

# química nova

NA ESCOLA

Volume 47 • N° 3 • agosto 2025



### EDITORES

Paulo Alves Porto (IQ-USP)  
Salette Linhares Queiroz (IQSC-USP)

### CONSELHO EDITORIAL

Alice Ribeiro Casimiro Lopes (FE-UERJ - Rio de Janeiro, RJ - Brasil)  
Antônio Francisco Carrelhas Cachapuz (UA - Aveiro, Portugal)  
Attico Inacio Chassot (IPA - Porto Alegre, RS - Brasil)  
Aureli Caamaño (UB - Barcelona, Espanha)  
Edênia Maria Ribeiro do Amaral (UFRPE - Recife, PE - Brasil)  
Eduardo Fleury Mortimer (UFMG - Belo Horizonte, MG - Brasil)  
Gisela Hernández (UNAM - Cidade do México, México)  
Julio Cezar Foschini Lisbôa (GEPEQ-USP - São Paulo, SP - Brasil)  
Lenir Basso Zanon (UNIJUÍ - Ijuí, RS - Brasil)  
Marcelo Giordan (FE-USP - São Paulo, SP - Brasil)  
Otávio Aloísio Maldaner (UNIJUÍ - Ijuí, RS - Brasil)  
Roberto Ribeiro da Silva (UnB - Brasília, DF - Brasil)  
Roseli Pacheco Schnetzler (UNIMEP - Piracicaba, SP - Brasil)

### ASSISTENTE EDITORIAL

Nássara Bárbara Mendes Tanabe

*Química Nova na Escola* é uma publicação trimestral da Sociedade Brasileira de Química que tem como local de publicação a sede da sociedade localizada no Instituto de Química da USP -

Av. Prof. Lineu Prestes, 748, Bloco 3 superior, sala 371

05508-000 São Paulo - SP, Brasil

Fone: (11) 3032-2299,

E-mail: qnesc@sbq.org.br

*Química Nova na Escola* na internet: <http://qnesc.sbq.org.br>

Indexada no: *Chemical Abstracts*, *DOAJ*, *Latindex*, *EDUBASE*, *CCN/IBICT*,  
*Portal de Periódicos da CAPES*, *Portal do Professor MEC*,  
*Google Acadêmico* e *Unilibweb*

### Copyright © 2025 Sociedade Brasileira de Química

Para publicação, requer-se que os manuscritos submetidos a esta revista não tenham sido publicados anteriormente e não sejam submetidos ou publicados simultaneamente em outro periódico. Ao submeter o manuscrito, os autores concordam que o *copyright* de seu artigo seja transferido à Sociedade Brasileira de Química (SBQ), se e quando o artigo for aceito para publicação.

O *copyright* abrange direitos exclusivos de reprodução e distribuição dos artigos, inclusive separatas, reproduções fotográficas, microfilmes ou quaisquer outras reproduções de natureza similar, inclusive traduções. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em bancos de dados ou transmitida sob qualquer forma ou meio, seja eletrônico, eletrostático, mecânico, por fotocópia, gravação, mídia magnética ou algum outro modo com fins comerciais, sem permissão por escrito da detentora do *copyright*.

Embora todo esforço seja feito pela SBQ, Editores e Conselho Editorial para garantir que nenhum dado, opinião ou afirmativa errada ou enganosa apareçam nesta revista, deixa-se claro que o conteúdo dos artigos e propagandas aqui publicados são de responsabilidade, única e exclusivamente, dos respectivos autores e anunciantes envolvidos. Conseqüentemente, a SBQ, o Conselho Editorial, os Editores e respectivos funcionários, diretores e agentes isentam-se, totalmente, de qualquer responsabilidade pelas conseqüências de quaisquer tais dados, opiniões ou afirmativas erradas ou enganosas.

### Licenças Creative Commons

Artigos de acesso aberto nas revistas da SBQ são publicados sob licenças *Creative Commons*. Essas licenças proveem um arranjo padrão do setor para apoiar o fácil reuso de material de acesso aberto.

Artigos na QNEsc são publicados sob uma licença CC BY-NC-ND (licença de Atribuição *Creative Commons* Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional). A licença CC BY-NC-ND é uma licença restrita. Esta licença permite aos leitores copiar e redistribuir o material em qualquer meio ou formato, sob condição de atribuir crédito ao autor original. Contudo, o material não pode ser usado para fins comerciais. Além disso, ao alterar, transformar, ou incrementar o material, os leitores não podem distribuir o material modificado.

[https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt\\_BR](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt_BR)



### diagramação/capa

Hermano Serviços de Editoração

# Sumário/Contents

## Química e Sociedade / Chemistry and Society

215 Do ensino da eletroquímica à responsabilidade ambiental: descarte consciente de pilhas e baterias para um futuro sustentável  
*From the teaching of electrochemistry to environmental responsibility: conscious disposal of batteries for a sustainable future*  
Wladianne Ferreira da Silva, José Antônio Salgado Garizado, Maria Cristina Scarpari, Adriane Liecheski e José Ricardo Cezar Salgado

224 Aproveitamento da casca de café como fonte de energia: incentivando a consciência ambiental com o ensino de Química  
*Using coffee husks as an energy source: encouraging environmental awareness with chemistry teaching*  
Rafaela da Silva Resende, Raphael Henrique da Silva e Fábio Minoru Yamaji

231 O preparo do sope de massalas e as propostas de licenciandos para sua inserção no ensino de Química em Moçambique  
*The monkey orange sope making and pre-service teachers' proposals for its insertion in Mozambique's Chemistry teaching*  
Sérgio Francisco Tsembane e Paulo Cesar Pinheiro

## Espaço Aberto / Issues/Trends

241 A peça "O guardião dos cristais": aproximações entre teatro, divulgação científica e ensino de Química  
*The play "The guardian of the crystals": approaches between theater, scientific dissemination and Chemistry teaching*  
Wellington Francisco

## História da Química / History of Chemistry

249 A prática experimental e o ensino de Química no período de 1890 a 1901: retratos de uma construção histórica educacional no contexto maranhense  
*Experimental practice and Chemistry teaching in the period from 1890 to 1901: portraits of a historical educational construction in the Maranhão context*  
Talita Cristina Raiold Carvalho e Clara Virginia Vieira Carvalho Oliveira Marques

## Relatos de Sala de Aula / Chemistry in the Classroom

255 Propostas de metodologias ativas incentivadoras da argumentação científica para o ensino remoto de Química  
*Proposals for active methodologies that encourage scientific argumentation for remote Chemistry teaching*  
Luiza Dourado Bastos de Oliveira, Leonardo Araujo Silva, Sheisi Fonseca Leite da Silva Rocha, Inês Rosane Welter Zwirter de Oliveira, José Geraldo Rocha Junior e Cristina Maria Barra

264 Experimentação acessível: a *design science* na prototipagem de tecnologia assistiva para alunos com deficiência visual  
*Accessible experimentation: design science in assistive technology prototyping for students with visual impairment*  
Claudio R. Machado Benite, Florisbello Magalhães Rodovalho, Fernanda Araújo França e Anna M. Canavaro Benite

## Ensino de Química em Foco / Chemical Education in Focus

272 Desenvolvimento e aplicação de nova proposta pedagógica que une conceitos lúdicos e neuróbicos para o ensino de Química  
*Development and application of a new pedagogical proposal that combines playful and neurobic concepts for Chemistry teaching*  
Sharise B. R. Berton, Bruno R. Machado, Jomar Berton Junior, Alessandro Francisco Martins e Milena do Prado Ferreira

## O Aluno em Foco / The Student in Focus

283 Concepções de estudantes de graduação em Química sobre a ideia de fenômeno da ciência  
*Conceptions of undergraduate Chemistry students about the idea of the phenomenon of science*  
Hemaise Antunes Modesto e Carlos Neco da Silva Júnior

293 Óleo de coco para a pele e a dermatite atópica: tema interdisciplinar da área de ciências da natureza baseado na ansiedade escolar  
*Coconut oil for the skin and atopic dermatitis: an interdisciplinary theme in the area of natural sciences based on school anxiety*  
Danielle Stewart Oliveira de Araujo e Maria Clara Pinto Cruz

## Experimentação no Ensino de Química / Practical Chemistry Experiments

304 Separação de pigmentos naturais por cromatografia em coluna utilizando materiais alternativos  
*Separation of natural pigments by column chromatography using alternative materials*  
Fabio Michel Carvalho Barbosa, Sabrina Barros Nabuco de Araujo, Denis Luís da Silva Dutra e Isabela Cristina Aguiar de Souza

309 Colorfluorímetro: um instrumento didático acessível para análises colorimétricas e fluorimétricas  
*Colorfluorimeter: an accessible educational instrument for colorimetric and fluorometric analyses*  
Eduardo da Costa Ilha, Bruno Joukoski Jalowski e Marcel Piovezan

## Cadernos de Pesquisa / Research Letters

316 Estudo sobre os efeitos de uma política curricular oficial no discurso de professores(as) de química do estado de Minas Gerais: o caso dos Conteúdos Básicos Curriculares (CBC - Química)  
*Study on the effects of an official curriculum policy on the discourse of chemistry teachers in Minas Gerais: the case of Basic Curricular Contents (CBC)*  
Nayara Nogueira Soares Marra e Roberta Guimarães Corrêa

## Terras Raras



De acordo com a *Nomenclatura de Química Inorgânica* da IUPAC, constituem o conjunto dos chamados “metais das terras raras”, ou “elementos das terras raras”, o escândio, o ítrio e os lantanoides (elementos de números atômicos de 57 a 71). A denominação “terras” provém do final do século XVIII e início do XIX, época em que esses elementos começaram a ser identificados. Nesse período, substâncias como a cal, a alumina, a sílica e a barita eram chamadas de “terras”, uma classe que as diferenciava de outras substâncias (de caráter metálico ou não) que seriam oxidáveis, conforme o sistema proposto por Lavoisier e outros químicos franceses. Em 1794, Johan Gadolin (1760-1852) analisou um mineral encontrado em Ytterby, na Suécia, e concluiu que ele continha uma “terra” até então desconhecida, posteriormente chamada de *íttria*. Em 1803, Martin Heinrich Klaproth (1743-1817) descreveu outra nova “terra”, denominada então como *céria*. O sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), um dos mais influentes químicos do período, supôs que *íttria* e *céria* seriam misturas de óxidos de metais raros, não identificados até então – o que deu origem à expressão “terras raras”. A separação e identificação desses metais representou um grande desafio para os químicos, devido à semelhança das propriedades dos elementos em questão. Ao longo do século XIX, e até o início do século XX, intensos esforços analíticos por muitos grupos de químicos levaram ao isolamento e caracterização dos elementos das “terras raras”. As investigações também conduziram, afinal, à conclusão de que esses metais não eram assim tão raros – alguns deles são mais abundantes na crosta terrestre do que o chumbo, por exemplo.

Uma das primeiras aplicações comerciais das terras raras, já no final do século XIX, foi na produção de camisas incandescentes – um dispositivo feito com óxidos de tório e de cério que, adaptado sobre a chama de lampiões, fazia com que a luz emitida fosse muito mais brilhante. Esses dispositivos mostraram-se muito úteis para a iluminação pública e doméstica, até que as lâmpadas elétricas substituíram os queimadores de gás no século XX. De lá para cá, foram desenvolvidas aplicações muito mais sofisticadas para as terras raras: ímãs para diversas tecnologias (de radares a computadores), ligas metálicas, baterias, catalisadores industriais, fibras ópticas, *leds*, entre outras. Seus usos em dispositivos eletrônicos, que se tornaram ubíquos nas últimas décadas e, mais recentemente, sua utilização em carros elétricos, componentes de turbinas eólicas e de painéis solares, tornaram os elementos das terras raras materiais de importância estratégica em escala global. Nesse contexto, o Brasil destaca-se por possuir a segunda maior reserva conhecida desses minerais, atrás apenas da China. Diferente do gigante asiático, porém, em nosso país praticamente não há extração, separação e processamento dos metais das terras raras: por isso, precisamos importar os metais processados e os componentes eletrônicos manufaturados.

No momento em que publicamos este Editorial, o Brasil está submetido a pesadas tarifas comerciais impostas unilateralmente pelos EUA como instrumento de pressão e ameaça à soberania nacional. Há quem cogite barganhar as tarifas oferecendo em troca nossas reservas minerais de terras raras, ou ainda sugerindo que empresários brasileiros invistam nos EUA, como forma de agradar a quem nos chantageia. Infelizmente, parecem não existir no Brasil empresários dispostos a fazer investimentos produtivos aqui mesmo – por exemplo, desenvolvendo indústrias que poderiam agregar extraordinário valor a nossos minérios de terras raras, transformando-os em produtos de alta tecnologia. Se hoje vendermos barato nossos minérios para comprar caro os produtos eletrônicos, talvez no futuro estejamos lamentando nossa condição na forma de um meme do tipo “devolvam nossas terras raras!”. Assim como na época da exploração do ouro, sequer faltam hoje os “Joaquins Silvérios dos Reis” dispostos a trair o país para obter vantagens pessoais.

À semelhança dos elementos químicos referidos neste Editorial, também não são raros os artigos de qualidade que compõem regularmente as páginas de *Química Nova na Escola*. Nesta edição, treze artigos contribuem com seu brilho para iluminar diversos aspectos do ensino de Química. Temas brasileiros são abordados em perspectivas que avaliam o passado e nos levam a refletir sobre o futuro nos artigos “A prática experimental e o ensino de Química no período de 1890 a 1901: retratos de uma construção histórica educacional no contexto maranhense” e “Estudo sobre os efeitos de uma política curricular oficial no discurso de professores(as) de química do estado de Minas Gerais: o caso dos Conteúdos Básicos Curriculares (CBC - Química)”. De Moçambique, país que compartilha conosco não somente a língua portuguesa, mas também outros aspectos relacionados à colonização, recebemos um artigo que valoriza seus conhecimentos tradicionais: “O preparo do sope de massalas e as propostas de licenciandos para sua inserção no ensino de Química em Moçambique”. A urgente preocupação com o ambiente e a sustentabilidade encontra nesta edição dois artigos que demonstram a necessidade de conhecimentos químicos para a compreensão e enfrentamento dos problemas, e como esses temas podem ser abordados em contextos didáticos. São eles: “Do ensino da eletroquímica à responsabilidade ambiental: descarte consciente de pilhas e baterias para um futuro sustentável” e “Aproveitamento da casca de café como fonte de energia: incentivando a consciência ambiental com o ensino de Química”. Vários artigos propõem alternativas para que professores e professoras de Química possam ir além das aulas expositivas centradas em conteúdos. Entre as estratégias para isso, destaca-se a experimentação, foco dos artigos intitulados “Separação de pigmentos naturais por cromatografia em coluna utilizando materiais alternativos” e “Colorfluorímetro: um instrumento didático acessível para



análises colorimétricas e fluorimétricas”, que permitem adaptar técnicas analíticas para as condições de laboratórios didáticos. Entretanto, é importante considerar também que a experimentação precisa incluir pessoas com deficiências. Nesse sentido, outro artigo – “Experimentação acessível: a *design science* na prototipagem de tecnologia assistiva para alunos com deficiência visual” – apresenta uma útil contribuição. Outras estratégias também estão presentes nesta edição, explorando as artes cênicas no artigo “A peça ‘O guardião dos cristais’: aproximações entre teatro, divulgação científica e ensino de Química”, ou recorrendo a recursos de ensino à distância em “Propostas de metodologias ativas incentivadoras da argumentação científica para o ensino remoto de Química”. Buscar temáticas relacionadas a problemas cotidianos dos estudantes pode gerar abordagens enriquecedoras, como se vê no artigo “Óleo de coco para a pele e a dermatite atópica: tema interdisciplinar da área de ciências da natureza baseado na ansiedade escolar”. Também a ludicidade, tema de edição especial de QNEsc no ano passado, continua a ser objeto de interesse, sendo componente da proposta descrita em “Desenvolvimento e aplicação de nova proposta pedagógica que une conceitos lúdicos e neuróbicos para o ensino de Química”. Finalmente,

reflexões sobre a filosofia da ciência podem se constituir em valiosa contribuição para a formação de professores. Tendo isso em vista, o artigo intitulado “Concepções de estudantes de graduação em Química sobre a ideia de fenômeno da ciência” explora a polissemia do termo “fenômeno” e indica como sua discussão com estudantes pode ser promissora no processo de aprendizagem.

Que a leitura desta edição seja proveitosa e gratificante para toda nossa comunidade de educadores e educadoras em Química!

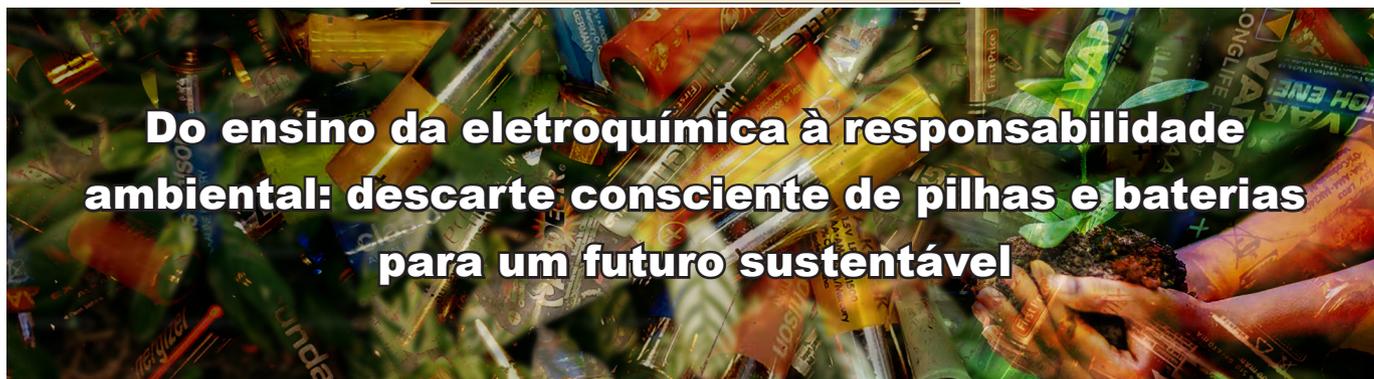
**Paulo Alves Porto<sup>a</sup>** 

*<sup>a</sup>Instituto de Química,  
Universidade de São Paulo (USP)  
São Paulo-SP, Brasil*

**Salete Linhares Queiroz<sup>b</sup>** 

*<sup>b</sup>Instituto de Química de São Carlos,  
Universidade de São Paulo (USP)  
São Carlos-SP, Brasil*

*Editores de QNEsc*



# Do ensino da eletroquímica à responsabilidade ambiental: descarte consciente de pilhas e baterias para um futuro sustentável

Wladianne Ferreira da Silva, José Antônio Salgado Garizado, Maria Cristina Scarpari, Adriane Liecheski e José Ricardo Cezar Salgado



O presente estudo teve como objetivo mostrar a atuação da eletroquímica no cotidiano e analisar a ação de educação ambiental, focada no descarte adequado de pilhas e baterias, desenvolvida no âmbito de um projeto de extensão. Assim, este artigo visa avaliar os benefícios dessa ação para o meio ambiente, para os estudantes e professores das escolas públicas que participaram do projeto. A metodologia aplicada foi um estudo de caso, com abordagem qualitativa, tendo como instrumento de coleta de dados as entrevistas semiestruturadas com o coordenador do projeto, seus bolsistas e uma professora da escola participante, além de observação dos locais de implementação do projeto. Em relação à abordagem qualitativa, foram coletados e analisados dados de 2016, ano de implementação, até 2023. Como resultados, verificou-se que o projeto já incluiu nove escolas, impactou, em média, 1.000 estudantes diretamente, e indiretamente suas famílias, além da sociedade como um todo, bem como removeu 1.459 pilhas e 102 baterias do meio ambiente, além de influenciar na conscientização ambiental, freando os danos que o descarte incorreto desses materiais pode causar à saúde e ao meio ambiente. Disseminou também os pontos de coleta de pilhas e baterias disponíveis na cidade, formou parcerias com outras instituições públicas, informou sobre a legislação ambiental e o papel de cada um no processo de coleta, desde o fornecedor, até o consumidor e o Poder Público Municipal.

► ensino de química, educação de qualidade, sustentabilidade ◀

Recebido em 03/03/2024; aceito em 02/12/2024

215

## Introdução

O constante avanço científico e tecnológico tem impulsionado a proliferação de uma vasta gama de dispositivos eletroeletrônicos, como computadores, celulares, brinquedos, aparelhos de som, televisores, câmeras fotográficas, entre outros. Nesse sentido, o *site* Sete Ambiental (2023) relatou que a Organização das Nações Unidas (ONU) estimou a produção de 24,5 milhões de toneladas de resíduos eletrônicos em todo o mundo em 2022. Ademais, indicou que itens, como telefones celulares, escovas de dentes elétricas e câmeras frequentemente não são descartados corretamente, representando, assim, uma parcela significativa de 8% do lixo eletrônico dispensados em lixeiras convencionais,

**Segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) (2022), são consumidas cerca de 800 milhões de pilhas por ano no Brasil, mas só 5% desse total são descartados de forma adequada, pois a maioria vai para o lixo comum, sem passar por nenhum processo de tratamento específico.**

significando que, quando não descartados de maneira correta, esses resíduos podem acabar em aterros sanitários ou incinerados.

É também o caso das pilhas e baterias. Segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) (2022), são consumidas cerca de 800 milhões de pilhas por ano no Brasil, mas só 5% desse total são descartados de forma adequada, pois a maioria vai para o lixo comum, sem passar por nenhum processo de tratamento específico.

A Resolução nº 257/1999 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), revogada pela Resolução nº 401, de 4 de novembro de 2008, determinou que pilhas e baterias fossem fabricadas com quantidades mínimas, ou mesmo nulas, de metais poluentes, como o mercúrio, chumbo e cádmio.



Após esgotarem sua capacidade energética, esses materiais deveriam ser devolvidos pelos usuários aos estabelecimentos que os vendem ou à rede de assistência técnica autorizada pelas indústrias.

Pilhas e baterias podem levar de 100 a 500 anos para completar o processo de decomposição. Durante esse período, os efeitos da exposição direta são limitados, desde que os metais e outras substâncias químicas permaneçam contidos dentro da embalagem da pilha. No entanto, uma possível exposição pode ocorrer, em caso de vazamento ou ruptura da embalagem (Agourakis *et al.*, 2006).

As propriedades químicas das pilhas e baterias, que incluem corrosividade, reatividade e toxicidade, causam problemas significativos quando são descartadas de maneira inadequada em locais como lixões urbanos ou na natureza. Esse tipo de descarte polui as estações de tratamento de lixo, contamina os solos e lençóis freáticos, afetando negativamente tanto a flora quanto a fauna das regiões próximas, além de representar um risco para os seres humanos através da cadeia alimentar (Caribé *et al.*, 2011).

Diante dessas informações, foi desenvolvido um projeto de extensão que abrange desde o ensino de eletroquímica até a tomada de consciência sobre o descarte correto de pilhas e baterias em escolas públicas de Foz do Iguaçu e municípios vizinhos do oeste do Paraná.

Dada a importância do tema, o presente trabalho tem como objetivos mostrar a atuação da eletroquímica no cotidiano e analisar o real benefício da ação de educação ambiental sobre o tema descarte correto de pilhas e baterias para os estudantes das escolas públicas que participaram deste projeto, com a seguinte questão: Como o ensino da eletroquímica promovido dentro de um projeto de extensão, com estudantes e professores de escolas públicas, contribui para mitigar a questão ambiental provocada pelo descarte inadequado de pilhas e baterias?

Assim, esse estudo visa contribuir com o desenvolvimento de práticas de gestão de resíduos mais eficientes, promover a sensibilização sobre a importância do descarte adequado e fornecer subsídios para a formulação de políticas públicas voltadas para a preservação do meio ambiente e a promoção da saúde da população.

#### *Estudos anteriores sobre a problemática*

Ao analisar os estudos sobre o tema, observou-se uma preocupação com o descarte de pilhas e baterias, destacando a pesquisa com estudantes e a população, para verificar o conhecimento sobre o problema e a implementação de práticas sustentáveis como resolução.

Nos estudos de Bessa *et al.* (2012), Barreto *et al.* (2015), Alves (2016) e Coutinho *et al.* (2019) sobre práticas de educação ambiental no contexto do descarte correto de pilhas e baterias, em pesquisas com estudantes de escola pública e com a sociedade, mostrou-se que a maioria dos participantes, com nível escolar médio e superior, descarta pilhas e baterias no lixo comum, ainda que tenham consciência dos impactos ambientais desse descarte inadequado,

demonstrando também a falta de conhecimento sobre alternativas apropriadas de descarte.

Martins *et al.* (2014), Noe *et al.* (2016), Cruz *et al.* (2020) e Ribeiro *et al.* (2022), em seus estudos sobre descarte de pilhas e baterias, voltaram-se para a busca de soluções para a problemática por meio da importância da educação ambiental na compreensão dos estudantes sobre a complexidade do lixo eletrônico e a necessidade de uma abordagem interdisciplinar e contextualizada nos livros didáticos de química, bem como o reuso de embalagens cartonadas (*Tetra Pak*) como coletoras para o descarte adequado de pilhas e baterias, devido a sua resistência e composição. Os autores também trataram da importância de se utilizar a educação ambiental para informar a população sobre a importância do descarte correto de pilhas e baterias, visando minimizar ou mesmo eliminar os impactos negativos desses resíduos no meio ambiente e na saúde pública, além da relevância da implementação de políticas de logística reversa para o correto descarte e reciclagem desses materiais (Martins *et al.*, 2014; Noe *et al.*, 2016; Cruz *et al.*, 2020 e Ribeiro *et al.*, 2022).

A importância de se entender o impacto ambiental, riscos à saúde, reciclagem, legislação, responsabilidades, tomada de consciência e educação ambiental são os desafios referentes à temática pilhas e baterias. A seguir, são apresentados os problemas gerados ao meio ambiente e à saúde humana, devido ao descarte incorreto de pilhas e baterias, além das soluções para reduzir o problema.

#### *Pilhas e baterias: descarte incorreto e suas consequências para a saúde e o meio ambiente*

Quando se trata de conceitos de pilhas e baterias, segundo a Resolução nº 401/2008 do CONAMA, define-se baterias como “[...] acumuladores que podem ser recarregados ou conjuntos de células conectadas em série ou paralelo”, e pilhas enquanto “[...] dispositivos eletroquímicos que produzem energia elétrica pela conversão de energia química, classificados como primários (não recarregáveis) ou secundários (recarregáveis)” (BRASIL, 2008).

A composição das pilhas e baterias pode incluir diversos metais pesados, como mercúrio, chumbo e cádmio, os quais apresentam sérios riscos para a saúde humana, possuindo alto potencial de contaminação do solo, plantas e lençol freático.

Segundo Gomes e Melo (2006), alguns dos compostos presentes nessas pilhas são especialmente prejudiciais aos seres humanos, como os de mercúrio, que pode afetar o sistema nervoso; cádmio, associado ao aumento da pressão arterial e impactos no sistema imunológico; chumbo, classificado como agente teratogênico, podendo causar perda de memória, dores musculares, perda de peso e depressão.

Ao serem descartadas de maneira inadequada, pilhas e baterias podem sofrer danos, como estourar ou amassar, levando ao vazamento de seus conteúdos tóxicos. O descarte no meio ambiente traz sérios riscos tanto ecológicos quanto para a saúde pública, e a falta de informação contribui para que muitas pessoas acabem se desfazendo de pilhas e baterias junto ao lixo doméstico (Silva *et al.*, 2022).

A responsabilidade pela coleta e disposição adequada das pilhas e baterias, após o uso, recai sobre o fabricante, logo, os materiais utilizados devem ser entregues ao estabelecimento que os comercializa ou a uma assistência técnica autorizada, para que possa encaminhar os resíduos ao fabricante ou importador. As baterias podem ser recicladas, reutilizadas ou adequadamente descartadas para minimizar seu impacto ambiental (Ribeiro *et al.*, 2022).

