores, destaca-se a importância de integrar a Educação Ambiental aos currículos de maneira mais consistente, reconhecendo seu papel fundamental na construção de uma sociedade sustentável. Paralelamente, o desenvolvimento de práticas pedagógicas, que vinculem os conhecimentos químicos aos desafios ambientais, especialmente os relacionados ao “lixo”, torna-se essencial para promover uma compreensão mais ampla e crítica entre os estudantes.

Portanto, o propósito deste trabalho foi o de contribuir para a reflexão e para a implementação de estratégias educacionais, que envolvam o tema do “lixo” no ensino de Química de forma contextualizada. A formação de professores conscientes de suas responsabilidades na Educação Ambiental é um passo crucial para enfrentar os dilemas associados aos resíduos sólidos e para promover práticas mais sustentáveis na sociedade.

Referências

- ALVES, A. T. J. *et al.* Reciclagem: educar para conscientizar. *In: SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO*, 2., 2012, Cruz Alta. **Anais [...]**. Cruz Alta: UNICRUZ, 2012.
- ARRIGO, V.; ALEXANDRE, C. L.; ASSAI, N. D. S. O ensino de química e a educação ambiental: uma proposta para trabalhar conteúdos de pilhas e baterias. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 306-325, 2018.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, n. 79, p. 1, 28 abr. 1999.

CARDOSO, F. de C. I.; CARDOSO, J. C. O problema do lixo e algumas perspectivas para redução de impactos. **Ciência e Cultura**, v. 68, n. 4, p. 25-29, 2016.

CONDE, T. T.; STACHIW, R.; FERREIRA, E. Aterro sanitário como alternativa para a preservação ambiental. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 69-80, 2014.

MUNARETTO, V. **Gestão de resíduos sólidos**: processos de gestão na área de resíduos sólidos. [S. l.]: [s. n.], 2011.

OLIVEIRA, M. da S. *et al.* A importância da educação ambiental na escola e a reciclagem do lixo orgânico. **Revista Científica Eletrônica de Ciências Sociais Aplicadas da Eduvale**, Jaciara, v. 5, n. 7, p. 1-20, 2012.

OLIVEIRA, M. L. G.; DA SILVA, J. R. T.; ALVARENGA, E. M. Educação Ambiental e Ensino de Química: estratégias para promoção da aprendizagem em EJA. **EJA em Debate**, ano 9, n. 15, jan./jun. 2020.

ROOS, A.; BECKER, E. L. S. Educação ambiental e sustentabilidade. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 5, n. 5, p. 857-866, 2012.

SÁ, M. A.; DE OLIVEIRA, M. A.; NOVAES, A. S. R. A importância da Educação Ambiental para o ensino médio. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 10, n. 3, p. 60-68, 2015.

SANTOS, P. T. A. *et al.* Lixo e reciclagem como tema motivador no ensino de química. **Eclética Química**, v. 36, p. 78-92, 2011.

SOARES, C. L. **Lixo no Brasil**: um problema ambiental grave. EcoDebate, 2022. Disponível em: <https://revista.ind.br/lixo-no-brasil/>. Acesso em: 3 jan. 2024.

SOUSA, K. R. P.; VASCONCELOS, S. M.; DE BRITO SILVA, M. D. Educação Ambiental e ensino de Ciências: o lixo como tema gerador de uma sequência didática nas aulas de química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 6, p. 268-288, 2020.

TOZZONI-REIS, M. F. C. Educação ambiental: referenciais teóricos na formação superior. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, v. 5, n. 9, p. 33-50, 2001.

WUILLDA, A. C. J. S. *et al.* Educação ambiental no Ensino de Química: reciclagem de caixas Tetra Pak® na construção de uma tabela periódica interativa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 268-276, ago. 2017.



O DENDÊ NO ENSINO DE QUÍMICA: ASPECTOS QUÍMICOS E AMBIENTAIS DE UM RECURSO NATURAL

Jairo Ricardo Ferreira de Sousa
Williane Azevedo da Silva
Juliane Larissa Barbosa Santos
Cristiele de Freitas Pereira
Maria Dulcimar Brito Silva

Introdução

O dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) é uma palmeira de origem africana da família das Arecaceae, composta por cerca de 252 gêneros e 2.600 espécies, 37 gêneros e cerca de 300 espécies dos quais têm ocorrência natural em solo brasileiro (Lorenzi, 2020). Em âmbito mundial, a produção de óleo de dendê é economicamente significativa em algumas regiões do sudeste asiático, em países como Indonésia e Malásia, maiores exportadores mundiais do óleo de palma, apesar dos impactos ambientais causados por sua produção (Marques et al., 2019). De seus frutos são extraídos os óleos de palma e de amêndoa, com destaque para o de palma, de suma importância para os usos industrial e alimentício e como fonte de energia. Seus aspectos químicos e ambientais são proeminentes, e sua sutil coloração é devida à presença dos carotenoides, com propriedades antioxidantes, tendendo do amarelo ao vermelho, da mesma forma que a saturação do óleo visível no produto comercial (Santana et al., 2014) (Figura 1).



Figura 1 – Fruto do dendê



Fonte: Gov.br (2017)

Em uma época distinta, permeada pelas mazelas sociais do fatídico tráfico negreiro, o dendê chega ao Brasil, advindo de terras africanas e de fácil adaptação ao clima brasileiro, em princípio se difundindo nas regiões costeiras da Bahia e arredores e, depois, em outros estados, e se concentrando atualmente no Pará, maior produtor nacional (Müller et al., 2006). Em uma fusão de tradição e de elementos naturais, o óleo do dendê do Nordeste, especificamente do estado da Bahia, juntou-se ao acarajé, nome de origem africana iorubá que significa “comer bola de fogo”, prato popularmente feito pelos baianos, sendo usado para fritá-lo, enquanto, no caruru e no vatapá, o óleo é ingrediente essencial de preparação — comidas popularmente conhecidas nas regiões Norte e Nordeste, e especificamente no Pará (Teixeira, 2020).

A sociedade está em constantes evoluções tecnológica e científica, assim como o ensino, por isso abordagens que enaltecem a cultura da região e que validam os conhecimentos prévios dos alunos estão sendo inseridas no ensino de Química (as chamadas metodologias ativas), desconstruindo aos poucos os pensamentos de uma matéria abstrata, feita apenas de simbologias e sem real significado. Dessa maneira, o aluno se torna protagonista do seu processo de ensino-aprendizagem e o professor, mediador do conhecimento, objetivando formar seres críticos e ativos, capazes de solucionar e de intervir nos problemas sociais (Wartha; Silva; Bejarano, 2013).

Ambientalmente, a palma de dendê é considerada uma planta de reflorestamento, dadas as suas adaptações climáticas ao Bioma Amazônia, bem como os significativos nutrientes absorvidos pelo solo local, devido à quantidade de matéria orgânica. Além disso, pleiteia-se a sua disponibilidade para a produção de biomassa, elevando a taxa de captura de carbono, bem como para a produção de biodiesel, uma fonte de energia renovável (Müller et al., 2006). Diante de tantas características do dendê, essa pesquisa visou desenvolver uma proposta de ensino, explorando seus aspectos químicos e ambientais.

Ensino de Química

O ensino de Química se tornou enredo dos pesquisadores nos últimos anos, sobretudo nas diversas metodologias propostas, atreladas ao desenvolvimento científico e tecnológico da humanidade, como desmistificar a matéria meramente decorativa, composta apenas de fórmulas e de cálculos abstratos. Para isso, são necessários métodos de ensino condizentes com as regiões, as culturas e as realidades sociais dos alunos, para que, dispostos de tais informações, os docentes possam inovar e adaptar suas metodologias no ensino de Química (Silva, 2022).

Segundo o INEP (2005), “[...] contextualizar é uma estratégia fundamental para a construção de significações” — usualmente, a palavra “contextualização” é expressa no processo educacional, no entanto a palavra mais adequada seria “contextuar”. Contextuar é, portanto, um método para sustentar as fundamentações teóricas propostas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), juntando o ensino de Ciências da Natureza às vivências culturais, regionais e sociais. A construção de significados, de acordo com o enredo em que as relações sociais são tecidas, produzindo o enraizamento dos significados, é apreciar intrinsecamente os constituintes culturais dos contextos em que se originam.

O dendê, recurso natural abundante nas regiões Norte e Nordeste e envolto pelas culturas destes povos, destaca-se pela composição do seu óleo, cujos ácidos que o compõem podem ser trabalhados nos assuntos de Química Orgânica e de Isomeria Geométrica, enquanto o seu potencial vitamínico para o metabolismo humano pode ser avultado pela Química Inorgânica, assim como seus aspectos ambientais podem ser vistos pela Química Ambiental — como dispõe a BNCC, que busca contextualizar o ensino de Química e aproximá-lo das realidades dos alunos, aspecto de suma importância para o ensino-aprendizagem do século XXI.

Desse modo, a pluralidade de transformações tecnológicas que a sociedade perpassa necessita de intervenções no desenho curricular do ensino médio, de modo que os estudantes não sejam espectadores e que, a partir da Base Nacional Comum Curricular, possam desenvolver as competências propostas. Evidentemente, a BNCC não busca a equiparação social, mas uma proposta curricular que supere o tradicionalismo e os modelos impostos nas escolas, meramente decorativos, em vista de atender às demandas do século, propondo o conhecimento sistemático, para desenvolver, para intervir e para pesquisar soluções para problemas, sendo um agente crítico (Brasil, 2017).

Nesse sentido, a BNCC tem seu foco em desenvolver competências, habilidades e valores, partindo do pressuposto de equilibrar o ensino em todas as regiões do país. Por questões sociais, não há como obter a equiparação completa, mas o Ministério da Educação toma tal documento como o início de um processo longínquo. A BNCC, para as Ciências da Natureza e suas tecnologias, proporciona a integração entre a Química, a Física e a Biologia, a partir das contextualizações social, cultural e ambiental, adequando, para o ensino de Química, habilidades ligadas às questões ambientais, acentuadas nesta década, assim como às leis ambientais do país, valendo-se de situações-problema reais para a organização do conhecimento e analisando os fenômenos para possíveis soluções (Brasil, 2017).

Esse documento direciona os docentes para a mediação do conhecimento, sem que haja a banalização do ensino. Em consonância, Wartha, Silva e Bejarano (2013) ratificam que um dos recursos para aproximar as inter-relações ao cotidiano do aluno é o de valorizar os elementos naturais regionais e culturais como prática pedagógica, por exemplo para a mediação do conhecimento químico, no entanto os autores destacam que, apesar de contemplada em documentos nacionais sobre métodos educacionais, muitos professores ainda não compreendem a essência da proposição para o processo de ensino-aprendizagem.

Aspectos químicos e ambientais do dendê e presença deste no Brasil e no mundo

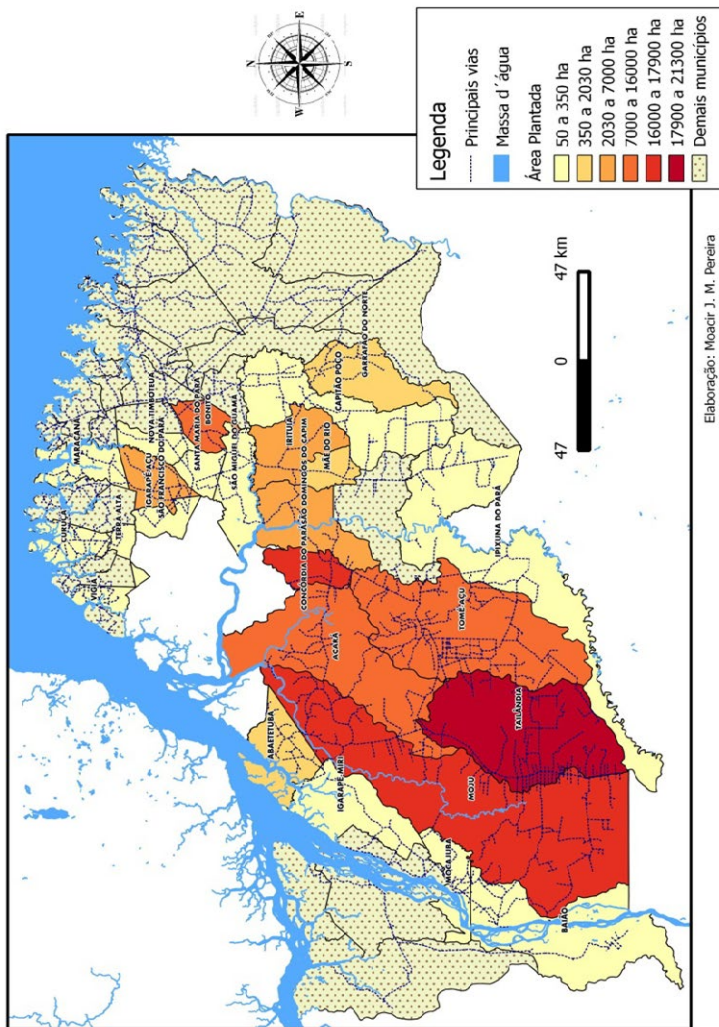
Como observado, em âmbito mundial, a produção de óleo de dendê é bastante importante em algumas regiões do sudeste asiático, como Indonésia e Malásia, maiores exportadores mundiais do óleo de palma (Marques et al., 2019). Por compartilhar do clima tropical da região de origem da palmeira do dendê (a costa ocidental da África), o plantio da espécie foi de fácil introdução no Brasil, apesar dos problemas ambientais causados pelo aumento constante das áreas de plantação dos dendezais.

No Brasil, os estados do Pará e da Bahia são os únicos produtores de dendê (e maiores, por consequência), com milhares de hectares cultivados (Müller et al., 2006), favorecidos pelo clima destas regiões. No sul da Bahia, há uma área conhecida como Costa do Dendê, na qual o clima quente e tropical do Bioma Mata Atlântica facilita bastante o plantio e favorece bons frutos, em quantidade boa a cada safra. Já no Pará, o Bioma Amazônia, quente e úmido, também permite o cultivo em diferentes regiões, indo dos solos mais aptos aos inaptos.

As razões para a escolha da cultura do dendê incluem seu potencial de alta produtividade de óleo, que entra com bastante ênfase no projeto brasileiro de bioenergia, com uso na produção

de biocombustível — sendo uma fonte de energia renovável —, assim como sua estabilidade, pois em determinado ponto de crescimento, a planta se torna constante em suas safras por anos, e, portanto, seu bom retorno econômico (Silva, 2022). A imagem da Figura 2 define os pontos de plantio de dendê no Pará.

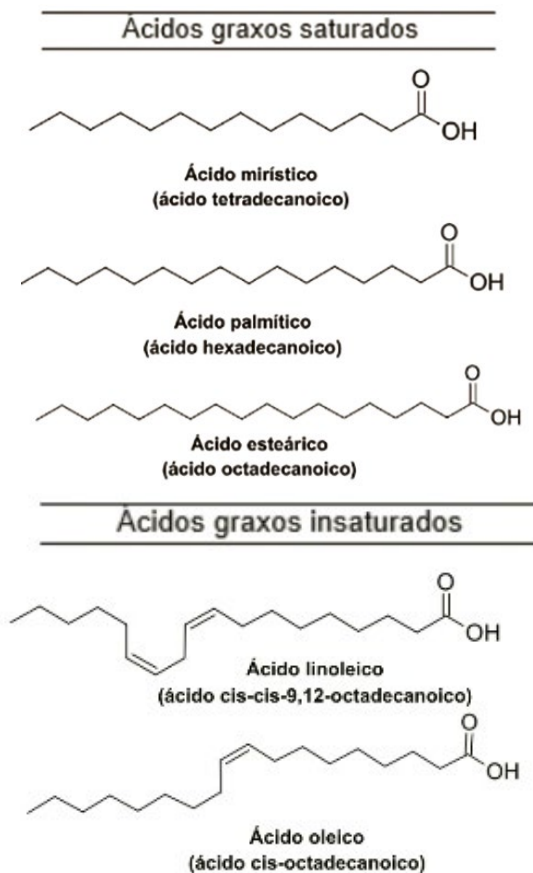
Figura 2 – Ocupação do espaço pela dendeicultura no Pará



Fonte: Silva e Navegantes-Alves (2017)

Como mencionado, de seus frutos podem ser extraídos dois tipos de óleos: de palma; e de amêndoa — geralmente, o mais extraído é o de palma (ou de dendê) O azeite de dendê apresenta textura semissólida e condições análogas às de ácidos graxos, com aproximadamente 50% de sua composição de ácidos graxos insaturados e 50%, de saturados, na configuração cis, com prevalência dos ácidos palmítico e oleico (Conceição, 2016) (Figura 3).

Figura 3 – Principais ácidos graxos do óleo de dendê



Fonte: adaptado de Solomons e Fryhle (2012)

Além disso, é um óleo abundante em licopeno (um importante carotenoides) e em vitamina E, em tocoferóis e em tocotrienóis (que previnem de doenças cardiovasculares, de colesterol LDL, de aterosclerose, de inflamações crônicas, de câncer, de envelhecimento precoce e de enfermidades neurodegenerativas, principalmente devido a sua capacidade antioxidante. Quando ingeridos, os carotenoides podem ser convertidos em vitamina A, principalmente o β-caroteno, provitamina A (retinol), importantíssima para a visão e para o crescimento, por isso o dendê está sendo objeto de estudos da comunidade científica sobre prevenção da deficiência da vitamina A, os quais incluem microencapsulamento de óleos, através dos ácidos palmítico e oleico (que demonstram boa aceitação), e produção de iogurtes para fortificação alimentar (Conceição, 2016).

Segundo Souza (2002), “[...] as mais ricas fontes de provitamina A são dois óleos, amplamente encontrados no Nordeste brasileiro: dendê e buriti”. As provitaminas, quando metabolizadas, tornam-se grande fonte de vitamina A. Tal seria um adendo à fortificação alimentar no Brasil, assim como à prevenção da hipovitaminose A e da sua principal doença associada: a cegueira.

E Souza (2002) continua: “Estima-se que, a cada ano, mais de 250.000 crianças no mundo desenvolvam cegueira irreversível em virtude da ingestão inadequada de vitamina A”, por isso o emprego do óleo de dendê na culinária é crucial, sendo importante nas culturas do Pará e da Bahia, em suas comidas típicas. Como observado, seus altos teores de vitamina A e de carotenoides já renderam pesquisas, revelando que o uso do óleo de dendê como substituinte vitamínico é eficaz, tanto no âmbito fisiológico quanto na aceitação das pessoas.

Na pesquisa de Conceição (2016), temos uma boa análise de como o óleo de palma pode ser usado na produção de alimentos, para tornar o alimento rico em vitamina A. Mesmo nas altas temperaturas dos processos de cocção, o óleo não perdeu suas características, além de não ter seu gosto alterado de forma sig-

nificativa. Além disso, o óleo de dendê é muito empregado na indústria alimentícia, como em manteigas, em pães, em biscoitos e em substituição à manteiga de cacau, tendo empregos também para fins industriais, como na obtenção de ácidos (oleico, láurico, entre outros), e para a medicina, pois seus carotenoides são usados na proteção das células. Ademais, o óleo de dendê está na composição de sabões, de sabonetes, de xampus, de condicionadores, de detergentes, entre outros produtos. A versatilidade no uso do dendê inclui estudos sobre a utilização da sua biomassa como fonte de energia (Santana et al., 2014).

Biocombustível

Para Valois (1997), o cultivo do dendê apresenta vantagens significativas, tornando-o muito visado como plantio em larga escala em países asiáticos, africanos e sul-americanos. Algumas destas vantagens são: a oleaginosa apresenta a maior produtividade de óleo; possui plena adaptação ao clima tropical úmido; e é uma planta perene, cujo caráter de produção por todo o ano exige o uso contínuo de mão de obra, gerando empregos duradouros e permanência do homem no campo, evitando o êxodo rural para as cidades.

Sabendo da aplicabilidade do dendê em vários âmbitos da sociedade, seu estudo rendeu frutos por anos, assim como suas palmeiras. Batista (2013), por exemplo, coloca que o biodiesel com composição de óleo de dendê vem sendo estudado desde 1970 e que, em poucos anos, uma grande parcela da produção mundial foi destinada a estes estudos, chegando ao Brasil em meados de 2005, quando a nova matriz energética começou a ser abordada por aqui.

Visto que a produção de dendê em grande escala poderia fornecer matéria-prima suficiente para munir as pesquisas mais recentes sobre a utilização de seu óleo para a produção de biocombustível, foram feitas observações nas áreas de maior po-

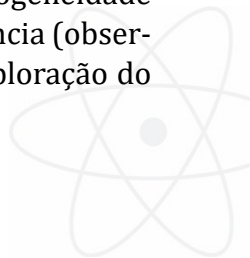
tencial de cultivo no Brasil, para verificar a viabilidade do projeto, como o Baixo Sul da Bahia, na qual, segundo Batista (2013), havia uma proposta de adequação das unidades artesanais de extração de óleo de dendê ao fabrico de biodiesel, demonstrando possíveis impactos ambientais nos efluentes, assim como a produtividade recorrente.

Metodologia

A pesquisa foi aplicada em uma turma de Licenciatura em Química, da Universidade do Estado do Pará (UEPA), campus I (Centro de Ciências Sociais e Educação). A atividade de pesquisa foi desenvolvida no mês de novembro de 2023, com a realização de uma oficina. Para tanto, foram descritos a classificação da pesquisa, os sujeitos envolvidos, as atividades trabalhadas, os instrumentos de coleta de dados e a metodologia empregada.