#### *Logística reversa de pilhas e baterias como solução*

A logística reversa foi implementada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), lei nº 12.305/2010, que promove incentivos para que empresas, governos e consumidores participem ativamente na coleta e retorno de resíduos sólidos para os fabricantes, bem como para cooperativas ou diferentes tipos de associações de catadores de materiais recicláveis.

Para impulsionar a reciclagem de resíduos eletrônicos no Brasil, foi promulgado o Decreto nº 10.936/2022, que estabelece o Programa Nacional de Logística Reversa. O objetivo prescrito pelo Ministério do Meio Ambiente é alcançar 5 mil pontos de coleta para esses materiais até o ano de 2025, exigindo também que as empresas comprovem a reciclagem de, pelo menos, 22% das embalagens que colocam no mercado – o não cumprimento dessa obrigação pode resultar em multas que variam de R\$5 mil a R\$50 milhões (Ramos, 2020).

A implementação da logística reversa, conforme exigido pela PNRS, requer colaboração de todas as partes envolvidas, e isso inclui o consumidor, devolvendo produtos aos comerciantes, que os encaminham aos fabricantes para destinação ambientalmente adequada.

Ademais, os serviços públicos de limpeza urbana têm responsabilidade em reutilizar, reciclar e cooperar para retornar resíduos ao ciclo produtivo. O principal desafio é o custo associado à operacionalização em um país de grandes dimensões. No entanto, esse custo pode ser visto como um investimento para abrandar os impactos ambientais futuros do descarte inadequado de resíduos (ABDI, 2013).

Em Foz do Iguaçu, a legislação sobre logística reversa, atividade amparada pela PNRS, de itens como pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes (resíduos e embalagens), lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio, mercúrio e de luz mista, produtos eletroeletrônicos e seus componentes diversos, por apresentarem riscos se expostos ao meio ambiente, exige a instalação de pontos de coleta desses resíduos para que a população possa descartá-los adequadamente. Embora esse serviço não seja realizado diretamente pela administração municipal, ele é acompanhado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, responsável por monitorar os

pontos de coleta, organizar e divulgar informações, a fim de sensibilizar a população para o descarte correto (Almanaque Futuro, 2023).

Ressalta-se também que, no Paraná, a ABINEE possui termo de compromisso assinado para logística reversa de pilhas e baterias portáteis. Esse programa permanece em funcionamento, atendendo aos consumidores domésticos que procuram descartar suas pilhas e baterias de maneira ambientalmente correta.

Além de Curitiba, o Paraná passa a contar com pontos de coleta nas cidades de Cascavel, Foz do Iguaçu, Londrina, Ponta Grossa, Maringá, Cambé, Pinhais e São José dos Pinhais. Para que o sucesso da iniciativa continue, ela depende da adesão dos consumidores através da participação ativa nesse sistema, entregando suas pilhas e baterias nos estabelecimentos onde adquiriram o produto ou nos postos de entrega cadastrados no *site* da *Green Eletron* (Paraná, 2023).

Por ser região de fronteira, Foz do Iguaçu enfrenta um grande problema ambiental decorrente do mercado de produtos irregulares (clandestinos) e sua disposição inadequada de pilhas e baterias. Segundo estudos de Baron e Salgado (2021), os principais resultados indicaram que a população de Foz do Iguaçu, no estado do Paraná, consome produtos originários da Cidade do Leste, no Paraguai. Em seus estudos com recolhimento de pilhas nos pontos de coleta em algumas escolas, universidades e parque tecnológico, as

pillhas classificadas são predominantemente provenientes de países asiáticos, com destaque para a China, que apresenta uma ampla diversidade de marcas, como Panasonic, Duracell, entre outras. Assim, essa situação traz outra problemática a ser discutida, visto que os fabricantes chineses têm sido negligentes quanto à responsabilidade para destinação ambientalmente adequada (Baron e Salgado, 2021).

**A logística reversa foi implementada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), lei nº 12.305/2010, que promove incentivos para que empresas, governos e consumidores participem ativamente na coleta e retorno de resíduos sólidos para os fabricantes, bem como para cooperativas ou diferentes tipos de associações de catadores de materiais recicláveis.**

#### *Educação Ambiental como solução*

No Brasil, a educação ambiental ganhou força com a criação do Ministério do Meio Ambiente, em 1992, e a realização da RIO-92, além de ser apoiada pela lei nº 9.795 de 1999, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental. A legislação supracitada, datada de 7 de abril de 1999, estabeleceu a Política Nacional de Educação Ambiental, definindo-a, no art. 1º, como:

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, p. 1).

Dessa forma, a educação ambiental vai além da simples preservação da fauna, flora e recursos naturais: ela abarca uma gama de questões políticas, sociais, econômicas e culturais que permeiam a interação entre o ser humano e o ambiente natural, e seu objetivo é promover a construção de uma sociedade consciente, participativa e reflexiva (Reigota, 2017).

Vale ressaltar que essa temática também se reflete em documentos educacionais. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), não define a Educação Ambiental como uma área de conhecimento específica. No entanto, ela sugere que os sistemas de ensino incorporem temas contemporâneos que impactam a vida humana em escalas locais, regionais e globais, de maneira integrada e transversal. Já nas propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a Educação Ambiental ainda está presente na Educação Básica. Estes parâmetros promovem a formação de valores por meio de conteúdos transversais relacionados ao meio ambiente, ajudando os alunos a desenvolverem o senso crítico necessário para transformar sua realidade e enfrentar a crise ambiental (Silva *et al.*, 2022).

Portanto, a educação ambiental é vista como um processo interdisciplinar e participativo, que visa formar cidadãos conscientes e atuantes na preservação ambiental, promovendo uma nova visão sobre as questões ambientais e incentivando mudanças de hábitos em prol de uma sociedade mais sustentável (Silva *et al.*, 2022).

A exemplo dessa interdisciplinaridade, na relação entre o conteúdo da eletroquímica e a educação ambiental, de acordo com Macedo *et al.* (2023), tem-se o ensino prático sobre o funcionamento de pilhas e baterias, estabelecendo conexões com o cotidiano, explorando os fenômenos e conceitos das reações eletroquímicas, bem como abordando questões ambientais e os impactos na saúde humana.

Portanto, é no estudo da química, assim como de outras disciplinas, que os estudantes constroem conhecimento, refletindo sobre a relação entre a natureza e o ser humano, o que contribui para o desenvolvimento de uma consciência social e planetária (Amaro Junior *et al.*, 2022).

Observa-se, ainda, a utilização de forma equivocada dos termos *consciência*, *conscientização* e *tomada de consciência* na Educação Ambiental. Em seus estudos, Santos *et al.* (2013) indicaram que a consciência é vista como um fator promotor de sustentabilidade em uma perspectiva preservacionista, a conscientização é entendida como um meio de reduzir danos ambientais, enquanto a tomada de consciência e a consciência crítica estão limitadas ao contexto escolar e pedagógico.

Portanto, para uma transformação efetiva, a perspectiva crítica e popular da Educação Ambiental deve expandir-se além dos espaços pedagógicos, promovendo reflexão e comunicação entre os envolvidos. A Educação Ambiental visa sensibilizar e motivar para problemas socioambientais, e a

conscientização deve ocorrer de dentro para fora, em um processo coletivo e conversado, construindo um novo modelo sustentável em comunhão (Santos *et al.*, 2013).

## Metodologia

Para a realização dos objetivos deste trabalho, a metodologia foi de Estudo de Caso, com abordagem qualitativa e que utiliza a pesquisa documental como apoio. Yin (2015) conceitua que o estudo de caso permite que os pesquisadores adquiram características holísticas e significativas de eventos da vida real. Diante disso, esta pesquisa buscou analisar como a ação de educação ambiental, promovida pelo projeto de extensão intitulado: “Universidade e Sociedade - O que a universidade pública pode oferecer aos estudantes - Eletroquímica ao alcance de toda a sociedade”, contribuiu para atenuar a questão ambiental provocada pelo descarte inadequado de pilhas e baterias na cidade de Foz do Iguaçu e municípios vizinhos do oeste do Paraná.

A abordagem qualitativa foi a escolhida para coleta e análise dos dados. A motivação para esse método deve-se ao fato dele examinar o ser humano como um todo, de forma contextualizada, gerando informações mais detalhadas das experiências humanas, incluindo suas crenças, emoções e comportamentos, considerando que as narrativas obtidas são examinadas dentro do contexto original em que ocorrem (Dal-Farra e Lopes, 2014).

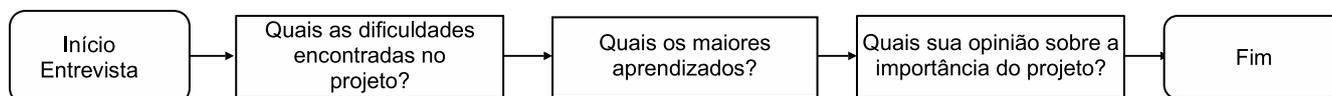
Para isso, foram efetuadas entrevistas semiestruturadas com o coordenador do projeto, três bolsistas e uma professora da escola participante, de forma individual, para um aprofundamento da percepção do projeto quanto as principais dificuldades, aprendizados e importância social e ambiental, de acordo com o fluxograma de perguntas abaixo.

A pesquisa documental utiliza uma variedade de fontes diversificadas e dispersas que não passaram por tratamento analítico. Essas fontes incluem tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, pinturas, tapeçarias, relatórios empresariais, vídeos de programas de televisão, entre outros (Fonseca, 2002).

Neste estudo, os dados foram coletados via documentos como relatórios, planilhas, imagens, gravações em áudio e vídeo das ações, o que permitiu verificar o total de escolas e estudantes que participaram do projeto, número de postos de coleta e total de pilhas e baterias recolhidas do meio ambiente, avaliando o impacto real causado através da análise de dados de 2016 até 2023.

### Relato de experiência do projeto

Esse projeto nasceu no ano de 2016 e atua, até o momento, em escolas públicas de Foz do Iguaçu e cidades da região oeste do Paraná. Ele não tem previsão de término, tendo em vista que depende dos estudantes bolsistas e voluntários para



levar a ação, assim como do apoio dos professores e das escolas. Assim, tem como objetivo integrar a Universidade, os estudantes e professores das escolas públicas.

O projeto já visitou nove escolas, algumas com trabalhos feitos semanalmente com os estudantes bolsistas e voluntários, assim como eventos e palestras, conforme mostra a Figura 1.

Ao visitar as escolas, os bolsistas fazem experiências de eletroquímica, mostrando o quanto ela está presente em nossas vidas em equipamentos eletrônicos e eletroeletrônicos, como nas pilhas e baterias. Na Figura 2, são mostrados dois experimentos referentes a pilhas, a partir de materiais doados; no caso, alimentos, como a batata e o tomate, fornecidos com a parceria das Centrais de Abastecimento (CEASA) de Foz do Iguaçu-PR.

Ao realizar a construção de pilhas e baterias, a questão ambiental sobre o descarte incorreto desse material no lixo comum também é trabalhada, expondo aos estudantes as

graves consequências para sociedade e o meio ambiente, experiências, problemas atrelados ao descarte e regulamentações. A Figura 3 mostra dois trabalhos apresentados pelos estudantes do Ensino Médio do Colégio Estadual na Feira de Ciências em 2017.

A ação de educação ambiental iniciou-se com os bolsistas apresentando os pontos de coleta de pilhas e baterias disponibilizados pela Prefeitura. Logo após as discussões, pediu-se para os estudantes trazerem as pilhas e baterias para o ponto de coleta disponibilizado nas escolas, enfatizando o aluno como protagonista do processo, conforme Figura 4.

Após o recolhimento das pilhas e baterias, elas são levadas para o laboratório de pesquisa da universidade e, ali, são separadas e classificadas, como mostra a Figura 5. Depois da classificação, as pilhas e baterias são levadas para um centro de coleta disponibilizado na universidade e pertencente ao parque tecnológico.

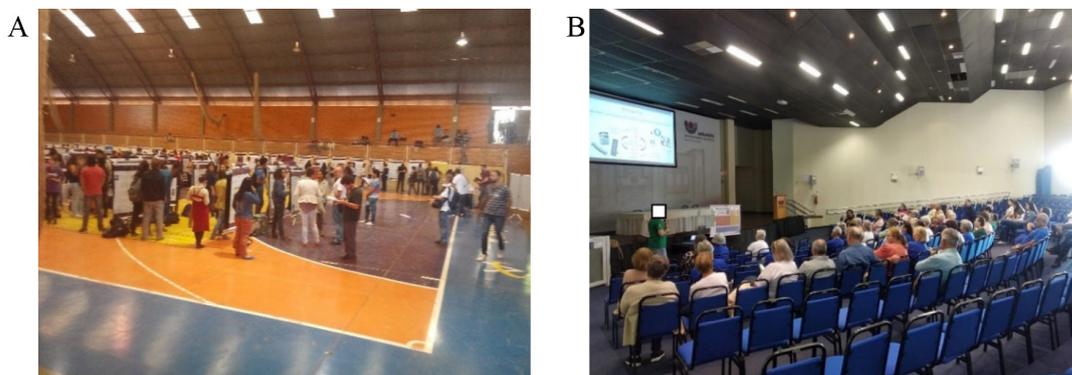


Figura 1: A) Apresentação do projeto no V Seminário de Extensão Universitária, 2017. B) Apresentação do projeto na Universidade Aberta à Terceira Idade, 2023. Fonte: Arquivo pessoal.

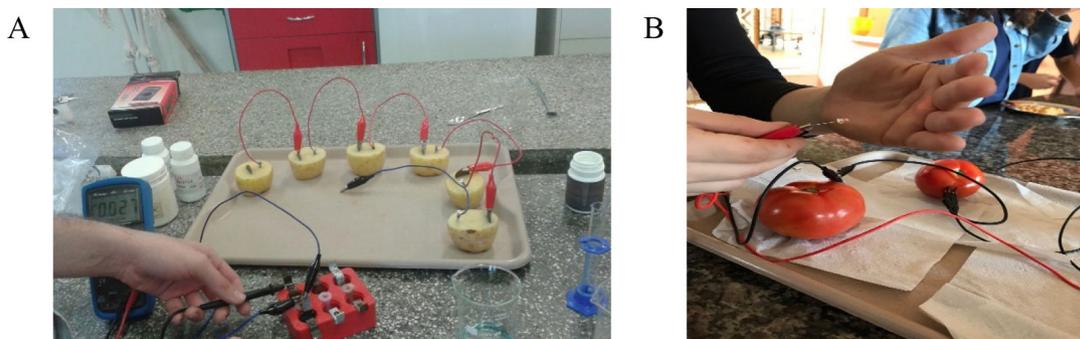


Figura 2: Montagem de duas pilhas: A) usando batatas; B) usando tomates, 2018. Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 3: Feira de Ciências, Colégio Estadual, 2017. Fonte: Arquivo pessoal.

Além das pilhas e baterias recolhidas nas escolas, o projeto atua também em parceria com a Receita Federal do Brasil, que está na fronteira com Cidade do Leste, Paraguai, e faz a apreensão das pilhas e baterias contrabandeadas. Alguns desses objetos são usados por outros estudantes de graduação e pós-graduação para atividades de pesquisa, por exemplo, a reciclagem.

## Resultados e discussão

A análise dos documentos do projeto de extensão permite avaliar o impacto gerado nas escolas e nos estudantes, de forma direta, e indiretamente em seus familiares e na sociedade. Os dados coletados de 2016 a 2023 informam que mais de 1.000 pessoas foram beneficiadas, sendo cerca de 200 pessoas entre professores, técnicos, discentes e seus familiares, e 800 pessoas considerando os estudantes do Ensino Médio (1ª, 2ª e 3ª séries) com média de 30 discentes em cada turma. Também foram recolhidas, nos pontos de coleta, 1.459 pilhas e 102 baterias a partir de 2021, tendo sido retiradas do meio ambiente ou que deixaram de ir para o lixo comum, passando a ser recicladas ou utilizadas para estudos e pesquisas em outras áreas, atendendo os objetivos da Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999).

De acordo com os pesquisadores desse projeto (Garizado *et al.*, 2024), após questionarem 26 alunos com a pergunta: “Você sabe quais substâncias perigosas podem estar presentes nas pilhas e baterias?”, 93,3% dos respondentes afirmaram conhecer as substâncias presentes nesses produtos, 13,3%

mencionaram alguns dos metais que podem ser encontrados, enquanto 6,7% ainda não sabiam quais substâncias estão presentes nas pilhas e baterias, indicando que a maioria dos estudantes adquiriu conhecimento sobre essas substâncias, sua periculosidade para o meio ambiente e a saúde humana, além de compreender a importância de não descartar pilhas no lixo comum.

Diante da pergunta: “Após o projeto de extensão, o que você aprendeu sobre a importância do descarte adequado de pilhas e baterias?”, 100% dos estudantes responderam de forma semelhante, destacando que os alunos tomaram consciência sobre os riscos do descarte inadequado de pilhas e baterias.

Perguntados se “Após a extensão, você participou de alguma campanha de coleta de pilhas e baterias na escola ou na comunidade?”, 100% dos estudantes responderam que não participaram de nenhuma outra campanha relacionada à coleta de pilhas e baterias, nem na escola, nem na comunidade. Isso indica a importância da inclusão permanente nas escolas de atividades sobre o tema, seja no currículo, seja por iniciativa dos professores.

Quanto aos resultados das entrevistas feitas com os bolsistas, as principais dificuldades encontradas por eles foram a burocracia vinda da gestão pública educacional para a atividade ocorrer nos colégios, assim como encontrar alunos na universidade que se interessassem pela eletroquímica. Como aprendizagem, eles citaram que a população carece muito de informações corretas a respeito do meio ambiente, especialmente o que envolve equipamentos eletrônicos, que



Figura 4: Pontos de coleta temporários instalados pelos extensionistas. A) Coleta na Biblioteca da universidade, 2021. B) Coleta no Colégio, 2023. Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 5: Separação e classificação de pilhas e baterias, 2023. Fonte: Arquivo pessoal.

contém pilhas e baterias, reforçando o quanto o trabalho da extensão é necessário para a comunidade.

Outra percepção relatada pelos bolsistas na prática foi a importância de abordar o assunto transversalmente conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (Silva *et al.*, 2022), com temas do interesse desses estudantes; por exemplo, falar sobre o controle remoto do seu jogo, que utiliza pilhas ou, então, o telefone celular em que se assiste a vídeos, deixando que eles possam debater bastante sobre o assunto e, logo após, questioná-los sobre alternativas viáveis para o descarte das pilhas e baterias.

A professora de uma escola participante enfatizou, em sua fala, a notoriedade da integração do projeto com a escola e a sociedade: “O projeto se estende para toda comunidade escolar, proporciona aos estudantes aprofundamento dos conteúdos e novas experiências, além de tornar indivíduos críticos e reflexivos para que possam tomar atitudes responsáveis na sociedade, contemplando assim a educação com enfoque em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente”.

Para o coordenador, uma das maiores dificuldades do projeto é ter estudantes bolsistas ou voluntários que residam próximo às escolas para atuarem no projeto, pois a logística de transporte público dificulta o acesso. Em relação a expandir o número de escolas beneficiadas pelo projeto, confirmou que a ideia é contemplar todas as escolas estaduais de Foz do Iguaçu e cidades das regiões vizinhas. Atualmente, segundo o Núcleo Regional de Educação, Foz do Iguaçu possui 31 escolas estaduais, mas até o momento apenas 6 foram contempladas pelo projeto.

Pelas informações destacadas, constatou-se a necessidade de expansão para outras escolas de Ensino Médio de Foz do Iguaçu, como também o apoio da Secretaria de Educação, melhorando a divulgação do projeto na UNILA, para motivar a entrada de novos bolsistas interessados, tornando as escolas pontos de coleta permanentes, tendo em vista o crescente consumo de pilhas e baterias por estudantes.

Como resultados positivos, pode-se observar um potencial impacto nos estudantes, em seus familiares e na sociedade, no que se refere à conscientização ambiental, no sentido de frear os danos ambientais, conforme as ideias de Santos *et al.* (2013), e aos males que esses dispositivos causam à

saúde e ao meio ambiente, assim como o conhecimento de pontos de coleta de pilhas e baterias disponíveis na cidade. Houve também a formação de parcerias com outras instituições, como a Receita Federal, que faz a apreensão de pilhas e baterias. Para além disso, foi necessário o conhecimento da legislação ambiental, o papel de cada um no processo de coleta de pilhas e baterias, como o fornecedor, o consumidor e o poder público municipal.

Com isso, este estudo revela o quanto um projeto pode promover mudanças que envolvem não apenas os estudantes, mas também a comunidade em geral, pois aprender na prática gera maior compreensão e engajamento de todos. As Figuras 6A, trabalho apresentado na 41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química em 2018, e 6B, no 6º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade em 2023, ilustram a evolução dos discentes nos entendimentos de temas relacionados à eletroquímica, pilhas e baterias e seu impacto no ambiente, coadunando com a ideia de Santos *et al.* (2013), ao citar que a conscientização ambiental deve ocorrer de dentro para fora, em um processo coletivo e conversado, construindo um novo modelo sustentável em comunhão.

### Considerações finais

Este estudo atingiu seus objetivos a partir do momento que propagou a atuação do ensino da eletroquímica no dia a dia até a análise do real benefício da ação de educação ambiental sobre o tema descarte correto de pilhas e baterias para os estudantes das escolas públicas que participaram de um projeto de extensão em uma universidade federal pública de Foz do Iguaçu, no Paraná. Foi constatado que uma pequena ação (contínua) pode, aos poucos, ser multiplicada, permitindo que as pessoas adotem novos hábitos e busquem melhor qualidade no ambiente em que vivem. De modo geral, os resultados alcançados destacam, principalmente, a relevância de abordar os conteúdos escolares de maneira contextualizada no cotidiano do estudante, pois tal abordagem irá atribuir novos significados e valores às concepções e conceitos relacionados ao meio ambiente, bem como às suas interações com o mundo social e o ambiente escolar.

A



B

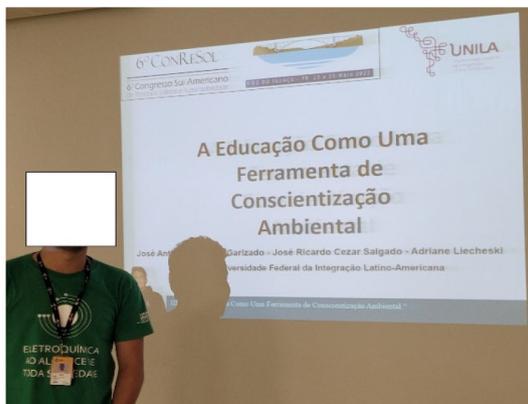


Figura 6: Bolsistas participando de eventos: A) 41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2018; B) 6º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, 2023. Fonte: Arquivo pessoal.

Para a formação de cidadãos conscientes sobre questões ambientais, é fundamental que escolas adotem práticas, desde o Ensino Fundamental ao Superior, com o intuito de despertar discussões propícias para o enfrentamento desses problemas. Ressalta-se também, a relevância do professor do Ensino Médio em promover a articulação e integração de novas ideias e a formação do cidadão crítico. Atividades bem fundamentadas não apenas facilitam a compreensão dos conteúdos, mas também enriquecem a aprendizagem de maneira significativa. Além disso, tais abordagens tendem a engajar e motivar os estudantes, substituindo, assim, a simples definição de conceitos, por meio do tradicional livro didático. Para pesquisas futuras, recomenda-se realizar um questionário com os estudantes após realizada a intervenção didática de educação ambiental, para avaliar o conhecimento adquirido quanto à forma de descarte de pilhas e baterias utilizado, o nível de entendimento acerca dos danos provocados à saúde e informações dos pontos de coleta disponíveis.

## Agradecimentos

M. C. Scarpari agradece pela bolsa de mestrado concedida pelo Programa “Mulheres Paranaenses: Empoderamento e Liderança” da Fundação Araucária, N°.

MUL2022201000001. J.A.S. Garizado agradece pela bolsa de extensão da PROEX. Agradecimentos aos professores das escolas públicas de Foz do Iguaçu-PR, às PRPPG e PROEX, ao Programa de Pós Graduação Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade, e aos técnicos da Secretaria de Apoio Científico e Tecnológico da UNILA. Ao CNPq, pelo financiamento à pesquisa (Processo 405065/2021-3). À Receita Federal do Brasil, pela disponibilização das baterias.

**Wladiane Ferreira da Silva** (wladianeadm@gmail.com) é bacharel em Administração pela Universidade Estadual do Ceará e mestranda do Programa de Pós-Graduação Profissional em Tecnologia, Gestão e Sustentabilidade da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. **José Antônio Salgado Garizado** (jas.garizado.2020@aluno.unila.edu.br) é estudante do curso de Ciências da Natureza - Química, Física e Biologia da Universidade Federal da Integração Latino-Americana – UNILA. **Maria Cristina Scarpari** (mc.scarpari.2018@aluno.unila.edu.br) é licenciada em Ciências da Natureza: Biologia, Física e Química pela UNILA, tecnóloga em Gestão Ambiental pela UTFPR e mestranda do Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade da UNILA. **Adriane Liecheski** (adrianeliecheski010@gmail.com) é licenciada em Química pela Unioeste, possui pós graduação em Ensino de Ciências pela UTFPR e é mestre em Química pelo Profqui-UTFPR. Atualmente é professora do Colégio Cívico Militar Presidente Costa e Silva e Colégio Estadual Cataratas do Iguaçu-PR. **José Ricardo Cezar Salgado** (jose.salgado@unila.edu.br) é doutor em Ciências, área de concentração de Físico-Química pela USP-São Carlos. Atualmente é professor adjunto e faz parte dos Programas de Pós-Graduação em Física Aplicada e Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade da UNILA.

222

## Referências

ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos: análise de viabilidade técnica*. Brasília, 2013. Disponível em: [http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl\\_1416934886.pdf](http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1416934886.pdf), acesso em fev. de 2024.

AGOURAKIS, D. C.; CAMARGO, I. M. C. D.; COTRIM, M. B. e FLUES, M. Componentes de zinco e manganês de pilhas alcalinas em uma coluna de solo. *Química Nova*, v. 29, n. 5, p. 960-964, 2006.

ALMANAQUE FUTURO. *As URVs colocam Foz do Iguaçu no topo da lista de cidades que fazem um bom papel “reciclando”*. Foz do Iguaçu, 2023. Disponível em: <https://almanaquefuturo.com.br/retrospectiva-prefeitura-de-foz-2023/as-urvs-colocam-foz-do-iguacu-no-topo-da-lista-de-cidades-que-fazem-um-bom-papel-reciclando/>, acesso em fev. de 2024.

ALVES, A. M. Descarte de pilhas e baterias: uma análise do comportamento da população conquistense. *Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas*, v. 13, n. 22, p. 25-35, 2016.

AMARO JUNIOR, A. C.; SILVA, D. R.; CAMPOS, R. S. A.; SILVA, S. A. e MONTANUCI, R. Abordagem do lixo eletrônico no ensino de química: uma revisão bibliográfica. *Scientia Naturalis*, v. 4, n. 2, p. 672-684, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA - ABIEE. *Mais de 200 toneladas de pilhas foram recicladas em Juiz de Fora em 2021: veja onde fazer o descarte correto*. Juiz de Fora: ABINEE, 2022. Disponível: [http://www.clipping.abinee.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=347521&query=advsearch&search\\_by\\_section=111&sid=111&text=](http://www.clipping.abinee.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=347521&query=advsearch&search_by_section=111&sid=111&text=), acesso em fev. de 2024.

BARON, D. F. B. e SALGADO, J. R. C. Viabilidade no reaproveitamento de pilhas de uso doméstico contrabandeadas na região da tríplice fronteira. *Anais do II Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia*, 2021, Foz do Iguaçu-PR. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/cobicet/380626-VIABILIDADE-NO-REAPROVEITAMENTO-DE-PILHAS-DE-USO-DOMESTICO-CONTRABANDEADAS-NAREGIAO-DA-TRIPLICE-FRONTIEIRA--FOZ->, acesso em fev. de 2024.