Caracterização da pesquisa

A metodologia utilizada na pesquisa foi de caráter qualitativo e, em consonância com os levantamentos bibliográficos acerca dos aspectos químicos e ambientais do óleo de dendê, foi possível pensar na contextualização do óleo no ensino de Química, enquanto matéria-prima regional. Segundo Bardin (2011), a Análise de Conteúdo perpassa etapas sistemáticas: 1) Pré-análise; 2) Exploração do material; e 3) Tratamento, inferências e interpretação dos resultados. A pré-análise é organizada em quatro etapas: a leitura flutuante escolha dos documentos; reformulações de objetivos e hipóteses e a formulação de indicadores (Bardin, 2011). Dessa maneira, tomamos os questionários respondidos ao final da oficina, pelos graduandos, como ferramentas para a leitura flutuante, a partir do que se elaboraram as hipóteses norteadas, pelas regras da exaustividade, da homogeneidade (semelhança de percepções/respostas) e da pertinência (observando o objetivo da pesquisa). A seguir, houve a exploração do



material e o tratamento dos dados, para as interpretações das diversidades linguísticas. Da mesma maneira, foram selecionados artigos, livros e revistas, para coletar informações sobre os aspectos químicos e ambientais do óleo de dendê.

Participantes da pesquisa

Participaram da pesquisa 11 graduandos do 4º semestre do curso de Licenciatura em Química de 2022, da Universidade do Estado do Pará. A turma foi selecionada, considerando seu desenvolvimento no desenho curricular do curso e seu contato com disciplinas primordiais do ensino de Química, como Tendências Educacionais e Tecnologias Educacionais para o Ensino de Química.

Descrição da atividade

Foi realizada uma oficina para o público de graduandos, cuja dinâmica de sala de aula tratou das características botânicas, químicas (textura, cadeia carbônica, carotenoides, vitaminas e funções biológicas para o organismo humano), ambientais e culturais da palmeira do dendê e do ensino de Química. Dessa maneira, com intuito de apresentar o óleo de dendê como bem natural e objeto de estudo, foram extensivamente explicitados seus aspectos mais importantes, considerados viáveis ao ensino da disciplina.

Pelos aspectos ambientais discutidos na oficina, e seu atrelamento à BNCC, documento que visa aproximar as Ciências da Natureza, sobretudo a Química, às questões ambientais, buscou-se contextualizar o ensino em todas as etapas, com vistas a tornar os alunos protagonistas do processo, capazes de intervir e de interagir no enredo sociocultural (Silva, 2022).

Para tanto, durante a oficina, foram trazidos conteúdos de Isomeria Geométrica, destacando o ácido linoleico, parte da composição química do óleo de dendê, de Química Orgânica, enfatizando a função orgânica presente na composição dos ácidos do óleo

de dendê, e de Química Ambiental, salientando o potencial da palmeira do dendê para o reflorestamento de áreas degradadas. No decorrer da oficina, foram apresentadas algumas atividades sobre o tema, tais como questões sobre os conteúdos abordados, havendo uma pequena interação com os participantes e, em seguida, a coleta de suas opiniões.

Para identificar o nível de aceitação dos graduandos envolvidos na pesquisa, foi aplicado um questionário, ao final da oficina, cujo conteúdo é descrito no Quadro 1.

Quadro 1 – Questionário da oficina

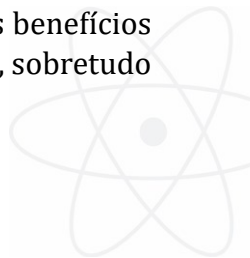
Questão	Pergunta
1	Quais são as características da palmeira do dendê?
2	Como se dá o uso do dendê na culinária? Justifique.
3	Sabendo da importância do dendê para o ensino de Química, que conteúdos podem ser trabalhados?
4	Você sabia que uma das aplicabilidades do dendê é a utilização de sua biomassa para o fabrico de biocombustível? Justifique.
5	Você sabia que o dendê integra a produção de sabões, de sabonetes, de lubrificantes e de glicerina? Justifique.

Fonte: autores (2023)

Após a realização da oficina, foram analisados os questionários aplicados, para que se pudesse conhecer as concepções dos graduandos sobre os aspectos químicos e ambientais do óleo de dendê para o ensino de Química.

Resultados e discussão

O emprego do tema do óleo de dendê foi um meio de ambientar os alunos ao ensino de Química, enfatizando as características da palmeira do dendê e da sua cultura, além dos benefícios químicos e ambientais e da sua importância cultural, sobretudo



para a culinária. Desse modo, a fim de obter uma avaliação sobre a relevância da temática como instrumento de prática docente para o ensino de Química, destacam-se as concepções dos graduandos participantes da investigação, que enfatizaram as características físicas e botânicas da palmeira do dendê, a duração do cultivo, a culinária e a versatilidade na indústria. Baseando-se nisso, os relatos dos discentes foram organizados, de acordo com as respectivas questões, no Quadro 2.

Quadro 2 – Relatos dos graduandos

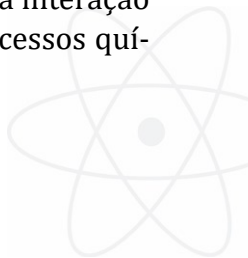
Questão	Graduandos/ participantes	Relatos/respostas
1	A1, A2, A4, A5, A7, A10 e A11	<i>“É uma palmeira originária da África, que pode chegar até 15 m de altura, vive até 25 anos, possui cachos e frutos na coloração alaranjada, produzindo aproximadamente 4 toneladas de dendê ao ano, a partir de seus frutos pode-se extrair dois tipos de óleos”</i>
2	A1, A2, A5, A7, A8, A10 e A11	<i>“O óleo de dendê é utilizado em pratos como, vatapá, acarajé, moqueca, caruru, dentre outros. Seus frutos têm alto potencial vitamínico e antioxidante, podendo ser utilizado também para fazer biscoitos”</i>
3	A1, A2, A3, A4, A6, A8, A9, A10 e A11	<i>“Podem ser abordados assuntos de química orgânica (funções orgânicas, isomeria cis e trans, nomenclatura), assim como a química ambiental, o pH do solo e energias sustentáveis, densidade, polaridade, ácidos e bases, ponto de fusão e ebulição etc.”</i>
4	A3, A4, A5, A7 e A11	<i>“Sim, pois por meio do óleo gerado pode-se produzir biocombustíveis usando o dendê como produto para sua elaboração, pois os resíduos da fabricação do azeite podem ser reaproveitados como combustível”</i>
5	A1, A2, A5, A9, A10 e A11	<i>“Sim, pois pode ser utilizado no processo de saponificação, uma vez que diversos tipos de óleos são usados na produção de materiais, como sua utilização para preparação de cosméticos, sabonetes, xampus, cremes e loções, dentre outros”</i>

Fonte: autores (2023)

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017) enfatiza a necessidade de uma abordagem contextualizada e significativa no ensino de Química, bem como destaca que o ensino deve ultrapassar a mera memorização de fórmulas e de conceitos abstratos, buscando integrar aspectos culturais, regionais, ambientais e sociais. A BNCC também ressalta a importância de metodologias, que valorizem as experiências e as vivências dos alunos, visando uma aprendizagem mais dinâmica, eficiente e eficaz. Essa abordagem está alinhada às demandas da contemporaneidade, proporcionando uma compreensão mais ampla e profunda dos conceitos químicos aos estudantes.

Em conformidade com as respostas dadas à Questão 2, o óleo de dendê é o ingrediente principal da culinária regional, sendo bastante incisivo nos estados da Bahia e do Pará e gerando uma identificação social marcante — eis o foco de usar este produto como ferramenta de ensino, por sua utilização no vatapá e no caruru, tradicionais nas regiões Norte e Nordeste, assim como no acarajé, na Bahia, por exemplo (Teixeira, 2020). Além disso, o dendê é uma oleaginosa e seu óleo é um dos componentes na produção de margarinas, de pães, de biscoitos, de massas, de tortas, de manteiga vegetal, de óleo de cozinha e salada, além de fornecer vitamina E e betacaroteno (provitamina A), isto é, a maioria dos seus usos contempla a produção de alimentos (Santana et al., 2014).

Pelas respostas à Questão 3, observou-se uma conformidade com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017) para o ensino de Química, pois ela dá ênfase à integração de conhecimentos interdisciplinares, especialmente no que diz respeito à relação entre Química e Biologia. A BNCC destaca a importância de abordar temas como o da Química da vida, em sua interação com o ambiente, reconhecendo a influência dos processos químicos nos sistemas biológicos e vice-versa.



Além disso, a BNCC observa a relevância de explorar conteúdos relacionados à Química dos Materiais, incluindo a compreensão das propriedades e das transformações da matéria, bem como suas aplicações práticas em diferentes contextos, como na produção de alimentos, de medicamentos, de materiais de construção e de energias renováveis. A BNCC enfatiza, ainda, a necessidade de promover uma abordagem contextualizada e significativa no ensino de Química, estimulando a investigação, a experimentação e a resolução de problemas reais, de modo a desenvolver, nos estudantes, competências científicas e habilidades socioemocionais fundamentais as suas formações integrais.

Considerando os relatos prestados à Questão 4, as pesquisas envolvendo o óleo de dendê como matéria-prima para a geração de combustível de origem biológica, seja ela animal ou vegetal, datam dos anos 1970, ou seja, são extensas e bastante difundidas, agregando inúmeras espécies vegetais como matéria primordial, como dendê, usado na produção de biodiesel, e milho e cana-de-açúcar, presentes no etanol. Além disso, o dendê é visto como uma alternativa na fabricação de biocombustível, e o Brasil é o país com o maior potencial de produtividade, considerando a área de plantio disponível e adequada, que chega a 75 milhões de hectares. Nesse sentido, o estado da Bahia, o único do Nordeste com condições para a dendeicultura, possui 850 mil hectares aptos ao plantio.

Baseado nos relatos da questão 5, Santana et al. (2014) colocam que o dendê é abrangente e possui diversas finalidades, graças aos seus aspectos químicos e ambientais, sendo empregado em escala industrial em xampus, em sabões, em cosméticos, entre outros materiais, sem contar seus atributos valiosos para a indústria alimentícia, como na produção de pães, de biscoitos, de manteigas, entre outros bens.

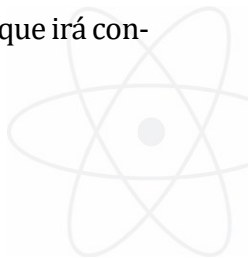
Considerações finais

Levando em consideração o estudo realizado e a aplicação do método aqui descrito em sala de aula, é possível perceber uma consonância deste com os princípios da Base Nacional Comum Curricular. A BNCC preconiza uma abordagem educacional, que busque integrar o ensino às vivências cotidianas dos alunos, promovendo uma aprendizagem contextualizada e significativa. Nesse sentido, propõe-se que os conteúdos escolares não se restrinjam apenas aos aspectos teóricos, mas que também dialoguem com as realidades dos estudantes, estimulando sua curiosidade e seu engajamento.

Buscar esta abordagem diferente demandou uma pesquisa ampla dos aspectos que cercavam o óleo de dendê, incluindo sua incidência no mercado e indústria paraenses e suas aplicabilidades sociais, tornando viável a contextualização do conteúdo na Química, principalmente em termos da composição do óleo, que geraram margem para utilização em conjunto com assuntos de Química Orgânica, como Isomeria e funções, demonstrando o viés usual do óleo como ferramenta de ensino-aprendizagem.

Sabendo disso, utilizamos este conhecimento para realizar a apresentação, que serviu de base para a obtenção dos resultados aqui enfocados, os quais se mostraram de suma importância. Dito de outra forma, a iniciativa de investigar o dendê nos preparou para o trabalho e nos permitiu passar nossas descobertas para os graduandos participantes, conforme suas manifestações, após a apresentação.

Portanto, em consideração a isto, a pesquisa e a aplicação nela colocada foram consideradas satisfatórias, por terem alcançado o objetivo de levar, aos graduandos em Química participantes, uma abordagem diferente para um tema pouco difundido no âmbito escolar: o óleo de dendê, que tem bastante influência na sociedade paraense, tornando-o uma alternativa viável ao ensino, que irá contribuir para a melhoria no ensino de Química.



Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: [MEC], 2017.

BATISTA, R. O.; CARMO, B. B. T.; SILVA, K. B.; MESQUITA, F. O.; COSTA, M. S. Proposta de adequação ambiental de unidades artesanais e semiartesanais de extração de óleo de dendê no Baixo Sul da Bahia para produção de biodiesel. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 3, p. 1-7, 2013

CONCEIÇÃO, E. J. L. da. **Azeite de dendê microencapsulado: uma alternativa para fortificação de iogurtes**. 2016, 91 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos, Nutrição e Saúde) - Escola de Nutrição, UFBA, Salvador, 2016.

DE SANTANA, M. C. C. B. *et al.* Dendê e seu potencial de uso: uma prospecção tecnológica. **Cadernos de Prospecção**, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 516, 2014.

LORENZI, H. **Elaeis in Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB44212>. Acesso em: 18 set. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): fundamentação teórico-metodológica**. Brasília: MEC; INEP, 2005. p. 41-53.

MARQUES, M. B. L. *et al.* In: SEMANA DA AGRONOMIA/I ENCONTRO REGIONAL DOS ESTUDANTES DE AGRONOMIA, XVII., 2019, Manaus. **Conferência**. Manaus, 2019.

MÜLLER, A. A.; FURLAN JÚNIOR, J.; CELESTINO FILHO, P. A **Embrapa Amazônia Oriental e o agronegócio do dendê no Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 67 p.

SILVA, E. M. da; NAVEGANTES-ALVES, L. A ocupação do espaço pela dendeicultura e seus efeitos na produção agrícola familiar na Amazônia Oriental, **Confins** [On-line], v. 30, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.11843>. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/11843>. Acesso em: 20 fev. 2025.

SILVA, M. A. da. **Contextualização no ensino de química:** reflexões sobre a prática docente. 2022. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Ouricuri, 2022.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica**. Vol. 2. Tradução R. M. Matos e D. S. Raslan. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 476 p.

SOUZA, W. A. de; VILAS BOAS, O. M. G. da C. A deficiência de vitamina A no Brasil: um panorama. **Revista Panamericana de Sa-
lud Pública**, v. 12, n. 3, p. 173-179, 2002.

TEIXEIRA, A. dos S. **O azeite da Costa do Dendê:** um produto do território. 2020. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020.

VALOIS, A. C. C. **Possibilidades da cultura do dendê na Ama-
zônia**. Brasília: Embrapa Cenargen, 1997. 7 p. (Comunicado Técnico, n. 19)

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. da; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química Nova na Es-
cola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.



A ÁGUA COMO RECURSO FUNDAMENTAL: UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Rodrigo Pereira Costa
João Victor dos Santos Cardoso
Yasmin de Almeida Santana
Maria Dulcimar de Brito Silva

Introdução

Por algumas teorias, a água teria surgido na formação do sistema solar, após a explosão do Big Bang, gerador dos primeiros átomos de hidrogênio e de hélio. No decorrer dos milênios, as nuvens de hidrogênio e de hélio começaram a se unir, formando as estrelas, que passaram a fundir estes elementos para a geração de outros, mais pesados, como oxigênio, nitrogênio e carbono, até chegar ao ferro. Dessa forma, os átomos de oxigênio formados se arranjaram com os de hidrogênio, formando as primeiras moléculas de água, que se acumularam em outros corpos, como os cometas, na forma de gelo (Oliveira, 2015).

Acredita-se que, durante a “Terra Primitiva”, diversos cometas teriam colidido com a superfície da Terra, e, devido à alta temperatura, a água teria sofrido sublimação e, com o passar dos anos, teria se acumulado o suficiente para resfriar o planeta, por meio de chuvas, fixando-se no estado líquido e formando os oceanos primitivos (Yazbek, 2021).

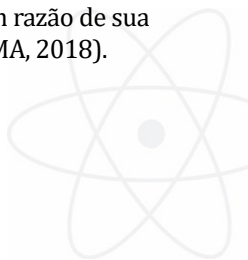
Segundo Grassi (2021), o planeta Terra tem sua crosta coberta por aproximadamente 1,4 bilhão de km^3 de água, o que equivale a 71% da superfície da Terra, sendo que 97,5% desta água é salgada, imprópria para o consumo humano e para a irrigação vegetal — somente 2,5% da água do planeta é doce e própria para consumo. Entretanto, cerca de 69% desta porcentagem de água doce se encontra

em geleiras, ao redor do mundo, 30%, em águas subterrâneas, armazenadas em aquíferos, e somente 1%, em rios e lagos.

A partir destes dados, infere-se que este recurso, embora abundante no mundo, encontra-se limitado ao consumo humano. Também com base nisto, dados da Organização das Nações Unidas (ONU) demonstram que cerca de 4,5 bilhões de pessoas não dispõem de saneamento básico de qualidade, ao redor do mundo, enquanto cerca de 2,9 bilhões de pessoas não têm acesso à água potável nas suas residências.

A água potável é um dos recursos mais importantes do planeta, pois viabiliza as mais variadas formas de vida. Embora este recurso seja indispensável aos seres vivos, diversos fatores ameaçam sua disponibilidade, assim a Organização das Nações Unidas instituiu o dia 22 de março de 1992 como o Dia Mundial da Água, juntamente da Declaração Universal dos Direitos da Água, que é ordenada em dez artigos:

i) A água faz parte do patrimônio do planeta; ii) A água é a seiva do nosso planeta; iii) Os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados; iv) O equilíbrio e o futuro de nosso planeta dependem da preservação da água e de seus ciclos; v) A água não é somente herança de nossos predecessores; ela é, sobretudo, um empréstimo aos nossos sucessores; vi) A água não é uma doação gratuita da natureza; ela tem um valor econômico: precisa-se saber que ela é, algumas vezes, rara e dispendiosa e que pode muito bem escassear em qualquer região do mundo; vii) A água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada; viii) A utilização da água implica respeito à lei; ix) A gestão da água impõe um equilíbrio entre os imperativos de sua proteção e as necessidades de ordem econômica, sanitária e social; e x) O planejamento da gestão da água deve levar em conta a solidariedade e o consenso em razão de sua distribuição desigual sobre a Terra (IMA, 2018).



A contaminação do ambiente aquático por metais pesados é recorrente, com destaque para o mercúrio, visto que a biodiversidade marinha consome este elemento e, com o processo da cadeia alimentar, a concentração da substância aumenta nos organismos dos peixes. Esses animais contaminados, ao serem consumidos, acabam afetando o ser humano, ocasionando problemas de saúde, como paralisia dos nervos e dos órgãos (Malato et al., 2021).

Nos ambientes escolares, faz-se necessário que os professores utilizem metodologias para ministrar a Educação Ambiental, visando conscientizar as pessoas, desde a juventude, sobre os danos que os recursos hídricos podem sofrer, além de promover um ensino mais próximo à realidade do aluno, facilitando a absorção de conhecimentos (Nunes et al., 2019).

Uma das ferramentas que pode auxiliar no entendimento do tratamento da água é a experimentação, como a montagem de filtros caseiros. Segundo Santos e Amaral (2019), a experimentação serve como ferramenta para despertar o interesse do aluno, permitindo a construção de ideias e a racionalização de conceitos abordados. Nesse caminho, o presente trabalho teve os intuítos de analisar os impactos ambientais causados pela poluição e de conhecer os principais métodos de prevenção à poluição da água.

Metodologia

A presente pesquisa teve um caráter qualitativo e envolveu a participação de sete graduandos do quarto semestre do curso de Licenciatura em Química, da Universidade do Estado do Pará (UEPA), matriculados na disciplina Tecnologias Educacionais para o Ensino de Química, com os intuítos de demonstrar e de aplicar uma alternativa de abordagem ao ensino de Química, por meio da questão ambiental da água. O formato adotado foi o de minicurso, utilizando uma apresentação de slides, contendo os tópicos que foram trabalhados.

A discussão foi iniciada pela Competência 3 da Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais. Ou seja, comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (Brasil, 2017).

No cenário atual de reforma do ensino médio, as abordagens necessitam desenvolver a capacidade de análise e o raciocínio dos discentes, para que estes possam compreender a importância da água na vida, bem como sua utilidade e sua disponibilidade, seguidamente das teorias que apresentam possíveis caminhos para o surgimento deste recurso no planeta.

As premissas expostas na Declaração Universal dos Direitos da Água, quanto à funcionalidade e à importância do bem em realce, embora relevantes, muitas vezes não têm se propagado, potencializando ainda mais a sua violação, tanto da parte de governos quanto de populações.

No método, abordou-se notícias sobre a poluição das fontes de água presentes no planeta, que provém das ações humanas (dejetos, alterações nos ambientes naturais, etc.), caracterizadas por provocar mudanças nas características físicas, químicas e biológicas do planeta, as quais resultam em perda na qualidade da água. Suas causas estão relacionadas especialmente ao desenvolvimento de atividades produtivas, pelo ser humano, denominadas ações antrópicas. Nesse sentido, foram expostos alguns itens de noticiários, ilustrados na Figura 1.

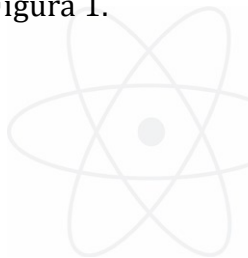


Figura 1 – Slides com recortes de notícias sobre poluição aquática



Fonte: autores (2025)

O tópico a seguir abordou a chuva ácida, proveniente da poluição causada pelos gases liberados pelas ações humanas. No geral, as indústrias realizam a emissão de grandes volumes de poluentes, como gás carbônico (CO_2) e sulfito (SO_3), que reagem com a água vaporizada da atmosfera e que se condensam nos ácidos carbônico (H_2CO_3) e sulfúrico (H_2SO_4). Esse fenômeno é prejudicial à fauna e à flora, já que ocasiona a redução do pH, que precisa ser levemente básico para a conservação de florestas e de ambientes marinhos. Além disso, foi explicado como este cenário pode ser revertido pela adição de materiais alcalinos.

A apresentação teórica finalizou com a dissertação sobre o tratamento das águas industriais: para eliminar impurezas da água, é preciso adicionar uma substância floculante, para sedimentar a maior quantidade de partículas, realizando filtrações e desinfecções, posteriormente. Para melhor entender as etapas de tratamento, foi mostrado um vídeo de um filtro caseiro — que também pode ser usado como recurso didático. O filtro e as etapas do vídeo são mostradas nas figuras 2 e 3.