BARRETO, N. F.; TIMÓTEO, A. S.; PINHO, Y. K. R.; BARRETO, R. V. C. e MOREIRA, A. S. N. Forma de descarte de pilhas e baterias de celulares usadas por moradores do município de Campos dos Goytacazes e consciência ambiental quanto ao descarte adequado. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, v. 9, n. 1, p. 195-205, 2015.

BESSA, I. O.; MEDEIROS, I. J. S. e RIZZATTI, I. M. Descarte correto de pilhas e baterias: proposta de educação ambiental para Escola Estadual Maria das Dores Brasil, Boa Vista, Roraima. *Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química e X Encontro de Educação Química da Bahia*, 2012. Disponível em: <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/ambiente/article/view/213>, acesso em fev. de 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2010. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/35443315>, acesso em fev. de 2024.

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 República Federativa do Brasil. Brasília, 1999. Disponível em: <https://www>.

planalto.gov.br/ccivil\_03/leis/19795.htm, acesso em fev. de 2024.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm), acesso em fev. de 2024.

BRASIL. Resolução nº 257, de 22 de julho de 1999. Dispõe sobre o descarte, coleta, reutilização, reciclagem e tratamento de pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília: CONAMA, 1999. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=96661>, acesso em fev. de 2024.

BRASIL. Resolução nº 401, de 4 de novembro de 2008. Proposta de resolução que dispõe sobre pilhas e baterias. Status: Revoga a Resolução nº 257, de 1999. Alterada pela Resolução nº 424, de 2010. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília: CONAMA, 2008. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589>, acesso em fev. de 2024.

CARIBÉ, J. A. Z. *et al.* Programa de análise de produtos: Relatório sobre análise em pilhas alcalinas e zinco-manganês. Rio de Janeiro: Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2011.

COUTINHO, E. D.; MANDARINO, M. L. F.; DINIZ, B. M. e SINAY, M. C. F. Antecedentes da adesão ao descarte de pilhas e baterias no trabalho: um estudo com modelagem de equações estruturais. *Revista FSA*, v. 16, n. 2, p. 16-31, 2019.

CRUZ, T. F.; SILVA, G. R. e OLIVEIRA, H. R. Aplicação de uma oficina temática a partir da identificação da percepção ambiental sobre o descarte de pilhas e baterias em Rio Negro-MS, Brasil. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinária*, v. 6, n. 2, p. 103-116, 2020.

DAL-FARRA, R. A. e LOPES, P. T. C. Métodos mistos de pesquisa em educação: Pressupostos teóricos. *Nuances: estudos sobre Educação*, v. 24, n. 3, p. 67-80, 2014.

FONSECA, J. J. S. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC, 2002.

GOMES, A. C. L. e MELO, S. R. Pilhas e efeitos nocivos. *Arquivos do Mudi* (Maringá, PR), v. 10, n. 3, p.10-15, 2006.

GARIZADO, J. A. S.; SCARPARI, M. C.; SILVA, W. F.; LIECHESKI, A.; SALGADO, J. R. C. A educação como uma ferramenta de conscientização ambiental. *Anais do 7º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade*, v. 7, p. 1-4, 2024.

MACEDO, B. H. D.; BENEDET, R. O. e SALGADO, J. R. C. A eletroquímica ao alcance da sociedade. *Revista Técnico-Científica*, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2023.

MARTINS, A. N. A.; LEITE, C. P.; MARTINS, J. J. A.; SILVA, G. N. e ARAÚJO, G. T. Descarte de pilhas e baterias: a problemática da abordagem nos livros didáticos de química do PNLD 2015 para o conteúdo de eletroquímica. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 9, n. 5, p. 31-50, 2014.

NOE, C. C. C.; ALVES, B.; AZZALIS, L. A.; JUNQUEIRA, V. B. C.; ALVARENGA, R.; CARVALHO, T. D.; SILVA, O. R. e FONSECA, F. L. A. Reuso de embalagens cartonadas para descarte adequado de pilhas e baterias. *Saúde e meio ambiente: revista interdisciplinar*, v. 5, n. 1, p. 105-116, 2016.

PARANÁ. *Estado promove campanha de recolhimento de eletroeletrônicos na semana do meio ambiente*. Curitiba, SEDEST, 2023. Disponível em: <https://www.sedest.pr.gov.br/Noticia/Estado-promove-campanha-de-recolhimento-de-eletroeletronicos-na-semana-do-meio-ambiente>, acesso em fev. de 2024.

RIBEIRO, J. G. R.; SANTOS, M. F. e SILVA, N. C. *O impacto causado ao meio ambiente pelo descarte incorreto de pilhas e baterias*. 2022. Monografia de Graduação em Engenharia Elétrica, Centro Universitário UMA, Pouso Alegre-MG, 2022.

SANTOS, E. R.; FERREIRA, A. C.; SERPE, B. M. e ROSSA, A. J. Uso dos termos consciência, conscientização e tomada de consciência nos trabalhos paranaenses de Educação Ambiental. *Revista de Educação Pública*, v. 22, n. 48, p. 103-123, 2013.

SETE AMBIENTAL. *Dia Mundial do Lixo Eletrônico*. São José dos Pinhais, 2023. Disponível em: <https://www.seteambiental.com.br/dia-mundial-do-lixo-eletronico/>, acesso em fev. de 2024.

SILVA, E. G.; ZANATTA, S. C. e ROYER, M. R. Educação ambiental no ensino de química: revisão de práticas didáticas pedagógicas sobre pilhas e baterias no Ensino Médio. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 8, n. 1, p. 56-71, 2022.

RAMOS, M. Q. *Logística reversa deve aumentar de 70 para mais de 5 mil pontos de coleta de lixo eletroeletrônico no país*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2020. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/informma/item/15702-log%C3%ADstica-reversa-deve-aumentar-de-70-para-mais-de-5-mil-pontos-de-coleta-de-lixo-eletroeletr%C3%B4nico-no-pa%C3%ADs.html>, acesso em fev. de 2024.

REIGOTA, M. *O que é educação ambiental*. São Paulo: Brasiliense, 2017.

YIN, R. K. *Estudo de Caso: planejamento e métodos*. São Paulo: Bookman, 2015.

**Abstract:** From the teaching of electrochemistry to environmental responsibility: conscious disposal of batteries for a sustainable future. The present study aimed to demonstrate the role of electrochemistry in daily life and to analyze an environmental education initiative focused on the proper disposal of batteries, developed within the scope of an extension project. The research seeks to evaluate the benefits of this initiative for the environment, as well as for the students and teachers of public schools who participated in the project. The methodology applied was a case study with a qualitative approach, using semi-structured interviews with the project coordinator, his undergraduate students, and a teacher from the participating school, in addition to observing the locations where the project was implemented. Regarding the qualitative approach, data were collected and analyzed from 2016, the year of implementation, until 2023. The results showed that the project has already included nine schools, directly impacted an average of 1,000 students, and indirectly affected their families, as well as society as a whole. Moreover, it removed 1,459 batteries from the environment, in addition to influencing environmental awareness, mitigating the damage that improper disposal of these materials can cause to health and the environment. The project also disseminated information on battery collection points available in the city, formed partnerships with other public institutions, and provided information on environmental legislation and the role of each party in the collection process, from the supplier to the consumer and the municipal government.

**Keywords:** chemistry teaching, quality education, sustainability

# Aproveitamento da casca de café como fonte de energia: incentivando a consciência ambiental com o ensino de Química

Rafaela da Silva Resende, Raphael Henrique da Silva e Fábio Minoru Yamaji

O estudo de alternativas para lidar com resíduos agrícolas descartados desempenha um papel fundamental na promoção de práticas de gestão mais sustentáveis. Este artigo teve como objetivo caracterizar a casca do café, verificando seu potencial como combustível sólido renovável. O estudo contribuirá na conscientização dos alunos para utilizarem subprodutos do café como fonte de conhecimento e inovação. A casca do café foi obtida numa fazenda de Minas Gerais. A caracterização do material foi por teor de umidade, poder calorífico e análise química imediata (teores de carbono, cinzas e voláteis). Os resultados mostraram que a casca do café tem alto poder calorífico (18.420 J/g), validando a escolha da biomassa para fins energéticos. A preparação do material e as análises para a caracterização do material promovem um enriquecimento do ensino de química com o tema, possibilitando uma visão holística da ciência e seu papel na construção de um futuro consciente e responsável.

► café, energia renovável, termoquímica ◀

Recebido em 04/06/2024; aceito em 14/11/2024



224

## Introdução

O café é uma das bebidas mais populares e *commodities* mais negociadas em todo o mundo. Sua origem exata é incerta, entretanto há registros históricos que comprovam que o cultivo do café teve início na Etiópia. No Brasil, as primeiras mudas chegaram em 1727, vindas da Guiana Francesa, e foi no Sudeste que a produção começou a tomar grandes proporções (Conselho Nacional do Café, 2021).

Diante do cenário inicial, a tecnologia utilizada na transformação do grão de café não pode ser vista apenas como uma aplicação de conhecimentos científicos, pois está profundamente enraizada em contextos históricos, econômicos e sociais que moldaram a técnica e o Brasil. Desde o uso de mão de obra escrava para expandir as plantações, onde o valor estava não apenas na terra, mas nos cafezais e nas florestas a serem derrubadas, até o trabalho árduo e precário dos ensacadores afro-brasileiros nos portos, a produção do café sempre esteve ligada a dinâmicas de exploração e

desigualdade social (Ribeiro, 2006; Cicalo, 2015). Esses aspectos evidenciam que o processo de transformação do café não é apenas um exemplo de ciência aplicada, mas também uma manifestação das relações de poder e economia que permeiam a sociedade.

Em consonância a isso, em 1850 o Brasil já era o maior produtor global de café, detendo 40% da produção mundial (Ministério da Agricultura e Pecuária, 2023). A cafeicultura foi fundamental para a economia do Brasil ao longo dos séculos, gerando empregos e contribuindo significativamente para o PIB (Conselho Nacional do Café, 2021).

A estimativa para a safra de café em 2024 aponta para uma produção de 54,94 milhões de sacas de café beneficiado. A safra colhida em 2022 foi de 50,9 milhões de sacas (CONAB, 2023). De acordo com o Conselho dos Exportadores de Café do Brasil (Cecafé), até 2030, a projeção é de que a demanda mundial de café no período tenha um crescimento médio anual próximo de 2%, o que elevará as atuais 169 milhões de sacas para aproximadamente 209 milhões.

**Desde o uso de mão de obra escrava para expandir as plantações, onde o valor estava não apenas na terra, mas nos cafezais e nas florestas a serem derrubadas, até o trabalho árduo e precário dos ensacadores afro-brasileiros nos portos, a produção do café sempre esteve ligada a dinâmicas de exploração e desigualdade social**



A produção de café tem início com a colheita dos frutos que, após o processamento por via seca ou úmida, resulta no café verde, a forma padronizada para comercialização, com raízes históricas. A produção industrial do café também gera subprodutos significativos como a casca (Neacsu e Gheorghe, 2022). No processo de beneficiamento do café, para cada 1 kg de frutos colhidos, são gerados cerca de 0,18 kg de cascas.

Uma alternativa de uso sustentável para esse resíduo seria para fins energéticos. A energia oriunda da biomassa residual é considerada umas das principais alternativas para substituir a dependência dos combustíveis fósseis globalmente (Bernardo *et al.*, 2022). A sociedade moderna e ecologicamente orientada atribui grande importância à redução de resíduos, por isso faz sentido não descartar os subprodutos da produção de café e trazê-los para a cadeia de valor (Neacsu e Gheorghe, 2022).

Na combustão direta, a biomassa é queimada em fornos, caldeiras ou fogões fornecendo a fonte de carbono (C) necessária para reagir com o oxigênio e gerar calor (Costa e Altoé, 2022).

A casca de café deve ser devidamente gerenciada, a fim de não promover nenhum impacto e desequilíbrio ambiental. A conversão da biomassa em energia térmica ou elétrica pode ser feita por meio da combustão direta, entretanto uma das razões para o baixo uso da casca de café como combustível para combustão direta é a falta de informações suficientes sobre as características de combustão e emissão desses resíduos.

Esse contexto tem uma conexão com o ensino de química, especialmente no campo da sustentabilidade ambiental e

conscientização sobre alternativas energéticas, adentrando a educação com enfoque em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Com a crescente preocupação com o aquecimento global, a escassez de recursos naturais e a necessidade de redução de resíduos, torna-se vital que o tema da biomassa residual e seu potencial energético seja concatenado aos currículos educacionais.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), existem competências a serem trabalhadas no Ensino Médio, e o presente estudo se comunica com aproximadamente três habilidades previstas no documento, sendo elas: Competência 1- EM13CNT101; Competências 3- EM13CNT307 e EM13CNT309, dispostas no Quadro 1.

De forma conectada, as três competências compartilham uma preocupação com o desenvolvimento sustentável, a utilização consciente dos recursos naturais e a busca por soluções tecnológicas inovadoras que promovam a preservação do meio ambiente e a qualidade de vida. Elas enfatizam a necessidade de analisar, compreender e aplicar conhecimentos científicos em diferentes áreas para enfrentar os desafios

atuais relacionados à energia, materiais e meio ambiente. A abordagem integrada desses temas pode contribuir para a formação de uma sociedade mais consciente e responsável, capaz de tomar decisões informadas e construir um futuro sustentável.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar as substâncias que são produtos da decomposição térmica da casca do café e tratar de conceitos como teor de C, teor de voláteis, cinzas e poder calorífico, com possíveis adequações para o ensino de termoquímica no ensino médio, fornecendo uma adaptação prática e acessível para o ambiente escolar, onde a utilização de equipamentos de laboratórios sofisticados muitas vezes não é viável.

calorífico, com possíveis adequações para o ensino de termoquímica no ensino médio, fornecendo uma adaptação prática e acessível para o ambiente escolar, onde a utilização

**O objetivo deste trabalho foi caracterizar as substâncias que são produtos da decomposição térmica da casca do café e tratar de conceitos como teor de C, teor de voláteis, cinzas e poder calorífico, com possíveis adequações para o ensino de termoquímica no ensino médio, fornecendo uma adaptação prática e acessível para o ambiente escolar, onde a utilização de equipamentos de laboratórios sofisticados muitas vezes não é viável.**

Quadro 1: Habilidades específicas das competências 1 e 3 das Ciências da Natureza na BNCC.

Competência	Habilidade	Conceitualização
1	EM13CNT101	Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
2	EM13CNT307	Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.
3	EM13CNT309	Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais

Fonte: Base Nacional Comum Curricular EM, pgs. 555, 559, 560 (2018), adaptado pelos autores.

de equipamentos de laboratórios sofisticados muitas vezes não é viável. Analisar se os resultados encontrados caracterizam a casca de café como um bom combustível renovável, evidenciando uma potencial utilidade para uma sociedade sustentável. Ainda, poder enriquecer o ensino de química no Ensino Médio, buscando ampliar o repertório de aplicações benéficas dessa ciência para a sociedade. Essa abordagem visa capacitar os alunos para se tornarem agentes multiplicadores desse conhecimento, compartilhando-o de forma significativa com a comunidade, após visualizarem que o conteúdo estudado se replica fora da sala de aula. Ao destacar o potencial da química em resolver desafios reais e promover o desenvolvimento sustentável, os estudantes serão incentivados a compreender a importância dessa disciplina no contexto social e ambiental, tornando-se protagonistas na busca por soluções positivas e conscientes para os problemas do mundo contemporâneo.

## Materiais e métodos

### Caracterização do material

Foram coletados 5 kg de casca de café no interior de Minas Gerais. Inicialmente, a casca foi triturada em partículas menores que 1,70 mm em um moinho de facas tipo Willey Marconi MA 340. As análises seguiram os procedimentos descritos por Nakashima *et al.* (2017). Para a aplicação no Ensino Médio, recomenda-se a utilização da borra do café, considerando que a casca pode não ser facilmente encontrada. Além disso, a borra já apresenta partículas com tamanho adequado, eliminando a necessidade da etapa de trituração, o que simplifica o processo experimental sem comprometer a eficácia da atividade.

### Teor de umidade total

Para a determinação do teor de umidade o material foi pesado e levado a uma estufa com ventilação de ar forçada a 100°C até atingir massa constante, seguindo a norma ASTM E871-82 (2013). Para a adaptação escolar, pode-se utilizar uma balança digital e um forno elétrico com controle de temperatura. A utilização de borra de café com diferentes umidades pode ser uma boa estratégia para analisar o quanto a umidade afeta no potencial energético do material. A umidade em base seca foi determinada de acordo com a equação 1.

$$U = ((P_u - P_s) / P_s) \times 100 \quad (1)$$

U= Umidade em base seca (%);  $P_u$ = Peso úmido (g);  $P_s$ = Peso seco (g)

### Poder calorífico

O poder calorífico superior (PCS) mede a quantidade total de energia liberada durante a completa combustão do resíduo. Foi obtido em duplicata com 1,0 g de material previamente seco em estufa. Foi utilizada uma bomba calorimétrica IKA C200 e o procedimento foi baseado na norma

ASTM D2015:2000.

Para efeitos didáticos, a determinação do poder calorífico (sem uma bomba calorimétrica na escola) pode ser em um calorímetro caseiro feito de lata, recortando uma folha de zinco (30x24 cm), fazendo furos para entrada de ar e moldando-a em um cilindro (latinhas de refrigerante). Utiliza-se uma lata como reservatório de água. O combustível (borra de café) é depositado em uma tela metálica. Mede-se a massa da biomassa e da água, e depois a água é colocada no reservatório e a temperatura inicial é registrada. Acende-se o combustível, posiciona-se o calorímetro e monitora-se a temperatura da água até a combustão terminar. É possível repetir o processo descartando a água usada, quantas vezes forem necessárias.

### Análise imediata

Os teores de cinzas, voláteis e carbono fixo foram determinados em duplicata, utilizando 1,00g do material triturado, conforme metodologia prescrita na norma ISO 1171. A determinação do teor de materiais voláteis nos resíduos previamente secos foi feita de acordo com a equação 2.

$$TMV = (m_2 - m_3) / (m_2 - m_0) \times 100 \quad (2)$$

TMV = Teor de materiais voláteis, %;  $m_0$  = Massa do cadinho seco;  $m_2$  = Massa do cadinho + massa da biomassa;  $m_3$  = Massa do cadinho + massa da biomassa após mufla

O teor de cinzas foi calculado de acordo com a equação 3.

$$TCz = ((M_{ac} - M_{cad}) / (M_{as})) \times 100 \quad (3)$$

TCz = Teor de cinzas, %;  $M_{ac}$  = Peso das cinzas + peso do cadinho;  $M_{cad}$  = Peso do cadinho;  $M_{as}$  = Peso da amostra seca

O teor de C fixo foi calculado pela diferença entre os valores do teor de materiais voláteis e o de cinzas de acordo com a equação 4.

$$TCF = 100 - (TMV + TCz) \quad (4)$$

TCF = Teor de carbono fixo, %; TMV = Teor de material volátil, %; TCz = Teor de cinzas, %

### MEV/EDS

Para a obtenção de análises elementares foi utilizado um microscópio eletrônico de varredura/espectroscopia de energia dispersiva (MEV/EDS), da marca Hitachi, modelo TM3000. Para isso, foram utilizadas as cinzas das amostras, coletadas após a realização da queima em mufla.

Para escolas sem acesso a um microscópio eletrônico de varredura, imagens de MEV de publicações acadêmicas podem ser usadas para mostrar aos alunos a estrutura microscópica das cinzas, discutindo como a análise elementar pode ser usada para entender a composição das cinzas e sua aplicação como fertilizante, por exemplo.

## Resultados e discussão

### Teor de umidade

A umidade pode afetar substancialmente o poder calorífico (Saha *et al.*, 2017). O alto teor de umidade faz com que a combustão, quando comparada com a amostra seca, seja menos energética. O valor da umidade (base seca) encontrado na casca de café foi de 13,90%, próximo a valores encontrados em literatura (10-11%). O valor encontrado pode ser considerado de baixa umidade (Gillespie *et al.*, 2013; Saenger *et al.*, 2001). Um teor de umidade comumente aceito para biomassa é de 10-20%, mas não mais que 40-50%, porque uma parte dele participa da reação de combustão (Neacsu e Gheorghe, 2022).

A escassez de umidade nas cascas de café é resultado do processo de secagem da cereja do café antes da separação dos grãos. Esse baixo teor de umidade desempenha um papel crucial na queima das cascas de café (Saenger *et al.*, 2001).

Podemos definir como três os estágios de combustão: o tempo de ignição, a queima volátil e a queima de carvão. O efeito do teor de umidade nos estágios de combustão é mais evidente no tempo de ignição, devido à presença de mais água, que precisa ser seca primeiro para que a desvolatilização se inicie (Orang e Tran, 2015).

### Poder calorífico

O valor do poder calorífico encontrado foi de 18.420 J/g. Uma biomassa com alto poder calorífico resulta em uma combustão eficiente e produz mais calor por unidade de massa, o que é desejável em sistemas de combustão direta. Na literatura, os valores encontrados ficaram entre 18.170 J/g e 18.200 J/g (Saenger *et al.*, 2001; Lima, 2018; Lima *et al.*, 2019).

Quando comparada a outras biomassas, a casca de café apresenta vantagem significativa, visto que possui um alto valor de poder calorífico, tornando-se assim uma excelente opção como combustível (Lima, 2018).

### Análise imediata

A fração volátil, um elemento essencial dos combustíveis sólidos, é utilizada para avaliar atributos de combustão. De acordo com informações provenientes da literatura, um elevado teor de matéria volátil (entre 70% e 86%) melhora a eficiência da queima da biomassa durante a fase de desvolatilização. Em contrapartida, uma fração volátil reduzida resulta em elevada emissão de fumaça durante a combustão incompleta e libera gases tóxicos (Neacsu e Gheorghe, 2022). Como observado na Tabela 1, o teor de voláteis da casca de café pode ser considerado elevado, gerando valor energético para o material.

Tabela 1: Resultados da Análise Imediata

Teor	(%)
Voláteis	74,35
Cinzas	7,52
Carbono Fixo	18,13

Fonte: Autoria própria

A composição de cinzas é igualmente uma característica crucial da biomassa, pois tem impacto na eficácia da queima e pode resultar em desafios de manutenção em queimadores e sistemas de transferência de calor. Estudos indicaram que a quantidade de cinzas está inversamente relacionada ao poder calorífico da biomassa (Everard *et al.*, 2012).

Conforme as indicações de Mande (2009), é aconselhável que o conteúdo de cinzas presentes nas biomassas seja mantido abaixo de 4%, a fim de reduzir ao mínimo a corrosão, o desgaste e a formação de incrustações nos equipamentos, facilitando, assim, a sua manutenção.

O teor de cinzas encontrado (7,52) pode ser considerado alto e trazer um gasto maior em investimentos no equipamento para controle de emissão de partículas. Essa quantidade de cinzas pode ser dada à grande quantidade de sujeira, como areia, presente no material. Frequentemente, o maior teor de cinzas implica maior nível de compostos inorgânicos, que podem atuar como efeito catalítico no processo de conversão térmica geral (Titiloye *et al.*, 2013).

A biomassa compreende compostos resultantes dos processos de fotossíntese e devido ao seu teor de carbono pode produzir energia por calor ou processos químicos (Ungureanu *et al.*, 2018). O conhecimento do teor de carbono pode ser usado para aumentar a eficiência da combustão e minimizar as emissões (Everard *et al.*, 2012).

O teor de carbono fixo, geralmente é proporcional ao poder calorífico do combustível (Cieslinski, 2014). O resultado encontrado para a casca de café indica que uma baixa quantidade de energia será requerida para sua queima. O valor identificado é pouco menor que o encontrado em literatura (20,05%) (Lima *et al.*, 2019).

### MEVS/EDS

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) é capaz de produzir imagens de alta ampliação e resolução (Figura 1). As imagens fornecidas pelo MEV possuem um caráter virtual, pois o que é visualizado no monitor do aparelho é a transcodificação da energia emitida pelos elétrons. Já o EDS (*energy dispersive x-ray detector*) mede essa energia associada ao elétron. Como os elétrons de um determinado átomo possuem energias distintas, é possível, no ponto de incidência do feixe, determinar quais elementos estão presentes

A biomassa compreende compostos resultantes dos processos de fotossíntese e devido ao seu teor de carbono pode produzir energia por calor ou processos químicos (Ungureanu *et al.*, 2018). O conhecimento do teor de carbono pode ser usado para aumentar a eficiência da combustão e minimizar as emissões (Everard *et al.*, 2012).

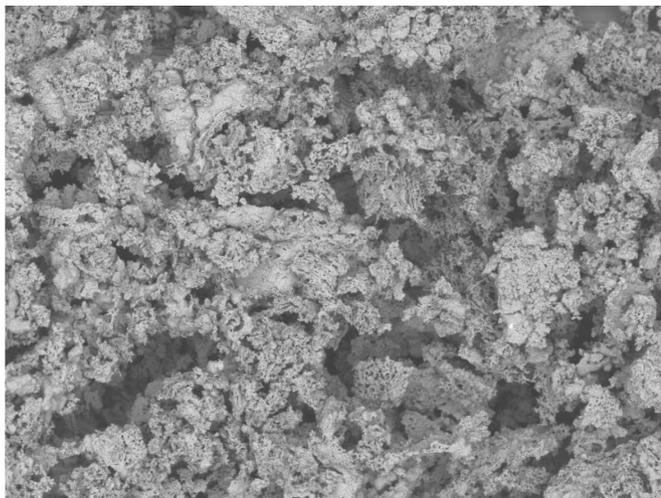


Figura 1: Imagem da Microscopia Eletrônica de Varredura da casca de café com aumento de 100x. Fonte: Autoria própria

naquele local e assim identificar os elementos presentes na amostra (LMic - UFMG, 2023).

As cinzas são compostas por diversos minerais (Tabela 2). Ao analisarmos a composição química das cinzas, 97,73% dela se concentra em quatro principais elementos: oxigênio (O), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Os outros 2,27% se dividem entre fósforo (P), enxofre (S), silício (Si) e sódio (Na).

Tabela 2: Composição química das cinzas de casca de café

Elemento	(%)
Oxigênio (O)	49,9
Potássio (K)	40,6
Cálcio (Ca)	5,83
Magnésio (Mg)	1,4
Outros	2,27

Fonte: Autoria própria

O alto teor de potássio explica o teor mais elevado de cinzas encontrado uma vez que este elemento reage facilmente com outros, como o silício, formando álcalis com baixo ponto de fusão (aproximadamente 700 °C). O aumento do teor de potássio, portanto, é desfavorável para a combustão energética, já que pode levar à formação de impurezas nos fornos (Zajac *et al.*, 2018).

Entretanto, o alto teor de potássio torna viável a utilização da casca de café como adubo orgânico, uma vez que ele é um macronutriente importante para as plantas. O retorno das

cinzas da combustão da biomassa para o solo é o método de disposição mais ecológico e sustentável. Dessa forma, parte significativa dos macro e micronutrientes levados pelas plantas volta para o solo (Zajac *et al.*, 2018).

#### Termoquímica e uma análise de conexões

No que diz respeito ao ensino de química, é evidente que os estudantes frequentemente enfrentam dificuldades para construir conhecimento, uma vez que existem impasses em relacionar o material estudado com sua vida diária. Como resultado, acabam perdendo o interesse no assunto. Esse cenário sugere que a abordagem pedagógica empregada está desvinculada da realidade dos alunos e não promove a integração interdisciplinar (Nunes e Adorni, 2010).

O ensino de química nas escolas deve ser abordado de forma contextualizada. Diversas experiências demonstram que as abordagens dos conteúdos químicos vão além de uma visão restrita, sendo fundamental estabelecer conexões entre teoria e prática. É importante promover um ensino que relacione os conceitos químicos com situações reais, permitindo aos alunos compreenderem a aplicação dos conhecimentos estudados no mundo ao seu redor (Brasil, 2008).