Figuras 2 – Amostra de água suja (2A) e amostra, após adição do agente floculante (2B)

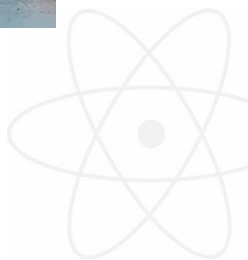


Fonte: autores (2025)

Figura 3 – Filtro caseiro montado, com a amostra sendo transferida (3A) e amostra sendo filtrada (3B)



Fonte: autores (2025)



Ao fim do vídeo, houve a aplicação de um jogo e de um questionário, a fim de analisar o que os participantes conseguiram compreender, após as dissertações dos palestrantes.

Resultados e discussão

Após a exposição dos tópicos e dos conteúdos abordados no minicurso, foi aplicado um questionário de quatro perguntas aos participantes, identificados como A1, A2, A3, A4, A5, A6 e A7, as quais estão listadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Perguntas do questionário

Identificação	Pergunta
P1	Qual é a importância da água para o planeta? Justifique
P2	Quais são os impactos da chuva ácida no meio ambiente? Justifique
P3	Cite algumas medidas que ajudam a evitar a poluição hídrica.
P4	Você sabia da existência da <i>Declaração Universal dos Direitos da Água</i> ? Fale um pouco sobre a importância desta declaração para a nossa sociedade e para o meio ambiente. Justifique.

Fonte: autores (2025)

À pergunta P1, todos os participantes responderam que a água possui grande importância para os variados tipos de vida existentes no planeta, com ênfase maior nas plantas e nos animais.

Como destacam Cardoso et al. (2020), a água é essencial à vida na Terra por várias razões fundamentais: necessidade biológica; regulação térmica; transporte de nutrientes; e manutenção de habitats. Tais aspectos destacam a importância vital do bem para a sobrevivência de todos os seres vivos e para a saúde e sustentabilidade dos ecossistemas terrestres.

Já na pergunta P2, houve variação nas respostas. Os alunos A1 e A4 enfatizaram que a água de recursos naturais seria a mais afetada, ao passo que os alunos A2, A3, A5 e A6 destacaram, além da água, consequências que o solo poderia sofrer, tanto no pH quanto na fertilidade. Por fim, o aluno A7 destacou a degradação do meio ambiente em geral, por conta da alteração química.

De acordo com Costa et al. (2016), a chuva ácida é um tipo de poluição atmosférica, que resulta da reação de gases, como o dióxido de enxofre e os óxidos de nitrogênio, com o vapor de água presente no ar, formando ácidos, que se condensam com a chuva. Esse fenômeno pode causar diversos danos ao meio ambiente e à saúde, como a destruição da vegetação, a acidificação dos solos e das águas, a corrosão de materiais e a contaminação de recursos hídricos, ocasionando desequilíbrios ecológicos.

A pergunta P3 recebeu respostas distintas: os alunos A1, A4 e A5 apontaram a conscientização como alternativa para reduzir os impactos, evitando o descarte irregular de óleos e de outros resíduos; os alunos A2 e A6 salientaram as ações governamentais, como saneamento e coleta seletiva; e os alunos A3 e A7 responderam que tanto os governantes quanto a população deveriam se mobilizar para promover a redução da degradação dos recursos hídricos.

Tais respostas podem ser fundamentadas no trabalho de Dantas et al. (2015), o qual discute a capacidade da Educação Ambiental em propiciar uma compreensão moral e ética acerca dos problemas ambientais, juntamente do desenvolvimento de atitudes, que visam a melhoria e a conservação da natureza, ocasionando a conscientização da população e a melhoria da qualidade de vida da humanidade e dos demais seres vivos.

Após os questionários, foi utilizada uma plataforma de perguntas e de respostas para ensino interativo, chamada Kahoot!, em que foram produzidos testes de múltipla escolha, a fim de

realizar uma dinâmica com os ouvintes, testando os seus conhecimentos. As perguntas eram projetadas no monitor presente na sala, os alunos analisavam as perguntas e selecionavam a alternativa correta, por meio do uso de seus celulares — frise-se que a prática despertou a animação dos participantes, resultando em uma maior interação.

Considerações finais

Após a revisão bibliográfica, e a exposição da importância da água e das condições que a afetam e como preservá-las, pode-se inferir que a utilização da temática ambiental proporcionou uma contribuição significativa ao ensino-aprendizagem, em relação à disciplina de Química, pois foi possível articular diversos conteúdos, de inserção nos cotidianos dos alunos, encaminhando uma visão maior da conservação do meio ambiente, bem como uma compreensão das abstrações da ciência.

Ademais, com base nos resultados, percebeu-se respostas positivas acerca da utilização deste tema em sala de aula, o que, somado ao uso de recursos didáticos ilustrativos, como o filtro caseiro, potencializa e torna a aula mais dinâmica e interessante, se usada corretamente.

Além disso, a aplicação da plataforma Kahoot! contribuiu bastante para a interação e a estimulação dos participantes, dessa forma explorar a ferramenta no ambiente escolar permite, ao professor, analisar a absorção de conteúdos, pelos alunos, além de lhes fornecer certo entretenimento.

Portanto, conclui-se que o trabalho apresentado forneceu respostas positivas, quanto à possível complementação das formações de futuros docentes, bem como contribuições ao raciocínio e à consciência ambiental, potencializando a chamada educação química.



Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017. Disponível em: https://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=-79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 30 ago. 2025.

CARDOSO, D. K.; FERNANDES, C. E.; FERNANDES, C. E.; FERNANDES, L. I. F. A.; ARGOLO, E. D. Reutilização de água: uma alternativa para o desperdício e economia da água em residências. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 5, 2020. ISSN: 2525-8761.

DANTAS, M. M. M.; MARTINS, J. G. S.; SOUZA, D. M.; GUIMARÃES, M. L. C.; SILVA, E. A. A importância da educação ambiental no amplo escolar. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2015. ISSN 2236-7934.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE ALAGOAS (IMA). **Declaração Universal dos Direitos da Água – 1992**. IMA, 2018. Disponível em: <https://www2.ima.al.gov.br/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua-1992>. Acesso em: 27 jul. 2025.

MALATO, A. M. P.; GOMES, B. L. C.; SILVA, C. C. F.; SANTANA, D. S.; SILVA, E. V.; MONTEIRO, E. L.; RIBEIRO, I. N.; LOURINHO, M. C. L.; MARTINS, M. E. L.; SANTOS, R. C. Análise temporal da exposição ao mercúrio na população ribeirinha da Amazônia: revisão integrativa. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 13, n. 5, maio 2021. ISSN: 2178-2091.

NUNES, A.; SANTOS, C. F. J.; LIZ, M. S. M.; ALMEIDA, N. C. C. Educação ambiental: a conscientização sobre o destino de resíduos sólidos, o desperdício de água e o de alimentos no município de Cametá/PA. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 100, n. 255, ago. 2019.

SANTOS, H. F.; AMARAL, C. L. C. Experimentação investigativa: aprendizagem de conceitos químicos através da montagem parcial de uma estação de tratamento de água. **Revista Scientia Naturalis**, v. 1, n. 2, p. 281-296, 2019. ISSN: 2596-1640.



O ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS PARA INDÍGENAS MUNDURUKU, UTILIZANDO SEMENTES

Victor Wagner Bechir Diniz

Introdução

A Educação Escolar Indígena tem se destacado nos diversos ambientes de pesquisa acadêmica e na produção de materiais comprometidos com a garantia de sua proposta de ensino intercultural e bilingue, pela qual os materiais didáticos devem ser produzidos, de acordo com a realidade de cada etnia. Muitos desafios são postos ao desenvolvimento e, principalmente, ao fortalecimento da Educação Escolar Indígena, os quais passam pela formação de professores indígenas, pela infraestrutura de escolas e espaços de aprendizagens, pelos materiais didáticos adequados e chega ao respeito pela cultura, pelos saberes e pelas vivências destes povos (Almeida; Souza, 2023).

A Licenciatura Intercultural Indígena, além de um programa ou curso superior, apresenta-se como um projeto social e cultural, comprometido em propiciar subsídios à superação das estruturas de dominação colonial e ao exercício de direitos e de uma educação condizente com a realidade de cada etnia. Assim, busca-se a formação de professores para atuar nas aldeias de forma eficaz, educando os próprios indígenas (Sanchez; Leal, 2021).

É importante destacar, nesse caminho, a prioridade dada aos indígenas, para que sejam protagonistas de sua educação, os quais, com sua sabedoria e suas vivências, devem produzir os materiais didáticos a serem utilizados em suas aulas, oportunizando um ensino mais voltado às realidades dos seus alunos (Almeida; Souza, 2023). Ainda se percebem poucos estudos sobre o ensino de Ciências nas escolas indígenas, sendo ainda mais raros os endereçados ao ensino de Química, o que justifica as deficiências nas pesquisas

sobre o tema. Compreende-se, pois, que o ensino de Química em escolas indígenas deve almejar a alfabetização intercultural de seus estudantes, para que, ao compreender fenômenos e processos químicos, esses possam relacioná-los a vivências e a experiências na comunidade, conseguindo ressignificar, revalorizar e reafirmar suas práticas e culturas, fortalecendo cada vez mais sua identidade e esclarecendo que os saberes se completam e que a riqueza disto pode ser observada inclusive em escolas interculturais indígenas (Monteiro; Zuliani, 2020).

Entre as turmas de Licenciatura Intercultural Indígena ofertadas pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), houve uma que incluiu indígenas da etnia Munduruku, cujas aulas aconteceram na aldeia Sai-Cinza, do município de Jacareacanga, localizado no extremo sudoeste do estado do Pará. As aulas, oferecidas de forma modular, aconteceram nos períodos de férias escolares (janeiro e julho), quando os professores da UEPA e os estudantes indígenas, provenientes das diversas aldeias Munduruku da região do Alto Tapajós, deslocaram-se para a aldeia, para participar das atividades de ensino — os indígenas em questão eram bilíngues, falantes da língua materna e do português, sendo que as conversas entre eles sempre se davam na língua materna e, durante as aulas, em português.

A aprendizagem de Química é um grande desafio aos indígenas, pois os materiais utilizados na educação destes quase sempre apresenta um linguagem não acessível, com exemplos fora da realidade cotidiana destes e com uma simbologia difícil de ser representada; eis o que se evidencia nos diversos conteúdos de Química, como o de Reações Químicas.

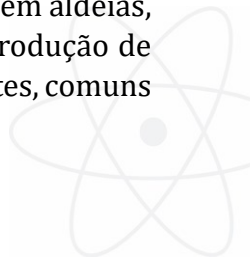
Na tentativa de mudar esta realidade, busca-se uma aprendizagem de Química alicerçada na compreensão da forma de ocorrência das transformações químicas no cotidiano, para que os alunos possam estabelecer métodos abrangentes e integrados para a resolução dos problemas e das situações que se apresen-

tam nos mais diversos ambientes de inserção dos alunos (Passos; Vasconcelos; Silveira, 2022). Entre as alternativas para resolver as dificuldades no ensino de Química nas escolas indígenas, busca-se o emprego de recursos didáticos inovadores, que possibilitem, aos educandos, criar conceitos e descobrir meios próprios para chegar a resultados, que os levem a aprendizagens dinâmicas, sendo o aluno o sujeito desta aprendizagem e o professor, o facilitador do processo — para este, há a necessidade de criar o seu próprio material, a ser desenvolvido com recursos presentes nos cotidianos dos alunos, de modo a tornar o material mais próximo e familiar ao educando (Filho et al., 2011).

Um material didático que seja proposto pelo professor ou construído junto com a turma, com elementos presentes nos seus ambientes, é um dos meios de aprendizagem defendidos pela Educação Escolar Indígena, o qual vem sendo pleiteado pelos povos originários há anos, como forma de educação diferenciada, intercultural e autônoma, que respeita e que legitima as especificidades de cada etnia.

Essa modalidade de educação busca observar os processos de transmissão e de produção dos conhecimentos de indígenas e não indígenas na escola, objetivando reforçar os projetos socioculturais, as identidades e as vivências daqueles, para auxiliá-los a responder às diversas demandas atuais e futuras, geradas a partir do contato com estes — bem como com suas próprias demandas do dia a dia (Florêncio; Abib, 2022).

Nesse contexto, foi proposto, a indígenas Munduruku do Alto Tapajós, a utilização de um recurso presente e abundante em suas aldeias: sementes, utilizadas em aulas de Química, com o intuito de buscar um processo de ensino-aprendizagem mais eficiente. Se a turma do curso de Licenciatura Intercultural Indígena forma professores para atuar como docentes em aldeias, que podem e devem pensar em possibilidades de produção de um material didático próprio, a utilização das sementes, comuns



e presentes no dia a dia dos indígenas, faz com que se estabeleça uma proximidade entre os materiais utilizados, a vida cotidiana e a disciplina estudada.

Assim, o objetivo deste trabalho foi o de utilizar as sementes, presentes no dia a dia da aldeia, em aulas de Química, para representar os átomos nas reações químicas, logo as sementes foram combinadas, para formar os reagentes, e os alunos as recombinaaram, para prever os produtos formados nas reações.

Metodologia

A atividade aconteceu na disciplina Saberes Indígenas e Fundamentos de Química, ministrada para acadêmicos do curso de Licenciatura Intercultural Indígena, da Universidade do Estado do Pará, durante o curso para formação de professores indígenas, para atuar em suas aldeias. A disciplina tem, por objetivo, compreender a natureza como um organismo dinâmico, respeitando a vivência dos povos originários, integrantes e agentes de transformação do mundo em que vivemos.

O conteúdo de Reações Químicas foi abordado na referida disciplina, com os intuítos de conhecer e de utilizar conceitos científicos, associados à energia e à matéria em transformação, para despertar a criticidade e a curiosidade dos alunos, fazendo com que os materiais e recursos didáticos utilizados nas aulas tenham significado e identidade com as realidades vividas nas aldeias.

A matéria Reações Químicas foi abordada de forma tradicional, usando material apostilado, com as simbologias típicas dos livros didáticos utilizados na educação convencional, nos centros urbanos. Posteriormente, foram aplicados exercícios e transcorreu a avaliação da interação e do interesse dos alunos pelas atividades.

Em outro momento, foi solicitado que a turma revisitasse o conteúdo em destaque, agora produzindo materiais com ele-

os produtos formados nas reações e, depois, escrever a equação corretamente (usando as sementes).

Ao final da atividade, os alunos realizaram uma exposição, na qual todos visitaram as produções dos colegas e conferiram a utilização das diversas sementes nas mais variadas reações químicas.

Resultados e discussão

No primeiro momento da atividade, de exposição do tema e de utilização do material apostilado, foram evidentes a apatia e a falta de interesse dos alunos sobre o assunto da aula (Reações Químicas): na sua maioria, os exercícios foram realizados de forma incorreta, com muitas dúvidas e desistências, levando ao desânimo e desinteresse dos alunos — realidade muito diferente, quando se propôs o trabalho com as sementes. Dito de outra forma, a utilização de elementos do dia a dia da aldeia se mostrou uma importante ferramenta para o ensino da matéria Reações Químicas, pois a representação dos átomos, ou grupos de átomos, com sementes ajudou a facilitar a compreensão dos indígenas sobre a combinação e recombinação das partículas para a formação de produtos em uma reação química.

A abordagem diferenciada também contribuiu para a dinamicidade da aula e para a boa interação entre os alunos, pois foi observado que, durante as buscas pelas sementes na mata do entorno da escola, os alunos conversaram bastante para saber o que seria feito com o material coletado e como poderiam utilizá-lo nas aulas.

A representação dos átomos por sementes se mostrou bastante eficiente, pois os alunos conseguiram realizar as associações de forma correta. A legenda adicionada em cada trabalho foi igualmente importante, pois os alunos conseguiram ler e entender os trabalhos — e sempre se surpreendiam com átomos representados das mais diversas formas. Um dos alunos produziu o relato que segue: “[...] é legal ver hidrogênio pequenino, grande, verde,

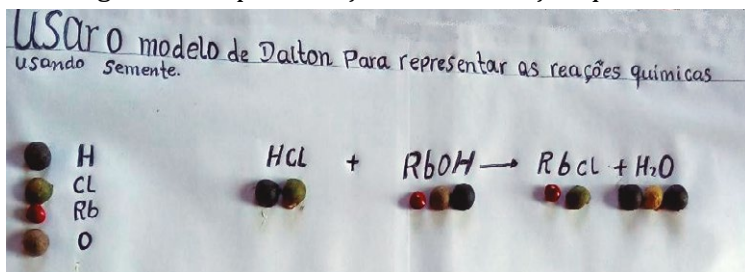
preto e tudo quanto é jeito” (informação verbal), evidenciando que a representação simbólica do elemento hidrogênio, e dos outros átomos, podia ser variada e plural.

Também era importante compor simbologias com legendas claras e objetivas, que permitissem a compreensão dos estudantes. Isso aconteceu principalmente pelo fato de que os alunos ficaram livres para criar a representação que lhes fosse mais conveniente — sempre que perguntavam sobre qual semente representaria qual átomo, o professor dizia que a escolha era da equipe.

Essa proposição é evidenciada no trabalho de Cedran, Kiouranis e Cedran (2018), em que se afirma que, no contexto escolar, a leitura simbólica de átomos, de moléculas e de íons também se faz presente e é importante para a familiarização do estudante com a linguagem científica. Nesse caminho, é relevante ressaltar que simbologias representam situações complexas, sendo formas de conceber o nível microscópico do fenômeno que está sendo descrito ou estudado no momento.

Assim, as simbologias auxiliaram na discussão sobre um dos conteúdos anteriormente estudados (de Modelos Atômicos), quando foi lembrado que simbolizar os átomos como sementes seria muito próximo da ideia concebida por Dalton para explicar o seu padrão atômico (Figura 2).

Figura 2 – Representação de uma reação química



Fonte: autores (2025)

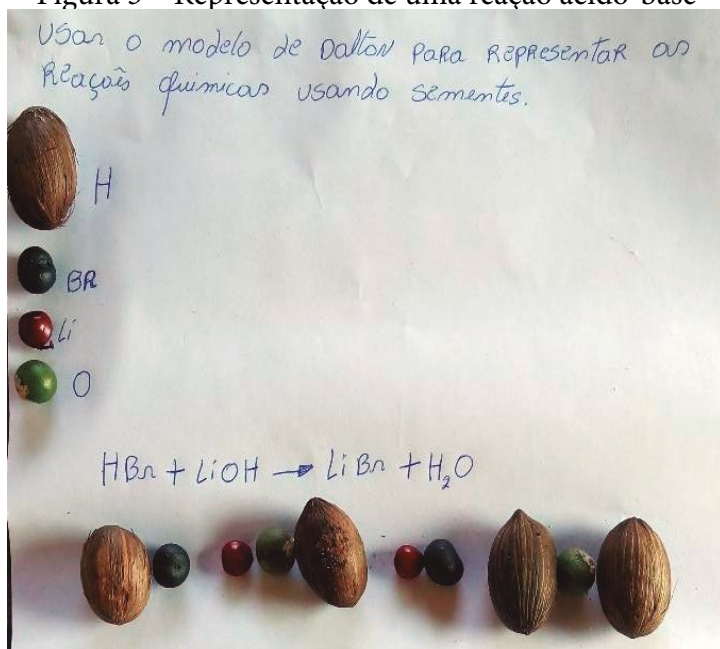
A figura ilustra o trabalho desenvolvido, utilizando sementes para simbolizar os componentes de uma reação química. Nela, é possível ver que a reação foi representada com a legenda das sementes referentes aos átomos, o que possibilitou o entendimento do processo descrito. A referência ao modelo de estrutura atômica de Dalton ajudou a fazer analogias atuais e entrou em acordo com a realidade vivida pelos alunos, uma vez que a aplicação deste modelo (apesar das suas limitações) ainda serve como recurso didático para explicar alguns processos e fenômenos químicos.

Os recursos didáticos de ensino devem ser os mais próximos possíveis das realidades dos alunos, assim se consegue ressignificar os materiais e o próprio ensino, pois, no momento em que o educando percebe sua realidade presente no todo da vida, inclusive na esfera escolar, abre-se a possibilidade de diminuição das barreiras que possam existir entre o ensino e a aprendizagem, razão por que é amplamente colocado o fato de que conteúdos ministrados a alunos de forma expositiva, sem participação ativa destes, são mais propensos a serem esquecidos, além de reduzir o potencial de aprendizado (Santos, 2011).

O emprego de sementes, material conhecido e comumente utilizado pelos Munduruku, abre a possibilidade de aproximação entre as aulas de Química e o dia a dia vivenciado na aldeia. A Figura 3, por exemplo, mostra como uma equipe representou a reação entre o ácido bromídrico e o hidróxido de lítio.



Figura 3 – Representação de uma reação ácido-base



Fonte: autores (2025)

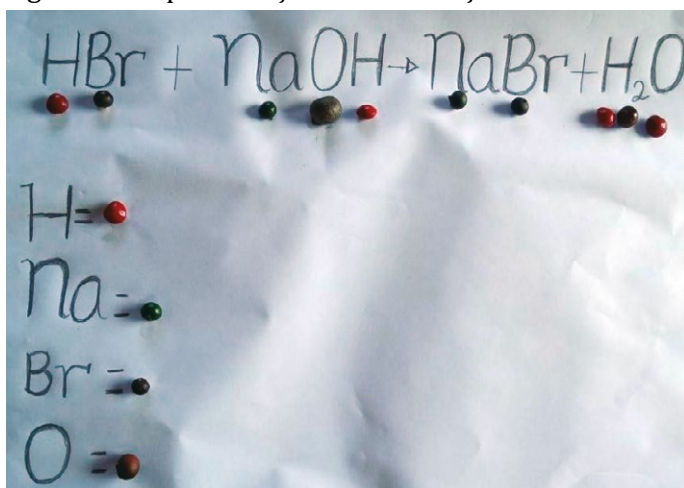
Na figura, é evidente a discrepância entre os volumes das sementes, mostrando que o hidrogênio é o elemento mais volumoso, porém isto não foi considerado um erro, pois o objetivo da atividade era o de que os estudantes utilizassem sementes como representações de átomos, para tentar entender o rearranjo entre eles, que resulta da reação química, além disso não foram exigidos, nesse momento, conceitos de volume atômico. Em suma, durante a exposição, as representações foram bem exploradas e entendidas pelos indígenas, que se mostraram bastante confiantes e seguros sobre as possibilidades de mudanças nas posições das sementes, formando novas sequências atômicas (no caso, novas moléculas).