As habilidades das competências 1 e 3, EM13CNT101 e EM13CNT309, respectivamente, estão dentro do estudo da termoquímica, um ramo da química que estuda processos que absorvem ou liberam energia na forma de calor, no qual frequentemente os alunos encontram obstáculos persistentes, como os relacionados com as variações de temperatura em processos endotérmicos e exotérmicos, além de outros desafios relacionados às energias cinética e potencial das partículas (Barros, 2009).

Kunzler *et al.* (2019) conduziram uma pesquisa em cinco revistas científicas brasileiras, com o objetivo de analisar a quantidade de publicações relacionadas ao tema “Termoquímica”. A investigação revelou que esse conteúdo é tratado de forma superficial no Ensino Médio. Mesmo quando os professores tentam adotar abordagens não tradicionais, enfrentam dificuldades em encontrar artigos que

possam auxiliá-los na abordagem desse tema.

Nesse contexto, é possível realizar uma conexão entre o presente estudo e o estudo realizado em sala de aula. A compreensão de que a combustão da casca do café só ocorreu por conta da existência de átomos de C em sua composição que, ao reagir com átomos de oxigênio e calor, produz dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), faz conexão com o estudo de entalpia de combustão. Além de que, o teor de umidade calculado pode ser explicado pela quantidade de água em forma de vapor (H<sub>2</sub>O)

como produto, uma vez que, com o estudo de combustão,

**As habilidades das competências 1 e 3, EM13CNT101 e EM13CNT309, respectivamente, estão dentro do estudo da termoquímica, um ramo da química que estuda processos que absorvem ou liberam energia na forma de calor, no qual frequentemente os alunos encontram obstáculos persistentes, como os relacionados com as variações de temperatura em processos endotérmicos e exotérmicos, além de outros desafios relacionados às energias cinética, combustão e potencial das partículas (Barros, 2009).**

o aluno precisa visualizar que, na combustão completa de combustíveis formados por carbono e hidrogênio, são gerados  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , permeando assim, todo o conteúdo entálpia de combustão.

Além disso, o valor do poder calorífico encontrado foi de 18.420 J/g, e uma biomassa com alto poder calorífico resulta em uma combustão eficiente e produz mais calor por unidade de massa. O conceito de termoquímica e seus cálculos de entalpia podem ser aplicados aqui.

Por meio da análise realizada com o MEV/EDS, foi possível identificar a composição química dos elementos das cinzas da casca do café após a reação de combustão. O estudo pode contribuir para a habilidade EM13CNT307, na qual o aluno é convidado a analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações e/ou propor soluções seguras e sustentáveis. Por exemplo, destinar as cinzas para o uso na agricultura como fertilizante, já que seu elevado teor de potássio possibilita que a casca de café sirva como adubo orgânico.

O enriquecimento do ensino de química com o estudo de subprodutos do café como fonte de biocombustível pode capacitar os alunos a se tornarem agentes multiplicadores desse conhecimento, compartilhando-o de forma significativa com a comunidade. Ao ressaltar o potencial da química para resolver desafios reais e promover o desenvolvimento sustentável, os estudantes serão incentivados a compreender

a importância dessa disciplina no contexto social e ambiental, tornando-se protagonistas na busca por soluções positivas para os problemas atuais.

### Considerações finais

Os resultados da análise do material foram positivos e apresentaram semelhanças com referências da literatura, validando a escolha da casca do café para fins energéticos.

A interseção entre o estudo da casca ou borra de café e o ensino de química demonstra uma abordagem integrada e inovadora na formação dos alunos, preparando-os para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo de maneira consciente, crítica e responsável.

Abraçando a diversidade e complexidade dos temas, a educação pode proporcionar uma visão holística do papel da ciência na construção de um futuro sustentável, na qual o café não só representa uma *commodity* importante, mas também uma fonte valiosa de

conhecimento e inovação para a sociedade como um todo.

O enriquecimento do ensino de química com o estudo de subprodutos do café como fonte de biocombustível pode capacitar os alunos a se tornarem agentes multiplicadores deste conhecimento, compartilhando-o de forma significativa com a comunidade. Ao ressaltar o potencial da química para resolver desafios reais e promover o desenvolvimento sustentável, os estudantes serão incentivados a compreender a importância dessa disciplina no contexto social e ambiental, tornando-se protagonistas na busca por soluções positivas para os problemas atuais.

229

### Referências

BARROS, H. L. C. Processos endotérmicos e exotérmicos: uma visão atômico molecular. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 4, p. 241-245, 2009.

BERNARDO, A. P.; DELATORRE, F. M.; SERRA, J. C.; JÚNIOR, A. F. D. e SILVA, A. M. Oportunidades e desafios do uso de biomassa compactada para fins energéticos. *Biomassa: recursos, aplicações e tecnologias em pesquisas*. Editora Científica Digital, p. 97-114, 2022.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Ministério da Educação: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. *Orientações Curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. v. 2, p. 135, 2008.

CICALO, A. Campos do pós-abolição: identidades laborais e experiência “negra” entre os trabalhadores do café no Rio de Janeiro (1931-1964). *Revista Brasileira de História*, v. 35, n. 69, p. 101-130, 2015.

CIESLINSKI, J. E. F. Estudo da emissão e controle dos gases e particulados provenientes da queima de biomassa. Tese de

Doutorado em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4890-primeiro-levantamento-da-safra-2023-de-cafe-indica-uma-producao-de-54-94-milhoes-de-sacas>, acesso em jul. de 2023.

CONSELHO NACIONAL DO CAFÉ. Disponível em: <https://cncafe.com.br/cafe-do-brasil-historia/>, acesso em jul. de 2023.

COSTA, B. P. e ALTOÉ, L. Uma análise da biomassa como fonte de energia elétrica e investigação de suas tecnologias. *Bioenergia em revista: diálogos*, v. 2, p. 100-117, 2022.

DA SILVA, S. P.; DA COSTA, A. S. V.; DOS SANTOS, S. L. B. e DE LAIA, M. L. A importância da biomassa na matriz energética brasileira. *Pensar acadêmico*, v. 2, p. 557-583, 2021.

DO VALE, A. T.; GENTIL, L. V.; GONÇALEZ, J. C. e DA COSTA, A. F. Caracterização energética e rendimento da carbonização de resíduos de grãos de café (*Coffea arabica*, L) e de madeira (*Cedrelinga catenaeformis*), DUKE. *Cerna*, v. 12, n. 4, p. 416-420, 2007.

EVERARD, C. D.; FAGAN, C. C. e MCDONNELL, K. P. Visible-near infrared spectral sensing coupled with

- chemometric analysis as a method for on-line prediction of milled biomass composition pre-pelletising. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, v. 20, n. 3, p. 361–369, 2012.
- GILLESPIE, G. D.; EVERARD, C. D.; FAGAN, C. C. e MCDONNELL, K. P. Prediction of quality parameters of biomass pellets from proximate and ultimate analysis. *Fuel*, v. 111, n. Supplement C, p. 771-777, 2013.
- GUERRA, F.; SANTOS, J. F.; FERREIRA, L. T. e ROCHA, O. C. Cafés do Brasil: Pesquisa, sustentabilidade e inovação. In: TELHADO, S. F. P. e CAPDEVILLE, G. (Ed.). *Tecnologias poupa-terra 2021*. Brasília, DF: Embrapa, 2021. p. 63-75.
- KUNZLER, K. K.; BEBER, S. Z. C. e KUNZLER, K. R. Aprendizagem significativa dos conceitos de termoquímica: um estudo utilizando mapas conceituais. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 3, 2019.
- LMic - Laboratório de Microscopia e Microanálises da Universidade Federal de Ouro Preto. Disponível em: <https://lmic.degeo.ufop.br/microscopia-eletr%C3%B4nica>, acesso em jul. de 2023.
- LIMA, M. J. Determinação da cinética de reação e condições operacionais da pirólise da casca de café em leito fixo. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, 2018.
- LIMA, M. J.; XAVIER, T. P. e LIRA, T. S. Pirólise da casca de café: caracterização e determinação da cinética de reação. *XXXIX Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados*, 2019.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/conheca-a-historia-do-cafe-no-mundo-e-como-o-brasil-se-tornou-o-maior-produtor-e-exportador-da-bebida>, acesso em jul. de 2023.
- NAGAY, J. H. C. Café no Brasil: dois séculos de história. *Formação econômica*, v. 3, p. 17-23, 1999.
- NAKASHIMA, G. T.; ADHMANN, I. C.S.; HANSTED, A. L. S.; BELINI, G. B.; EALDMAN, W. R. e YAMAJI, F. M. Materiais lignocelulósicos: caracterização e produção de briquetes. *Revista Virtual de Química*, v. 9, n. 1, p. 150-162, 2017.
- NEACSU, A. e GHEORGHE, D. Characterization of Some Co-Fired Agricultural by-products for Energetic Use. *Journal of the Mexican Chemical Society*, v. 66, n. 4, p. 408–420, 2022.
- MANDE, S. P. Thermo chemical conversion of biomass. In: KISHORE, V. V. N. (Ed.). *Renewable energy engineering and technology*. New Delhi: The Energy and Resources Institute, 2009.
- NUNES, A. S. e ADORNI, D. S. O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos. In: *Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans*, 2010, Vitória da Conquista, BA. - Educação e conhecimento científico, 2010.
- ORANG, N. e TRAN, H. Effect of feedstock moisture content on biomass boiler operation. *Bioenergy*, v. 14, n. 10, 2015.
- RIBEIRO, L. C. M.. A invenção como ofício: as máquinas de preparo e benefício do café no século XIX. *Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material*, v. 14, n. 1, p. 121–165, 2006.
- SAENGER, M.; HARTGE, E. U.; WERTHER, J.; OGADA, T. e SIAGI, Z. Combustion of coffee husks. *Renewable Energy*, v. 23, p. 103-121, 2001.
- SAHA, U. K.; SONON, L. e KANE, M. Prediction of calorific values, moisture, ash, carbon, nitrogen, and sulfur content of pine tree biomass using near infrared spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, v. 25, n. 4, p. 242–255, 2017.
- SHAKHASHIRI, B. Z. *Chemical Demonstrations: A Handbook for Teachers of Chemistry*. University of Wisconsin Press, 1983.
- TITILLOYE, J. O.; ABU BAKAR, M. S. e ODETOYE, T. E. Thermochemical characterisation of agricultural wastes from West Africa. *Industrial Crops and Products*, v. 47, p. 199–203, 2013.
- UNGUREANU, N.; VLADUT, V.; VOICU, G.; DINCA, M. N. e ZABAVA, B. S. Influence of biomass moisture content on pellet properties. *Engineering for rural development*, v. 17, p. 1876-1883, 2018.
- ZAJAC, G.; SZYSZLAK-BARGLOWICZ, J.; GOLOBOWKI, W. e SZCZEPANIK, M. Chemical characteristics of biomass ashes. *Energies*, v. 11, n. 11, 2018.

**Abstract:** *Using coffee husks as an energy source: encouraging environmental awareness with chemistry teaching.* The study of alternatives for dealing with discarded agricultural waste plays a fundamental role in promoting more sustainable management practices. This article aimed to characterize thermal decomposition products of coffee husks analyzing its potential as a renewable fuel. The study will contribute to raising awareness among students to use coffee by-products as a source of knowledge and innovation. The coffee husk was obtained from a farm in Minas Gerais state. The material was characterized by moisture content, calorific value and proximate chemical analysis (carbon, ash and volatile content). The results showed that coffee husks have a high calorific value (18,420 J/g), validating the choice of biomass for energy purposes. The preparation of the material and the analyzes for the characterization of the material promote an enrichment of chemistry teaching with the topic, enabling a holistic view of science and its role in building a conscious and responsible future.

**Keywords:** coffee, renewable energy, thermochemistry

# O preparo do sope de massalas e as propostas de licenciandos para sua inserção no ensino de Química em Moçambique

Sérgio Francisco Tsembane e Paulo Cesar Pinheiro



Os estudos sobre os saberes populares no Brasil e em etnoquímica em Moçambique são propostas semelhantes para a educação química que têm implicações para a política curricular moçambicana denominada “currículo local”. Nesse contexto, descrevemos os saberes relacionados ao preparo de uma bebida alcoólica envolvendo a fermentação dos frutos da massaleira (*Strychnos spinosa* Lam.) e sua destilação utilizando recursos locais, em que procuramos estabelecer relações com o conhecimento acadêmico por meio da etnomodelagem. A partir da interação com um vídeo do processo, um grupo de licenciandos propôs formas de inserção dos saberes em aulas de química, destacando-se a mediação por meios variados.

► sope de massalas, etnomodelagem, ensino de Química ◀

Recebido em 27/11/2023; aceito em 14/11/2024

231

## Introdução

A proposta de inserção de saberes populares no ensino de química completou mais de 30 anos no Brasil, desde os escritos iniciais de Chassot (1990), os quais foram revisitados e ampliados posteriormente pelo autor (Chassot, 2001, 2008, 2016) e vêm conquistando adeptos, como pode ser observado em alguns exemplos de publicações em *Química Nova na Escola*: Francisco Júnior *et al.* (2013), Gondim e Mol (2008), Leal e Moita Neto (2013), Massi e Leonardo Júnior (2019), Silva *et al.* (2000) e Venquiaruto *et al.* (2011). Ademais, uma revisão feita no catálogo de teses e dissertações da Capes, no período de 2014 a 2022, revelou a produção de 18 dissertações e uma tese relacionadas a essa temática, em que se observaram a predominância de pesquisas de caráter qualitativo e a invariável relação triádica estabelecida entre os saberes populares, científicos e escolares (Pinheiro *et al.*, 2022).

Em Moçambique, observamos um movimento semelhante e originalmente influenciado pelos estudos em etnomatemática. Um marco foi a coletânea de textos reunidos em *Explorations in ethnomathematics and ethnoscience in Mozambique* (Gerdes, 1994), em cujo prefácio são citados e analisados trechos de documentos do UNICEF, da UNESCO e das Nações Unidas que problematizam a educação nos países do hemisfério Sul e no continente africano, levando à proposição de uma educação guiada pela cultura como

forma de garantir a sobrevivência, a compreensão e o avanço das sociedades africanas e superar o “bloqueio psicológico e cultural” na aprendizagem em ciências e matemática (Gerdes, 1994, p. 5).

O único texto que trata da etnoquímica nessa coletânea contém três páginas e foi intitulado *Perspectives in ethnochemistry* (Barros e Ramos, 1994), no qual se atribuiu uma importância histórica aos saberes e tecnologias da população moçambicana, de modo semelhante ao enfatizado por Chassot (2008) em relação aos saberes populares no Brasil, afirmando que, a partir deles, o ensino pode ser aprimorado, a química popularizada e o alunado se interessar mais por essa ciência.

A etnoquímica foi conceituada posteriormente por Francisco (2004, p. 161) como “tudo o que se relaciona ao uso e transformação dos materiais em uma dada cultura”, ou seja, à utilização e transformação da matéria por diferentes culturas, a qual pode ser expressa por meio de “conceitos, práticas, técnicas e tecnologias”. Para investigar tais manifestações, a autora propôs o desenvolvimento de um programa visando a construção do conhecimento químico escolar em compromisso com a formação de professores em Moçambique.

Pode-se notar, portanto, duas propostas semelhantes para o ensino de química, embora com denominações distintas, o que nos remeteu a um episódio relatado nas pesquisas de campo de Francisco (2004), que envolveram uma senhora



moçambicana de 90 anos de idade e seus saberes sobre a produção de bebidas alcoólicas:

Quando a palavra química foi pronunciada, para explicar que era o objecto de nosso trabalho, a anciã interrompeu e atônita perguntou se aquilo que ela sabia e que nós queríamos conhecer se chamava química. Respondi afirmativamente e ela, entre risos, fez o seguinte comentário: “por que vocês dão nomes tão complicados às coisas da vida? Eu nunca pus os pés na escola e, no entanto, vocês vêm aqui para aprender a vossa química comigo? Acham que serei capaz de ensinar-vos, a vocês que estudaram em tantas escolas e chegaram à Universidade?” (Francisco, 2004, p. 199).

Ao longo da história, com os avanços de pesquisas sobre outras culturas, surgiram várias etno-X para designar correspondências entre conhecimentos culturais específicos e as disciplinas acadêmicas, como, por exemplo: etnociência, etnobotânica, etnogeografia, etnoastronomia e outras. Campos (2000) critica tais denominações, por considerar que atribuem “um drástico e assimétrico recorte daquele contexto de saber por nosso viés”; em outras palavras: “não existe uma correspondência unívoca entre nossas áreas ou especialidades e aquelas próprias de outra cultura” (Campos, 2000, p. 72). Mesmo assim, a etnomatemática, a etnobiologia e a etnoecologia se tornaram áreas de conhecimento, as quais são, em grande parte, formadas por pesquisadores brasileiros que se reúnem periodicamente em eventos científicos e têm produção bibliográfica própria, caracterizada por um misto de conhecimentos acadêmicos, escolares e de outras culturas.

No contexto moçambicano há uma tendência de a academia ver os saberes culturais locais com certo desprezo. Por essa razão, atribuir-lhes uma denominação que os situa dentro de um campo de estudos pode contribuir para que sejam reconhecidos e valorizados, favorecendo, desse modo, as suas inserções no ensino. Cabe mencionar que, atualmente, a etnoquímica é uma área de conhecimento reconhecida internacionalmente. Há uma revisão de trabalhos voltados para a educação básica brasileira (Ferreira *et al.*, 2022); e, no continente africano, as pesquisas têm, majoritariamente, uma natureza quantitativa, como pode ser observado em: Abumchukwu *et al.* (2021), Ahmad e Halliru (2022), Cecilia *et al.* (2023), Chinyere *et al.* (2023), Konyefa e Chinelo (2021), Marasinghe, (2016), Siwale *et al.* (2020), Singh e Chibuye (2016) e V-Mundau e Tawanda (2022), nas quais foram aplicados pré e pós-testes para verificar os efeitos de aulas envolvendo temas locais no desenvolvimento dos estudantes. O que esses estudos têm indicado são mudanças de atitude em relação à química e incentivo à aprendizagem da química escolar.

### **A etnomatemática e a etnomodelagem**

Conforme mencionamos anteriormente, a origem da etnoquímica em Moçambique teve influências de sua

antecessora: a etnomatemática. O Brasil foi onde teve origem o “Movimento de Etnomatemática” na década de 1970 (Borges *et al.*, 2014, p. 1074), como resultado dos trabalhos e reflexões de um grupo de acadêmicos liderados por Ubiratan D’ Ambrósio (1932-2021), constituindo “todo um programa profundo de reflexão sobre o desenvolvimento de ideias matemáticas nos mais diversos contextos históricos, culturais e educacionais” (Gerdes, 2010, p. 17). Pesquisadores de várias partes do mundo têm contribuído para o desenvolvimento do campo de pesquisas em etnomatemática (Rosa *et al.*, 2022).

As experiências acadêmicas vivenciadas por D’ Ambrosio em Mali, na África, foram decisivas para considerar “uma alternativa epistemológica mais adequada às diversas realidades socioculturais do que a Ciência e a Matemática dominantes, de inspiração e estruturação inteiramente europeia” (D’ Ambrosio, 2002, p. 9):

Indivíduos e povos têm, ao longo de suas existências e ao longo da história, criado e desenvolvido instrumentos de reflexão, de observação, instrumentos materiais e intelectuais [que chamo de ticas] para explicar, entender, conhecer, aprender para saber e fazer [que chamo de matema] como resposta à necessidade de sobrevivência e de transcendência em diferentes ambientes naturais, sociais e culturais [que chamo de etnos]. Daí chamar o exposto acima de Programa Etnomatemática (D’ Ambrosio, 2018, p. 60).

Os significados dos termos constituintes da palavra “etnomatemática” sugerem tratar-se de um campo de estudos amplo e inclusivo que pode abarcar diferentes áreas de conhecimento. No entanto, são as ideias, procedimentos, técnicas e práticas matemáticas desenvolvidas por grupos culturais distintos que vêm sendo tradicionalmente focalizados nas publicações produzidas nas últimas décadas (Rosa *et al.*, 2022). Devido ao crescimento da área, D’ Ambrosio (2018) reuniu as abordagens e organizou a etnomatemática em seis dimensões: conceitual, histórica, cognitiva, epistemológica, política e educacional, as quais se interconectam, e o maior volume da produção acadêmica se concentra nessa última (Rosa *et al.*, 2022).

Pelo enfoque dado aos conhecimentos matemáticos localizados culturalmente e às suas diferenças em relação à matemática acadêmica, uma linha de pesquisa é a da etnomodelagem, na qual se busca analisar os componentes matemáticos de culturas locais e suas relações com os conhecimentos acadêmicos. A diferença em relação à modelagem matemática, um procedimento usado para interpretar, analisar, explicar e resolver problemas da vida real, é que, na etnomodelagem, a cultura é vista como a principal responsável pela organização dos processos de transmissão do conhecimento e por sua lógica e estrutura internas (Orey e Rosa, 2015; Rosa e Orey, 2016).

Existem semelhanças entre a etnomodelagem e a forma pela qual Chassot (1990, 2001) propôs traduzir o saber popular, no sentido de “procurar explicá-lo e tentar **modelá-lo**,

segundo as explicações que são consagradas” (Chassot, 1990, p. 106; Chassot, 2001, p. 212, grifo nosso). Em ambos os casos o que se busca é o estabelecimento de relações com o conhecimento acadêmico. Na etnomodelagem, inicialmente, se procura compreender e aprofundar o conhecimento *emicamente*, ou seja, nos termos próprios dos membros da cultura local (*insiders*), para então traduzi-lo *eticamente*, por meio dos conhecimentos acadêmicos (*outsiders*), pressupondo interações culturais e um cruzamento de olhares: enquanto o conhecimento *êmico* é estudado, descrito e analisado qualitativamente, a análise *ética* direciona-se para uma análise comparativa baseada no conhecimento formal e na busca de relações e explicações causais que transcendem a realidade local. São pontos de vista distintos e complementares, e um princípio é que sejam colocados em diálogo (Orey e Rosa, 2015).

As pesquisas em etnomatemática que utilizam a etnomodelagem (Orey e Rosa, 2015; Rosa e Orey, 2016; Rosa *et al.*, 2022) fazem referência constante ao “saber local”, o qual, embora possa ser dado como sinônimo de “popular”, “indígena”, “nativo” e “tradicional”, costuma ser usado para se referir a uma base de saberes localizada geograficamente e, portanto, associada a determinado contexto político (Antweiler, 1998). Nesses estudos, o saber local (*êmico*) é a fonte primária das informações e o saber formal (*ético*) se molda ou é a ele aplicado. Isso implica em uma localização do conhecimento e, ao mesmo tempo, em sua globalização, ou seja, em sua *glocalização* (Rosa *et al.*, 2022).

### A proposta do “currículo local” em Moçambique

A educação básica em Moçambique é obrigatória e constituída pelo ensino primário e pelo primeiro ciclo do ensino secundário. O sistema nacional de educação no país é constituído por subsistemas, dentre os quais temos o subsistema de educação geral que corresponde ao ensino primário (EP) e ao ensino secundário (ES), cada qual tendo seis classes organizadas em dois ciclos de aprendizagem. As classes são unidades anuais de conteúdos letivos e os ciclos se referem a conjuntos de duas ou três classes. Deste modo, no EP temos o 1º ciclo, da 1ª à 3ª classes, e o 2º ciclo, da 4ª à 6ª classes. Já o ES é formado pelo 1º ciclo, da 7ª à 9ª classes, e o 2º ciclo, da 10ª à 12ª classes. O ensino de ciências tem início a partir da 3ª classe do EP e o ensino de química inicia-se a partir da 8ª classe do ES. Além disso, face à diversidade linguística existente no país, o ensino primário pode ser monolíngue ou bilíngue, e o ensino secundário pode ocorrer de modo presencial ou à distância (Moçambique, 2019).

Desde 2003, foi instituída uma política curricular

nacional que determina que 20% do tempo letivo total de cada disciplina da educação básica seja destinado ao desenvolvimento do chamado “currículo local”, com o objetivo de incorporar matérias diversas da vida ou de interesses das comunidades locais nas diferentes disciplinas:

Um dos grandes objectivos da presente proposta curricular é formar cidadãos capazes de contribuir para a melhoria da sua vida, a vida da sua família, da comunidade e do país, partindo da consideração dos saberes locais das comunidades onde a escola se situa. [...] Os conteúdos locais podem ser estabelecidos em conformidade com as aspirações das comunidades, o que implica uma negociação permanente entre as instituições educativas e as respectivas comunidades (Moçambique, 2003, p. 27).

Na interpretação dessa política, Basílio (2012, p. 81) se referiu a “uma componente do currículo nacional que integra aspectos de cultura local”, vendo-a como “uma das inovações fundamentais que vai perpassar todo o sistema de ensino moçambicano” associada a “uma das grandes preocupações da escola pós-moderna”: “o diálogo entre a cultura local e a cultura universal: a escola e a comunidade; a prática e a teoria”.

Outros autores têm debatido amplamente o “currículo local”, devido à sua importância em integrar aspectos culturais específicos das comunidades moçambicanas no sistema educacional. Mpanda (2022), Mweze (2019), Castiano (2014), Sacarolha (2014), Magiga (2014), Tangay (2014) e Nhalevilo (2013), por exemplo, destacam a relevância desse currículo em promover um ensino que seja mais significativo e contextualizado para os estudantes, e uma das maiores dificuldades para a sua implementação

é a falta de material de apoio para os professores abordarem os conteúdos de natureza local nas salas de aula (Castiano, 2014).

Embora o “currículo local” tenha sido proposto como um componente específico da educação básica com carga horária definida, o plano curricular moçambicano para o ensino secundário não o prescreve do mesmo modo, mas propõe que seja feita a integração de conteúdos de interesse local e

que as abordagens valorizem as experiências locais, articulem os conteúdos a essas realidades e se dediquem à “solução dos problemas da comunidade, através da ligação entre os conteúdos veiculados pelo currículo e a sua aplicação em situações concretas da vida, na família e na comunidade” (Moçambique, 2007, p. 16).

### A metodologia da pesquisa

A investigação que deu origem ao presente texto está

o plano curricular moçambicano ... propõe que seja feita a integração de conteúdos de interesse local e que as abordagens valorizem as experiências locais, articulem os conteúdos a essas realidades e se dediquem à “solução dos problemas da comunidade, através da ligação entre os conteúdos veiculados pelo currículo e a sua aplicação em situações concretas da vida, na família e na comunidade” (Moçambique, 2007, p. 16).

associada ao preparo de uma bebida alcoólica denominada “sope”. Esse é o termo localmente usado na região sul de Moçambique para se referir às bebidas destiladas produzidas a partir da fermentação de uma variedade de frutas, como, por exemplo, manga (*Mangifera indica*), jambalão (*Syzygium cumini*), caju (*Anacardium occidentale*) e laranja (*Citrus sinensis*). Neste trabalho, concentramo-nos no sope produzido a partir da fermentação da fruta massala (*Strychnos spinosa* Lam.). A fonte primária das informações foi uma senhora que reside no Distrito de Chibuto, situado na região sul do país, a qual nos deu permissão para divulgar seus saberes e imagens. Na língua portuguesa, essa senhora tem o nome de Mariana; em sua língua nativa xichangana, seu nome é Masosote. Tivemos o apoio de dois estudantes universitários fluentes nessa língua para a tradução de seus ensinamentos. A interação com ela foi feita pelo primeiro autor deste artigo com o apoio dos acadêmicos, e teve por objetivo conhecer o preparo da bebida segundo o “contexto etnográfico” sugerido por Francisco (2004), ao qual adaptamos o seguinte método: 1) interações com a informante, seus saberes e práticas; 2) documentação do processo por vídeo e fotografia; e 3) sua descrição e tradução por meio dos conhecimentos acadêmicos (etnomodelagem).

As interações com a senhora consistiram em momentos de *ir-e-vir* do local onde ela exerce a sua atividade de produção de sope e envolveram observações dos procedimentos, da manipulação dos objetos, dos modos de fazer e da auscultação das narrativas históricas. Para a documentação do processo utilizamos a gravação em vídeo e fizemos uso de câmera fotográfica digital para o registro de imagens dos instrumentos, procedimentos e materiais utilizados no processo.