Durante a exposição, um dos alunos relatou o que segue: “[...] os caroços da frente só podem ficar na frente e os caroços de

trás só podem ficar atrás” (informação verbal), evidenciando as posições dos cátions e dos ânions no desenho da molécula, o que demonstrou entendimento da representação das moléculas e dos lugares que cada íon deve ocupar na fórmula do composto. De acordo com Silva et al. (2019), a linguagem química apresenta termos e expressões próprias e é fundamental, para a melhor e mais rápida compreensão do conhecimento sistematizado, que ocorra a universalização das informações, através desta linguagem. Ao dominá-la, o estudante consegue compreender as representações e os seus significados mais claramente, por consequência, facilitando sua compreensão do conteúdo ministrado em sala de aula.

A Figura 4 mostra a representação de uma reação entre o ácido bromídrico e o hidróxido de sódio.

Figura 4 – Representação de uma reação com sementes



Fonte: autores (2025)

Na figura, uma equipe representou uma reação química e, assim como em outras reações, foi perceptível a presença dos elementos hidrogênio e oxigênio (ver figuras 2 e 3), ou seja, a diversidade de sementes e a liberdade de cada equipe em escolher como repre-

sentar cada átomo se evidenciou e foi ponto de discussão, à medida que as equipes se apresentavam, pois os alunos percebiam que não existia um padrão de escolha, porém foi reforçada a importância da legenda, para tornar clara a leitura.

A liberdade de escolha das sementes para representar os átomos motivou os alunos a utilizar outras sementes e a ampliar o número de reações químicas, conforme sugestão de um dos participantes: “[...] é só pegar os caroços que a gente faz aqui no papel qualquer reação” (informação verbal), fala que demonstra que o método de ensino utilizado despertou interesse e motivação nos alunos.

A aprendizagem deve ser um processo envolvente, em que se privilegia a elaboração, a alteração, a ampliação e a diversificação de conhecimentos, a partir dos diferentes conteúdos estudados pelos alunos; eis o que foi relatado pelo estudante, durante a atividade, que demonstrou interesse em resolver novos desafios (representar novas reações), utilizando as sementes (Passos; Vasconcelos; Silveira, 2022).

O fato de ser um material próprio da aldeia também é um fator a ser considerado relevante para os alunos, pois mostrou que não há necessidade de usar objetos e materiais caros para ministrar aulas de Química ou qualquer outra disciplina: basta usar a imaginação e a cooperação dos estudantes, para tentar propor atividades de maior relevância para estes.

Conclusão

A utilização de sementes para representar átomos presentes em moléculas, durante uma reação química, mostrou-se bastante satisfatória e eficiente entre os indígenas Mundurucu – durante a atividade, ficaram evidentes o entusiasmo e a participação ativa de todos. Nesse sentido, a Educação Intercultural Indígena tem, como forte apelo, que os próprios indígenas elaborem seus materiais didáticos, preferencial-

mente com os seus recursos naturais, assim os Munduruku da região do Tapajós, que participaram da atividade aqui descrita, conseguiram produzir um material simples, que poderá ser refeito, melhorado e adaptado, para ser utilizado em suas aulas, futuramente.

Como ficou compreendido, a linguagem simbólica da Química pode ser introduzida com um material presente na aldeia/floresta, sendo um facilitador para o domínio dos conteúdos da disciplina e para iniciar a comunicação na linguagem científica, haja vista que a metodologia se mostrou de grande aproveitamento para o ensino de Reações Químicas.

Referências

ALMEIDA, R. A. de; SOUZA, D. C. de. Educação escolar indígena: uma análise da literatura. **Anuário do Instituto de Natureza e Cultura**, v. 6, n. 1, p. 406-417, 2023.

CEDRAN, D. P.; KIOURANIS, N. M. M.; CEDRAN, J. da C. A importância da simbologia no ensino de química e suas correlações com os aspectos macroscópicos e moleculares. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n. 4, p. 38-57, 2018.

FILHO, F. de S. L.; CUNHA, F. P. da; CARVALHO, F. da S.; SOARES, M. de F. C. A importância do uso de recursos didáticos alternativos no ensino de química: uma abordagem sobre novas metodologias. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 166-173, 2011.

FLORÊNCIO, R. R.; ABIB, P. R. J. Os povos indígenas do Opará e a educação intercultural: uma etnografia crítica. **Espaço Ameríndio**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 105-136, 2022.

MONTEIRO, E. P.; ZULIANI, S. R. Q. A. A abordagem intercultural nas escolas indígenas Tikuna do Amazonas: o ensino de química. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, 2020.

PASSOS, B. S.; VASCONCELOS, A. K. P.; SILVEIRA, F. A. Ensino de química e aprendizagem significativa: uma proposta de sequência didática utilizando materiais alternativos em atividades experimentais. **Revista Insignare Scientia**, v. 5, n. 1, p. 610-630, 2022.

SANCHEZ, L. M. C.; LEAL, F. S. F. “Licenciatura em Educação Básica Intercultural”: avanços, desafios e potencialidades na formação superior de professores indígenas. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 102, n. 261, p. 357-375, 2021.

SANTOS, L. C. M. Experiência com a utilização dos recursos didáticos nas aulas de ciências do 7º ano na Escola Estadual Prof. Arício Fortes. *In: V COLÓQUIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E CONTEMPONEIDADE*, 2011, São Cristóvão (SE). **Anais [...]**. São Cristóvão, 2011. p. 1-17.

SILVA, G. de O.; NETO, E. G. de S.; FALCÃO, A. P. S. T.; FILHO, M. C.; LIMA, I. dos S.; RIBEIRO, I. S. da C. A linguagem química no ensino médio: observações a partir das reações químicas. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v. 3, n. 5, p. 2233-2245, 2019.



QUÍMICA E CULTURAS AFRICANA E AFRO-BRASILEIRA: UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NA FORMAÇÃO DOCENTE

José Orlando Melo de Melo
Maria Dulcimar de Brito Silva

Introdução

O presente trabalho foi resultado de pesquisa desenvolvida pelo autor no âmbito do Trabalho de Conclusão de Curso na graduação, sob orientação da coautora, e o interesse pela pesquisa surgiu de reflexões a respeito da implementação da Educação das Relações Étnico-Raciais (ERER) na formação inicial de professores de Química, observando-se, a partir da literatura sobre o tema, que são escassas as iniciativas que busquem contemplar a temática. Dessa forma, verifica-se a necessidade de buscar formas de inserir as questões étnico-raciais no processo formativo docente em Química, com o intuito de viabilizar uma formação de professores comprometidos com uma educação para a cidadania e para a ERER.

Nessa perspectiva, as pressões exercidas pelo Movimento Negro Unificado, no início do século XXI, e a assinatura de acordos internacionais, pelo governo brasileiro, resultou em dispositivos legais voltados à ERER, como: a Lei n.º 10.639/2003, a qual tornou obrigatório o ensino de História e de Culturas Africana e Afro-Brasileira; a Lei n.º 11.645/2008, a qual criou a obrigatoriedade no ensino de História e de Cultura Indígena; e a Resolução n.º 1/2004, do Conselho Nacional de Educação, que instituiu as diretrizes curriculares nacionais para a ERER.

Verifica-se, então, que a legislação educacional sinaliza a importância de uma educação para a cidadania e para a ERER, cabendo ao ensino de Ciências também atuar nesta direção

(Verrangia; Silva, 2010). Os autores pontuam que, nas últimas décadas, tem-se fortalecido discussões sobre as interações entre ensino de Ciências e formação para a cidadania, a partir do surgimento de movimentos, que visam atender às questões identitárias, sobretudo no âmbito da EREER. Contudo, diversos estudos sinalizam a escassez de pesquisas, que associem a EREER ao ensino de Química, o que aponta para uma baixa implementação da Lei n.º 10.639/2003, sobretudo ao se considerar a produção científica do tema na Região Norte, dada a ausência de publicações conduzidas por pesquisadores da região no Encontro Nacional de Química (ENEQ) e no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) (Santos, 2021).

Desse modo, argumenta-se que a implementação da EREER no ensino de Química passa por mudanças na formação inicial e/ou continuada de professoras de Química, em conformidade com as demandas estabelecidas na Resolução n.º 1/2004, do Conselho Nacional de Educação. Visando esta questão, Verrangia e Silva (2010) destacam grupos de temáticas¹ a respeito das possibilidades de abordagem da EREER no ensino de Ciências, decidindo-se a abordar o terceiro grupo, intitulado África e seus descendentes e o desenvolvimento científico mundial. Nesse sentido, realizou-se uma intervenção pedagógica, mediante discussões centradas em um contexto nacional, referentes ao período da mineração dos séculos XVII

¹ Verrangia e Silva (2010) elaboraram cinco grupos de temáticas, que podem ser utilizadas na abordagem da EREER, no ensino de Ciências: a) impacto das Ciências Naturais na vida social e no racismo; b) superação de estereótipos, valorização da diversidade e Ciências Naturais; c) África e seus descendentes e o desenvolvimento científico mundial; d) Ciências, mídia e relações étnico-raciais; e e) conhecimentos tradicionais de matrizes africana e afro-brasileira e Ciências. Assim, a presente pesquisa visou abordar o terceiro eixo, sinalizando a importância dos povos africanos e afrodescendentes para os desenvolvimentos científico e tecnológico mundiais.

e XVIII. Nessa perspectiva, o estudo de Benite, Silva e Alvino (2016) destaca a importância de ingerências pedagógicas, enquanto estratégias de fomento à reflexão sobre a EREER no ensino de Química.

Assim, o presente trabalho teve, como objetivo, apresentar uma ação pedagógica, enquanto estratégia formativa docente em Química, associada à EREER, investigando as concepções prévias sobre a formação dos participantes e os desdobramentos da atividade desenvolvida.

Percurso metodológico

A atividade foi desenvolvida em uma turma de Licenciatura em Química, da Universidade do Estado do Pará (UEPA), tendo, como público-alvo: 21 discentes do curso de Licenciatura em Química da referida instituição, matriculados no 3º período (2º ano); e duas professoras de Ciências Naturais com Habilitação em Química, formadas pela instituição e integrantes de programas de pós-graduação em nível de mestrado.

A pesquisa possui uma abordagem qualiquantitativa, cujos resultados são expressos tanto por descrições obtidas dos registros dos sujeitos da pesquisa, quanto por dados percentuais, a partir das relações de semelhança encontradas entre os registros dos participantes.

Ademais, a pesquisa possui um caráter exploratório, o qual “[...] tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses” (Gil, 2002, p. 41). Nesse sentido, buscou-se investigar as concepções prévias dos participantes a respeito das possibilidades de articulação entre a EREER e o ensino de Química, bem como apresentar as contribuições deste tipo de abordagem para a formação de professores da matéria.

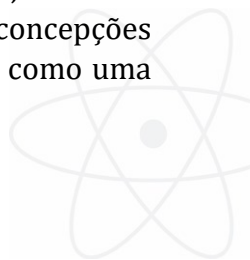
Desse modo, realizou-se uma oficina pedagógica, pautada no referencial dos Três Momentos Pedagógicos (MP), propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), denominados: 1º MP - problematização inicial, em que se apresenta uma situação-problema relevante aos sujeitos da pesquisa e a relaciona aos temas; 2º MP - organização do conhecimento, no qual são abordados os conhecimentos necessários à compreensão dos temas e da situação-problema; e 3º MP - aplicação do conhecimento, o qual se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelos sujeitos da pesquisa. Os procedimentos metodológicos da oficina e as suas principais informações podem ser visualizadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Procedimentos metodológicos da oficina

Momento	Atividade	Tempo
1º MP Problematização inicial	Apresentação da oficina	10 min
	Aplicação do instrumento de pesquisa e da questão-desafio	20 min
2º MP Organização do conhecimento	Exposição sobre os princípios e dispositivos legais, que fundamentam a EREER no Brasil	30 min
	Exposição sobre o tema de metais e apresentação das contribuições de povos africanos e afro-brasileiros ao Ciclo da Mineração	30 min
	Prática experimental – <i>Síntese da magnetita</i>	30 min
3º MP Aplicação do conhecimento	Retomada da questão-desafio	20 min
	Considerações finais	10 min

Fonte: autores (2023)

No 1º MP, foi aplicado um instrumento de pesquisa, contendo duas questões abertas, com o intuito de levantar as concepções prévias dos sujeitos da pesquisa sobre o tema, bem como uma



questão-desafio, com a qual se buscou promover a problematização inicial. Cada questão foi identificada pela sequência: “Q” (questão); e um número de 1 a 2 ou “D” (desafio). O Quadro 2 apresenta as questões e suas respectivas identificações.

Quadro 2 – Questões contidas no instrumento de pesquisa

Identificação	Questão
Q1	Você sabe o que significa a Educação das Relações Étnico-Raciais? Se sim, justifique a sua importância
Q2	Ao longo da sua formação acadêmica, você já teve contato com temas de História e de Culturas Africana e/ou Afro-Brasileira? Comente
QD	É possível elaborar uma aula de Química, a partir da interseção entre a Educação das Relações Étnico-Raciais e a História da Ciência? De que forma você faria? Se possível, destaque os conteúdos abordados, os recursos utilizados e as metodologias desenvolvidas

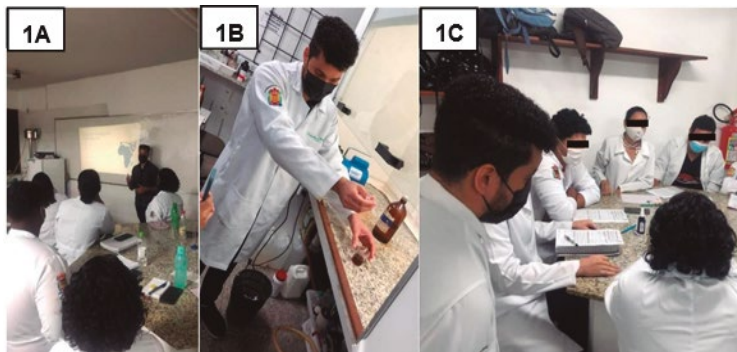
Fonte: autores (2023)

No 2º MP, realizou-se uma exposição teórica sobre os temas selecionados para a oficina. Nesse sentido, buscou-se discutir sobre as contribuições de povos africanos e afro-brasileiros ao Ciclo da Mineração no Brasil, no contexto dos séculos XVII e XVIII, conforme os estudos de Paiva (2002), o qual destaca que os processos produtivos desenvolvidos no contexto da mineração foram subsidiados pela aplicação de diversas técnicas e tecnologias, oriundas de povos africanos.

À sequência, foi realizada a prática experimental, denominada Síntese da magnetita, com adaptações às orientações destacadas por Camargo et al. (2019). Desse modo, utilizou-se o experimento como contexto para discutir sobre os processos de obtenção de metais, a partir de minérios, bem como as contribuições de povos africanos e afro-brasileiros a estes processos. Ao longo da prática experimental, buscou-se realizar uma

dinâmica, que incentivasse os participantes a interagir com os mediadores, elaborando e testando suas hipóteses. A Figura 1 ilustra alguns registros do 2º MP.

Figura 1 – Desenvolvimento da exposição teórica (1A) e da prática experimental (1B e 1C)



Fonte: autores (2023)

No 3º MP, foi retomada a questão-desafio (QD), enquanto situação-problema, de modo que os sujeitos da pesquisa foram desafiados a mobilizar os conhecimentos adquiridos, ao longo da oficina pedagógica, para solucionar à questão apresentada. Desse modo, os dados referentes à QD foram analisados apenas no 3º MP, com vistas a verificar de que modo os sujeitos da pesquisa realizaram a aplicação dos seus conhecimentos.

Para a interpretação das respostas fornecidas pelos licenciandos, foi adotada a Análise de Conteúdo, de Bardin (2011), enquanto as respostas fornecidas pelas professoras foram descritas na íntegra, realizando-se comparações com os dados obtidos pelos exercícios dos licenciandos, visando observar a ocorrência de similaridades ou distanciamento de concepções.

A Análise de Conteúdo pode ser desenvolvida em três etapas: i) pré-análise, a qual compreende a leitura geral do material selecionado para análise, fazendo sua sistematização; ii) exploração do material, etapa na qual são realizadas opera-

ções de codificação, classificando e agregando informações a categorias temáticas; e iii) tratamento dos resultados, etapa na qual é realizada uma análise comparativa entre as categorias, ressaltando as semelhanças e as diferenças observadas, e elaborando as categorias finais (Bardin, 2011).

Todos os participantes concordaram com o andamento da pesquisa, a partir da assinatura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido, sendo garantida a preservação de suas respectivas identidades. Desse modo, cada licenciando foi identificado, ao longo do texto, como L1, L2, L3, ..., L21, enquanto as professoras foram identificadas como P1 e P2.

Resultados e discussão

Na pergunta Q1, 52% dos licenciandos afirmou conhecer o significado de EREER, mesmo que parcialmente. As considerações sobre o termo foram organizadas na categoria 1, cujas subcategorias podem ser visualizadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Categoria 1 - Concepções dos licenciandos sobre a EREER

Subcategoria		Frequência	Relato
1-A	Envolve o respeito e a aceitação das diferentes culturas	47%	L8: <i>“É importante para ensinar a ter respeito uns pelos outros”</i>
1-B	Envolve diversidade cultural e interações entre os povos	21%	L3: <i>“Certamente, as relações étnico-raciais trata sobre a diversidade cultural”</i>
1-C	Envolve o conhecimento sobre a cultura dos povos	21%	L19: <i>“Saber sobre a cultura dos outros é muito importante”</i>
1-D	Respostas vagas	11%	L7: <i>“Contextualizar ou até mesmo ser interdisciplinar, trazendo para algum campo do ensino”</i>

Fonte: autores (2023)

As subcategorias 1-A, 1-B e 1-C evidenciam a existência de concepções coerentes com o conceito de Relações Étnico-Raciais, porém sem um direcionamento à EREER, que era o centro da questão. Nesse sentido, apenas a subcategoria 1-D inseriu, de modo vago, o campo do ensino em sua resposta. Uma das explicações para o entendimento indefinido sobre a EREER pode estar associada ao baixo índice de discussões deste tema nas vivências dos licenciandos em Química, chegando a ser ausente em muitos casos (Camargo; Benite, 2019).

Por outro lado, 48% dos licenciandos afirmou sequer conhecer o termo, não fornecendo justificativas relevantes. Desse modo, Camargo e Benite (2019) argumentam que a discussão das questões étnico-raciais no ensino superior ainda é nascente, apenas figurando nos projetos pedagógicos dos cursos, sem efetivas mudanças curriculares. Isso pode ser evidenciado pelo fato de que aproximadamente metade dos licenciandos desconhece o conceito de EREER.

Quanto à professora P1, obteve-se o relato: “Sim. É importante que essas relações sejam trabalhadas para que o educando possa compreender a diversidade histórica e cultural dos povos, e entendimento sobre representatividade racial” (informação verbal de P1). O relato de P1 se encontra em consonância com a definição de Verrangia e Silva (2010), os quais apontam que a EREER se refere a processos educativos, que possibilitem a superação de preconceitos raciais e que contribuam para que os estudantes se mobilizem em lutas por equidade social entre os diferentes grupos étnico-raciais constituintes da sociedade brasileira.

A professora P2, por sua vez, afirmou: “Não sei a definição correta, mas, imagino que seja uma educação que dê protagonismo às contribuições afro-brasileiras que foram/são silenciadas - principalmente quando se trata de ambientes escolares” (informação verbal de P2). Apesar de P2 afirmar não saber conceituar com precisão, observa-se que suas concepções estão as-

sociadas a um dos objetivos da EREER, no sentido de visibilizar e de ressignificar as contribuições africanas e afro-brasileiras Ao desenvolvimento humano, mediante práticas educativas (Ver-ranja; Silva, 2010).

Quanto à pergunta Q2, 86% dos licenciandos relatou não ter tido contato com discussões sobre relações étnico-raciais, ao longo de suas formações acadêmicas, cujas justificativas foram organizadas na categoria 2 e respectivas subcategorias, que podem ser visualizadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Categoria 2 - Ausência das discussões sobre Relações Étnico-Raciais na formação acadêmica dos licenciandos e suas justificativas

Subcategoria		Frequência	Relato
2-A	Breve contato na Educação Básica	48%	L11: “Ao longo do ensino básico tive um pequeno contato sobre o assunto ‘África: cultura africana’, porém sem grandes aprofundamentos”
2-B	Não há interesse dos professores ou não há direcionamento	26%	L12: “Poucos professores pensaram em abordar esse tema, e os que pensaram não conseguiram levar adiante por conta da grade curricular”
2-C	Estudou de forma autônoma ou através da educação não formal	26%	L19: “Já participei de uma olimpíada com o tema relacionado à cultura africana”

Fonte: autores (2023)

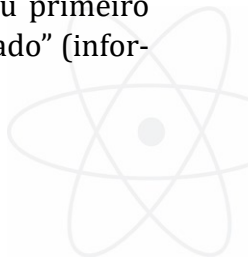
A partir da subcategoria 2-A, verifica-se que parte dos licenciandos teve um pequeno contato com estas discussões, apenas durante a Educação Básica, porém sem maiores aprofundamentos. Nesse sentido, Leite (2010) infere que ainda há um longo caminho a ser percorrido para a efetivação da Lei n.º

10.639/2003, dadas as dificuldades enfrentadas para implementar tais discussões em sala de aula.

Na subcategoria 2-B, foi relatada uma falta de interesse dos docentes em realizar abordagens pautadas na EREER, e os poucos professores que pensaram em realizar a abordagem foram limitados pela grade curricular do curso. Nesse sentido, o estudo de Camargo e Benite (2019) se propôs a investigar projetos pedagógicos de cursos de licenciatura em Química em diferentes instituições, constatando que os referidos documentos não inserem a EREER na formação de professores de Química, não existindo a discussão destas questões nos ementários das disciplinas.