O vídeo registrado nos trabalhos de campo se encontra disponível no *YouTube* (Tsembane, 2018) e tem duração de aproximadamente 52 minutos. O audiovisual foi apresentado posteriormente a dois grupos de licenciandos moçambicanos em duas disciplinas, com total de 32 participantes. Eles assistiram ao vídeo e depois receberam uma lista contendo questões para serem respondidas em grupos, por meio das quais se iniciou um diálogo com os conteúdos acadêmicos e escolares por meio da indagação dos procedimentos e das explicações para os fenômenos envolvidos. Em seguida, ocorreram as discussões sobre como inserir ou integrar os saberes locais, especificamente o preparo do sope, em aulas de química do ensino básico, as quais foram registradas por filmagem e analisadas considerando o trinômio “realidade → indivíduo → ação” de D’Ambrosio (2018, p. 52). Nesse percurso, procuramos estabelecer relações entre o conhecimento local e acadêmico, identificar os conteúdos

escolares relacionados ao preparo do sope e as abordagens pedagógicas sugeridas. Na sequência, apresentamos o preparo do sope, no qual foram incluídos enunciados da Senhora Masosote, traduzidos para o português, conforme indicado entre aspas, e um exemplo na língua xichangana.

### O preparo do sope pela senhora Masosote

O sope é uma bebida alcoólica destilada produzida a partir da fermentação da massala, masala ou maciela (nomes em português) ou nsala (na língua xichangana), que é o fruto da massaleira (*Strychnos spinosa* Lam.). A árvore que produz as massalas é encontrada em vários países da África. Em Angola, o nome dado ao fruto é maboque e a árvore é o maboqueiro; outras denominações incluem *monkey orange* – laranja dos macacos (Rolleta, 2008) e *orange de brousse* – laranja selvagem ou arbustiva (Tittkпина *et al.*, 2020).

A massaleira é considerada uma planta sagrada em algumas comunidades africanas, principalmente devido ao seu uso na medicina tradicional ou etnomedicina. Avakoudjo *et al.* (2020), por exemplo, mostraram que, dentre os 36 usos dados à planta em Benin, 28 eram

medicinais. Omotayo e Aremo (2021) mencionaram que a fruta nativa tem elevado valor nutricional e sensorial, e associa-se à segurança alimentar de populações rurais menos favorecidas, com benefícios adicionais para a saúde por suas propriedades antioxidantes. Os usos etnomedicinais foram documentados em vários locais, regiões e países da África. Pesquisas farmacológicas realizadas *in vitro* revelaram vários graus de atividade biológica contra microrganismos e parasitas, sendo observadas

atividades antiplasmodiais (malária), antitripanossomiais (leishmaniose), antibacterianas e antifúngica (tuberculose e candidíase), anti-inflamatórias, antioxidantes e antidiabéticas, destacando-se as ações dos extratos das substâncias das folhas, raízes e frutos (Tittkпина *et al.*, 2020).

Essas propriedades têm relações com as ações de metabólitos secundários de substâncias alcaloides, esteroides, terpenoides, taninos, açúcares redutores, saponina, estriquina e outras, mas ainda há a necessidade de estabelecer uma avaliação completa do potencial da planta e confirmar outros usos, tais como o tratamento da diarreia, de problemas sexuais femininos, da infertilidade, hipertensão, estímulo à lactação, uso afrodisíaco e alívio à picada de cobras, incluindo investigações sobre toxicidade, ensaios clínicos e ampla avaliação *in vivo* dos potenciais terapêuticos (Aremu e Moyo, 2022; Tittkпина *et al.*, 2020).

As Figuras 1 e 2 ilustram e complementam informações sobre a composição, as propriedades e usos do fruto e da

O sope é uma bebida alcoólica destilada produzida a partir da fermentação da massala, masala ou maciela (nomes em português) ou nsala (na língua xichangana), que é o fruto da massaleira (*Strychnos spinosa* Lam.). A árvore que produz as massalas é encontrada em vários países da África. Em Angola, o nome dado ao fruto é maboque e a árvore é o maboqueiro; outras denominações incluem *monkey orange* – laranja dos macacos (Rolleta, 2008) e *orange de brousse* – laranja selvagem ou arbustiva (Tittkпина *et al.*, 2020).



Figura 1: Imagens de massalas e informações sobre sua composição (a) e usos (b).



**Usos em etnomedicina** (principalmente folhas, raízes, casca e frutos): usam para curar feridas, mordida de cobras, doenças venéreas (sífilis e gonorreia) e do fígado, dores de estômago, dores abdominais, problemas de sono, cólicas, esterilidade, abscessos, malária, diarreia, anemia, tumores, diabetes, hemorroidas, dor de dente e de ouvido, olhos inflamados, menorragia, hérnia, tripanossomíases, tuberculose, dermatite, infecção urinária, abscesso, constipação, febres, nanismo, imunidade e outras doenças.

Figura 2: Imagem de uma massaleira e usos em etnomedicina.

planta, conforme revisão feita nas publicações de Avakoudjo *et al.* (2020), Maússe (2015), Maússe *et al.* (2021), Ngadze *et al.* (2017a, 2017b), Omotayo e Aremu (2021), Sitrit *et al.* (2003) e Tittikpina *et al.* (2020).

O preparo do sope de massalas compreende um saber local do tipo procedimental, ou seja, segue uma sequência pré-estabelecida de passos ou *scripts* (Antweiler, 1998), semelhante às operações requeridas para realizar uma destilação simples em laboratório, e envolvem: coletar e colocar

os frutos para fermentar; organizar, preparar e ajustar os materiais e conexões para realizar a destilação; tampar e vedar aberturas; ajustar a inclinação do condensador e mantê-lo suspenso em relação ao chão; realizar trocas de água; controlar o fogo e testar o destilado. Esses procedimentos envolvem saberes específicos da senhora Masosote que não são de domínio geral da população. Na Figura 3 ilustram-se os recursos utilizados e o arranjo da destilação da bebida.

Segundo nossa informante, a etapa de coleta e transporte dos frutos da massaleira é a mais trabalhosa: *Svakukarhata ikurwalela hikuva masala matekiwa kule nasvona katindawu takuhambana. Wona ntirho lowu wakarata, kambe mina se niwutolovelile hikuva nikuma kuwundla vana hikola kawona naniwutirha kusukela khale* – “O mais complicado é carregar a massala, porque é encontrada muito distante e em vários sítios. Esse processo é difícil, mas eu já estou habituada porque consigo criar meus filhos, já faz muito tempo que faço esse trabalho”. As massalas são apanhadas diretamente da árvore quando verdes ou são coletadas no chão, uma vez que os frutos caem quando maduros.

Quando as massalas estão verdes têm de ser deixadas na casca por quatro dias antes de serem colocadas para fermentar e “não existe nenhuma diferença no álcool destilado”. No inverno, a fermentação ocorre em um período de sete a oito dias, mas geralmente leva seis dias. Segundo Ngadze *et al.* (2017b), ocorre uma ação enzimática durante o armazenamento e amadurecimento da fruta que aumenta a quantidade total de sólidos dissolvidos e de sacarose, glicose e frutose, assim como dos ácidos cítrico e málico. Para saber se a fermentação foi concluída, “se repara para ver se fermentou ou

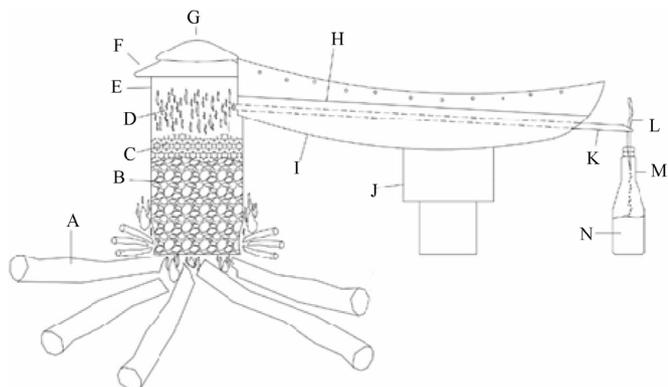


Figura 3: Arranjo e componentes do alambique. A: lenha e gravetos; B: mistura fermentada de massala; C: folhas de cajueiro; D: vapor proveniente do aquecimento; E: xitamborane; F: tampa; G: areia molhada; H: água; I: tsevele; J: pedra; K: cano; L: zambiza; M: garrafa; N: sope.

não, não se prova; para poder saber é preciso mexer, quando ainda não fermentou tem uma espuma branca, mas depois de fermentar a espuma tem uma cor avermelhada”.

As massalas sofrem fermentação espontânea/natural, devido à ação de microrganismos fermentadores sobre os açúcares presentes na polpa, com produção de etanol e dióxido de carbono (espuma branca). A espuma avermelhada pode ter relação com o elevado teor de ferro na fruta (70-140 mg/100g), mas é mais provável que seja devido ao escurecimento enzimático da polpa (Ngadze *et al.*, 2017b). Assim que encerra a fermentação, a mistura é levada para um recipiente cilíndrico, o *xitamborane*, onde será aquecida para separar o álcool. Esse recipiente tem cerca de 80 cm de altura, 40 cm de diâmetro e duas aberturas circulares: uma na parte superior com cerca de 20 cm e outra lateral de aproximadamente 4 cm.

A mistura fermentada é introduzida pela abertura superior até cerca da metade do volume do recipiente: “não pode se encher”, disse ela, “porque durante a fervura, em vez de sair o álcool, vai sair a espuma. Por isso que coloco estas folhas [de cajueiro] por cima”. Tal espuma provavelmente se deve ao desprendimento do dióxido de carbono dissolvido, mas também pode ter relação com os compostos carboxílicos (gorduras) presentes na fruta.

Para separar o álcool produzido na fermentação, a senhora elabora um condensador adaptando um cano com cerca de um metro e meio de comprimento na abertura lateral do *xitamborane* e fixando-o ao redor do encaixe com uma mistura de areia úmida e terra, a qual também é usada para vedar ao redor da tampa, que é colocada na abertura superior: “é areia molhada para fechar a abertura do tambor de modo a não permitir o escapamento de vapores, dado que, se escaparem os vapores, será difícil recolher a bebida, mesmo que se recolha, poderá não conter álcool”. Depois ela enrola o cano com um pano e o posiciona dentro da casca de uma árvore chamada *tsevele*, a qual tem comprimento menor que o do cano e cerca de 60 cm de largura, sendo mantida suspensa em relação ao chão usando suportes tais como pedras, painéis e bancos.

As extremidades laterais do *tsevele* são fixadas por gravetos que agem como grampos, de modo a compor uma estrutura quase cilíndrica, pois será dentro da casca da árvore que os vapores alcoólicos serão resfriados ao passarem pelo cano de condensação: “mete-se água para resfriar o alambique (*lambika*), de modo a permitir que a bebida não saia quente; como o *tsevele* se encontra inclinado, a água não chega na parte de cima, perto da panela de destilação. Dessa forma o alambique encontra-se não submerso na água, podendo aquecer”, e “quando fica quente [a água] é trocada com outra fria; é preciso preparar a água para resfriar o alambique e a lenha”.

Para separar o álcool produzido na fermentação das massalas, o *xitamborane* é aquecido por meio da combustão de lenha e gravetos que são colocados ao seu redor, mas é preciso aquecer lentamente, pois o calor não pode ser intenso e requer controle constante. Após cerca de 10 minutos de aquecimento a bebida começa a gotejar. Uma garrafa de vidro é posicionada abaixo da extremidade livre do cano de condensação para coletá-la, onde se amarra um graveto: a *zambiza*, que tem a função de conduzir o destilado para dentro da garrafa coletora. As Figuras 4 e 5 exibem os materiais usados e o alambique.

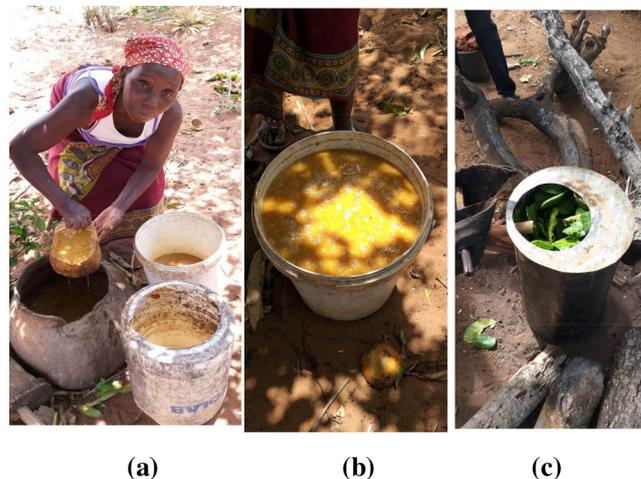


Figura 4: A Senhora Masosote (a), a mistura de massalas após a fermentação (b) e o *xitamborane* coberto internamente com folhas de cajueiro (c).

Trata-se de uma destilação simples que irá separar o etanol, mas que também irá degradar algumas substâncias devido à temperatura, como os compostos fenólicos (antioxidantes), a vitamina C e as substâncias orgânicas voláteis presentes no fruto da massala, e produzir diferentes frações de etanol no destilado durante o processo. Para perceber o teor, a senhora deixa cair algumas gotas sobre a fogueira: “a de alto teor possui uma aparência característica e quando é deitada no fogo arde com vivacidade”. A fração mais concentrada em álcool é chamada de *xindere* e é geralmente usada para ser misturada com frações posteriores do destilado, que não “ardem” tanto, diminuindo o teor alcoólico da bebida.

Segundo a senhora Masosote, o *xindere* se conserva por mais de um ano desde que se tampe devidamente o recipiente



(a)



(b)

Figura 5: A senhora Masosote (a) e seu alambique (b).

que o contém. Não se pode, contudo, beber a mistura fermentada (não destilada), pois “embebeda mais e, para além disso, provoca doenças, não anima, é diferente das outras frutas”. Ao comparar sua bebida com outras feitas industrialmente, ela disse que sua preferência é pela “caseira, porque não possui alto teor, é acessível (barato), e medida consoante ao valor que a pessoa possui; a diferença existe, porque essa fabricada em casa apenas se usa fruta, não se acrescenta outra coisa fora da fruta que é usada, enquanto a fabricada em indústrias contém adições que dão outros sabores”. O sope é comercializado pela senhora na comunidade onde vive, mas não é consumido por ela: “não tomo, só provo, para saber se é bom álcool ou não”. A seguir, apresentamos as propostas de licenciandos moçambicanos para a inserção do preparo do sope em aulas de química com a transcrição de suas falas entre aspas.

### As propostas de inserção do preparo do sope em aulas de química pelos licenciandos

Dentre os conteúdos escolares de química relacionados ao preparo do sope, identificamos a fermentação alcoólica, a destilação simples e a combustão. Além desses, observamos haver uma vasta abordagem sobre a *Strychnos spinosa* em publicações científicas, revelando suas características, potencial nutritivo e usos medicinais. Capece (2020) já havia destacado o poder de cura da planta como mote para estudá-la nas aulas de ciências em Moçambique, especialmente considerando seus aspectos biológicos, mas nenhum dos licenciandos envolvidos na pesquisa mencionou tais propriedades, o que nos sugeriu tanto o desconhecimento quanto a ausência de estudos sobre a planta em suas escolarizações.

Um direcionamento pedagógico dado em uma das turmas foi realizar previamente uma abordagem sobre os “prejuízos do álcool”, uma vez que o

seu consumo é um problema existente e “há quem pode ver isso e incentivar-se”, conforme disse uma licencianda. Na outra turma, os licenciandos não sabiam como adequar o preparo do sope ao currículo escolar. Inicialmente, as propostas seguiram a direção de fragmentar os procedimentos e explorá-los em partes para ilustrar os conteúdos escolares, o que seria equivalente a uma abordagem *ética* (global) exemplificada pela *êmica* (local): “vamos olhar para o programa de ensino, tem a parte que fala de separação de misturas, então vamos pegar só naquela parte de separação de misturas do processo de sope”.

Conforme as discussões prosseguiram, os licenciandos perceberam que também era possível aplicar os conteúdos à interpretação de cada etapa de processo, correspondendo, desse modo, a uma abordagem *êmica* explicada pela *ética*. Uma sugestão foi produzir a bebida com os estudantes tendo o apoio da comunidade: “na medida que vai fabricando, ele [o professor] vai dizendo: este momento é da fermentação, isto é cinética, por exemplo, isto é destilação, isto é separação de mistura”. Nesse contexto, uma licencianda observou que “o aluno não é obrigado a saber produzir a bebida, porque o objetivo não é esse, o objetivo é o aluno participar daquela produção para adquirir algum conhecimento”, ou seja, no contexto escolar a produção da bebida se distingue por

relacionar-se à aprendizagem de conteúdos da química necessários ao seu entendimento. Isso levou a reflexões sobre se “o aluno consegue fazer a relação”, a associar os fenômenos aos seus respectivos conteúdos escolares, e um licenciando sugeriu que esse papel caberia, a princípio, ao professor.

Com a percepção de que a produção do sope demanda tempo, uma proposta foi o desenvolvimento de atividades extraclasse com registro por fotografias e relatórios visando recuperar os eventos e aprofundá-los posteriormente nas

aulas. A partir daí, o debate centrou-se no tipo de escola onde os trabalhos ocorreriam, se rural ou urbana, o que implicaria

Conforme as discussões prosseguiram, os licenciandos perceberam que também era possível aplicar os conteúdos à interpretação de cada etapa de processo, correspondendo, desse modo, a uma abordagem *êmica* explicada pela *ética*. Uma sugestão foi produzir a bebida com os estudantes tendo o apoio da comunidade: “na medida que vai fabricando, ele [o professor] vai dizendo: este momento é da fermentação, isto é cinética, por exemplo, isto é destilação, isto é separação de mistura”.

no uso de diferentes recursos. Uma possibilidade nas escolas urbanas, segundo os licenciandos, seria utilizar o vídeo que assistiram, enquanto nas escolas rurais os estudantes poderiam ter acesso à prática na comunidade e realizar seu registro fotográfico. Um deles sugeriu o uso de cartazes nas escolas rurais, argumentando que foi por meio desse recurso que ele foi alfabetizado em língua portuguesa.

As discussões prosseguiram em torno do uso de imagens e de como os livros didáticos as exploram. Nesse contexto, um licenciando mencionou, por duas vezes, que “o professor deve ser criativo”, pois ele “é a luz que ilumina o futuro” e, para isso, “precisa de buscar recursos”. As réplicas a tal comentário se deram na forma de propostas diversas: elaborar uma “banda desenhada” (história em quadrinhos), “criarmos uma criatividade de fazer” (ter na escola o que usam e fazem na comunidade para os estudantes presenciarem), trabalhar a partir das vivências/experiências e relatos dos próprios estudantes, criar um “laboratório não convencional” para reproduzir os saberes locais na escola, transformar o vídeo assistido em um texto com questões, fazer um teatro com os estudantes a partir do vídeo com acréscimo das explicações científicas e aplicar um jogo de cartas como forma de avaliação.

### Considerações finais

Nas reflexões e propostas dos licenciandos, o trinômio realidade → indivíduo → ação se concretizou no processamento de informações sobre o preparo do sope (*inputs*) visando a proposição de estratégias (*outputs*) para sua inserção em aulas de química. Segundo D’Ambrosio (2018, p. 52), tal processamento envolve um “complexo cibernético, com uma multiplicidade de sensores não dicotômicos, identificados como instinto, memória, reflexos, emoções, fantasia, intuição, e outros elementos”, mas o saber precisa ainda da prática para que o fazer seja avaliado, redefinido e reconstruído. Em outras palavras, para ser construído, o conhecimento requer a relação dialética entre o saber e o fazer, o que representou uma limitação das estratégias de ensino propostas.

Ao vermos essa experiência na formação de professores, uma vez que a cultura é aquela que organiza a lógica, a estrutura e os processos de transmissão do conhecimento (Orey e Rosa, 2015; Rosa e Orey, 2016), então temos que considerar que as propostas dos licenciandos representaram “etnomodelagens pedagógicas” que se direcionaram para a inserção do preparo do sope no ensino de química associado à sua tradução pelos conteúdos escolares correlacionados, partindo do conhecimento global para o local e vice-versa.

Nesse cenário, o prefixo *etno* relaciona as proposições dadas ao grupo cultural de licenciandos moçambicanos envolvidos.

De outro lado, uma vez que eles chegaram ao ensino superior advindos de uma escolarização constituída pelo componente do currículo local, surpreendeu-nos a ausência de proposições como a que Chassot (1990, 2001) enfatizou como sendo a meta mais importante dos estudos sobre os saberes populares: a resolução dos problemas da comunidade. Uma possibilidade seria ... envolver os estudantes na proposição de formas de aprimoramento de seu alambique para resolver de alguma forma o problema da troca manual da água de resfriamento do condensador, por exemplo.

aprimoramento de seu alambique para resolver de alguma forma o problema da troca manual da água de resfriamento do condensador, por exemplo. No contexto brasileiro, cabe observar que a experiência aqui descrita pode contribuir para a implementação da lei 10.639/2003, que dispõe sobre o ensino da cultura africana na educação básica, seja na formação de professores ou de estudantes.

Na relação com os saberes populares, um princípio estabelecido por Chassot (1990, p. 104) foi “trabalhar criticamente a *ciência do cientista*, a *ciência da escola* e a *ciência popular*”. Não temos críticas a nenhuma dessas instâncias, mas à política curricular moçambicana de atribuir à escola o papel de solucionar os problemas da comunidade sem o apoio de outras políticas/programas que articulem investimento financeiro para a transferência ou modificação de tecnologias com o apoio das universidades. Nesse cenário, lembramos que D’Ambrosio (2018) mencionou a ética do respeito, da solidariedade e da cooperação como valores humanos fundamentais no encontro entre culturas, o que implica em respeitarmos tanto as limitações da escola e dos professores quanto as dos detentores dos saberes locais, procurando perceber se estes têm interesse em inseri-los nas escolas, se desejam ou necessitam modificá-los/aprimorá-los/otimizá-los, qual seria o apoio financeiro e que outras necessidades teriam.

---

**Sérgio Francisco Tsembane** (gitotsembane@gmail.com) é bacharel e licenciado em Ensino de Química pela Universidade Pedagógica (UP) de Moçambique, mestre em Estudos Avançados em Educação pela Universidade Complutense de Madrid (UCM) e doutorando em Educação em Química no Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL). Atualmente é docente do departamento de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Save de Moçambique (UNISAVE). **Paulo Cesar Pinheiro** (pcpin@ufsj.edu.br) é licenciado e bacharel em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), mestre em Química e doutor em Educação pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é docente do departamento de Ciências Naturais e do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ).

## Referências

- ABUMCHUKWU, A. A.; EKE, J. A. e ACHUGBU, C. N. J. Effects of ethnochemistry instructional strategy on secondary school students' achievement in chemistry in Onitsha Education Zone. *African Journal of Science, Technology & Mathematics Education*, v. 6, n. 1, p. 121-128, 2021.
- AHMAD, S. S. e HALLIRU, A. Effect of ethnochemistry based approach on secondary school students' attitude toward chemistry concepts in malumfashi educational zone, Katsina state, Nigeria. *African Journal of Science, Technology & Mathematics Education*, v. 8, n. 8, p. 671-679, 2022.
- ANTWEILER, C. Local knowledge and local knowing: an anthropological analysis of contested "cultural products" in the context of development. *Anthropos*, v. 93, p. 469-494, 1998.
- AREMU A. O. e MOYO M. Health benefits and biological activities of spiny monkey orange (*Strychnos spinosa* Lam.): an african indigenous fruit tree. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 283, p. 1-17, 2022.
- AVAKOUDJO, H. G. G.; HOUNKPÈVI, A.; IDOHO, R.; KONÉ, M. W. e ASSOGBADJO, A. E. Local knowledge, uses, and factors determining the use of *Strychnos spinosa* organs in Benin (West Africa). *Economic Botany*, v. 67, n. 2, p. 15-31, 2020.
- BARROS, J. A. e RAMOS, L. Perspectives in ethnochemistry. In: GERDES, P. (Ed.) *Explorations in ethnomathematics and ethnoscience in Mozambique*. Moçambique: Instituto Superior Pedagógico, 1994.
- BASÍLIO, G. O currículo local nas escolas moçambicanas: estratégias epistemológicas e metodológicas de construção de saberes locais. *Educação e Fronteiras on-line*, v. 2, n. 5, p. 79-97, 2012.
- BORGES, R. A. S.; DUARTE, A. R. S. e CAMPOS, T. M. M. A formação do educador matemático Ubiratan D'Ambrosio: trajetória e memória. *Bolema*, v. 28, n. 50, p. 1056-1076, 2014.
- CAMPOS, M. D. Etnociência ou etnografia de saberes, técnicas e práticas? In: AMOROSO, M. C. M.; MING, L. C.; SILVA, S. P. (Eds.) *Métodos de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas*. Rio Claro: Unesp/CNPq, 2002.
- CAPECE, J. A. Os saberes das comunidades locais e os saberes escolares: em busca das percepções socioculturais e antropológicas e a possibilidade de uma transposição didática. *Revista Internacional de Educação de Jovens e Adultos*, v. 3, n. 6, p. 101-115, 2020.
- CASTIANO, J. P. Finalmente os saberes locais vão entrar oficialmente na escola: perigos e desafios. In: NHALEVILO, E. A.; TSAMBE, M. Z.; CASTIANO, J. P. *Os saberes locais e a educação*. Maputo: Texto Editores, 2014.
- CECILIA, O.; SUNDAY, A. O. e NGOZI, O. C. Effect of ethnochemistry based instructional package on students' achievement in chemistry. *Journal of Education and Practice*, v. 14, n. 17, p. 1-5, 2023.
- CHASSOT, A. I. Procurando resgatar a química nos saberes populares. In: CHASSOT, A. I. *A educação no ensino da química*. Ijuí: Unijuí, 1990.
- CHASSOT, A. I. Procurando resgatar a ciência nos saberes populares. In: CHASSOT, A. I. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Unijuí, 2001.
- CHASSOT, A. I. *Sete escritos sobre educação e ciência*. São Paulo: Cortez, 2008.
- CHASSOT, A. I. *Das disciplinas à indisciplina*. Curitiba: Appris, 2016.
- CHINYERE, E. M.; CHINELO, O. O. e NGOZI, E. R. Effects of ethno-chemistry instructional approach on secondary school students' academic achievement and retention in chemistry in Demmili – north local govt. area, Anambra state. *Journal of Educational Research on Children, Parents & Teachers*, v. 4, n. 2, p. 102-111, 2023.
- D'AMBROSIO, U. Etnomatemática: um programa. *Educação Matemática em Revista*, v. 1, p. 7-12, 2002.
- D'AMBROSIO, U. *Etnomatemática: elo entre as tradições e modernidade*. 5ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.
- FERREIRA, R. D.; NAIMAN, W. M. e TECHIO, K. H. Etnoquímica na educação básica: revisão bibliográfica sobre as produções no Brasil. *Revista Cocar*, v. 17, n. 35, p. 1-15, 2022.
- FRANCISCO, Z. L. *O ensino de química em Moçambique e os saberes culturais locais*. Tese de Doutorado em Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.
- FRANCISCO JUNIOR, W. E.; YAMASHITA, M. e MARTINES, E. A. L. M. Saberes regionais amazônicos: do garimpo de ouro no Rio Madeira (RO) às possibilidades de inter-relação em aulas de química/ciências. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 4, p. 228-236, 2013.
- GERDES, P. (Ed.) *Explorations in ethnomathematics and ethnoscience in Mozambique*. Moçambique: Instituto Superior Pedagógico, 1994.
- GERDES, P. *Da etnomatemática a arte-design e matrizes cíclicas*. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.
- GONDIM, M. S. C. e MOL, G. S. Saberes populares e ensino de ciências: possibilidades para um trabalho interdisciplinar. *Química Nova na Escola*, v. 30, p. 3-9, 2008.
- KONYEFA, B. I. e CHINELO, O. E. Effect of ethnochemistry instructional approach on secondary school students' achievement in chemistry in Bayelsa state. *International Journal of Education and Evaluation*, v. 7, n. 5, p. 12-19, 2021.
- LEAL, R. C. e MOITA NETO, J. M. Amido: entre a ciência e a cultura. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 2, p. 75-78, 2013.
- MAGIGA, P. O papel da organização escolar em relação ao currículo local. In: NHALEVILO, E. A.; TSAMBE, M. Z.; CASTIANO, J. P. *Os saberes locais e a educação*. Maputo: Texto Editores, 2014.
- MARASINGHE, B. Ethnochemistry and ethnomedicine of ancient papua new guineans and their use in motivating students in secondary schools and universities in PNG. *Universal Journal of Educational Research*, v. 4, n. 7, p. 1724-1726, 2016.
- MASSI, L. e LEONARDO JÚNIOR, C. S. Produção de sabão no assentamento rural Monte Alegre: aspectos didáticos, sociais e ambientais. *Química Nova na Escola*, v. 41, n. 2, p. 124-132, 2019.
- MAÚSSE, B. J. *Caracterização química e avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante das polpas e derivados dos frutos de massala (Strychnos spinosa) e mapfilwa (Vangueria infausta)*. Dissertação de Mestrado em Química e Processamento de Recursos Locais, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, 2015.
- MAÚSSE, B. J.; MUNYEMANA, F.; UAMUSSE, A. e MANJATE, A. Determination of total phenols and evaluation of the antioxidant activity of pulps and fruit derivatives of *Vangueria infausta* and *Strychnos spinosa*. *Journal of Medicinal Plants Studies*, v. 9, n. 3, p. 6-13, 2021.

- MOÇAMBIQUE. *Plano curricular do ensino básico*. Maputo: Instituto Nacional do Desenvolvimento da Educação (INDE)/Ministério da Educação (MINED), 2003.
- MOÇAMBIQUE. *Plano curricular do ensino secundário geral*. Maputo: Ministério da Educação e Cultura, Instituto Nacional de Desenvolvimento da Educação (INDE), 2007.
- MOÇAMBIQUE. *Boletim da República número 183*. Moçambique: Imprensa Nacional, 2019. Disponível em: <https://archive.gazettes.africa/archive/mz/2019/mz-government-gazette-series-i-dated-2019-09-19-no-183.pdf>, acesso em mai. de 2024.
- MPANDA, V. J. S. Integração curricular dos saberes locais: relação escola-comunidade local. *Njinga & Sepé: Revista Internacional de Culturas, Línguas Africanas e Brasileiras*, v. 2, n. 1, p. 188-205, 2022.
- MWEZE, J. A. *O currículo local no desenvolvimento das competências operacionais do educando na disciplina de ofícios*. Tese de Doutorado em Inovação Educativa, Universidade Católica de Moçambique, Nampula, 2019.
- NGADZE, R. T.; VERKERK, R.; NYANGA, L. K.; FOGLIANO, V. e LINNEMANN, A. R. Improvement of traditional processing of local monkey orange (*Strychnos* spp.) fruits to enhance nutrition security in Zimbabwe. *Food Security*, v. 9, p. 621-633, 2017a.
- NGADZE, R. T.; LINNEMANN, A. R.; NYANGA, L. K.; FOGLIANO, V. e VERKERK, R. Local processing and nutritional composition of indigenous fruits: the case of monkey orange (*Strychnos* spp.) from Southern Africa. *Food Reviews International*, v. 33, n. 2, p. 123-142, 2017b.
- NHALEVILO, E. Z. A. Currículo local: uma oportunidade para emancipação. *Revista e-Curriculum*, v. 11 n. 1, p. 23-34, 2013.
- OMOTAYO, A. O. e AREMU, A. O. Undervalued spiny monkey orange (*Strychnos spinosa* Lam.): an indigenous fruit for sustainable food-nutrition and economic prosperity. *Plants*, v. 10, n. 12, p. 1-12, 2021.
- OREY, D. C. e ROSA, M. Three approaches in the research field of ethnomodeling: emic (local), etic (global), and dialogical (glocal). *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, v. 8, n. 2, p. 364-380, 2015.
- PINHEIRO, P. C.; PINHEIRO, J. S. e MAGALHÃES, J. C. S. Interfaces da educação química com a cultura popular no Brasil. *Revista Semina: Ciências Sociais e Humanas*, v. 43, n. 2, p. 279-292, 2022.
- ROLLETA, P. O fruto do futuro. *Revista Indico*, v. 44, p. 48-50, 2008.
- ROSA, M. e OREY, D. C. Ethnomodelling: exploring glocalization in the contexts of local (emic) and global (etic) knowledge. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, v. 6, n. 1, p. 196-218, 2016.
- ROSA, M.; ALVES, G. M. e OREY, D. C. Refletindo sobre as seis dimensões do programa etnomatemática na perspectiva da glocalização. *Journal of Mathematics and Culture*, v. 16, n. 1, p. 90-118, 2022.
- SACAROLHA, A. O papel da comunidade e das instituições locais na implementação do currículo local. In: NHALEVILO, E. A.; TSAMBE, M. Z.; CASTIANO, J. P. *Os saberes locais e a educação*. Maputo: Texto Editores, 2014.
- SILVA, P. B.; AGUIAR, L. H. e MEDEIROS, C. F. O papel do professor na produção de medicamentos fitoterápicos. *Química Nova na Escola*, v. 11, p. 19-23, 2000.
- SINGH, I. S. e CHIBUYE, B. Effect of ethnochemistry practices on secondary school students' attitude towards chemistry. *Journal of Education and Practice*, v. 7, n. 17, p. 44-56, 2016.
- SITRIT, Y.; LOISON, S.; NINIO, R.; DISHON, E.; BAR, E., LEWINSOHN, E. e MIZRAHI, Y. Characterization of monkey orange (*Strychnos spinosa* Lam.), a potential new crop for arid regions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 51, n. 21, p. 6256-6260, 2003.
- SIWALE, A.; SINGH, S. I. e HAYUMBU, P. Impact of ethnochemistry on learners achievement and attitude towards experimental techniques. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, v. 4, n. 8, p. 534-542, 2020.
- TANGAY, T. O papel da GTZ/pro-educação no apoio à implementação do currículo local na sala de aula. In: NHALEVILO, E. A.; TSAMBE, M. Z.; CASTIANO, J. P. *Os saberes locais e a educação*. Maputo: Texto Editores, 2014.
- TITTIKIPINA, N. K.; ATAKPAMA, W.; HOEKOU, Y.; DIOP, Y. M.; BATAWILA, K. e AKAPAGANA, K. *Strychnos Spinosa* Lam: comprehensive review on its medicinal and nutritional uses. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, v. 17, n. 2, p. 8-21, 2020.
- TSEMBANE, S. F. O fabrico do sópe a partir da massala. *YouTube*, 2018. Disponível em: <https://youtu.be/T3s-l-AICKI?si=4vs-OvM1xDbYgao0>, acesso em nov. 2024.
- VENQUIARUTO, L. D.; DALLAGO, R. M.; VANZETO, J. e DEL PINO, J. C. Saberes populares fazendo-se saberes escolares: um estudo envolvendo a produção artesanal do pão. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 3, p. 135-141, 2011.
- V-MUNDAU, A. e TAWANDA, T. Pre-service science teachers' views on the use of indigenous chemistry knowledge in chemistry metacognition. *International e-Journal of Educational Studies*, v. 6, n. 12, p. 224-234, 2022.

**Abstract:** The monkey orange sope making and pre-service teachers' proposals for its insertion in Mozambique's Chemistry teaching. The studies on folk knowledge in Brazil and in ethnochemistry in Mozambique are similar proposals for chemistry education that have implications for the Mozambican curricular policy called "local curriculum". In this context, we describe the knowledge related to the making of an alcoholic beverage involving the fermentation of monkey orange fruits (*Strychnos spinosa* Lam.) and its distillation using local resources, in which we seek to establish relationship with academic knowledge by means of ethnomodelling. From the interaction with a video of the process, a group of pre-service teachers proposed ways to insert the knowledge in chemistry classrooms highlighting the mediation by varied means.

**Keywords:** sope of monkey orange, ethnomodelling, chemistry teaching

## A peça “O guardião dos cristais”: aproximações entre teatro, divulgação científica e ensino de Química

Wellington Francisco

O teatro abrange a expressão de variadas artes, como a música, a arte visual (cenografia) e a literatura, o que amplifica as formas de linguagens. Tais expressões, ao serem combinadas com informações científicas, possibilitam a divulgação científica por causa da multimodalidade de linguagem. Diante disso, este artigo objetivou identificar elementos na construção e apresentação da peça teatral “O guardião dos cristais” que contribuem na divulgação científica do conceito de cristais e estabelecem aproximações com o espaço multidimensional do conhecimento químico. Os resultados da análise documental (ata da reunião, roteiro da peça e vídeo da gravação da peça) mostram que os principais elementos que contribuem para a divulgação científica sobre cristais com a peça são: (i) a abordagem contextual oriunda das experiências dos sujeitos para a criação da peça e importância dos elementos teatrais (enredo, personagens, cenários, iluminação, som etc.); (ii) características e encenação dos personagens, devido à proximidade com o público; (iii) conexão entre cenografia, principalmente as trocas de cenários e as estruturas metálicas que representavam os cristais, com as falas científicas dos personagens, que permitiram explorar os cristais em um constante vai e vem entre o nível das experiências e o nível dos modelos e representações, por meio de uma linguagem visual e comunicativa ao público.

► triplete químico, arte teatral, cristais ◀

Recebido em 28/05/2024; aceito em 22/11/2024



### Introdução e apropriações teóricas

A divulgação científica (DC) visa popularizar o conhecimento científico a todo o público de forma acessível e compreensível. Essa atividade é essencial para aumentar a visibilidade e a importância da ciência frente à sociedade, sobretudo após o desenvolvimento industrial, crescimento da busca por escolarização e maior demanda de cursos universitários a partir dos anos 1950.

Conforme Reis e Gonçalves (2000), foi o jornalismo científico que se mobilizou para organizar e informar os cidadãos sobre os conhecimentos científicos e seus benefícios para a sociedade em geral. Assim, a DC pode ser entendida como “um processo de recodificação dos resultados de pesquisas em mensagens acessíveis, que serão enviadas através de um meio de divulgação ao público final” (Guimarães, 2021, p. 31). Para isso, é preciso considerar elementos teóricos como transposição didática e tipo de linguagem, assim como elementos práticos – meios de comunicação e interatividade – “para aproximar ciência e sociedade e estimular o diálogo entre cientistas e diferentes segmentos sociais” (Almeida e

Hamilton, 2023). Ao envolver essas características durante o processo de DC, é possível democratizar a informação e o conhecimento científico para um público não especializado mediante uma transposição de conteúdo com uma linguagem mais acessível.

Com o advento de tecnologias como televisão, rádio e, posteriormente, a internet (redes sociais), o número de canais e diferentes meios de se divulgar a ciência se ampliou. Para Valerio e Pinheiro (2008), as tecnologias de informação e comunicação eletrônicas proporcionam maior acesso à informação e ao conhecimento, o que é capaz de consumir a transformação social.

Diversas atividades, como a criação de vídeos didáticos, exposições em museus, feiras de ciências, redes sociais e peças teatrais contribuem para a promoção da DC (Almeida e Hamilton, 2023; Guimarães e Freire, 2021; Costa e Barros, 2014). Quando a DC é incorporada a elementos artísticos e culturais, a disseminação de informações científicas se torna mais acessível e exerce um papel educativo (Benedetti Filho *et al.* 2013) e social (Valerio e Pinheiro, 2008).



A arte tem se tornado estratégia recorrente na DC, com capacidades de ampliar e diversificar o público. Segundo Almeida e Hamilton (2023, p. 110), o teatro tem potencial em propalar o conhecimento de “forma lúdica, divertida e agradável em função da natureza interativa do drama e sua capacidade de emocionar, animar e entreter, e oferecendo uma experiência memorável para os visitantes”. Para além disso, pode realizar a aproximação entre ciência e sociedade.

Segundo Lopes (2005), o teatro expressa outras formas de arte, como a música, a arte visual e a literatura, o que amplifica as formas de linguagens. Tais expressões ao serem combinadas, quando não possibilitam a compreensão de um fenômeno, pelo menos aproximam o público da compreensão, com sua linguagem facilitadora (Fruguglietti, 2009).

Sob o ponto de vista dos conteúdos científicos divulgados nas peças teatrais, Black e Goldowsky (1999) argumentam para a capacidade de vinculá-los aos contextos humanos, contribuindo para uma visão mais real e menos estereotipada da ciência. Outro destaque é a estrutura narrativa e o envolvimento emocional que é mais multifacetado e multifocal em relação a qualquer outro recurso didático apontado por Hughes *et al.* (2007). Já Sant’Ana e Moreira (2020) apontam o uso da experimentação nos roteiros das peças que auxiliam na divulgação científica.

Diante das características do TC para divulgar a ciência, é importante ressaltar que o teatro não é mero instrumento de DC como recorrentemente é percebido. Para Lopes e Dahmousche (2019, p. 317), “...é frequente a visão utilitarista, e equivocada, de que na associação à divulgação científica, o teatro seria mero instrumento a serviço das ciências. Tal compreensão deve ser eliminada, pois deturpa e apequena ambos.”

O teatro é um campo de conhecimento que deve ser considerado para a DC. Não se pode desconsiderar os elementos de iluminação, sonoplastia, cenografia, figurinos, performance dos atores (voz, corpo etc.), maquiagens, máscaras, objetos de cena, enredo, dentre outros, que mobilizam a atenção do público e favorecem uma maior significação do assunto tratado. Por isso,, é preciso se apropriar desses conhecimentos para conseguir, de maneira eficaz, promover a divulgação e a alfabetização científica por meio do teatro (Guimarães e Freire, 2021; Moreira e Marandino, 2015).

Com isso, quando vinculado ao processo de ensino, o teatro proporciona aos educandos a aproximação entre ciências e arte, mediando as experiências, o mundo e as emoções. Isso favorece a cognição, a aprendizagem e a abstração de conceitos, facilitando a aprendizagem de conceitos científicos tidos, frequentemente, como difíceis ou fora do contexto em que os educandos estão inseridos (Gimenez, 2013; Francisco Junior *et al.*, 2014; Guimarães e Silva, 2017).

A aprendizagem de conceitos científicos/químicos tem profunda relação com a compreensão da linguagem e símbolos utilizados pela Química. Por isso, no contexto da DC, utilizar do enredo, dos cenários e da encenação teatral de forma consciente para explorar a diversidade da multidimensionalidade do conhecimento químico pode favorecer o entendimento do mundo abstrato da Química.

Para Talanquer (2011), na aprendizagem de Química é fundamental que os fenômenos químicos observados e descritos com linguagem cotidiana sejam descritos e explicados com uma linguagem química, usando para isso conceitos científicos. Para o autor, a aprendizagem de Química perpassa por níveis de conhecimento químico em concordância com os trabalhos de Johnstone (1982), que são identificados por:

- Experiências: refere-se ao conhecimento visível, tangível e descritivo no âmbito empírico dos fenômenos;
- Modelos: refere-se ao conjunto de explicações teóricas construídas pela Química para descrição e compreensão dos fenômenos observados;
- Visualizações/Representações: refere-se ao conjunto de simbologias visuais (equações, fórmulas, desenhos, gráficos, modelos físicos), que estreitam a relação entre o conhecimento no nível das experiências e dos modelos.

Esses níveis de conhecimento são um conjunto de informações descritivas, ilustrativas e explicativas relacionados às características do conhecimento químico. Juntos compõem a linguagem da química e a compreensão ou apropriação dessa linguagem demonstra a aprendizagem de conceitos químicos (Talanquer, 2011). Ademais, para cada nível o

autor expande para subníveis importantes do conhecimento químico: as escalas do conhecimento, as dimensões e as abordagens utilizadas.

As escalas abrangem uma classificação de proporcionalidade dos conceitos químicos que ajudam a situar as grandezas estudadas pela ciência Química. São classificadas em macroscópica e mesoscópica, que estariam mais próximas do nível das experiências; multiparticular, supramolecular, molecular e atômica, ao se aproximarem do nível dos modelos explicativos (Talanquer, 2011).

A dimensão do conhecimento químico envolve as principais formas de estudar/analisar/compreender os conceitos químicos e como ocorrem os processos químicos. Talanquer (2011) classifica as dimensões em: (i) composicional/estrutural, cujo foco conceitual é entender como a matéria é formada e como é sua organização e estrutura; (ii) energética, que centraliza em estudos sobre a energia envolvida nos processos e sistemas químicos; (iii) temporal, em que a análise é na relação com o tempo e suas consequências enquanto ocorre o fenômeno ou processo.

Por fim, Talanquer (2011) destaca que o conhecimento

O teatro é um campo de conhecimento que deve ser considerado para a DC. Não se pode desconsiderar os elementos de iluminação, sonoplastia, cenografia, figurinos, performance dos atores (voz, corpo etc.), maquiagens, máscaras, objetos de cena, enredo, dentre outros, que mobilizam a atenção do público e favorecem uma maior significação do assunto tratado.

químico pode ser trabalhado em diferentes abordagens, tratando-se do quão amplo os conhecimentos químicos podem ser trabalhados. As abordagens são denominadas de matemática (com ênfase nas relações e cálculos matemáticos), conceitual (em que a prioridade é o entendimento das relações causa-efeito entre os fenômenos e as consequências), contextual (a partir da inserção do conceito em uma temática social relevante) e histórica (quando o foco é explorar os aspectos históricos para o entendimento do conceito). Tem-se, normalmente, maior amplitude da primeira para a última.

Portanto, este artigo objetiva identificar elementos na construção e apresentação da peça teatral “O guardião dos cristais” que contribuem na divulgação científica do conceito de cristais (sólidos cristalinos e cristalização) e estabelecem aproximações com o espaço multidimensional do conhecimento químico.

### Aspectos metodológicos

Adotou-se neste trabalho os referenciais da pesquisa documental para identificar elementos na construção e apresentação da peça teatral “O guardião dos cristais” que contribuem na divulgação científica do conceito de cristais. De acordo com Cellard (2008, p. 298), “uma pessoa que deseja empreender uma pesquisa documental deve, com o objetivo de constituir um corpus satisfatório, esgotar todas as pistas capazes de lhe fornecer informações interessantes”, assim como se valer de “documentos originais, que ainda não receberam tratamento analítico por nenhum autor”.

Destarte, os documentos que se constituíram como *corpus* da pesquisa foram os registros em caderno de ata das reuniões do grupo, o roteiro da peça e o vídeo da apresentação da peça. É importante destacar que o exame de vários documentos busca um entendimento do conteúdo como um todo para, então, dar significados, estabelecer padrões e tecer comparações (Sá-Silva *et al.*, 2009).

Uma vez que para a análise dos documentos é preciso produzir ou reelaborar conhecimentos, de modo a criar novas formas de compreender os fenômenos, foi utilizado das características do teatro (enredo, linguagem, iluminação, sonoplastia, cenografia, figurinos, performance dos atores) e dos níveis, escalas, dimensões e abordagens da multidimensionalidade do conhecimento químico em Talanquer (2011).

Ao fazer essas aproximações, buscou-se interpretar, sintetizar as informações, determinar tendências e fazer inferências sobre os dados extraídos dos documentos para identificar elementos que contribuiriam para a divulgação científica do conceito de cristais com base nas principais

características do teatro e na multidimensionalidade do conhecimento químico.

#### *O processo artístico-criativo-científico: da história ao roteiro/ encenação da peça*

A peça teatral “O guardião dos cristais” é uma criação do grupo Teatro Científico Tríplice Fronteira, estabelecido na Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Esse grupo é composto por dez estudantes do curso de Química – Licenciatura e pelo coordenador do projeto, autor deste artigo. O grupo foi instituído no início do ano de 2022 com o intuito de desenvolver pesquisas que relacionem o teatro com a divulgação científica, a partir de fomentos provenientes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

O processo de invenção da peça começou com a proposta de leitura do texto “Recreações químicas” do livro *Tio Tungstênio – memórias de uma infância química* de Oliver Sacks, como preparação para a reunião do grupo. Nesse capítulo, o autor narra sobre suas coleções de minerais e metais e como ele “brincava” com diversas reações químicas em sua infância. Juntamente com a leitura, o grupo foi orientado a

pensar em uma história com personagens e cenários, identificando quais experimentos descritos no texto poderiam auxiliar na composição da história.

A intenção foi explorar a aproximação dos sujeitos ao nível das experiências, de modo a revelar quais interpretações (possíveis histórias) poderiam sair da leitura do texto. Para Talanquer (2011), as experiências referem-se ao conhecimento empírico real que o sujeito tem ou reúne em relação

ao conhecimento químico, o qual, nesse caso, foi revelado a partir das propostas de enredos para a peça.

Assim, pode-se afirmar que o nível das experiências buscou “inspirar a abertura das mentes, a curiosidade, a criatividade, a imaginação, o pensamento crítico e a resolução de problemas através de inovação e colaboração” (Root-Bernstein *et al.*, 2011, p. 192). Ou seja, o texto tinha o foco de estimular a criatividade e imaginação do grupo, ao mesmo tempo que buscava estabelecer padrões com o conhecimento químico dentro de uma história inédita para ser divulgados na peça. Já o processo de colaboração se deu por meio da reunião do grupo, em que prevaleceu a noção de nuvem de ideias, a partir da apresentação de cada integrante.

Dois possíveis enredos para peça teatral surgiram dessa reunião e foram registrados na ata, que possibilitou analisá-la neste artigo. O primeiro envolvia um encontro de família, em que as crianças mais velhas estavam realizando alguns experimentos e as crianças mais novas ficavam curiosas com o que estava acontecendo. Diante disso, a história iria se desenrolar por meio das interações entre as crianças e os resultados experimentais observados, aproximando dos

O processo de invenção da peça começou com a proposta de leitura do texto “Recreações químicas” do livro *Tio Tungstênio – memórias de uma infância química* de Oliver Sacks, como preparação para a reunião do grupo. Nesse capítulo, o autor narra sobre suas coleções de minerais e metais e como ele “brincava” com diversas reações químicas em sua infância.

apontamentos de Sant'Ana e Moreira (2020) sobre as contribuições da experimentação em peças teatrais. A outra ideia de enredo envolvia uma viagem a uma floresta mágica, onde havia cristais misteriosos e elfos que os protegiam. A história avançaria à medida que as pessoas tentavam encontrar os cristais para saber mais sua composição e organização, o que revela a presença de uma estrutura narrativa que busca um maior envolvimento emocional para a DC.

Ao analisar as duas propostas de história, percebe-se que as ideias estão enraizadas nas experiências dos participantes do grupo, pois revelam criações imaginárias a partir da leitura do texto. Ou seja, a preocupação foi em construir uma história, com personagens, local e tempo, em que os conhecimentos químicos estariam fazendo parte do contexto e não o foco principal. Tal proposição revela que o grupo pensa na produção da peça teatral, destacando diferentes enredos, personagens e retratando possíveis cenários, o que se aproxima da característica da DC em recodificar os conhecimentos científicos visando uma comunicação mais acessível ao público.

Dialogando com a multidimensionalidade do conhecimento químico, o enfoque do grupo é na abordagem contextual na qual a história explora diferentes sentidos (encontro de família ou viagem a floresta) para estabelecer, primeiramente, relações humanas e aspectos sociais, para, depois, introduzir os aspectos científicos/químicos. Vale ressaltar que, até esse momento da análise da ata, não se sabia qual(is) conceito(s) científico(s) seria(m) trabalhado(s) na peça. Portanto, o processo criativo inicia-se explorando a abordagem contextual e não científica, resultado que reforça as características do teatro, com ênfase no enredo e personagens, e que se afasta da ideia de a arte ser usada como instrumento para que a ciência seja mais bem compreendida e aproximada das pessoas (Almeida e Hamilton, 2023).

Frente às duas opções, o grupo, atuando de forma colaborativa, foi tendendo para o segundo enredo e propondo modificações. A principal modificação recomendada foi se afastar de uma história muito fantasiosa, com a presença de floresta mágica e elfos. A justificativa se pautou na abrangência do público que assistiria à peça, argumentando que talvez adolescentes não gostariam. Esse resultado mostra novamente que o enredo, os personagens, os possíveis cenários são o ponto de partida para a DC, evidenciando que o mais importante seria uma peça que aproximaria do contexto do público e que possibilitasse um bom entretenimento e diversão.

Desse modo, o grupo sugeriu que fosse uma viagem de estudantes de uma escola até uma floresta em que tentariam encontrar determinados cristais. No lugar de elfos, a sugestão foi substituir por um guardião, ressaltando a relação humana, que, além de protegê-los, detinha um conhecimento sobre os cristais e poderia explicá-lo para quem encontrasse os cristais na floresta.

Durante todo o processo colaborativo, buscou-se não usar do teatro como ferramenta para fazer uma Divulgação Científica. O foco foi criar uma peça teatral com início, meio e fim e com personagens que representassem o cotidiano das pessoas e uma maior aproximação. Nesse ínterim, o desenvolvimento da peça utilizou a Ciência como metáfora de modo que a história e os personagens mostrariam como a Ciência está presente em nossa vida, no sentido de humanizar esse tipo de conhecimento (Gunderson (2006).

A partir disso, o roteiro da peça “O guardião dos cristais” começou a tomar forma partindo-se da abordagem contextual criada pelo grupo para estabelecer os personagens e suas características, os cenários e seus elementos, as falas e encenações. Dentro do espaço multidimensional do conhecimento químico, o nível das experiências foi deslindado nos personagens, a partir de suas características e encenações, assim como nos elementos visuais e sonoros da história. O nível dos modelos aparece nas falas dos personagens, percorrendo diferentes escalas e dimensões do conhecimento químico. Já o nível das representações é retratado nos elementos dos cenários, saindo da escala macroscópica e adentrando para a escala atômica.

Assim, a peça ficou composta por três atos (Figura 1), quatro personagens (três estudantes e o guardião) e com duração de aproximadamente 20 minutos. Ao analisar-se o roteiro, documento construído após as interpretações da ata de reunião, nota-se que cada personagem tem características distintas e são apresentadas ao público logo no início. Lorena é a estudante mais tímida, dedicada e interessada por Ciência/Química (no caso pelos cristais); Vitor é o despojado, esperto e que, além de estudar, quer aproveitar a vida (a viagem); Suzi é a menina que sabe da importância dos estudos, porém, é esnobe e se preocupa mais com sua aparência; Guardiã (aparece apenas no ato três) é misterioso, sábio e o protetor dos cristais. Muitas de tais características foram sendo ajustadas e melhoradas por meio das encenações, com os estudantes-atores sendo os responsáveis pelas mudanças à medida que os ensaios aconteciam.

No primeiro ato, a encenação inicia com os três estudantes conversando sobre a viagem para a floresta e como cada um quer aproveitar, com a intenção de explorar o nível das experiências a partir da percepção de cada personagem sobre a viagem. Em termos de DC, o início da peça

busca apresentar a ideia científica a ser explorada pelos diálogos, principalmente quando Lorena demonstra sua empolgação com os cristais e introduz a ideia do arranjo atômico organizado que representa, de forma simplificada, o modelo explicativo para o conceito de sólidos cristalinos (Figura 2).