Na subcategoria 2-C, verifica-se que alguns licenciandos estudaram o tema de forma independente à graduação, ou a partir de atividades de educação não formal. Em contrapartida, 14% dos licenciandos afirmou ter tido algum contato com estas discussões, ao longo da graduação. Diante disso, pode-se destacar o relato de L16: “Sim, me interessa bastante pelo conteúdo, pois tem relação com minha identidade. Já assisti várias palestras quando estava em outra universidade” (informação verbal de L16). Observa-se que a licencianda se identifica com a temática, o que lhe concede um interesse pelo estudo, entretanto o relato de seu contato com o tema fica ambíguo, não havendo a certeza de que tal contato ocorreu em sua formação atual ou em outro curso de nível superior.

Ainda sobre a pergunta Q2, as professoras P1 e P2 relataram, respectivamente: “Não. Não houve abordagens sobre esses temas durante a minha graduação. Somente tive contato durante algumas aulas no mestrado, onde foram expostas algumas questões de rituais de religiões afro-brasileiras” (informação verbal de P1); e “Não, durante a graduação não tive contato com nenhuma disciplina/minicurso com a temática. O meu primeiro contato com ‘temas decoloniais’ foi durante o mestrado” (informação verbal de P2).



Diante disso, observa-se que ambas não tiveram contato com o tema, ao longo de suas formações iniciais. Como já observado, diferentes autores relatam a baixa implementação da EREER na formação de docentes de Química (Camargo; Benite, 2019). Nesse sentido, a etapa de formação inicial de P1 e P2 não contemplava ações previstas nos dispositivos orientadores da EREER, como a inclusão de disciplinas curriculares relacionadas à EREER e a realização de uma formação adequada sobre História e Culturas Afro-Brasileira e Africana.

No 3º MP, retomou-se a questão-desafio apresentada como problematização inicial, visando verificar de que forma os licenciandos e as professoras planejaram a aula de Química, pautada na abordagem da EREER. Desse modo, a partir das respostas dos licenciandos à QD, emergiram duas categorias, inicialmente apresentadas na categoria 3 e suas subcategorias (Quadro 5).

Quadro 5 – Categoria 3 - Séries, temas, conteúdos e recursos didáticos mencionados pelos licenciandos na questão-desafio

Subcategoria		Relato
3-A	Séries	1ª série do EM (27%); 9º ano do EF (27%); 6º ano do EF (18%); e outras séries (28%)
3-B	Temas	Química Geral (65%); Temas Decoloniais (25%); e outros temas (10%)
3-C	Conteúdos	Metais (35%); História dos povos africanos (23%); Elementos Químicos (19%); e outros (23%)
3-D	Recursos didáticos	Livros didáticos e textos (33%); slides (24%); experimentação (16%); e outros recursos (27%)

Fonte: autores (2023)

Quanto às subcategorias 3-A e 3-B, observou-se uma consonância entre as séries e os temas mais escolhidos pelos licenciandos. Por outro lado, ambas as professoras selecionaram a 3ª série do

ensino médio, tendo P1 escolhido o tema “Química Orgânica” e P2, “As contribuições dos povos egípcios na produção de perfume”.

Na subcategoria 3-C, verificou-se, entre os licenciandos, uma predominância de conteúdos diretamente relacionados à oficina pedagógica ministrada, o que pode ser entendido como uma inspiração inicial a reflexões sobre o tema. Em contrapartida, P1 escolheu o conteúdo “Compostos Aromáticos”, enquanto P2 selecionou os conteúdos “Funções Orgânicas” e “Métodos de Separação”.

Na subcategoria 3-D, os livros e textos didáticos se apresentaram como recursos mais mencionados pelos licenciandos, além de estar presentes também no plano de aula de P1. O uso de slides se configurou no segundo recurso didático mais citado, o que pode evidenciar uma sistematização de ideias dos sujeitos da pesquisa, podendo considerar este expediente como auxiliar na exposição de conteúdos. Ademais, foram citados também a experimentação, os recursos audiovisuais e os jogos didáticos.

Desse modo, verifica-se que houve um delineamento apurado dos elementos necessários a um plano de aula, com escolhas de temas e de conteúdos adequados às séries pretendidas. Além disso, houve uma seleção de variados recursos didáticos, o que induz à elaboração de uma aula diversificada, com múltiplos recursos e formas de ensinar e aprender.

Diante disso, argumenta-se que a realização de intervenções pedagógicas que apresentem possibilidades de discutir História e Culturas Africana e Afro-Brasileira no ensino de Química pode contribuir para a implementação da Lei n.º 10.639/2003, à medida que estas podem fornecer subsídios a mudanças nas práticas pedagógicas de docentes e de futuros docentes de Química, auxiliando-os a inserir aspectos da educação antirracista em suas aulas (Benite; Silva, Alvino, 2016).

A partir das respostas dos licenciandos à QD, emergiu também a categoria 4 e suas subcategorias, dispostas na Tabela 1.

Tabela 1 – Categoria 4 - Procedimentos metodológicos mencionados pelos licenciandos

Subcategoria	Introdução	Desenvolvimento	Avaliação	Sem distinção
Aula expositivo-dialógica	44%	33%	-	40%
Pesquisa em grupo	44%	-	20%	30%
Prática experimental	-	33%	20%	20%
Roda de conversa	11%	17%	40%	-
Outros	-	17%	20%	10%

Fonte: autores (2023)

Mediante os dados analisados, verifica-se que a aula expositivo-dialógica foi a abordagem metodológica mais escolhida pelos licenciandos na introdução e no desenvolvimento, sendo também selecionada pelas professoras. Tal escolha pode ser considerada adequada, visto que é necessário realizar a organização e a sistematização dos conhecimentos, ao longo da proposta pedagógica.

A divisão da turma em grupos, para realização de pesquisa, foi lembrada pelos licenciandos nos momentos de introdução e de avaliação, escolha que pode ser vista como necessária em ambos os contextos, uma vez que possibilita a inserção dos alunos em um processo de pesquisa, de investigação e de socialização dos conhecimentos obtidos.

A realização de prática experimental, por sua vez, predominou no desenvolvimento e na avaliação. Nesse sentido, diversos trabalhos apresentam a realização de práticas experimentais como um aspecto metodológico, ao trabalhar propostas para o ensino de Química pautadas na EREER (Benite; Silva; Alvino, 2016).

A roda de conversa surgiu como a principal forma de avaliação entre os licenciandos, enquanto a professora P1 selecionou os jogos didáticos como forma de avaliação e a professora P2 não detalhou o seu método avaliativo.

Pelos dados analisados, infere-se que os licenciandos e as professoras compreenderam os conceitos relacionados à EREER e às contribuições de povos africanos e afro-brasileiros para a produção de conhecimento químico no Brasil Colonial, visto que suas reflexões e suas mobilizações de conhecimentos culminaram na elaboração de planos de aula de Química pautados em questões étnico-raciais.

Considerações finais

É inegável a ausência de questões étnico-raciais no processo formativo de professores de Química, em diversos contextos. Assim como ocorreu com os sujeitos da presente pesquisa, tive que lidar com um processo formativo ausente de discussões sobre a EREER, as quais foram existir apenas no ambiente extraclasse, a partir de eventos científicos e de leituras sobre o tema. Nessa perspectiva, o contato com a temática trouxe novos significados a minha jornada, enquanto homem preto, herdeiro de um importante legado cultural afro-brasileiro, e agora consciente das contribuições que meus antepassados forneceram à construção da Química, ressignificações proporcionadas por este estudo.

Diante da ausência relatada, a realização de ações pedagógicas com grupos de professores e/ou futuros professores de Química tem sido uma estratégia recorrente na literatura, no que se refere à inserção de elementos da EREER na formação docente em Química, sendo um ponto de vista defendido, ao longo deste trabalho.

Após tal intervenção pedagógica, pode-se afirmar que os sujeitos da pesquisa adquiriram novas percepções sobre a EREER, as quais, somadas as suas concepções e reflexões desenvolvidas na atividade, contribuíram para a formulação de um plano de aula, que envolvesse a História e as Culturas Africana e Afro-

-Brasileira no ensino de Química, enquanto forma de resolução da problematização apresentada.

Destarte, argumenta-se sobre a importância de realização de intervenções pedagógicas, que proporcionem contribuições à uma formação de professores de Química alinhada aos princípios da EREER, construindo, reconstruindo e inserindo tais princípios na prática docente, contribuindo, assim, para o desenvolvimento de uma Educação Química, que considere e que valorize o histórico de produção de conhecimento dos povos africanos e afro-brasileiros e as contribuições destes para o desenvolvimento científico nacional.

Referências

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BENITE, A. M. C.; SILVA, J. P.; ALVINO, A. C. Ferro, ferreiros e forja: o ensino de química pela lei nº 10.639/03. **Educação em Foco**, v. 21, n. 2, p. 735-768, 2016.

BRASIL. **Lei n.º 10.639, de 09 de janeiro de 2003**. Altera a Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática História e Cultura Afro-Brasileira. Brasília: [s. n.], 2003.

CAMARGO, M. J. R.; BENITE, A. M. C. Educação para as relações étnico- raciais na formação de professores de química: sobre a Lei 10.639/2003 no ensino superior. **Química Nova**, v. 42, n. 6, p. 691-701, 2019.

CAMARGO, M. J. R.; VARGAS, R. N.; SILVA, J. P. da; BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C. Do ferreiro a magnetita: o vídeo educativo como alternativa para a implementação da Lei 10.639/2003. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 3, p. 224-232, 2019.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

PAIVA, E. F. Bateias, carumbés, tabuleiros: mineração africana e mestiçagem no novo mundo. *In*: PAIVA, E. F.; ANASTASIA, C. M. J. (org.). **O trabalho mestiço**: maneiras de pensar e formas de viver – séculos XVI a XIX. São Paulo: Annablume, 2002.

SANTOS, P. N. Quem (ou o que) se produz sobre relações étnico-raciais e ensino de química? Apontamentos para um futuro. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 4, p. 1604-1616, 2021.

VERRANGIA, D.; SILVA, P. B. G. Cidadania, relações étnico-raciais e educação: desafios e potencialidades do ensino de Ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 36, n. 3, p. 705-718, 2010.



Capítulo III

Diálogos entre a História e a Ciência

DOROTHY HODGKIN E A DIFRAÇÃO DO RAIOS-X: DESVENDANDO AS ESTRUTURAS DA PENICILINA, DA VITAMINA B12 E DA INSULINA

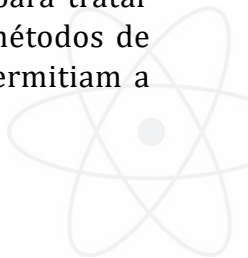
Bruno Araujo dos Santos
Israel Pedro Dantas da Nóbrega
Lucivaldo da Cruz Marinheiro Junior
Maria Dulcimar de Brito Silva

Introdução

Dorothy Hodgkin, nascida em 12 de maio de 1910, em Cairo, no Egito, primogênita de John Winter Crowfoot e de Molly Crowfoot, renomados arqueólogos (Melo, 2021), foi uma cientista britânica notável por suas contribuições na cristalografia de raios-X, técnica que permitiu a identificação de estruturas bioquímicas importantes (Maia, 2021).

Em 1928, Dorothy ingressou na Universidade de Oxford, para estudar no Sommerville College, um dos poucos colleges da universidade a aceitar mulheres, sendo uma das cinco mulheres entre 60 estudantes de Química do seu ano (Melo, 2021). Ao final do 3º ano de faculdade, ela estava pronta para desenvolver seu projeto de pesquisa original, mesmo ano em que foi criado o laboratório de cristalografia de raios-X, no Departamento de Mineralogia da universidade, área pela qual Dorothy optou, sendo orientada pelo jovem H. M. “Tiny” Powell — a cristalografia de raios-X era uma técnica relativamente nova e apresentava muitos desafios e oportunidades, quando Dorothy começou seus estudos na área (Vargas, 2012).

Em 1941, a penicilina já estava sendo usada para tratar soldados feridos na 2ª Guerra Mundial, mas os métodos de isolamento conhecidos, a partir do fungo, não permitiam a



produção da penicilina em uma escala maior, sendo necessário sintetizá-la, o que era impossível, sem o conhecimento da sua estrutura. Dorothy se envolveu neste projeto, de grande importância militar, e desvendou a estrutura do medicamento, não através da Química, mas da cristalografia. Ela também trabalhou na identificação das estruturas da vitamina B12, da insulina e de outras moléculas importantes da Bioquímica — o interesse de Dorothy pela ciência permaneceu, até o final de sua vida, em 1994 (Vargas, 2012).

O trabalho com cristalografia em Oxford, pesquisando os cristais de insulina, avançava e grandes progressos vinham sendo alcançados. Nesse período, Dorothy iniciou, junto a um grupo de cientistas, um estudo para investigar a estrutura da vitamina B12, que foi resolvida em 1955, causando grande impacto na sociedade e colocando seu nome na disputa pelo máximo reconhecimento da comunidade científica mundial: o prêmio Nobel — Dorothy foi laureada com o Nobel de Química, porém apenas em 1964 (Melo, 2021).

A penicilina foi descoberta em uma das experiências de Alexander Fleming e representou um marco na era dos antibióticos, pois, a partir dela, foi possível diminuir expressivamente o número de mortes causadas por doenças infecciosas, e a pesquisa de Dorothy Hodgkin contribuiu para o descobrimento da estrutura tridimensional bioquímica da penicilina (Calixto; Cavalheiro, 2012, p. 118).

Esse estudo busca destacar o impacto do trabalho de Dorothy Hodgkin na história da Ciência e na saúde global, evidenciando seu legado inspirador e duradouro.

Metodologia

A pesquisa desenvolvida possui natureza histórico-documental e bibliográfica, com abordagem qualitativa. O estudo se concentrou na análise da relevância da difração de raios-X

na determinação de estruturas moleculares, a partir da trajetória científica de Dorothy Crowfoot Hodgkin.

Foram selecionadas fontes primárias, como artigos originais e registros institucionais, e secundárias, incluindo livros, biografias e artigos de revisão, e a busca foi realizada em bases acadêmicas e em repositórios digitais, utilizando descritores em português e em inglês, como Dorothy Hodgkin, cristalografia de raios-X, estrutura da penicilina, vitamina B12 e insulina. No sentido inverso, os critérios de exclusão dos textos pesquisados abrangeram materiais opinativos ou sem respaldo científico.

Os documentos selecionados foram organizados em fichamentos, que contemplaram dados bibliográficos, resumo e pertinência temática. Para a análise, aplicou-se a técnica Análise de Conteúdo, estruturada em três eixos: (i) fundamentos metodológicos da difração de raios-X, (ii) contribuições de Hodgkin para a elucidação estrutural de moléculas; e (iii) impactos científicos e sociais de suas descobertas. A organização cronológica dos eventos foi utilizada como recurso complementar, para contextualizar a evolução da cristalografia.

A confiabilidade das informações foi garantida pela triangulação de fontes, com verificação cruzada de datas, de dados e de procedimentos descritivos. Priorizaram-se publicações revisadas por pares e literatura científica consolidada, e todos os materiais empregados são de acesso público e foram devidamente referenciados, em conformidade com os princípios éticos da pesquisa acadêmica.

Resultados e discussão

A colaboração da descoberta da estrutura da penicilina no ano de 1945, pelo método de difração de raios-X, foi de grande importância para a sua síntese na indústria farmacêutica.

Com a estrutura do medicamento desvendada, foi possível produzi-lo em massa e tratar de vários soldados, ainda no final da Segunda Guerra Mundial — tal medicamento é usado globalmente, até os dias de hoje, como na Região Amazônica, que apresenta elevada incidência de meningite pneumocócica, como observado entre os anos de 2012 e de 2015, em que foram registrados 2702 casos, cerca de 50% dos quais no estado do Pará (Souza, 2020).

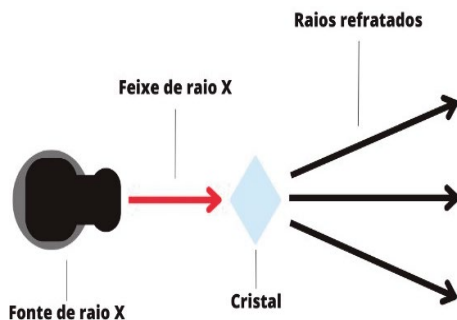
Além da da penicilina, outras estruturas bioquímicas também foram observadas por Dorothy, tal como as da vitamina B12, o que lhe rendeu o prêmio Nobel de Química no ano de 1964.

Difração de raios-X

A cristalografia de raios-X é uma técnica, que consiste em fazer passar um feixe destes raios por um cristal da substância sujeita ao estudo. Devido à simetria do agrupamento de átomos, o feixe se espalha em várias direções e, por meio da difração, surge um padrão de intensidades, que pode ser interpretado com base na distribuição dos átomos no cristal, aplicando a Lei de Bragg (Waseda, 2011).

Os pioneiros desta técnica foram Max von Laue, William Henry Bragg e William Lawrence Bragg, que descobriram que os átomos num cristal (isto é, suas densidades eletrônicas) dispersavam os raios-X, os quais, espalhados, interferiam uns nos outros, resultando em regiões de maior ou menor intensidade de espalhamento, dependendo de interferências construtivas e destrutivas — nos casos de interferências construtivas, o resultado era uma pequena mancha brilhante na placa fotográfica, enquanto não se formava mancha alguma no segundo caso. Essas pequenas manchas de raios-X, ou padrões de difração, revelam uma relação matemática com as posições dos átomos individuais no cristal. A técnica de difração de raios-X está disponível para visualização na Figura 1.

Figura 1 – Difração de raios-X



Fonte: autores (2023)

Penicilina

A descoberta da penicilina em si, em 1928, é uma história amplamente difundida e usada como exemplo em várias demonstrações sobre o método científico e sobre a ação do acaso em Medicina: Fleming viajou e deixou uma amostra de *Staphylococcus aureus* ser contaminada acidentalmente por esporos do fungo *Penicillium notatum*, que cresceu na placa, gerando um halo de inibição de crescimento (Ferreira, 2008).

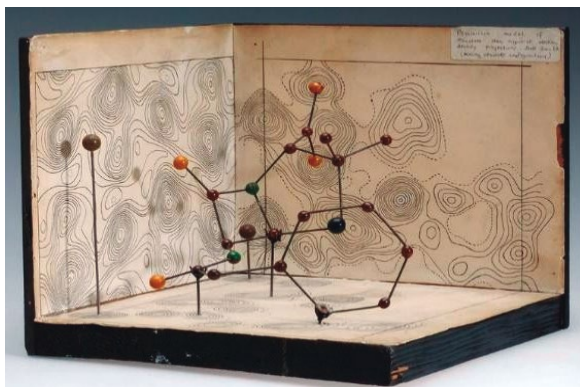
Apesar de Fleming ter isolado a penicilina em 1928, seu uso terapêutico mostrou-se muito pequeno no início, devido à impossibilidade de se reproduzir satisfatoriamente o experimento. Nos anos 1930, pesquisadores como Paine, Rainstruck e Reid tentaram expandir o uso da penicilina, mas enfrentaram as mesmas limitações de Fleming. Os estudos sobre o uso da penicilina para fins quimioterápicos sistêmicos se iniciaram com Howard Florey (1898-1968), um patologista australiano que trabalhava na Universidade de Oxford (Inglaterra), a partir de colônias de *P. notatum* (Ferreira, 2008).

Foi durante a Segunda Guerra, em 1941, que Florey rompeu o acordo com seus financiadores e iniciou a inoculação em humanos, obtendo, de início, resultados desastrosos, devido à falta de

pureza da droga. A purificação e a produção em escala industrial para testes em seres humanos (incluindo todos os membros dos laboratórios de Florey e de Chain) ficou a cargo do bioquímico Norman Heatley (1911-2004). Os resultados foram publicados em 1941 e anunciados com grande furor pela imprensa não médica. Quatro anos mais tarde, a pioneira da cristalografia com raios-X Dorothy Hodgkin conseguiu determinar a estrutura química da penicilina, uma de suas descobertas mais conhecidas, que lhe rendeu o prêmio Nobel de Química em 1964 (Ferreira, 2008).

A estrutura básica das penicilinas consiste em um anel de tiazolidínico, ligado a um anel β -lactâmico, ao qual se fixa uma cadeia lateral. O principal requisito estrutural para a atividade biológica da penicilina constitui o núcleo, sendo assim qualquer alteração química ou transformação metabólica no núcleo da molécula leva à perda de toda a atividade antibacteriana. A estrutura da penicilina pode ser observada na Figura 2.

Figura 2 – Modelo da penicilina produzido por Dorothy



Fonte: Vargas (2012)

Herman Hollerith foi um empresário estadunidense desenvolvedor de um sistema capaz de computar dados, a partir da leitura de cartões perfurados. Em seu tempo, o cálculo do censo levava anos — por exemplo, o censo de 1880 levou oito anos para ser calculado. Encurtar o tempo de cálculo do censo era essencial, uma

vez que os investimentos públicos de um país dependiam destes dados. Em vista deste problema, Herman Hollerith criou, durante o censo de 1890, uma máquina capaz de computar informações coletadas em cartões perfurados, diminuindo o tempo de cálculo para apenas dois anos e meio. O computador feito por Herman Hollerith pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3 – Computador Hollerith



Fonte: Museu de Tecnologia Alterdata (2022)

Fazendo uso da técnica de substituição isomórfica e do computador Hollerith, para fazer os cálculos de Fourier, chegou-se à estrutura tridimensional da benzilpenicilina em 1945, através da análise de difrações de raios-X de sais de sódio, de potássio e de rubídio (Vargas, 2012).

Vitamina B12 e Insulina

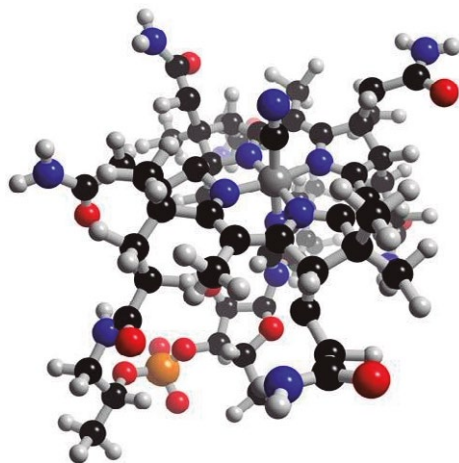
Quando Dorothy iniciou suas pesquisas sobre a estrutura da vitamina B12, pouco se sabia sobre sua composição química. Foi somente ao final dos anos 1940 que as investigações de Alexander Todd, em Cambridge, e de outros químicos começaram a fornecer informações relevantes sobre sua constituição. Eles demonstraram que a hidrólise ácida desta molécula produzia um grupo do tipo nucleotídeo monofosfato e várias amidas. Além disso, estudos espectroscópicos revelaram a presença de

um grupo cianeto. Naquele momento, especulava-se que a molécula também pudesse conter um anel porfirínico semelhante ao encontrado na hemoglobina e na clorofila.

Parte importante da análise da estrutura da vitamina B12 foi a descoberta de que, nos cristais, tanto da cianocobalamina quanto dos seus produtos de hidrólise mais simples, o átomo de cobalto se encontrava ligado a um anel corrina, desconhecido até então — esse anel é semelhante ao porfirínico, mas contém um átomo de carbono a menos, de modo que dois anéis pirrol se ligam diretamente (Vargas, 2012).

Mais tarde, G. Lenhert e Dorothy mostraram que a coenzima contém uma ligação cobalto-carbono (no lugar da ligação Co-CN na cianocobalamina), o que fez dela o primeiro composto organometálico de ocorrência natural — importante do ponto de vista biológico (Vargas, 2012). A estrutura molecular da vitamina B12 é vista na Figura 4.

Figura 4 – Estrutura molecular da vitamina B12

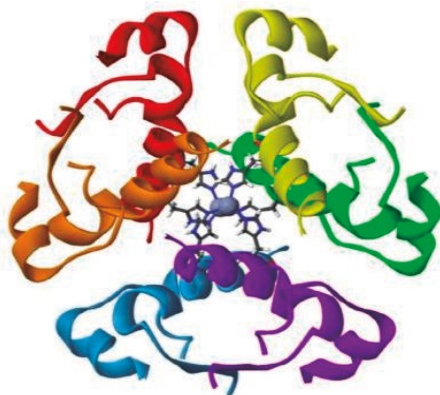


Fonte: 3DCHEM (2023)

A partir da primeira fotografia da insulina tirada por Dorothy em 1934, foram necessários 35 anos de árduo trabalho, até que sua estrutura fosse desvendada. Um marco importante neste

processo foi o trabalho de Fred Sanger em 1955, pelo qual determinou a sequência dos 31 grupos de aminoácidos de uma das cadeias da insulina e de 20 grupos da outra cadeia. Previamente, Sanger já havia demonstrado a presença de duas pontes dissulfeto, que mantinham as duas cadeias unidas, sendo também responsáveis por sua localização. A estrutura molecular da insulina humana está representada na Figura 5.

Figura 5 – Estrutura molecular da insulina humana



Fonte: Maia (2021)

Para resolver a estrutura, Dorothy e seu grupo substituíram o Zn^{2+} , utilizado na cristalização da insulina, por Cd^{2+} , por Pb^{2+} , por Hg^{2+} e por uranila (UO^{2+}) e compararam as estruturas alteradas à original, conseguindo interpretar as pequenas diferenças entre os cristais e neles localizar os átomos pesados. Finalmente, o mapa de densidade eletrônica pode ser interpretado e, baseados na sequência de aminoácidos de Fred Sanger, construíram o modelo da insulina (Vargas, 2012).

A resolução da estrutura da insulina representou um dos momentos de maior alegria de Dorothy:

Costumava dizer que a noite em que revelei a primeira fotografia da insulina, em 1935, tinha sido o momento mais emocionante da minha vida. Mas o sábado à tarde, no final do mês de julho de 1969, quando

me dei conta de que o mapa de densidade eletrônica da insulina poderia ser interpretado chegou muito próximo daquele momento (Vargas, 2012).

Premiações

Instituídos pela Fundação Nobel, os prêmios Nobel são conferidos anualmente a pessoas que tenham trazido grande benefício à humanidade, conforme disposição testamentária de seu fundador, Alfred Bernhard Nobel. Principal premiação mundial, o Nobel constitui um atestado de excelência, que confere grande reputação a seus vencedores. Inicialmente, os campos contemplados pela premiação eram Química, Física, Fisiologia ou Medicina, Literatura e da Paz.

O Oxfordshire Blue Plaques Board, em celebração à vida e às conquistas da única mulher cientista da Grã-Bretanha a ganhar o prêmio Nobel, revelou uma placa azul para Dorothy Hodgkin, ex-aluna e bolsista de Somerville. Hodgkin foi homenageada pelo conselho com uma placa em Woodstock Road, 94, onde ela viveu de 1957 a 1968, com seu marido Thomas e seus três filhos e com sua irmã Joan e seus cinco filhos (Figura 6).

Figura 6 – Placa em homenagem ao recebimento do prêmio Nobel de Química, por Dorothy Hodgkin



Fonte: Somerville University of Oxford (2016)

A Ordem do Mérito é uma condecoração britânica e do Commonwealth, outorgada pelo monarca. Tal honraria foi estabelecida em 1902, como recompensa por serviços extraordinários nas Forças Armadas, na Ciência, na Arte, na Literatura ou pela promoção da Cultura. Dorothy Hodgkin se tornou membro da Ordem do Mérito em 1965, ocupando, das vinte e quatro vagas existentes, a de Sir Winston Churchill (Vargas, 2012) (Figura 7).

Figura 7 – Medalha *Ordem ao Mérito*, dada a Dorothy Hodgkin



Fonte: Melo e Silva (2021)

Conclusão

A vida e as contribuições científicas de Dorothy Mary Crowfoot Hodgkin deixaram uma marca indelével na história da Ciência e na sociedade. Sua dedicação à cristalografia de raios-X foi crucial na identificação de estruturas bioquímicas fundamentais, como as da penicilina e da vitamina B12 — em particular, a descoberta da estrutura tridimensional da penicilina teve implicações monumentais, possibilitando sua síntese em larga escala e revolucionando a indústria farmacêutica. Desde então, a penicilina tem sido salvadora de vidas em todo o mundo, combatendo doenças bacterianas e protegendo comunidades vulneráveis, como demonstrado em regiões como a Amazônia. Além disso, as contribuições de

Hodgkin se estenderam para além da penicilina, alcançando a vitamina B12 e a insulina, rendendo-lhe reconhecimento internacional — e o prêmio Nobel de Química, em 1964. Seu legado ecoa pelas gerações, inspirando cientistas e impactando positivamente a saúde global e a consolidando como figura emblemática na história da Ciência e exemplo inspirador de perseverança e de excelência científica.

Referências

CALIXTO, C. M. F.; CAVALHEIRO, É. T. G. Penicilina: efeito do acaso e momento histórico no desenvolvimento científico. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 3, p. 118-123, ago. 2012. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_3/03-QS-92-11.pdf. Acesso em: 23 mar. 2024.

FERREIRA, M. V. C.; PAES, V. R.; LICHTENSTEIN, A. Penicilina: oitenta anos. **Revista Médica**, São Paulo, v. 87, n. 4, p. 272-276, 2008.

MAIA, R. G. Dorothy Hodgkin. **Revista Ciência Elementar**, v. 9, n. 2, p. 26, 2021.

MELO, L. M. A.; SILVA, O. C. Biografia profissional de Dorothy Hodgkin - Contribuições para Química, Biologia e Bioquímica. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 41976-41982, 2021.

MUSEU DE TECNOLOGIA ALTERDATA. **Linha do tempo**. [S. l.]: [s. n.], [20--]. Disponível em: <https://museualterdata.com.br/linha-do-tempo/>. Acesso em: 20 mar. 2023.

SOMERVILLE UNIVERSITY OF OXFORD. **Blue plaque unveiled honoring Dorothy Hodgkin (1910–1994)**. [S. l.], 1 jun. 2016. Disponível em: <https://www.some.ox.ac.uk/news/blue-plaque-unveiled-honouring-dorothy-hodgkin-1910-1994/>. Acesso em: 18 abr. 2024.

SOUZA, E. F. M. *et al.* Análise do perfil epidemiológico de meningite na Região Metropolitana de Belém-PA em um período de 10 anos (2010 a 2019). **Revista de Patologia do Tocantins**, v. 7, n. 3, p. 11-17, 2020.

VARGAS, M. D. Dorothy Crowfoot Hodgkin: uma vida dedicada à Ciência. **Revista Virtual de Química**, v. 4, n. 1, p. 85-100, 2012.

WASEDA, Y.; MATSUBARA, E.; SHINODA, K. **X-Ray diffraction crystallography**: introduction, examples and solved problems. [S. l.]: Springer Science & Business Media, 2011.

3DCHEM. **Vitamina B12**. [S. l.], 14 nov. 2023. Disponível em: <https://www.3dchem.com/vitaminb12.asp>. Acesso em: 25 jul. 2023.



A HISTÓRIA DA RADIOATIVIDADE NO ENSINO DE QUÍMICA

Anabela Castro de Sousa
Bruno Araujo dos Santos
Cristiele de Freitas Pereira
Maria Dulcimar de Brito Silva

Introdução

A Química na Educação Básica sofre críticas constantes pela dificuldade de compreensão de conceitos científicos, pelos estudantes, que não conseguem associar os conhecimentos químicos ao seu cotidiano ou ao mundo ao seu redor. Dessa forma, é evidente a necessidade do uso da contextualização no ensino da disciplina, visto que os métodos que priorizam a repetição e a memorização de conteúdos não estão apresentando resultados positivos para esta ciência (Finger; Bedin, 2019).

Nesse sentido, Freitas et al. (2021) destacam uma proposta de ensino, que possibilita abordar a ciência de modo contextualizado, com diálogos interdisciplinares entre as áreas do conhecimento, além de facilitar a relação entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente, por meio do uso da História da Ciência (HC).

De acordo com Guimarães e Castro (2019), de modo geral, é possível compreender a História da Ciência (HC) como uma forma de transmitir, de elaborar e de transformar os conhecimentos passados, que ocorreram em variadas culturas e momentos históricos.

Com base nisto, entende-se que a HC pode ser bem aproveitada em aulas de Química, visto que muitos dos seus conteúdos podem ser articulados a contextos e a acontecimentos históri-

cos. Tal é destacado por Palheta, Melo e Silva (2022), que reconhecem o potencial de uso da HC no ensino de Química, visto que sua utilização permite, ao professor, a elaboração de estratégias para as suas aulas, como a contextualização de fenômenos naturais. Ainda segundo os autores, a inserção de HC nos conteúdos, pelos professores de Química, favorece a construção mais aprofundada de conhecimentos na matéria, bem como o aprendizado de fatos históricos.

Essa visão é reconhecida em documentos norteadores da educação, como o da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que estabelece, em uma das suas competências gerais da Educação Básica:

Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (Brasil, 2018, p. 9).

Contudo, as relações históricas da evolução da Ciência com a Química por vezes não são abordadas nos ambientes escolares; relações estas que ajudariam os discentes a compreender assuntos da matéria.

Assim, o presente trabalho visou investigar a realização de aulas temáticas sobre o conteúdo Radioatividade, abordando a cientista Marie Curie e o acidente de Chernobyl, com foco em verificar e em analisar as respostas dos alunos sobre suas dificuldades com a disciplina de Química e sobre a contribuição do uso da HC para a compreensão dos conhecimentos químicos.

Metodologia

O trabalho possui um caráter quali-quantitativo, visto que utiliza informações numéricas e relatos dos participantes sobre a aula realizada. Segundo Rodrigues, Oliveira e Santos (2021), o uso de pesquisas quali-quantitativas na Educação favorece

o aprofundamento na análise dos dados obtidos, assim como motiva o pesquisador a buscar novos métodos de coletas de dados, para discussão dos resultados, a partir de um mesmo embasamento teórico.

Para a realização deste trabalho, foi ministrada uma aula sobre o conteúdo Radioatividade a duas turmas do cursinho alternativo da Universidade do Estado do Pará (UEPA). O público-alvo da aplicação se concentrou em alunos do último ano do ensino médio, sendo ao todo 37 participantes.

Durante a aula, para a introdução do tema, foi apresentada a história da cientista Marie Curie e foi demonstrado como os seus estudos foram responsáveis por avanços na área da radioatividade, atualmente empregada na fabricação de armas nucleares e de equipamentos de radioterapia e na geração de energia nuclear. Posteriormente, o acidente de Chernobyl foi introduzido, para tratar dos perigos relacionados à radioatividade, explicando como funciona o processo de fissão nuclear em um reator, os tipos de radiação e a produção de rejeitos radioativos.

Após a aula, foi aplicado um questionário, contendo uma questão subjetiva e cinco objetivas, com uma escala de 0 a 10, em que: 0 significa que discorda totalmente; 5, nem concorda nem discorda; e 10, concorda totalmente — tal aplicação teve o objetivo de analisar a aula ministrada, assim como a experiência e os conhecimentos e conceitos abordados em sala de aula, visando obter relatos e opiniões estudantis acerca da abordagem e da metodologia usadas.



Figura 1 – Questionário aplicado às turmas

"Química em Foco: Grandes Cientistas que Moldaram a Disciplina"

Assinale em uma escala de 0 a 10 de acordo com a sua opinião, onde: 0 discordo totalmente, 5 nem concordo nem discordo e 10 concordo totalmente.

1. Em uma escala de 0 a 10 qual o seu nível de dificuldade em química?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2. Quando os assuntos de química são contextualizados eu consigo entender melhor.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

3. Acho interessante conhecer sobre o trabalho e a descoberta dos(as) cientistas relacionados com os assuntos de química.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Conhecer sobre a história e a relação dos cientistas com os conteúdos ministrados, facilitou a minha compreensão.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

5. Gostaria de conhecer outros cientistas relacionados a outros conteúdos de química.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

6. Qual sua opinião sobre a metodologia aplicada, críticas, elogios, sugestões,

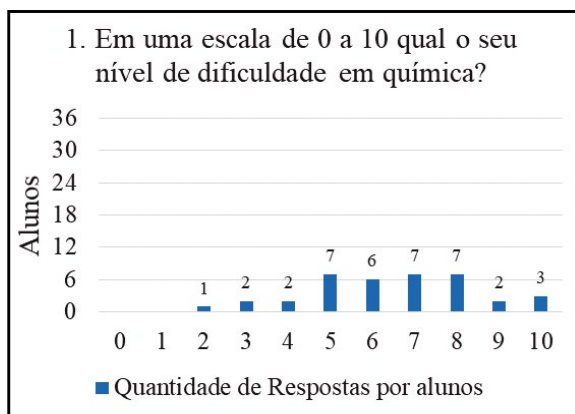
Fonte: autores (2024)

Resultados e discussão

A partir da análise das respostas ao questionário, pode-se destacar a primeira pergunta realizada, bem como a interação

entre os alunos, pela qual é possível compreender e destacar o nível de dificuldade que os estudantes possuem, em relação à disciplina de Química. O gráfico da Figura 2 traz a tabulação das respostas dos estudantes, demonstrando que uma parcela considerável dos alunos possui dificuldades na matéria.

Figura 2 – Gráfico dos níveis de dificuldade dos alunos em Química



Fonte: autores (2024)

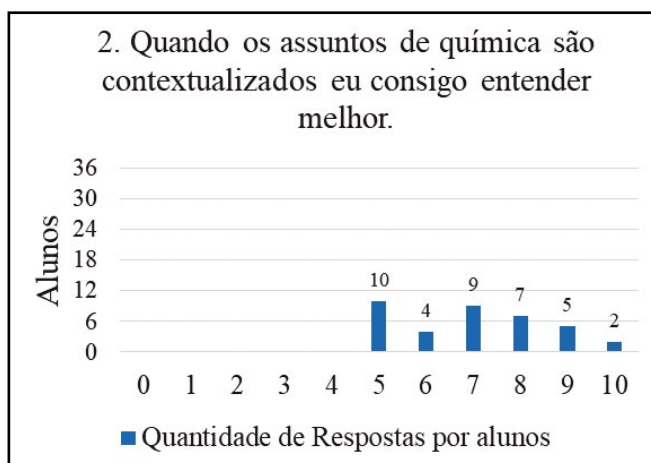
No agrupamento dos percentuais das respostas, os alunos com níveis de dificuldade de 0 a 4 foram cinco (13,5% dos respondentes); com dificuldade 5 foram sete (18,9%); e com dificuldade de 6 a 10 foram 25 (67,6%). Destaca-se, pela análise aplicada, que mais de 60% dos alunos assinalou ter dificuldades em Química, visto que o maior quantitativo de registros se deteve no intervalo de respostas de 6 a 10.

Em relação aos dados do questionário, Araujo et al. (2019) discutem que são diversos os fatores que causam dificuldades aos estudantes na compreensão da disciplina em questão, principalmente o método tradicional de ensino utilizado pelos professores, focado no repasse de informações, na memorização de conteúdos e no ensino descontextualizado. Quanto a isto, os autores incentivam os docentes a procurar novas metodologias de ensino, para atrair o interesse dos estudantes para a disciplina.

O progresso da Educação Química e a busca por métodos que simplifiquem o ensino na área têm ganhado cada vez mais espaço em trabalhos na Educação, refletindo-se em pesquisas e publicações. Ideias inovadoras surgem para tornar o ensino mais acessível, visando conectar o conteúdo à vida do aluno e formar cidadãos críticos, capazes de analisar a realidade de forma consciente (Costa et al., 2018).

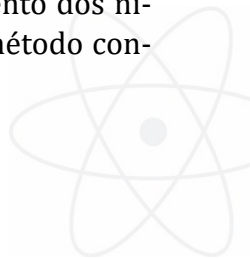
A pergunta 2 do questionário teve, como objetivo, analisar o nível e a eficiência da compreensão dos estudantes, a partir da associação de conteúdos de Química, buscando fornecer um ensino contextualizado. Os dados referentes às respostas à questão estão colocados no gráfico da Figura 3.

Figura 3 – Gráfico do nível de compreensão de assuntos contextualizados



Fonte: autores (2024)

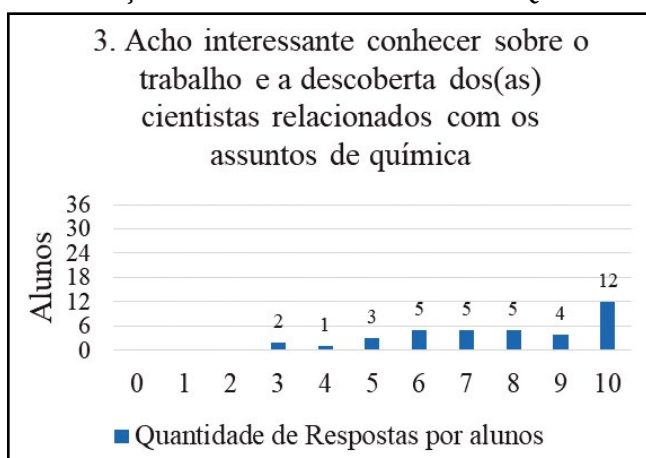
A partir da análise das respostas à segunda pergunta, é notório que a parcela de estudantes que afirma compreender os assuntos de Química de forma mais fácil teve um percentual de respostas acima de 70%, considerando o agrupamento dos níveis 6 a 10, evidenciando que, quando aplicado, o método contextualizado possui eficiência educacional.



Ademais, Santos, Silva e Silva (2012) defendem que a contextualização envolve capacitar o aluno a reconhecer a relevância do conhecimento e aplicá-lo na interpretação dos eventos ao seu redor. Ou seja, contextualizar permite a construção de significados para esclarecer aspectos do dia a dia, com uma abordagem social e cultural, que facilite a descoberta.

Na pergunta 3, que tratava do interesse em conhecer a história por trás das descobertas dos cientistas associados aos conteúdos de Química em sala de aula, as respostas demonstraram que a maior parte dos alunos reagiu positivamente à proposta.

Figura 4 – Gráfico do nível de interesse dos estudantes pela associação entre a HC e os assuntos de Química



Fonte: autores (2024)

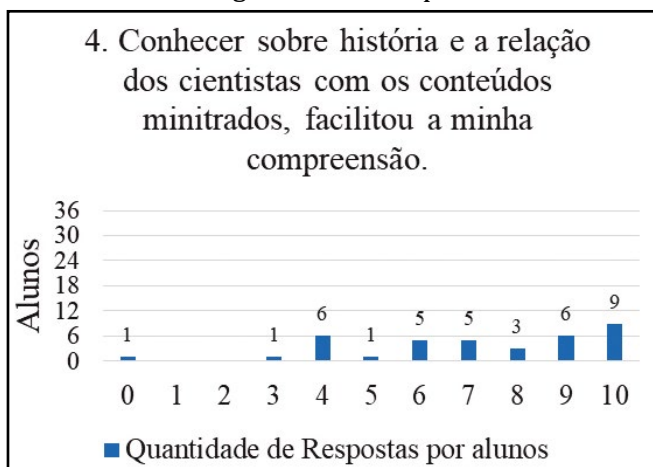
A partir do gráfico, infere-se que o percentual de alunos que concordou totalmente com o esquema proposto, assinalando o nível 10, é superior a 30%. Tal fato, assim como os dados analisados, demonstra o impacto do uso da História da Ciência relacionada a conteúdos estudantis, interligando as descobertas de cada cientista de forma direta, não somente para destacar seu principal trabalho, mas também para detalhar suas descobertas, visando a melhor compreensão dos assuntos de aula, pelas turmas.

Sob o mesmo ponto de vista, Palheta, Melo e Silva (2022) entendem que o uso da HC é de suma importância para os professores de Química, pois a integração da História da Ciência aos seus processos de ensino tem potencial para impulsionar a aprendizagem, contribuindo para uma compreensão mais profunda dos eventos históricos.