A introdução da organização atômica é o ponto inicial para o entendimento do conceito de sólidos cristalinos e remete ao nível dos modelos a partir da dimensão

**Durante todo o processo colaborativo buscou-se não usar do teatro como ferramenta para fazer uma Divulgação Científica. O foco foi criar uma peça teatral com início, meio e fim e com personagens que representassem o cotidiano das pessoas e uma maior aproximação.**

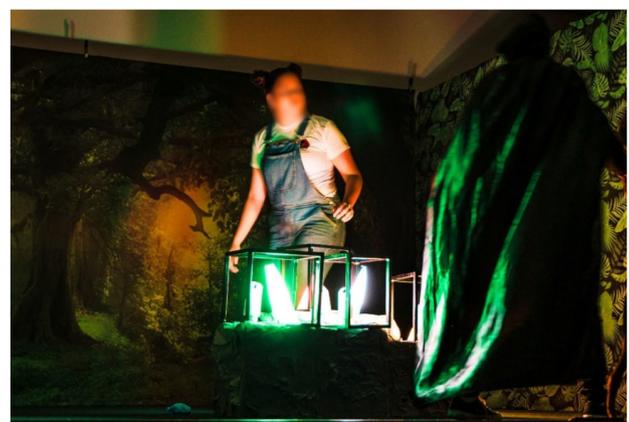


Figura 1. Cenas dos atos da peça “O Guardiã dos Cristais”. De cima para baixo: ato 1, ato 2 e ato 3. Fotos: Juliana Nashimoto Fotografias.

composicional/estrutural do conhecimento químico com a escala multipartículas com uma linguagem mais acessível. Para exemplificar, Atkins e Jones (2006, p. 279) argumentam que um “sólido cristalino é um sólido no qual átomos, íons ou moléculas estão em um arranjo ordenado chamado de retículo”.

Portanto, entende-se que, para o início da peça, tal informação é importante para divulgar o assunto de cristais e dar sequência ao longo da peça. Para corroborar a DC, a encenação da personagem seguida das falas “o professor me deixou muito curiosa...” e “...Esses sólidos não são incríveis?” carrega as características do teatro, em especial a mobilização de sentidos e emoções, assim como da divulgação científica, de estreitar o distanciamento das atividades científicas e o público espectador, uma

#### Cenário

Fundo simulando a fachada de uma escola um pouco distante. Do lado direito um banco mais próximo da plateia com um papelão verde vertical simulando matos. Do lado esquerdo, mais distante da plateia, uma imagem representando o ônibus da viagem.

#### Roteiro

A peça inicia-se com os personagens Suzi e Vitor sentados no banco conversando e fazendo gestos com as mãos mostrando empolgação com a viagem escolar, com som de pessoas conversando ao fundo. Lorena, do lado oposto do banco, entra andando e olhando para todos os lados procurando os amigos. Quando os avista, abre um sorriso e anda mais rápido até encontrá-los.

**Lorena:** Olá para vocês! Certeza que estão conversando sobre a nossa viagem. Vai ser muito massa né! (*Faz cara de empolgação*)

**Suzi e Vitor:** Oi Lorena! Os dois respondem.

**Suzi:** Como você adivinhou? Pelo jeito não somos só nos dois os empolgados por aqui.

**Lorena:** Definitivamente não, pessoal! (*Faz uma breve pausa para continuar*). Praticamente não dormi por causa dessa viagem. Quero muito ver esses cristais de perto, pois o professor me deixou muito curiosa sobre a organização perfeita dos átomos e as diferentes formas que podem assumir. Esses sólidos não são incríveis? (*Faz leves movimentos com as mãos em direção a Suzi e Vitor*)

Figura 2. Recorte do roteiro do ato 1 da peça teatral “O guardião dos cristais”.

vez que o conhecimento científico está sendo difundido pelas falas de personagens que representam estudantes durante a história.

Ainda no primeiro ato, analisando a encenação dos personagens, por meio do vídeo da gravação da peça, e representado na primeira fotografia da Figura 1, tem-se o momento em que Lorena realiza a experiência conhecida como “Torre de Acetato” (produção de um cristal pelo derramamento lento de uma solução de acetato de sódio supersaturada sobre uma placa de Petri). Na peça, a formação do cristal não dá certo, de forma intencional, para que os personagens Vitor e Susi questionassem e rissem dela por não ter conseguido, enquanto Lorena faz uma expressão de dúvida não sabendo o motivo. Aqui se nota a presença do humor e da diversão do teatro para manter as mensagens de DC, em um vai e vem entre os níveis dos modelos e das experiências.

No segundo ato, os três estudantes chegam à floresta e começam a observar e curtir. Durante o progresso do ato, eles vão desbravando a floresta e tentando encontrar os cristais, explicando, por exemplo, o que são sólidos e a diferença entre sólidos cristalinos e amorfos (Figura 3).

Observa-se no recorte do roteiro que, mediante o conflito entre os personagens, um dos predicados do teatro para manter o público imerso na cena, há a inserção de mais conceitos (células unitárias) e explicações científicas (sólidos e sólidos amorfos), como também a retomada sobre o conceito de cristais. As falas novamente aprofundam a dimensão composicional/estrutural e a escala multipartículas do conhecimento químico em questão, ao mesmo tempo que incorporam um drama teatral quando a personagem Lorena cai em um buraco após as falas explicativas.

Esse drama vai se transformando em suspense no terceiro ato, pois a cena inicia no escuro com Lorena fazendo um experimento que produz fogo para iluminar o buraco (Figura 4). Em meio ao desconhecido, Lorena encontra os cristais, fica fascinada e, de repente, é assustada com a entrada do guardião em cena. Durante a entrada do guardião, os elementos de cenário, luzes, som e figurinos, que

#### Roteiro

O ato dois começa com os três personagens caminhando lentamente pela floresta e admirando o local. Deixar como som ambiente pássaros piando e folhas farfalhando. Depois de andar um pouco, os personagens param e começam a conversar.

**Lorena:** Pessoal, será que vamos encontrar cristais com aquelas diferentes formas que estudamos em aula? (*Faz cara de empolgação*). Vocês lembram o nome de alguns deles? (*Aponta para Suzi e Lorena com cara de dúvida*)

**Vitor:** Pelo amor de Deus Lorenaaaaa! (*Fala alto e fica bravo*). Por que você não apenas curte as paisagens desta floresta maravilhosa e sente o ar puro que estamos respirando?

**Lorena:** Falando em ar puro Vitor...

**Vitor:** Chegaaa! Não quero saber. Da um jeito nela Suzi, senão a jogarei no primeiro buraco que encontrar (*Faz cara de reprovação e coloca a mão na cabeça*).

**Suzi:** Lorena (*Fala com calma e delicadeza*). Eu sei que você gosta bastante de cristais, mas Vitor tem razão. Vamos curtir primeiro a floresta e quando encontrarmos um cristal podemos falar um pouco sobre os sólidos, das formas dos cristais e até da célula unitária.

**Vitor:** Sobre os sólidos eu lembro hein (*Fala em tom de brincadeira e faz uma pequena pausa pensativa*). Sólido é um estado da matéria que tem volume e forma definida... (*pequena pausa e coloca a mão no queixo de forma pensativa*) e é composto por átomos ou íons ou moléculas que estão ligados relativamente próximos. Por isso que um sólido não se deforma com facilidade. Acertei?

**Lorena:** Isso mesmo Vitor (*Faz cara de orgulhosa e bate palmas*). E tem os sólidos amorfos, que não tem uma organização perfeita e os sólidos cristalinos ou os cristais que possuem um arranjo bem ordenado e uma forma geométrica específica.

**Suzi:** E essa geometria é o que chamamos de célula unitária. Um cristal é um conjunto de células unitárias.

Figura 3. Trecho referente ao ato dois da peça “O guardião dos cristais”.

#### Roteiro

O ato três inicia-se com Lorena no meio do palco olhando ao redor franzindo os olhos como se não estivesse enxergando muita coisa ao seu redor. Então, abre a mochila e retira os materiais e os reagentes para fazer a experiência da “varinha mágica”, a queima do algodão sem fósforo para fazer fogo e visualizar melhor o local. Se o experimento dar certo, movimentar a tocha acesa girando lentamente e olhando ao redor para reconhecer o local e caminhar lentamente (dois ou três passos) em direção às estruturas que simulam os cristais e depois parar (*faça cara de assustada*). Depois dos passos, parar. Nesse momento acender as luzes dos cristais ainda com o tecido por cima para ficar mais fraco a luminosidade. Quando acender as luzes, Lorena estará olhando para a plateia e depois olhará para as luzes, abrirá um sorriso e caminhará em direção. Quando chegar próximo, retirar o tecido das estruturas e apagar o fogo. Ficar olhando para as estruturas, admirando-as por um tempo.

Se o experimento não der certo, fazer cara de lamentação e colocar a mão na cabeça. Ficar assim por dois segundos. Depois começar a andar bem devagar, simulando um cuidado ao pisar como se não estivesse vendo o caminho. Depois dos passos, parar. Nesse momento acender as luzes dos cristais ainda com o tecido por cima para ficar mais fraco a luminosidade. Quando acender as luzes, Lorena estará olhando para a plateia e depois olhará para as luzes, abrirá um sorriso e caminhará em direção. Quando chegar próximo, retirar o tecido das estruturas. Ficar olhando para as estruturas, admirando-as por um tempo.

Figura 4. Trecho do início do ato três da peça “O guardião dos cristais”.

intensificam o engajamento emocional e cognitivo pela abordagem contextual da história (presença de cristais no solo e em cavernas, por exemplo), são explorados trazendo à tona o nível das representações.

O destaque no ato três são as estruturas de ferro que representam o tipo de célula unitária de cada cristal presente na peça (quartzo, topázio, turquesa e rubi, ver Figura 1 referente ao terceiro ato), aliada à presença de luzes que acendem ao centro das estruturas e que representam as cores dos respectivos cristais. Juntamente com a presença do novo personagem, que dá nome à peça, tais representações intencionam a função comunicativa (visual) do teatro para realçar a divulgação científica e o avanço no entendimento do conceito de cristais, sobretudo em termos estruturais (célula unitária) e propriedades (coloração).

Já no nível dos modelos, o último ato aborda a dimensão composicional/estrutural, a partir das falas do guardião sobre

a composição química, a estrutura cristalina de cada cristal e as cores variadas (Figura 5), mantendo a escala macroscópica usufruindo das figuras geométricas presentes no cenário.

**Lorena:** Já ouvi falar muito de quartzo, mas não sabia de sua composição. A forma trigonal o professor comentou em sala, mas não citou o quartzo. E esse alaranjado? (*Apontar para a estrutura*)

**Guardião:** É o topázio. É considerado uma pedra preciosa e muitos querem roubá-la da nossa floresta para fazer joias. Trata-se de um nesossilicato de flúor e alumínio ( $(\text{Al}_2(\text{F},\text{OH})_2\text{SiO}_4)$ ) com uma cristalização do tipo ortorrômbica, como um paralelepípedo com ângulos perpendiculares. A cor mais comum é o alaranjado, devido algumas impurezas, mas pode ter outras cores como verde, azul ou cinza.

**Lorena:** Uma vez li que muitas cores de cristais surgem devido certas impurezas que se cristalizam junto. Geralmente são íons de metais, não? (*Fazer cara de dúvida*)

**Guardião:** A coloração surge devido à presença dos íons metálicos sim. No entanto, pode ser por impurezas ou pela própria existência de íons metálicos na composição do cristal. Por composição é o caso deste cristal verde, conhecido como turquesa (*Apontar para a estrutura*).

**Lorena:** É lindo! Minha mãe tem um colar com alguns cristais de turquesa. Sempre fiquei admirando-o e pensando de que era formado (*Aproxima-se da estrutura admirando-a*).

**Guardião:** A turquesa é um fosfato de alumínio com pequenas quantidades de cobre e ferro ( $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Possui um formato triclinico. Veja aqui (*Aponta diretamente para a estrutura, mostrando os três comprimentos diferentes quase tocando o cristal*), possui os três comprimentos diferentes, assim como os ângulos entre si.

**Lorena:** Aposto que este cristal vermelho é o rubi. Acertei guardião (guardião)?

**Guardião:** Na mosca (*Risos*). O rubi é uma variedade do mineral corindo que é composto por óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Esse mesmo óxido é encontrado na bauxita, minério que se extrai o metal alumínio tanto usado no nosso dia a dia. Sabia que o rubi se cristaliza no sistema hexagonal, com seis lados iguais e ângulos de  $120^\circ$  entre eles. São as impurezas de íons cromo que produz essa cor avermelhada.

Figura 5. Trecho retirado do ato três com destaque para as características dos cristais.

Outra multidimensionalidade presente é a abordagem conceitual conectada com a contextual sobre variados usos dos cristais (“...É considerado uma pedra preciosa e muitos querem roubá-la da nossa floresta para fazer joias...”; “... Esse mesmo óxido é o encontrado na bauxita, minério que se extrai o metal alumínio tão usado no nosso dia a dia...” e “É lindo! Minha mãe tem um colar com alguns cristais de turquesa. Sempre fiquei admirando-o e pensando de que era formado”). Cabe destacar também que, embora o ato três seja o mais carregado de termos científicos, o suspense criado na encenação pelo Guardião visa deixar os espectadores mais envolvidos no teatro, como salientado por Richards (2008).

É salutar a aproximação que se buscou, no ato 3, entre as características do teatro, enquanto produção artística de cenário, enredo, luzes e sonoplastia, com a DC. Cada estrutura metálica, que representa quatro dos quatorze retículos de Bravais, foi produzida de acordo com os conhecimentos científicos das propriedades de tamanho e angulação das células unitárias específicas, assim como a presença das luzes indicavam a propriedade de coloração dos cristais. Aliado a isso, as falas e ações dos personagens (fascínio e admiração de Lorena e proteção e sabedoria do Guardião) sobre a composição química e tipo de retículo, sempre se direcionando às estruturas presentes no cenário, intensificam a DC por meio da peça teatral produzida devido à diversidade de linguagem e comunicação com o público.

A peça se encerra com Lorena perguntando ao Guardião o significado do conceito de cristalização, processo que é explicado de maneira mais acessível porque considera apenas o crescimento do retículo em todas as dimensões e reforçando a noção de organização composicional (“...em que átomos

ou moléculas se organizam de forma repetida em estrutura rígida e bem definida, formando um sólido cristalino”). Após a explicação, o Guardião a questiona se entendeu, direcionando a pergunta também ao público espectador para estimular o debate pós-peça (Figura 6).

**Lorena:** O que exatamente é uma cristalização?

**Guardiã/ão:** Ótima pergunta. Cristalização é o processo em que átomos ou moléculas se organizam em uma estrutura rígida e bem definida, formando um retículo (forma) específico com bordas e laterais lisas. Dizemos que a menor parte da estrutura de um cristal, que pode representar o todo, é denominada de célula unitária. Além disso, essa organização periódica atinge um nível energético bem baixo, que confere estabilidade ao cristal. Conseguiu entender tudo o que falei? (Olhar para a plateia e lançar para eles também)

FIM.

Figura 6. Trecho final da peça “O guardião dos cristais”.

## Considerações finais

O objetivo deste artigo foi identificar elementos na construção e apresentação da peça teatral “O guardião dos cristais” que contribuem na divulgação científica do conceito de cristais (sólidos cristalinos e cristalização) e estabelecem aproximações com o espaço multidimensional do conhecimento químico. Para tanto, identificou que a abordagem contextual das experiências e interpretações dos estudantes participantes do grupo, na criação da peça é um elemento que contribui para delinear os caminhos da DC. Considera-se tal estratégia de criação importante, pois, além de dar mais sentido para os conhecimentos científicos/químicos, traz as características do teatro em primeiro lugar e não apenas como um instrumento para a realização da divulgação científica.

A partir disso, a intenção de divulgar o conceito sobre cristais a partir da peça foi explorada em um constante vai e vem entre o nível das experiências, modelos e representações. No nível das experiências, destaca-se como elementos

que contribuem para a DC a proximidade dos personagens com o público e com relações humanas muito comuns no meio estudantil.

No nível das representações, os elementos que colaboram são: (i) as trocas dos cenários, que causavam curiosidades e promoveram a inserção do público na história em diferentes momentos; (ii) o experimento da “Torre de Acetato”, que foi inserido dentro do contexto da peça e não apenas para ressaltar a questão experimental; (iii) as estruturas metálicas e cores, que proporcionaram um alcance visual e conexão maior durante as falas mais científicas dos personagens.

Quanto ao nível dos modelos, o elemento que mais contribuiu foram as falas explicativas não estarem em personagens científicos (cientistas, professores/as), mas em estudantes e no Guardião. Na parte de uma linguagem mais acessível, buscou trazer apenas a dimensão composicional/estrutural em uma escala atômica para o entendimento dos cristais, não retratando, por exemplo, a dimensão energética e temporal na peça.

Embora o processo tenha sido pensado de forma intencional para a DC e para a multidimensionalidade do conhecimento químico, salienta-se que apenas a apresentação da peça como atividade de divulgação científica não é capaz de proporcionar uma aprendizagem eficaz ao público. Contudo, entende-se que o teatro é uma forma artística de estimular a mobilização para maior aprendizado químico com debates pós-peça. Assim, da análise do vídeo da peça, pretende-se criar um momento de debate específico que se conecte como uma sequência da própria peça “O guardião dos cristais”.

**Wellington Francisco** (welington.francisco87@gmail.com) é bacharel, licenciado e mestre em Química pela UNESP e doutor em Química pela UFG. Atualmente é professor da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Foz do Iguaçu, PR – BR.

## Referências

ABREU, L. A. Processo colaborativo: relato e reflexão sobre uma experiência de criação. *Cadernos da Escola Livre de Teatro*, v. 1, p. 33-41, 2003.

ALMEIDA, C. D. S.; FREIRE, M.; BENTO, L.; JARDIM, G.; RAMALHO, M. e DAHMOUCHE, M. Ciência e teatro: um estudo sobre as artes cênicas como estratégia de educação e divulgação da ciência em museus. *Ciência & Educação*, v. 24, n. 2, p. 375-393, 2018.

ALMEIDA, C. e HAMILTON, W. O teatro no contexto da divulgação científica: muito praticado, ainda pouco compreendido. *Revista Poiésis*, v. 24, n. 41, p. 106-126, 2023.

ATKINS, P. e JONES, L. *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BENEDETTI FILHO, E.; FIORUCCI, A. R.; DE OLIVEIRA, N.; BENEDETTI, L. P. S. e FERNANDES, R. J. O emprego do teatro como forma de divulgação científica em química. *UDESC em Ação*, v. 7, n. 1, p. 1-19, 2013.

BLACK, D. e GOLDOWSKY, A. *Science theater as an*

*interpretive technique in a science museum*. Boston: National Association of Research in Science Teaching, 1999. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443709.pdf>, acesso em nov. de 2024.

CELLARD, A. A análise documental. In: POUPART, J. *et al.* *A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos*. Petrópolis: Vozes, 2008.

COSTA E. C. P. e BARROS, M. D. M. Luz, câmera, ação: o uso de filmes como estratégia para o ensino de Ciências e Biologia. *Revista Práxis*, v. 6, n. 11, p. 81-93, 2014.

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; DA SILVA, D. M.; DO NASCIMENTO, R. C. F. e YAMASHITA, M. O teatro científico como ferramenta para a formação docente: uma pesquisa no âmbito do PIBID. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 14, n. 3, p. 79-100, 2015.

FRUGUGLIETTI, S. The theatre, (art) and science: between amazement and applause! *Journal of Science Communication*, v. 8, n. 2, 2009.

GIMENEZ, H. *Teatro científico: uma ferramenta didática para o ensino de Física*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências Naturais, Universidade Federal de Mato Grosso,

Instituto de Física, Cuiabá, 2013.

GUIMARÃES, R. S. *As contribuições do teatro científico para a divulgação científica mediante a abordagem do tema Lua*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2023.

GUIMARÃES, R. S. e FREIRE, L. I. F. Divulgação científica por meio do teatro no evento Ciência em Cena. *ACTIO: Docência em Ciências*, v. 6, n. 2, p. 1-22, 2021.

GUIMARÃES, R. S. e SILVA, C. S. As implicações do Teatro Científico como prática educativa na perspectiva da educação não formal. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. *Atas...* Florianópolis: UFSC, 2016.

GUNDERSON, L. *Science plays come of age*, 2006. Disponível em: <http://www.thescientist.com/?articles.view/articleNo/24219/title/Science-plays-come-of-age/>, acesso em mai. de 2024.

HUGHES, C.; JACKSON, A. e KIDD, J. The role of theater in museums and historic sites: visitors, audiences, and learners. In: BRESLER, L. (ed.) *International handbook of research in arts education*. Holanda: Springer Science & Business Media, 2007.

JOHNSTONE, A. H. Macro and Microchemistry. *The School Science Review*, v. 64, n. 227, p. 377-379, 1982.

LOPES, T. Luz, arte, ciência... ação! *História, Ciências, Saúde. Manguinhos*, v. 12, suppl., p. 401-418, 2005.

LOPES, T. e DAHMOUCHE, M. S. Teatro, ciência e divulgação científica para uma educação sensível e plural. *Urdimento - Revista de Estudos em Artes Cênicas*, v. 3, n. 36, p. 306-325, 2019.

MOREIRA, L. M. e MARANDINO, M. Teatro de temática científica: conceituação, conflitos, papel pedagógico e contexto brasileiro. *Ciência & Educação*, v. 21, n. 2, p. 511-523, 2015.

ROOT-BERNSTEIN, R. e ROOT-BERNSTEIN, M. *Centelhas de Gênios: Como pensam as pessoas mais criativas do mundo*. São Paulo: Nobel, 2001.

ROOT-BERNSTEIN, R.; ROOT-BERNSTEIN, M.; SILER, T.; BROWN, A. e SNELSON, K. Editorial. ArtScience: integrative collaboration to create a sustainable future. *Leonardo*, v. 44, n. 3, p. 192, 2011.

REIS, J. e GONÇALVES, N. L. Veículos de divulgação científica. In: KREINZ, G., PAVAN, C. (Orgs.). *Os donos da paisagem*. São Paulo: Publicações NJR, 2000.

RICHARDS, L. Teatro, mediadores, cientistas punk e visitas-guiadas: os altos e baixos da interpretação ao vivo no Science Museum de Londres. In: MASSARANI, L.; ALMEIDA, C. *Workshop sul-americano & escola de mediação em museus e centros de ciência*. Rio de Janeiro: Museu da Vida COC Fiocruz, 2008.

SANT'ANA, C. F. e MOREIRA, L. M. Possibilidades do teatro científico no ensino de química: uma revisão de pesquisas nacionais dos últimos 5 anos. In: *Anais do 20º Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ Pernambuco)*. Recife: UFRPE/UFPE, 2020. Disponível em: <<http://www.even3.com.br/anais/ENEQPE2020>>, acesso em nov. de 2024.

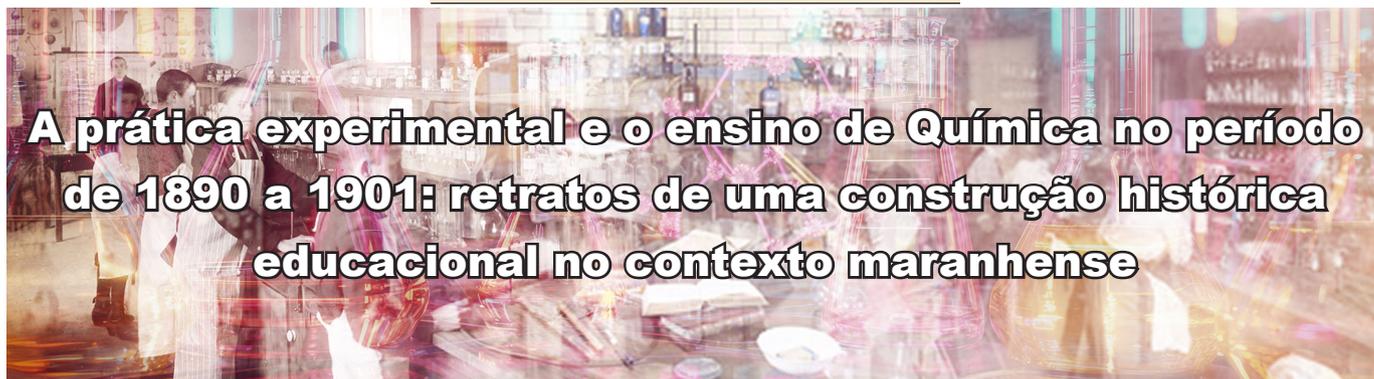
SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D. e GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. *Revista Brasileira de História & Ciências Sociais*, ano 1, n. 1, p. 1-15, 2009.

TALANQUER, V. Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, v. 33, n. 2, p. 179-195, 2011.

VALERIO, P. M. e PINHEIRO, L. V. R. Da comunicação científica à divulgação. *TransInformação*, v. 20, n. 2, p. 159-169, 2008.

**Abstract:** *The play "The guardian of the crystals": approaches between theater, scientific dissemination and Chemistry teaching.* Theater includes the expression of various arts such as music, visual art (scenography) and literature, which amplifies the forms of language. All of expressions when combined with scientific content can provide the scientific dissemination because of the multimodality of language. Therefore, this article aimed to identify elements of create and performance the theatrical play "The Guardian of the Crystals" that contribute to scientific dissemination about the concept of crystals. The results of the documentary analysis (minutes of the meeting, script of the play and video of the recording of the play) show that the main elements that contribute to the scientific dissemination of crystals are: (i) contextual approach from the experiences of the subjects for the creation of the play and the importance of the theatrical elements (plot, characters, scenery, lighting, sound, etc.); (ii) characteristics and performance of the characters, due to their proximity to the audience; (iii) connection between scenography, mainly the changes of scenery and the metal structures that represented the crystals, with the scientific speeches of the characters, which allowed the exploration of the crystals in a constant back and forth between the level of experiences and the level of models and representations, through a visual and communicative language to the public.

**Keywords:** chemistry triplet, theatrical art, crystals



# A prática experimental e o ensino de Química no período de 1890 a 1901: retratos de uma construção histórica educacional no contexto maranhense

Talita Cristina Raiol Carvalho e Clara Virgínia Vieira Carvalho Oliveira Marques

Este trabalho objetivou analisar a história da inserção da prática experimental no ensino de Química em duas instituições de ensino público maranhense: Escola Normal e Liceu Maranhense, na Primeira República 1890-1901. Adotando a perspectiva metodológica da pesquisa histórica, as fontes documentais utilizadas para construção das discussões foram Leis Estaduais, Programas de Ensino, Decretos e Regulamentos, presentes em meios digitais e físicos de órgãos públicos estaduais. Os dados revelam que os documentos educacionais do Maranhão orientavam a presença do ensino teórico/prático nas disciplinas científicas, dentre elas a Química. Identificou-se pelos documentos oficiais o direcionamento de verbas públicas com destinação à compra de aparelhagem laboratorial específica para aulas práticas e construção de laboratórios de Química, Física e História Natural, assim como constatou-se a presença de um profissional técnico com a função de manter e realizar as experiências em sala de aula. Portanto, compreendeu-se que as atividades experimentais estavam presentes nas aulas de Química do interstício indicado, no entanto, sem um maior incentivo a uma formação científica.

► práticas de ensino de química, história do ensino de química, disciplina de química no Maranhão ◀

Recebido em 13/07/2024; aceito em 14/01/2025



## Introdução

A constituição de uma disciplina escolar pode ser mais bem compreendida a partir da ótica historiográfica do campo de pesquisa em História das Disciplinas Escolares (HDE). Mais precisamente, nos debruçamos sobre as proposições de Chervel (1990) com o objetivo de entender as finalidades, objetivos e caminhos percorridos pela Ciência de origem até sua inserção no ambiente educacional. Conforme Chervel (1990), uma disciplina escolar é composta a partir de vários constituintes que estão associados a diferentes finalidades: o ensino de exposição, em que o professor basicamente apresenta os conteúdos de ensino; os exercícios de fixação, que trazem em si significados inerentes a um determinado período histórico; e por fim, as práticas de incitação e de motivação dos alunos, que são vistas pelo autor não somente como a preparação do aluno para a nova disciplina a ser estudada, mas de selecionar, em igualdade de peso, os conteúdos, os textos, as narrações mais estimulantes e a condução do aluno ao engajamento espontâneo nos exercícios nos quais será possível que ele expresse sua personalidade.

Diante do exposto, as disciplinas escolares trazem em si uma bagagem histórica com a qual se pode compreender

como esses saberes são constituídos no decorrer do tempo. Neste trabalho, buscamos entender os aspectos históricos, econômicos, sociais e políticos desse processo construtivo a partir da Química enquanto disciplina escolar, relacionando seu desenvolvimento no âmbito do Brasil e, especificamente, no estado do Maranhão.