Além disso, como já destacado, o uso de HC no processo de ensino viabiliza uma melhor interação entre os estudantes, uma vez que relaciona fatos histórico-científicos a conteúdos estudados diariamente em sala de aula, tornando-os mais atrativos.

Houve grande variedade de respostas à questão 4, relativa à concordância dos alunos com a metodologia utilizada, contudo mais de 75% dos estudantes participantes da pesquisa aceitou o método.

Figura 5 – Gráfico do nível de concordância dos alunos com a metodologia usada no experimento



Fonte: autores (2024)

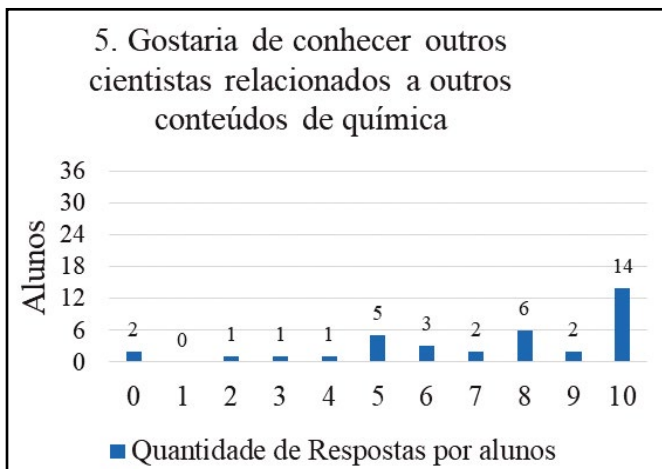
Dessa forma, após a aplicação da aula, os alunos relataram o seu interesse por mais aulas que abordem questões históricas, relacionadas aos conteúdos de Química, indicando boa avalia-

ção da aula e da metodologia utilizada na veiculação do conteúdo de radioatividade.

Tal visão pode ser reconhecida em resultados de trabalhos, que utilizaram a História da Ciência no ensino médio, como o de Andrade e Silva (2018), cujos dados corroboram a eficácia da metodologia na compreensão de conceitos científicos, pelos alunos.

A pergunta 5 buscou quantificar o nível de aceitação dos estudantes de futuras utilizações de biografias de cientistas, para relacioná-las a assuntos de Química. Pelas respostas dos discentes, expostas no gráfico da Figura 6, mais de 70% dos estudantes considerou apropriado conhecer e estudar outros conteúdos de Química, associados a trabalhos de cientistas, bem como a suas descobertas, considerando como estes fatores influenciam e se relacionam a conteúdos e a conceitos ministrados em sala.

Figura 6 – Gráfico dos níveis de preferência dos alunos pelo uso da metodologia para a aprendizagem de outros conteúdos de Química



Fonte: autores (2024)

Ao final do questionário, foi solicitado aos estudantes que apresentassem, de forma subjetiva, suas opiniões e seus relatos pessoais acerca da experiência de aula. A pergunta obteve um bom quantitativo

vo de respostas fornecidas pelos alunos, das quais foram destacadas algumas para discussão, que vão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Opiniões e relatos dos estudantes sobre a aplicação da aula

Participantes	Respostas
A1	<i>“Dar contexto e apresentar cientistas sobre o conteúdo torna a matéria mais interessante e divertida, dando vontade de se aprofundar mais”</i> (informação pessoal)
A2	<i>“Eu gostei, tenho um pouco de dificuldade em química, mas minha matéria preferida é história, então gostei muito desse estilo de aula”</i> (informação pessoal)
A3	<i>“Considero que a química aplicada ao conjunto da história ou fatos podem ajudar o entendimento no qual não seja considerada chata”</i> (informação pessoal)
A4	<i>“Gostei de conhecer o trabalho e as descobertas dos cientistas, porém, prefiro aulas mais lúdicas, talvez vídeos, filmes e experiências no cotidiano facilitaria o aprendizado”</i> (informação pessoal)

Fonte: autores (2024)

As respostas à última pergunta comprovam o que já foi discutido sobre o fato de a HC atrair o interesse dos alunos para as Ciências, como a Química. Como mencionado pelo Estudante A1, aulas contextualizadas são uma ferramenta que pode ser utilizada nas aulas, com os objetivos de dinamizar o ensino e de facilitar o compartilhamento do saber científico.

Igualmente, a interdisciplinaridade, como destaca o Estudante A2, torna-se um recurso a ser utilizado, que potencializa a interação e que atrai o interesse dos estudantes, visto que, como já mencionado, a Química é uma disciplina considerada complicada e, em muitos casos, cansativa, de acordo com a opinião de alguns alunos.

Por conta disso, utilizar recursos que relacionem diferentes disciplinas de forma direta viabiliza o processo educacional. Isso pode ser interpretado na colocação do Estudante A3, que

apresenta perspectivas positivas sobre a aula, destacando a contextualização e, também, a interdisciplinaridade como recursos nela utilizados. Tal corrobora o aspecto de que aulas que relacionem HC e Química podem facilitar o ensino-aprendizagem.

Por fim, frisa-se que é de grande relevância que sejam adotadas aulas mais contextualizadas e interdisciplinares, visto que, como menciona a Estudante A4, a ludicidade, quando relacionada a aulas que utilizam filmes, vídeos e/ou experiências, consolida a prática docente, além de atuar para potencializar a relação entre os estudantes e o conteúdo e a disciplina, uma vez que objetiva dinamizar o processo de ensino.

Considerações finais

A partir da pesquisa e da análise dos relatos e das experiências dos alunos participantes, inferiu-se que é fundamental enfatizar o uso e a aplicação de recursos e metodologias, que promovam a ludicidade, por meio da contextualização. Nesse caminho, foi perceptível que a metodologia utilizada, referente ao uso de informações da História da Ciência, dentro de objetivo de ministrar aulas interdisciplinares entre este campo do conhecimento e a Química, foi bem aceita pelos estudantes.

Com isto, notou-se que a aplicação de recursos que busquem instigar os alunos a desenvolver interesse pelas aulas de Química, bem como pelos seus conteúdos, visa facilitar o ensino e tornar a ciência mais atraente e de fácil entendimento, contribuindo para o processo formativo-educacional dos estudantes.

Por fim, salienta-se que a aplicação de recursos e de conteúdos contextualizados aprimora o ensino e promove a compreensão dos conteúdos, pelos estudantes, ocasionando maior interesse destes pelos conceitos e assuntos apresentados.



Referências

ANDRADE, M. F. D. de; SILVA, F. C. Destilação: uma sequência didática baseada na História da Ciência. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 2, p. 97-105, maio 2018. DOI: <https://doi.org/10.21577/0104-8899.20160110>. Disponível em: https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc40_2/06-RSA-23-17.pdf. Acesso em: 20 mar. 2024.

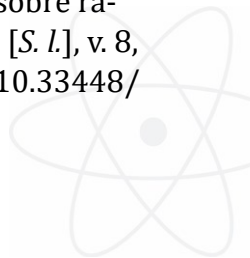
ARAUJO, A. C. F. *et al.* Relato das dificuldades em aprender química de alunos da educação básica de uma escola pública de campina grande. In: VII ENID/V ENFOPROF, UEPB, Campina Grande, 2019. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2019 Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/64673>. Acesso em: 20 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: [MEC], 2018.

FINGER, I.; BEDIN, E. A contextualização e seus impactos nos processos de ensino e aprendizagem da ciência química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 8-24, 2019. DOI: 10.5335/rbecm.v2i1.9732. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/9732>. Acesso em: 29 mar. 2024.

FREITAS, I. B. *et al.* Contribuições da história da química para um ensino interdisciplinar. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Campina Grande, 2021. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/76621>. Acesso em: 18 fev. 2024.

GUIMARÃES, L. P.; CASTRO, D. L. de. A História e Filosofia da Ciência como subsídio para uma estratégia didática sobre radioatividade. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. e4281674, jan. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/>



rsd-v8i1.674. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5606/560662192042/html/>. Acesso em: 14 fev. 2024.

PALHETA, J. W. C.; MELO, J. O. M.; SILVA, M. D. B. Reflexões sobre o papel de Andreas Libavius para a História da Química: uma abordagem em sala de aula. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 6, 2022.

RODRIGUES, T. D. F. F.; OLIVEIRA, G. S.; SANTOS, J. A. As pesquisas qualitativas e quantitativas na Educação. **Revista Prisma**, v. 2, n. 1, p. 154-174, 2021. Disponível em: <https://revis-taprisma.emnuvens.com.br/prisma/article/view/49>. Acesso em: 20 mar. 2024.



RADIOATIVIDADE E ENERGIA NUCLEAR: DISCUSSÕES PARA O ENSINO DE QUÍMICA

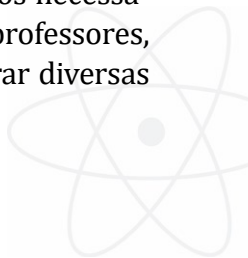
Matheus da Costa de Almeida
Bruno Araújo dos Santos
Lucas Marques Campos
Yasmin de Almeida Santana
Maria Dulcimar de Brito Silva

Introdução

Ao conduzir experimentos com sais de urânio, Henri Becquerel notou o fenômeno da fluorescência, inicialmente atribuída a este elemento. Mais tarde, Marie e Pierre Curie deduziram que a radiação observada por Becquerel era uma característica do urânio, sendo então nomeada por Marie como Radioatividade (Xavier et al., 2007).

No âmbito industrial, a Radioatividade, com ênfase na energia nuclear, é analisada, considerando tanto seus benefícios quanto seus riscos. Por um lado, destaca-se a redução de emissões de gases de efeito estufa e a capacidade de produção de energia elétrica em grande escala, embora esteja sempre presente a preocupação com acidentes e com segurança no gerenciamento dos resíduos radioativos; por outro, apesar dos desafios, as usinas nucleares têm sistemas de controle e de contenção dos resíduos tóxicos, e a indústria nuclear é singular no setor de geração de energia elétrica, por manter um inventário de seus resíduos, o que contribui para a sua sustentabilidade (Carvalho, 2012).

No contexto educacional, a Radioatividade assume um papel crucial no currículo, especialmente no ensino médio da Educação Básica, e vale ressaltar que ela é fundamental para que os alunos desenvolvam uma compreensão dos conceitos técnicos necessários no mundo tecnológico atual, haja vista que os professores, ao abordar a temática, têm a oportunidade de explorar diversas



singularidades da Radioatividade, como radiação, meia-vida e energia nuclear, fornecendo uma base sólida nestes conceitos aos estudantes. No entanto, é comum que este processo de aprendizagem se restrinja à resolução de exercícios, deixando de lado abordagens críticas e discussões mais amplas sobre o contexto, em que estes conceitos se inserem (Freitas; Vaz, 2021).

Vale ressaltar que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) contempla o tema Radioatividade nas competências e habilidades delineadas para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), sendo assim o tema pode ser abordado por professores de Química, de Física e de Biologia. Em suma, a habilidade EM13CNT103, atrelada à competência específica 1 da área de CNT, indica:

Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica (Brasil, 2018, p. 555).

Nesse contexto, para que o ensino de Radioatividade seja efetivo, é fundamental que haja uma discussão abrangente sobre suas relações com o conteúdo propriamente dito. As diretrizes curriculares norteiam os professores de Química neste sentido, destacando a importância de explorar tais aspectos nas suas aulas. Contudo, apesar destas diretrizes, o conteúdo de radioatividade não é totalmente explorado nas aulas de Química, na maioria das vezes, o que ocasiona carências em um ensino abrangente sobre Radioatividade nas escolas, com tratamento superficial do tema, que geralmente se concentra em aspectos negativos, ignorando suas aplicações benéficas, como a energia nuclear (Antiszko, 2016).

Portanto, esse estudo teve, como objetivo, proporcionar uma compreensão mais profunda sobre Radioatividade aos participantes, desde sua descoberta as suas aplicações atuais, com ênfase na energia nuclear.

Metodologia

O caráter da pesquisa é o qualitativo, visando explorar percepções, experiências e opiniões dos participantes, em relação ao minicurso ministrado — tal condiz com Minayo (2010 apud Sousa e Santos, 2020, p. 4), que afirma:

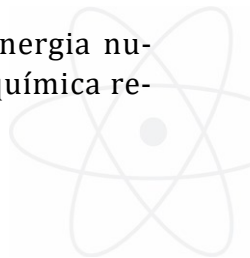
[...] a abordagem qualitativa remete ao universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

Para isto, foi realizado um minicurso, abordando os principais conceitos da Radioatividade. Como forma de reforçar estes entendimentos, foi utilizado um jogo baseado na plataforma Kahoot!, empregado como ferramenta tecnológica de avaliação e de metodologia, para revisão dos conteúdos.

O minicurso foi realizado na Universidade do Estado do Pará (UEPA) e ministrado pelos licenciados, sob a orientação da professora Maria Dulcimar Brito, sendo direcionado a uma turma de sete alunos do curso de Licenciatura em Química, dentro da disciplina Tecnologias Educacionais para o Ensino de Química, no ano de 2023.

Nesse contexto, a disciplina em questão visava o uso de tecnologias para um ensino mais interessante de Química aos olhos dos alunos e o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. Desse modo, a escolha por apresentar o minicurso a licenciandos em Química se deu pela necessidade de verificar se os participantes possuíam conhecimentos sobre o uso de tecnologias para o ensino, visto que conhecer tais recursos possibilita uma ampliação na utilização de métodos educacionais no ensino da matéria.

A decisão de abordar a Radioatividade, e a energia nuclear de forma mais aprofundada, no ensino de química re-



sultou de uma reavaliação crítica das próprias experiências dos autores, como alunos. Após refletir sobre sua formação acadêmica e sobre a maneira como o conteúdo foi ensinado, durante seus anos escolares, os autores reconheceram as deficiências e as limitações das abordagens vivenciadas.

À medida que revisaram suas próprias trajetórias de aprendizado, os pesquisadores constataram que o tema da Radioatividade frequentemente recebia uma abordagem superficial e simplificada, sem explorar sua complexidade e relevância de forma adequada. Essa ponderação crítica os instigou a questionar a eficácia das metodologias convencionais e a buscar alternativas para aprimorar o ensino deste assunto.

Todos os aspectos do minicurso foram desenvolvidos para promover o engajamento dos participantes no processo de construção de aprendizagens relacionadas à Radioatividade, assim, visando proporcionar uma compreensão mais aprofundada da Radioatividade, dentro do contexto da energia nuclear, aos participantes, foram abordados seus conceitos teóricos, seus possíveis impactos e exemplos práticos de seu emprego.

A prática incluiu a utilização de um jogo de perguntas e respostas, criado na plataforma Kahoot!, como meio de avaliar a realização dos objetivos da pesquisa. Esse instrumento permitiu uma avaliação rápida e também estimulou o interesse pela atividade proposta, oferecendo uma alternativa dinâmica aos métodos tradicionais, como atividades em papel.

Após o minicurso, os participantes foram convidados a preencher um questionário de avaliação, para fornecer feedbacks sobre sua experiência, o qual trazia perguntas sobre a relevância do conteúdo de Radioatividade. As perguntas do questionário estão colocadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Perguntas do questionário

Código	Perguntas
P1	Qual é a sua conclusão sobre a descoberta da Radioatividade?
P2	Quais são os impactos socioeconômicos e ambientais da energia nuclear?
P3	Como ocorre o uso e quais são as aplicações da radiação no nosso cotidiano?
P4	Na sua opinião, a energia nuclear é um mal necessário? Por quê?

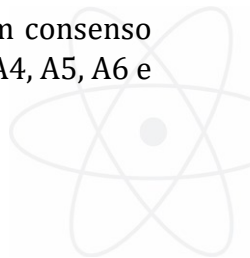
Fonte: autores (2023)

A análise dos dados coletados no questionário pós-minicurso foi realizada por meio de técnicas qualitativas, buscando identificar padrões relevantes nas respostas dos participantes, discutidas com respaldo em pesquisas e trabalhos complementares. Essa análise permitiu, aos pesquisadores, entender melhor a eficácia, as percepções dos participantes e as áreas do minicurso a receber melhorias, para futuras intervenções educacionais.

Resultados

A proposta de oferecer uma compreensão mais aprofundada da Radioatividade no contexto da energia nuclear aos participantes mirava destacar a temática, que é um conteúdo relevante, tanto no ensino pré-vestibular quanto no médio. Nesse sentido, os conceitos científicos relacionados ao tema, as suas aplicações práticas e os impactos de seu uso foram explorados para conceder, aos participantes, uma oportunidade de enxergar a Radioatividade por uma nova perspectiva.

Os participantes do minicurso foram caracterizados como A1, A2, A3, A4, A5, A6 e A7, para facilitar o entendimento das respostas. Quando perguntados sobre suas conclusões sobre a descoberta da Radioatividade (a P1), notou-se um consenso aproximado nas respostas: os participantes A2, A3, A4, A5, A6 e



A7 concluíram que energia nuclear foi uma descoberta importante para o avanço da tecnologia, enquanto A1 não respondeu à pergunta de forma adequada.

A descoberta da radioatividade transformou a Ciência, visto que se acreditava que o átomo não seria capaz de emitir grande quantidade de energia de seu núcleo, no entanto ela também apresentou desafios e perigos, uma vez que a exposição a grandes quantidades de radioatividade pode causar náusea, vômito, perda de cabelo, diarreia, hemorragia, destruição do revestimento digestivo, danos ao sistema nervoso central e morte (Xavier et al., 2007). Portanto, apesar de ser uma descoberta importante para o avanço da Ciência, é necessário que se esclareça o quão perigosa ela pode ser, bem como a importância de estudar seus conceitos, a fim de evitar acidentes.

Na questão sobre os impactos socioeconômicos e ambientais da energia nuclear (P2), houve divergência nos relatos dos participantes: A1 e A2 apontaram que a energia nuclear é barata e possui baixos índices de impactos ambientais, porém A1 comentou que o descarte incorreto dos resíduos deixados pela usina pode ser perigoso; já A3, A4, A6 e A7 ressaltaram o medo de acidentes nucleares, principalmente nas ocorrências de mutação genética e de falecimento de seres vivos nos locais de acontecimentos; e A5 afirmou que, se utilizada de forma correta, essa fonte de energia não afeta o meio ambiente e impacta positivamente as questões socioeconômicas.

Mesmo diante de respostas diversas, entendeu-se que os fatores socioeconômicos e ambientais são vistos com precaução, pelos participantes.

Considerando os impactos socioeconômicos, esses podem impulsionar a indústria e criar empregos, tanto na construção e na operação de usinas nucleares quanto na cadeia de suprimentos a elas associadas, contudo os autores advertem que existem desafios à implementação de uma usina nuclear, devido aos altos custos de

construção, à gestão de resíduos nucleares e ao fechamento de usinas nucleares, ao final de suas vidas úteis.

Sobre os aspectos ambientais, Merçon (2014) relata que, embora as usinas nucleares não emitam gases poluentes para a atmosfera, ainda existem perigos de acidentes radioativos e de contaminações ambientais, se os investimentos no gerenciamento e na construção da usina não forem adequados. Portanto, a visão dos participantes demonstra uma preocupação acerca dos impactos ambientais negativos, evidenciando que o minicurso promoveu a conscientização sobre os perigos do uso inadequado dos processos de radiação nuclear.

Questionados sobre os modos de uso e as aplicações da radiação no cotidiano (P3), notou-se uma aproximação entre as ideias dos participantes. Todos mencionaram a Medicina como principal área de utilização da radiação no cotidiano, estando presente principalmente no raio-X — na Medicina, a radiação é muito usada em diagnósticos por imagem, como em raios-X e na ressonância magnética. Além disso, a radiação eletromagnética é utilizada para gerar imagens digitais, comumente usadas em Medicina Nuclear e em radiodiagnósticos (Xavier et al., 2007). Tal coerência marcou as colocações dos participantes, o que demonstrou uma conexão entre os conceitos expostos no minicurso e os elementos práticos presentes nos seus cotidianos.

Porém, deve-se destacar que a radiação tem várias aplicações em nosso cotidiano, além das empregadas na Medicina. Como abordado em Sá e Santos (2016), a radiação é usada em processos analíticos da indústria, como na construção de modelos de transferência de energia para o meio, por exemplo. Além disso, a radiação gama é usada para detectar interações entre fótons e matéria, enquanto, na Ciência Ambiental, a radiação é usada para gerar imagens digitais, comumente usadas em estudos deste tipo.

Por fim, ao analisar as respostas dos licenciados ao questionamento sobre o “mal necessário” da energia nuclear (P4), observou-

-se que a maioria dos participantes entende que a energia nuclear é benéfica, se utilizada de maneira correta: A1, A2, A4, A5, A6 e A7 afirmaram que a energia é necessária e benéfica, quando utilizada corretamente — A6 mencionou, nesse caminho: “Assim, como qualquer ferramenta científica, tudo irá depender de quem a utilizará” (informação pessoal); no entanto, o participante A3 discordou dos demais, mencionando que, apesar de possuir vantagens, ela pode ser uma ferramenta perigosa, que põe as vidas das pessoas em risco.

Foi reforçado, no minicurso, que, assim como muitos dos avanços científicos, o uso de energia nuclear contribuiu para o progresso da Ciência e rendeu melhorias à sociedade, como no caso da geração de energia; essa, se usada de forma correta, isto é, com investimentos no controle de seus impactos ambientais, pode ser uma solução viável, até que outra seja encontrada.

Como destacam Alvim et al. (2007), a energia nuclear é um tema controverso e complexo, sendo considerada um mal necessário por alguns, devido a sua capacidade de produzir grandes quantidades de energia elétrica, sem emitir gases de efeito estufa, o que a torna uma opção atraente para países que buscam reduzir suas emissões de carbono, contudo os autores, assim como destacou A3, apontam que esta forma de energia apresenta riscos significativos, como acidentes nucleares, contaminação radioativa e possibilidades de uso para fins militares. Além disso, a construção e a manutenção de usinas nucleares possui um custo elevado e pode levar décadas para ocorrer. Portanto, a energia nuclear é um mal necessário, apenas se os benefícios superarem os riscos e os custos a ela associados.

Dessa maneira, ao analisar as discussões geradas pelas respostas dos participantes, percebeu-se a compreensão dos conceitos e dos impactos da Radioatividade no contexto da energia nuclear. Ademais, os resultados do jogo utilizado como método de avaliação evidenciaram sua eficácia como ferramenta diagnóstica, visto que nem todos os participantes responderam corretamente às perguntas. Diante disso, é possível planejar o

reforço dos conceitos malcompreendidos em futuras aplicações da ferramenta, contribuindo para uma aprendizagem mais sólida e eficiente sobre o tema.

Conclusão

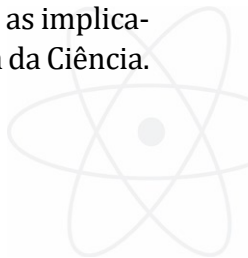
Ao refletir sobre a complexidade da Radioatividade e seu papel no ensino, reconhece-se a importância histórica e educacional deste tema, pois, desde sua descoberta, por Henri Becquerel e Marie Curie, a Radioatividade tem sido um campo crucial para a compreensão dos processos nucleares e suas aplicações na sociedade.

Em relação ao ensino, percebe-se que a abordagem da Radioatividade pode ser limitada muitas vezes, focando apenas em aspectos técnicos e na resolução de exercícios, sem explorar criticamente seu contexto mais amplo. Essa falta de profundidade pode resultar em uma compreensão superficial do tema, por parte dos alunos, que podem não entender completamente os benefícios e os riscos associados à energia nuclear e aos materiais radioativos.

Para melhorar a aprendizagem na área, acredita-se que os educadores devem adotar uma perspectiva mais abrangente, incluindo discussões sobre o contexto histórico da descoberta da Radioatividade, suas implicações ambientais, sociais e econômicas e suas aplicações práticas na indústria e na Medicina.

Além disso, o emprego de recursos didáticos inovadores, como jogos educacionais (o Kahoot!, por exemplo), podem engajar os alunos de forma mais ativa e motivadora e tornar o aprendizado mais dinâmico e envolvente, estimulando o interesse dos alunos e promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos do tema em comento.

Em suma, é essencial que o ensino da Radioatividade seja abordado de maneira holística e contextualizada, permitindo que os alunos compreendam os aspectos técnicos e, também, as implicações sociais, ambientais e éticas desta importante área da Ciência.



Referências

ALVIM, C. F.; EIDELMAN, F.; MAFRA, O.; FERREIRA, O. C. Energia nuclear em um cenário de trinta anos. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 21, p. 197-220, 2007.

ANTISZKO, T. R. **Sequência didática para o ensino de radioatividade com enfoque CTS no ensino médio**. Orientadora: Elenise Sauer. 2016. 125 f. Dissertação (Mestrado no Ensino de Ciência e Tecnologia no exame de Qualificação) – Programa de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: [MEC], 2018.

CARVALHO, J. F. de. O espaço da energia nuclear no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 293-308, 2012.

FREITAS, A. B. de; VAZ, W. F. O ensino de Radioatividade em Química e a Educação Ambiental no aspecto da racionalidade. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 1, p. 53-69, 2021.

MERÇON, F. Os riscos da radioatividade. **Revista Eletrônica do Vestibular UERJ**, ano 7, n. 20, 2014.

SÁ, C. S. da S.; SANTOS, W. L. P. Motivação para a carreira docente e construção de identidades: O papel dos pesquisadores em ensino de química. **Química Nova**, v. 39, n. 1, p. 104-111, 2016.

SOUSA, J. R. de; SANTOS, S. C. M. dos. Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 10, n. 2, p. 1396-1416, 2020.

XAVIER, A. M.; LIMA, A. G. de; VIGNA, C. R. M.; VERBI, F. M.; BORTOLETO, G. G.; GORAIEB, K.; COLLINS, C. H.; BUENO, M. I. M. S. Marcos da história da radioatividade e tendências atuais. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 83-91, 2007.

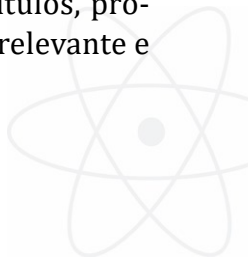
POSFÁCIO

Concluir um livro não é encerrá-lo. É reconhecer que o texto, uma vez terminado, passa a existir na leitura que o atravessa e no uso que dele se faz. *Ensino de Química em múltiplos contextos: processos educativos para uma formação cidadã* chega ao fim de suas páginas com a consciência de que o ensino não se decide no que se escreve, mas no que permanece operante no pensamento e na prática.

A experiência no ensino de Química conduz a uma constatação que se impõe com clareza, os conteúdos não se sustentam de forma isolada, mas adquirem significado apenas quando fazem sentido para o estudante, assim como as estratégias didáticas só se justificam quando de fato favorecem a compreensão dos fenômenos e conceitos envolvidos. Falar em múltiplos contextos de ensino, portanto, não consiste em acrescentar aspectos alheios ao processo formativo ou em recorrer a exemplos meramente ilustrativos, mas em reconhecer as condições pedagógicas, cognitivas e socioculturais sob as quais o conhecimento pode ser apreendido, interpretado e ressignificado.

É nesse horizonte que a aprendizagem se fortalece, quando o ensino assume os contextos como mediações entre o conhecimento científico e as experiências dos estudantes, permitindo sua apropriação progressiva ao longo do tempo.

Os textos reunidos nesta obra convergem na defesa de um ensino contextualizado, atento às linguagens do tempo presente, às questões ambientais e sociais, à diversidade cultural e à história da ciência. Jogos, sequências didáticas, materiais de ensino, experimentação e tecnologias aparecem como diferentes modos de conduzir o aprendizado, sempre orientados por uma mesma preocupação dos autores dos capítulos, promover uma Química com sentido para o estudante, relevante e formativa.



Nesse percurso, a ideia de formação cidadã assume um sentido preciso. Ela se manifesta quando o ensino favorece o desenvolvimento do juízo, a capacidade de argumentar, a leitura atenta dos problemas e a compreensão das implicações sociais da ciência. A Química deixa, então, de ser apenas um conjunto de conceitos e passa a funcionar como instrumento para pensar a realidade.

O conjunto dos capítulos também mostra que o lugar importa. A presença dos contextos amazônicos, dos saberes regionais e das realidades escolares concretas não aparece como detalhe circunstancial, mas como elemento constitutivo das propostas apresentadas. Ensinar Química, nesses termos, implica reconhecer o território como parte do próprio caminho do conhecimento.

Reconhece-se, ao longo da obra, o esforço de docentes e estudantes que não se satisfazem com a repetição. Há aqui ações de ensino pensadas a partir de problemas reais, testadas na prática e retomadas com reflexão. Em educação, ideias só adquirem consistência quando suportam o confronto com a sala de aula.

Se há aqui alguma contribuição, ela está em afirmar que ensinar e aprender Química não se faz por atalhos. Há trabalho intelectual, quem ensina e de quem aprende. Compreender não é imediato: exige clareza, rigor e intenção.

Este pós-fácio não pretende concluir o debate, mas marcar um ponto de passagem. O que permanece do ensino não é o excesso de informação, mas a qualidade da experiência formativa. Quando essa experiência é construída com atenção ao contexto e cuidado na condução, ela amplia, ainda que de modo silencioso, a autonomia intelectual dos estudantes.

E isso basta para justificar o esforço.

Em, 5 de fevereiro de 2026, tarde de quinta-feira.

Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza

UEPA/PPGEECA



SOBRE OS/AS AUTORES/AS

ANABELA CASTRO DE SOUSA

Licenciada em Química, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), e mestranda em Engenharia de Materiais, pelo Mestrado Profissional em Engenharia de Materiais (PPGEMAT), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará.

E-mail: anasousa.licqui@gmail.com

ID Lattes: 1293653645342889

ORCID: 0009-0005-7088-1223

ANTHONIEL HENDEL SILVA DE SOUZA

Graduado em Licenciatura Plena em Química, pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), e mestrando em Engenharia Química, pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

E-mail: hendelz.uepa@gmail.com

ID Lattes: 4138430315265281

ORCID: 0000-0002-8073-2257

ÁYLA SEABRA RODRIGUES

Graduada em Licenciatura Plena em Química, pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), e mestranda em Ciências Ambientais, pela UEPA.

E-mail: prof.aylaseabra@gmail.com

ID Lattes: 3923868704195520

ORCID: 0000-0002-1363-2299

BRUNO ARAUJO DOS SANTOS

Licenciando em Química, pela Universidade do Estado do Pará, bolsista PIBIC do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) entre agosto de 2024 e setembro de 2025 e membro do Grupo de Pesquisa em Ciências e Tecnologias Aplicadas à Educação, Saúde de Meio Ambiente.

E-mail: araubruno2@gmail.com

ID Lattes: 2718613406107745

ORCID: 0009-0009-4042-0943

CRISTIELE DE FREITAS PEREIRA

Licenciada em Ciências Naturais, com Habilitação em Química, pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), e doutoranda em Educação em Ciências e Matemática, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas da UFPA (PPGECM), da Universidade Federal do Pará (UFPA).

E-mail: cristiele.pereira@iemci.ufpa.br

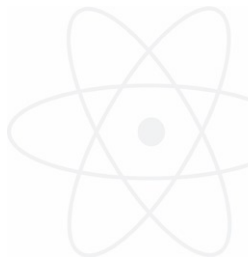
ID Lattes: 9177721239415895

ORCID: 0009-0001-7052-8308

EDENILSON ARAGÃO DE MOURA

Licenciado Pleno em Química, pela Universidade do Estado do Pará.

E-mail: edenilson.moura@aluno.uepa.br



ID Lattes: 3052008398473158
ORCID: 0009-0005-3552-7587

GENIVALDO FARIAS CAMPOS

Licenciado Pleno em Química, pela Universidade do Estado do Pará.
E-mail: genivaldocampos31@hotmail.com
ID Lattes: 7209173242413148
ORCID: 0009-0001-2125-6473

MAIK CAUAN SILVA RECOLIANO

Licenciado Pleno em Química, pela Universidade do Estado do Pará.
E-mail: silvarecol@gmail.com
ID Lattes: 3085462919414101
ORCID: 0009-0007-7822-4433

GABRIEL DOS ANJOS GUIMARÃES

Doutorando em Ciências Ambientais, pela Universidade Federal do Pará.
E-mail: gaguimarães09@gmail.com
ID Lattes: 3766868439579692
ORCID: 0000-0003-3801-4312

GYSELE MARIA MORAIS COSTA

Doutora em Ciências Ambientais, pela Universidade Federal do Pará.
E-mail: gyselemoraes@hotmail.com
ID Lattes: 3849390270628854
ORCID: 0000-0003-3801-4312

ISRAEL PEDRO DANTAS DA NÓBREGA

Licenciando em Química, pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), bolsista PIBID em Química entre dezembro de 2024 e dezembro de 2025, pela UEPA, e membro do Grupo de Pesquisa em Ciências e Tecnologias Aplicadas à Educação, Saúde de Meio Ambiente.
E-mail: israelnobrega0021@gmail.com
ID Lattes: 1651122192688127
ORCID: 0009-0007-4954-9263

JAIRO RICARDO FERREIRA DE SOUSA

Licenciado em Química, pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), e bolsista CAPES em Química entre novembro de 2022 e abril de 2024, pela UEPA.
E-mail: jairocertificado@gmail.com
ID Lattes: 9584107078364970

JOÃO VICTOR DOS SANTOS CARDOSO

Licenciando em Química, pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), e bolsista PIBID em Química entre dezembro de 2024 e dezembro de 2025, pela UEPA.
E-mail: jvcardoso517@gmail.com
ID Lattes: 1846232983874076
ORCID: 0009-0002-7591-2664

JOSÉ ORLANDO MELO DE MELO

Licenciado em Química, pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), mestrando em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, pelo Programa de Pós-Graduação em Educação de Ciências na Amazônia (PPGEECA), da UEPA, e professor da Secretaria de Educação do Amapá (SEED-AP).

E-mail: prof.orlandoquimica@gmail.com

ID Lattes: 0945068486696234

ORCID: 0000-0003-0086-4178

JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS

Mestra em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, pela Universidade do Estado do Pará.

E-mail: bjuliane077@gmail.com

ID Lattes: 5203941266960595

ORCID: 0000-0001-6840-785X

LUCAS MARQUES CAMPOS

Licenciado em Química, pela Universidade do Estado do Pará.

E-mail: contato.lcmarquea@gmail.com

ID Lattes: 7102616725276154

ORCID: 0009-0006-2529-6620

LUCIANA OTONI DE SOUZA

Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA-ITEC). Especialista em Gestão Ambiental e Manejo de Paisagem (UFPA-NAEA). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (UFPA-ITEC) Especialista em Educação contemporânea com ênfase em Educação Ambiental (UNA-INSTITUTO ÂNIMA) Mestra em Engenharia Civil com ênfase em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos (UFPA-PPGEC) Doutorado em Ciências do Desenvolvimento Socioambiental (UFPA-NAEA).

e-mail: engluciotoni@gmail.com

ID Lattes: 6702616296413504

ORCID: 0000-0001-8417-7062

LUCIVALDO DA CRUZ MARINHEIRO JUNIOR

Licenciando em Química, pela Universidade do Estado do Pará, e membro do Grupo de Pesquisa em Ciências e Tecnologias Aplicadas à Educação, Saúde de Meio Ambiente.

E-mail: Lucivaldo.junior20@gmail.com

ID Lattes: 7606448227382474

ORCID: 0009-0002-7803-0851



LUIZ GABRIEL ARAÚJO DA FONSECA

Licenciado em Química pela Universidade do Estado do Pará;

Bolsista PIBID de abril de 2021 a abril de 2022;

Bolsista PIBIC de setembro de 2022 a agosto de 2023;

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA/UEPA);

Membro do Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação e Ensino de Ciências em Contextos Amazônicos (GEPEECA) e do Grupo de Pesquisa Ciência, Tecnologia, Meio Ambiente e Educação Não Formal (CTENF).

Email: luiz.gad.fonseca@aluno.uepa.br

ID Lattes: 5465487046394238

ORCID: 0000-0003-3650-3454

MATHEUS DA COSTA DE ALMEIDA

Licenciando em Química, pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), bolsista PIBIC em Química entre setembro de 2024 e setembro de 2025, pela UEPA, e membro do Grupo de Pesquisa em Ciências e Tecnologias Aplicadas à Educação, Saúde de Meio Ambiente.

E-mail: matheusdcdalmeida@gmail.com

ID Lattes: 6584938871263196;

ORCID: 0009-0008-0794-2232

RAISSA GERALD SANTOS

Licenciada em Química, pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), e mestranda, pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, da UEPA.

E-mail: raissa.gsantos@aluno.uepa.br

ID Lattes: 5807306601498490

ORCID: 0000-0003-1378-4310

RODRIGO PEREIRA COSTA

Licenciando em Química, pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), bolsista PIBID em Química entre dezembro de 2024 e dezembro de 2025, pela UEPA.

E-mail: rodrigo.quimica497@gmail.com

ID Lattes: 3685360283847171

ORCID: 0009-0008-3938-4124

SAYMON FONSECA LOPES

Licenciando em Química, pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), bolsista PIBIC em Química entre outubro de 2024 e outubro de 2025, pela UEPA, e membro do Grupo de Pesquisa em Ciências e Tecnologias Aplicadas à Educação, Saúde de Meio Ambiente.

E-mail: saymonf.lopes@gmail.com

ID Lattes: 5722378119674468

ORCID: 0009-0000-5596-9466



VICTOR WAGNER BECHIR DINIZ

Licenciado em Ciências Naturais, com Habilitação em Química, pela Universidade Federal do Pará, e Professor Adjunto IV, pela Universidade do Estado do Pará.

E-mail: victor.bechir@uepa.br

ID Lattes: 0843282364966827

ORCID: 0000-0002-9461-4729

WILLIANE AZEVEDO DA SILVA

Licencianda em Química, pela Universidade do Estado do Pará, e mestranda em Química, pelo Programa de Pós-graduação em Química, da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará.

E-mail: willianeazevedo7@gmail.com

ID Lattes: 6588456325065609

ORCID: 0009-0003-1868-7330

YASMIN DE ALMEIDA SANTANA

Licencianda em Química, pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), e bolsista PIBID em Química entre dezembro de 2024 e dezembro de 2025, pela UEPA.

E-mail: Yasmin.dasantana@aluno.uepa.br

ID Lattes: 7728074847035042

ORCID: 0009-0005-1096-0317



ÍNDICE REMISSIVO

- A**
Abordagens contextualizadas no ensino de Química
Abordagens temáticas
Aprendizagem significativa
Atividades experimentais
Análise Textual Discursiva (ATD)
- B**
BNCC e currículos
- C**
Cidadania
Cidadania científica
Contextos amazônicos
Contextualização
Cultura afro-brasileira
Cultura indígena
Cultura pop no ensino
- D**
Difração de raios X
Diretrizes curriculares
Docência em Química
- E**
Educação Ambiental
Ensino de Ciências
Ensino de Química
Ensino médio
Ensino fundamental
Experimentação
- F**
Formação de professores
Formação cidadã
- H**
História da Ciência
História da Química
- I**
Indicadores ácido-base naturais
Intervenção pedagógica
Isomeria espacial
Impressão 3D no ensino
- J**
Jogos didáticos e ludicidade
Jogos educacionais
- L**
Laboratório
Lixo e Educação Ambiental
Ludicidade
- M**
Materiais didáticos
Metodologias ativas
Miriti
Modelos atômicos
Múltiplos contextos
- P**
Planejamento didático
Podcasts e mídias
Processos educativos
Produtos educacionais
- Q**
Química Analítica
Química e questões ambientais
Química e questões sociais
Química e diversidade cultural
- R**
Radioatividade
Recursos didáticos
Relação teoria-prática
- S**
Saberes regionais
Saberes tradicionais
Sequência didática
Sementes como recurso didático
- T**
Tecnologias digitais
Temas sociocientíficos



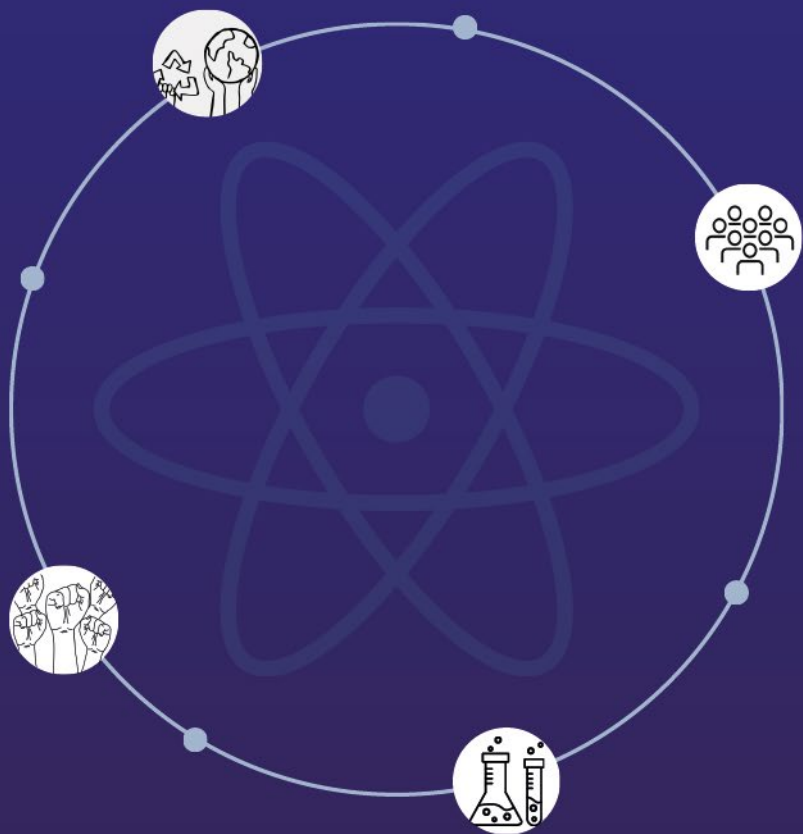
A COLEÇÃO EDUCAÇÃO & (COM)CIÊNCIA NA AMAZÔNIA faz parte do conjunto de ações do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, da Universidade do Estado do Pará, para difusão da produção técnico-científica de docentes, de discentes e de parceiros nacionais e/ou internacionais do Programa, disponibilizando obras acadêmicas nas

áreas de concentração Ensino, Aprendizagem e Formação de Professores de Ciências Naturais.

Em vista disto, a descrição do título desta coleção compreende a sistematização das experiências, resultantes de ações de ensino, de extensão e de pesquisa científica, que caracterizam o contexto educacional, a cultura regional e a biodiversidade amazônica, tratando a Ciência em suas perspectivas crítica e epistêmica na construção do saber científico.

Por conseguinte, as obras desta coleção podem ser de ações individuais, de grupos de pesquisas ou de eventos científicos, abrangendo as seguintes temáticas: atividades de ensino, pesquisa e extensão, com enfoque nos recursos e nos produtos naturais da Amazônia; metodologias ativas para a promoção da educação em Ciência; produtos educacionais contextualizados, adequados aos currículos escolares dos diferentes cenários socioambientais presentes na Amazônia; propostas didáticas que estimulem o caráter investigativo e a autonomia do(a) aluno(a), durante o processo de construção do conhecimento em Ciências Naturais em espaços formais e não formais; metodologias com enfoques em Tecnologias de Informação e em Comunicação em Educação em Ciências; estudos dos saberes docentes e das práticas reflexivas, no âmbito da atuação pedagógica de professores em espaços formais e não formais; modelos e métodos de avaliação de aprendizagem, aplicados aos contextos educacionais da Amazônia.





PPG EECA UEPA
 Programa de Pós-Graduação em
 Educação e Ensino de Ciências
 na Amazônia



**Centro de Ciências
 e Planetário do Pará**
 Universidade do Estado do Pará-UEPA



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