A chegada da Família Real Portuguesa ao Brasil, em 1808, trouxe como mudanças a criação de instituições voltadas para realizar pesquisas sobre os recursos naturais e minerais do território brasileiro. Conforme Scheffer (1997), entre os anos de 1808 e 1930 foram estabelecidas diversas instituições voltadas para a realização de pesquisas na área da Ciência, especificamente a Química, tais como: o laboratório químico-prático, no Rio de Janeiro, em 1812; o laboratório químico do Museu Nacional, em 1818; o Laboratório de Química Analítica e o Laboratório de Química Vegetal, em 1910.

No período imperial, mais precisamente no governo do Imperador Dom Pedro II (1831-1898), houve algumas tentativas de implementação de pesquisas na área da Química. Como um entusiasta desse saber, o Imperador oportunizou os subsídios necessários para a instauração do ensino dessa disciplina nas escolas. Conforme Rigue (2017), Dom Pedro



II possuía uma perspectiva desenvolvimentista, objetivando instaurar no Brasil condições suficientes para o desenvolvimento do Império. Sendo assim, os estudos das Ciências contribuiriam para o alcance desse objetivo.

A situação educacional brasileira, embora houvesse o desejo de mudanças, não era das melhores, e a população pobre era a mais prejudicada, estando totalmente ausente do espaço escolar. Segundo Clark (1998), a forma de ensino apresentada pelo governo imperial era deficiente e fragmentada, sem apresentar plano nacional que lhe desse sentido de organização. As escolas não eram disponíveis aos negros escravizados e seus filhos, tampouco às camadas pobres da sociedade. Um importante documento buscou modificar esse cenário: a Constituição Política do Império do Brasil, de 1824, que, dentre outras deliberações, estabeleceu no Artigo 179, parágrafo 32, a garantia da instrução primária e secundária a todos os cidadãos (Brasil, 1824). Embora o texto da lei buscasse efetivar essa garantia, essas deliberações não foram realizadas na prática. Além disso, não constava claramente nesse dispositivo legal como seriam disponibilizados os recursos financeiros e demais meios para garantir ensino a todos os brasileiros.

A Lei de 15 de outubro de 1827 trouxe maior impacto à escolarização nacional, na medida em que delimitou os espaços nos quais as escolas deveriam ser construídas. O texto da lei, no Artigo 1º, declara que: “Em todas as cidades, vilas e lugares mais populosos, haverá as escolas de primeiras letras que forem necessárias” (Brasil, 1827).

Outra alteração em âmbito legal foi proporcionada por meio da Lei nº 16, de 12 de agosto de 1834, também conhecida como Ato Adicional. Com base nessa lei, foram instituídas mudanças na Constituição do Império; dentre elas, a descentralização do poder, outrora vinculado aos Conselhos Gerais, e a instituição das Assembleias Legislativas Provinciais (Brasil, 1834). Com a descentralização das leis do estado, as assembleias legislativas foram incumbidas de legislar sobre a instrução primária e secundária das províncias brasileiras. Mais uma vez, as condições financeiras e sociais das províncias iriam influenciar no contexto educacional do país, haja vista que, na maioria delas, o projeto de escolarização era definido pela precariedade e escassez de meios para custear tal empreendimento. Quanto à instrução secundária, segundo Peres (2010), as aulas anteriores ao Ato Adicional eram avulsas, ou seja, não havia um modelo nacional que regulamentasse como deveriam ser realizadas e, embora estivessem presentes em todo o Império, se limitavam ao ensino do latim, da retórica, da filosofia, da geometria, do francês e do comércio. Ainda conforme a autora, a partir de 1834, a situação começa a se alterar, e instituições como o Ateneu do Rio Grande do Norte, em 1835, o Liceu da Bahia e o da Paraíba em 1836, organizaram as aulas avulsas que já prestavam e se estabeleceram como instituições de ensino secundário efetivamente.

Conforme Véchia e Lorenz (1992), por meio do Decreto de 2 de dezembro de 1837, o Seminário de São Joaquim, no Rio de Janeiro, foi convertido em uma instituição de ensino

secundário, modelado a partir do ensino francês vigente à época, e veio a ser denominado Colégio Pedro II em homenagem ao jovem Imperador do Brasil. Esse importante estabelecimento de ensino tinha como missão constituir-se em um modelo para um pequeno número de escolas públicas e particulares já existentes no Brasil. De acordo com Zotti (2005), essas escolas ofereciam o nível secundário em duas configurações: o ensino regular, próprio para a formação da elite brasileira, e que, portanto, gozavam de privilégios e prestígio na sociedade; e o sistema irregular, que atribuía ao ensino secundário a função preparatória, ou seja, os cursos preparatórios permitiam o ingresso no ensino superior, independente de o aluno ter ou não cursado o ensino secundário regular, bastando somente a aprovação nos exames parcelados. Com base no tipo de ensino secundário regular, nos dedicaremos a entender como a disciplina de Química foi sendo construída nessa etapa, sob o prisma educacional e curricular do Colégio Pedro II, em um cenário regional, considerando o ensino em duas instituições maranhenses, a saber: Colégio Liceu Maranhense e Escola Normal do Maranhão.

O contexto educacional do Maranhão no período entre o fim do Império e o início da Primeira República é visto por Castro (2017) como demarcado por modificações políticas, econômicas, culturais e educacionais que estavam presentes também em todo o país. Os ideais republicanos buscavam conceder a garantia de liberdade, igualdade, justiça e dignidade humana a todos os brasileiros. No entanto, o autor escreve que “em um primeiro momento a transição do período imperial para o período republicano não passou de uma mudança em sua nomenclatura, já que os aspectos socioculturais permaneceram inalterados” (Castro, 2017, p. 32).

Trata-se, portanto, da busca por reconstruir o caminho histórico da constituição de uma disciplina escolar em um contexto particular do país, a partir da utilização da experimentação como estratégia de ensino dos conhecimentos químicos. Nessa ótica, discutiremos os achados de uma investigação histórica que trouxeram à tona a forma como a experimentação era realizada em duas instituições pioneiras na oferta de escolarização para a sociedade maranhense, o Liceu Maranhense e a Escola Normal do Maranhão, entre os anos de 1890 e 1901. Justifica-se esse período histórico com base no Relatório de Governo de 1890, documento em que consta uma organização do rol de disciplinas a serem ministradas no ensino secundário. Dentre estas, há a indicação do estudo da disciplina denominada *Elementos de Phisica, Chimica e Mineralogia*, conforme indica a Figura 1.

A finalização desse período histórico de análise dá-se em 1901, por ter sido o ano no qual ocorreu a separação entre o Liceu Maranhense e a Escola Normal (por intermédio de reformulação na Instrução Pública do Estado do Maranhão), uma vez que essas instituições dividiram, até aquele ano, a estrutura física, o corpo docente, laboratórios e gabinetes de ensino das disciplinas científicas.

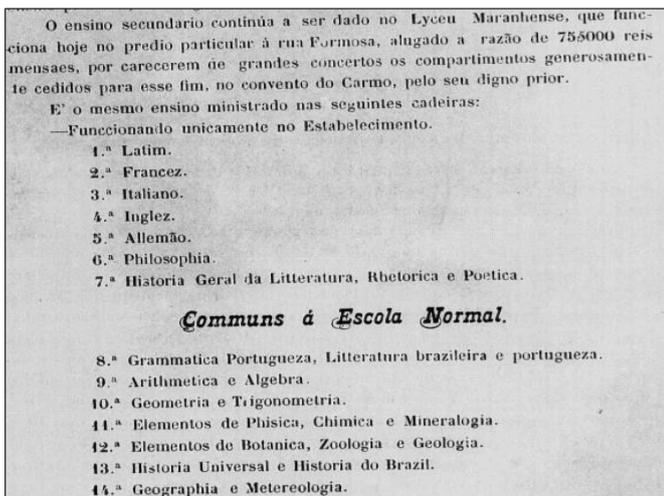


Figura 1: Rol de matérias escolares do Liceu Maranhense, conforme Relatório de 1890. Fonte: Maranhão (1890, p. 18).

## Contexto e metodologia da pesquisa

Este estudo se trata de uma investigação construída dentro dos preceitos da pesquisa de natureza qualitativa, do tipo histórico-documental. Para Pádua (2016), a pesquisa documental é aquela que se realiza a partir do uso de documentos, contemporâneos ou retrospectivos, e que são considerados cientificamente autênticos, ou seja, não fraudados. Ainda segundo a mesma autora, o uso da pesquisa documental ganhou destaque em áreas como as Ciências Sociais e a pesquisa histórica, tendo como principal objetivo a associação da descrição e comparação de fatos sociais e o estabelecimento de tendências e características observadas.

Aires (2006) esclarece que as orientações metodológicas concernentes à pesquisa histórica se relacionam mais com a forma de interpretação das fontes do que com a delimitação dos procedimentos técnicos correspondentes à coleta de dados de determinado tipo de pesquisa. Compreendemos que se deve experimentar uma crítica interna pela qual seja possível revelar as intencionalidades presentes. Logo, a interpretação dos significados expressos nas fontes é primordial para a construção investigativa e seus requisitos devem levar em consideração o testemunho e o ensinamento que demanda dos documentos.

Ao tomarmos a Química enquanto disciplina escolar, acreditamos que o conhecimento dos componentes históricos, sociais, econômicos e políticos que levaram a sua construção deve desempenhar um papel prioritário, principalmente porque, com base na compreensão do caminho histórico percorrido por essa disciplina, julgamos ser possível a identificação das conquistas alcançadas e dos retrocessos experimentados.

Voltando olhares para a experimentação no ensino como exemplo, é possível vislumbrar os desafios outrora

Voltando olhares para a experimentação no ensino como exemplo, é possível vislumbrar os desafios outrora enfrentados pelos professores para efetiva implementação desse recurso didático ao relacionar o ensino teórico e prático desse saber escolar no processo de ensino/aprendizagem.

enfrentados pelos professores para efetiva implementação desse recurso didático ao relacionar o ensino teórico e prático desse saber escolar no processo de ensino/aprendizagem. Com base nisso, temos como questões norteadoras as seguintes: Quais foram e onde ocorreram os primeiros passos para a implementação de experimentação no ensino de Química ofertado na educação pública do Maranhão?

Essas questões nos direcionaram a buscar por repostas que, em suma, estivessem atreladas ao objetivo geral de investigar a inserção da Química Escolar no currículo das escolas públicas estaduais maranhenses e de atestar como a experimentação estava presente na materialização desse currículo, ou seja, no ensino da Química. Para além disso, entende-se que, compreendendo e divulgando os fatos ocorridos no ensino de Química em um dos estados que compõem a região Nordeste do país, contribuímos com discussões mais profícuas desenvolvidas na pesquisa dessa área, além de gerar material de questões históricas que auxiliem pesquisas nessa vertente em outros estados do país.

A etapa inicial realizou-se com o levantamento e seleção das fontes documentais presentes em órgãos públicos estaduais do Maranhão, mais especificamente, nos acervos físicos e digitais da Biblioteca Pública Benedito Leite (BPBL) e do Arquivo Público do Estado do Maranhão (APEM). Esses locais físicos e meios digitais nos forneceram as fontes documentais necessárias para a análise dos primeiros movimentos no sentido de aliar o ensino teórico e prático dos conteúdos inerentes aos conhecimentos químicos. É claro que as concepções acerca do que é experimental e demonstrativo foram sendo alteradas com a passagem do tempo, portanto, nos permitimos discutir tais resultados levando em consideração as diferenças conceituais e culturais do período analisado.

## A Química experimental no Liceu Maranhense e na Escola Normal do Maranhão (1890-1901)

A busca por reconstruir os primeiros passos da constituição da Química como disciplina escolar no Maranhão remete-nos diretamente a seu ensino experimental. Para dar conta desse objetivo, iniciamos nossas análises enfatizando que, no Maranhão, os primeiros movimentos para a inserção de atividades experimentais no ensino das disciplinas científicas tiveram início ainda no período imperial, especificamente no ano de 1866. O cenário no qual essa inserção se realizou foi a Casa de Educandos Artífices (CEA), instituição criada pela Lei Provincial nº 105, de 23 de agosto de 1841, cujo objetivo era formar mão de obra para os cargos que a província necessitava, como oficinas de sapateiros, alfaiates, carpinteiros, dentre outras artes e ofícios (Maranhão, 1841).

Nessa instituição, criou-se a aula de Ciências Naturais Aplicadas às Artes. Conforme Castellanos (2019), foram

realizadas compras dos utensílios e instrumentos necessários para a organização de um espaço exclusivo para o funcionamento das aulas práticas. Esses instrumentos, segundo o autor, eram grafômetros, bússolas, pranchetas, esquadrias de agrimensura, marcos de nível d'água e de nível de bolha de ar, escalas de cobre de duas dimensões, entre outros. O objetivo era instrumentalizar os alunos com conhecimentos de Física e de Química, com base em um programa de ensino que seguiria o cronograma de aulas três vezes por semana, às segundas, quartas e sextas-feiras, nas dependências do estabelecimento. Contudo, apesar da CEA ter oferecido o ensino de Ciências Naturais por um determinado período, a matrícula de poucos estudantes na disciplina, aliado à baixa relevância das Ciências Naturais à época, contribuíram para sua extinção do estabelecimento após quatro anos de funcionamento.

Com o advento do período republicano, o ensino prático da Química começa a ganhar novo fôlego no Maranhão. Justificamos essa constatação tendo como base o ano de 1890, período no qual as disciplinas científicas foram inseridas nos currículos do Liceu Maranhense, instituição que ofertava o ensino secundário, e no currículo da recém-criada Escola Normal, voltada para a formação de professores para o magistério primário. A inserção da Química no currículo do ensino secundário e do ensino normal pressupunha que esses saberes viriam a ser trabalhados em conjunto com as atividades experimentais. Dispusemo-nos, então, a buscar apontamentos acerca desse assunto. Como resultados, encontramos dispositivos legais que estabeleciam a criação de laboratórios e gabinetes para o ensino prático das disciplinas científicas, e o testemunho do professor nomeado para ministrar a disciplina de Física, Química e Mineralogia na Escola Normal no ano de 1890, o Dr. Justo Jansen Ferreira.

Conforme a biografia contida em Maranhão (2021), Justo Jansen Ferreira nasceu na capital maranhense em 16 de março de 1864 e faleceu em 18 de agosto de 1930. Oriundo de família tradicional maranhense, tinha como formação o curso de Medicina e exerceu a docência de disciplinas como Geografia Geral e Corografia do Brasil no Liceu Maranhense, e de Física, Química e Mineralogia na Escola Normal.

O formato do ensino da Química correspondente aos anos de 1890 a 1907, na visão de Justo Jansen Ferreira, era o mesmo que constava em um documento intitulado *Trabalhos do Congresso Pedagógico*, com publicação somente no ano de 1920. A fim de contextualizar esse documento, atestamos que, em suma, ele apresenta em forma de anais as discussões em diferentes áreas do ensino público maranhense que foram realizadas no Primeiro Congresso Pedagógico do Estado do Maranhão. O ensino da Química foi representado nesse congresso pela presença do docente dessa disciplina na Escola Normal, Justo Jansen Ferreira. Ele descreveu como era feita

a ministração da disciplina de Física, Química e Mineralogia sob sua responsabilidade, e teceu ainda um breve apanhado histórico de sua inserção no ensino público maranhense. O relato apresentado pelo docente inclui alguns aspectos do ensino teórico e prático da Química, que julgamos relevantes para a compreensão da materialização das atividades experimentais ministradas nas aulas dessa disciplina.

#### *A presença de Laboratório de Química no contexto escolar*

O Decreto nº 21, de 15 de abril de 1890, ao estabelecer a inserção das disciplinas científicas no currículo da Escola Normal e do Liceu Maranhense, destinava a quantia de três contos de réis (3:000\$000) para a confecção de um laboratório de Química, um gabinete de Física e um de História Natural (Maranhão, 1890). Constatou-se também que, no regulamento do Liceu Maranhense no ano de 1893, ficou definida a existência de laboratórios e gabinetes próprios para o ensino das disciplinas científicas na escola, dado este que permite concluir que havia o entendimento da necessidade de associação entre o saber teórico e o prático no processo de ensino das ciências.

No ambiente da formação de professores, o regulamento da Escola Normal, em 1893, reforçava a relevância dada ao estudo prático, na medida em que atestava que a utilização de uma biblioteca, dos gabinetes de Física e Química e das coleções de História Natural da escola deveriam ser feitas em conjunto com o Liceu Maranhense. Conclui-se, portanto, que havia um direcionamento para a prática de atividades experimentais nesses dois estabelecimentos de ensino.

Compreendemos que as indicações nos documentos oficiais da necessidade de construção dos espaços destinados às atividades experimentais, por si sós, não demonstram efetivamente a inserção prática no ensino, haja vista que as questões financeiras e de escassez de recursos poderiam dificultar a compra da aparelhagem para montagem dos laboratórios.

Castro (2017) afirma que as verbas destinadas nem sempre chegavam a ser efetivamente utilizadas para o fim específico. O autor afirma que os indícios de falta de mobílias escolares, professores habilitados e até mesmo prédios próprios para o ensino sinalizavam a má aplicação dos recursos. Em nossas análises, identificamos que, ao apresentar a retrospectiva do ensino de Química no estado, e na busca por atestar o cumprimento da incumbência dada a ele como responsável pela disciplina na Escola Normal, Justo Jansen Ferreira descreveu como se deu a construção do laboratório de Química (Maranhão, 1920). Ele afirmou que, no ano de 1890, realizou-se a compra de instrumentos básicos necessários para o funcionamento das aulas experimentais no estado. A menção às casas E. Ducretet e Deyrolle atestam a aquisição dos materiais nesses importantes estabelecimentos comerciais localizados em Paris.

**O Decreto nº 21, de 15 de abril de 1890, ao estabelecer a inserção das disciplinas científicas no currículo da Escola Normal e do Liceu Maranhense, destinava a quantia de três contos de réis (3:000\$000) para a confecção de um laboratório de Química, um gabinete de Física e um de História Natural (Maranhão, 1890).**

A presença das disciplinas científicas e das atividades experimentais nas escolas normais tinha raízes na própria proposta formativa dos professores normalistas. De acordo com Cardoso (2019), a disciplina de Química, ao ser inserida na Escola Normal de São Paulo em 1880, sinalizava uma mudança política e social demandada pela sociedade que, dentre outros aspectos, buscava ter professores com noções científicas básicas.

Em nossas análises, identificamos a existência de um investimento com valor diferente do valor inicial de três contos de réis, exclusivo para a manutenção dos laboratórios e gabinetes de ensino, por parte do governo estadual. Em 1894, ao dar o parecer sobre as despesas do governo estadual com a instrução pública, o Vice-Governador da época, Dr. Casimiro Dias Vieira Júnior, descreveu o pagamento da quantia de quatrocentos mil-réis para a conservação e outras despesas do Laboratório de Física e Química (Maranhão, 1894). Essa deliberação nos permite verificar a funcionalidade do espaço de ensino prático dessas Ciências.

#### *O ensino experimental da Química*

Entre os anos de 1890 a 1901, foram realizadas atividades experimentais no ensino da Química Escolar na capital maranhense (Maranhão, 1920). Para iniciarmos a discussão desse contexto, ressaltamos o relato de Justo Jansen Ferreira, no qual percebemos que o ensino da Química Escolar na formação de professores normalistas no Maranhão teve maiores investimentos do poder público, seja na questão de infraestrutura dos espaços físicos, como os laboratórios e seus equipamentos, seja em relação ao corpo docente dessa disciplina na Escola Normal. Nossa proposta de inserir o testemunho do primeiro professor da disciplina de Física, Química e Mineralogia sobre o ensino experimental no Maranhão baseou-se na compreensão de que os docentes não são alheios à evolução desses saberes. Concordamos, portanto, com Chervel (1990), que ressalta a importância dos professores na construção de uma disciplina escolar.

#### Referências

AIRES, J. A. *História da Disciplina Escolar Química: o caso de uma instituição de ensino secundário de Santa Catarina 1909-1942*. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/89019>, acesso em jun. 2024.

BRASIL. *Constituição Política do Império do Brasil, Elaborada Por Um Conselho de Estado e Outorgada Pelo Imperador D. Pedro I, em 25.03.1824*. 1824. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao24.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao24.htm), acesso em jul. de 2021.

#### Conclusão

De acordo com os documentos históricos analisados, a inserção da Química no ensino secundário e normal do estado do Maranhão, ao longo dos anos, teve diferentes significados e buscou atender as finalidades educativas das instituições nas quais esse ensino era oferecido. No que se refere à experimentação, guardando as devidas significações inerentes a esse termo, identificamos que foram feitos investimentos em laboratórios de Química, gabinetes de Física

e nas coleções de história natural, como um indicativo de que esses saberes deveriam ser ensinados de forma prática e teórica. Pôde-se revelar a existência de aulas práticas ofertadas nas escolas Normal e no Liceu Maranhense, tendo início em 1890, com a compra dos aparelhos e montagem do laboratório de química na sala quatro da Escola Normal, conforme o

testemunho do primeiro professor da disciplina de Física, Química e Mineralogia nessa escola. As fontes documentais revelaram também a destinação de verbas para a montagem dos laboratórios.

Diante do exposto, ressaltamos que as fontes documentais nos permitiram compreender o percurso e as primeiras ações realizadas para que a Química fosse constituída disciplina escolar na educação maranhense, estando vinculada às diretrizes nacionais de instituições de referências ao ensino secundário no Brasil e que se constituíram, desde o início, com currículos, programas de ensino e demais documentos necessários para sua organização.

---

**Talita Cristina Raiol Carvalho** (talitacarvalho2843@gmail.com) é licenciada em Química pela UFMA, possui especialização em Docência em Educação Profissional e Tecnológica pelo IFMA e é mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela UFMA. Atualmente é professora no Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão-IEMA. **Clara Virgínia Vieira Carvalho Oliveira Marques** (clara.marques@ufma.br) é licenciada em Química pela UFMA, mestre em Química Analítica pela UFMA e doutora em Ciências pela UFSCar. Atualmente é professora na Universidade Federal do Maranhão-UFMA.

BRASIL. *Lei de 15 de outubro de 1827*. Manda crear escolas de primeiras letras em todas as cidades, vilas e lugares mais populosos do Império. Rio de Janeiro: Presidência da República, 1827. Disponível em: [https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei\\_sn/1824-1899/lei-38398-15-outubro-1827-566692-publicacaooriginal-90222-pl.html](https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei_sn/1824-1899/lei-38398-15-outubro-1827-566692-publicacaooriginal-90222-pl.html), acesso em abr. de 2021.

BRASIL. *Lei Nº 16 de 12 de agosto de 1834*. Faz algumas alterações e adições á Constituição Política do Imperio, nos termos da Lei de 12 de outubro de 1832. Rio de Janeiro: Presidência da República, 1834. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lim/lim16.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lim/lim16.htm), acesso em abr. de 2021.

CARDOSO, G.O. *A disciplina de química na escola normal de São Paulo: 1880-1896*. Dissertação (Mestrado em Ensino de

Ciências e Matemática). Universidade Federal de São Paulo, Diadema, SP, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/items/f77059f7-0be4-43e6-94cf-35735e254c98>, acesso em jun. 2024.

CASTELLANOS, S. L. V. A instrução da criança desvalida no Maranhão oitocentista. *Perspectiva: Revista do Centro de Ciências da Educação*, v. 37, n. 3, p. 791-815, 2019.

CASTRO, C. A. A legislação como fonte para a história da instrução primária maranhense. *Cadernos de História da Educação*, v. 16, n. 1, p. 30-44, 2017.

CHERVEL, A. História das Disciplinas Escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa. *Teoria e Educação* (Porto Alegre), n. 2, p. 177-229, 1990.

CLARK, J. U. *A imigração norte-americana para a região de Campinas*: análise da educação liberal no contexto histórico e educacional brasileiro. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.1998.134442>, acesso em set. 2024.

GOUVÊA, M. C. S. A escolarização da criança brasileira no século XIX: apontamentos para uma re-escrita. *Revista Educação em Questão*, v. 28, n. 14, p. 121-146, 2007.

MARANHÃO. *Lei nº 105, de 23 de agosto de 1841*. Carta de Lei pela qual V. Ex.<sup>a</sup> manda executar o Decreto da Assembléia Legislativa Provincial, autorizando o Presidente da Província estabelecer nesta Cidade uma Casa de Educação de Artífices, na forma acima declarada. São Luís: Tipografia Const. de I. J. Ferreira, 1841.

MARANHÃO. *Relatório com que o Exmo. Snr. Dr. José Thomaz da Porciúncula passou a Administração do Estado em 7 de julho de 1890 ao 1º Vice Governador, Exmo. Snr. Conselheiro Augusto Olympio Gomes de Castro*. Maranhão: Typ. a vapor de Frias & Filho, 1890.

MARANHÃO. *Tabela nº 5*. Despesas com a Instrução Pública em 1894. São Luís, 1894.

MARANHÃO. *Regulamento do Liceu Maranhense em 1901*. São Luís, 1901.

MARANHÃO. *Trabalhos do Congresso Pedagógico*. São Luís, 1920.

MARANHÃO. *Secretaria de Cultura do Maranhão*. São Luís: Biblioteca Pública Benedito Leite, 2021.

PÁDUA, E. *Metodologia da Pesquisa*. 18ª ed. Campinas: Papirus Editora, 2016.

PERES, T. R. Educação Brasileira no Império. In: Universidade Estadual Paulista e Universidade Virtual do Estado de São Paulo. *Caderno de formação*: formação de professores - educação, cultura e desenvolvimento, vol. 1. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. p. 48-70.

RIGUE, F. M. *Uma genealogia do ensino de Química no Brasil*. Dissertação (Mestrado em Educação). Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/13153>, acesso em set. 2024.

ROSADO, F. J. A. *Algumas notas sobre a coleção dos objetos científicos de Física em um século de ensino no Liceu de Évora (1841-1941)*. Dissertação (Mestrado em Química em Contexto Escolar). Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Évora, Portugal, 2013. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/10787>, acesso em jun. 2024.

SCHEFFER, E. W. O. *Química*: ciência e disciplina curricular, uma abordagem histórica. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 1997. Disponível em: [https://ri.uepg.br/riuepg/bitstream/handle/123456789/919/DISSERTA%20c3%87%20c3%83O\\_ElizabethWeinhardtOliveiraScheffer.pdf?sequence=1](https://ri.uepg.br/riuepg/bitstream/handle/123456789/919/DISSERTA%20c3%87%20c3%83O_ElizabethWeinhardtOliveiraScheffer.pdf?sequence=1), acesso em fev. 2025.

VÉCHIA, A. e LORENZ, K. M. O Currículo de 1899 de Epitácio Pessoa. In: XII Reunião da Sociedade Brasileira de Pesquisa Histórica (SBPH), Porto Alegre, 1992. *Anais...*, p. 255-257. Disponível em: [https://digitalcommons.sacredheart.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1017&context=ced\\_fac](https://digitalcommons.sacredheart.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1017&context=ced_fac), acesso em fev. 2025.

ZOTTI, S. A. O ensino secundário no império brasileiro: considerações sobre a função social e o currículo do colégio D. Pedro II. *Revista HISTEDBR On-line*, n. 18, p. 29-44, 2005. Disponível em: [https://www.fe.unicamp.br/pf-fe/publicacao/4800/art04\\_18.pdf](https://www.fe.unicamp.br/pf-fe/publicacao/4800/art04_18.pdf), acesso em fev. 2025.

**Abstract:** *Experimental practice and Chemistry teaching in the period from 1890 to 1901: portraits of a historical educational construction in the Maranhão context.* This work aimed to analyze the history of the insertion of experimental practice in the teaching of Chemistry, in two public education institutions in Maranhão: Escola Normal and Liceu Maranhense, in the First Republic 1890-1901. Adopting the methodological perspective of historical research, the documentary sources used to construct the discussions were State Laws, Teaching Programs, Decrees and Regulations, present in digital and physical media from state public bodies. The data reveal that Maranhão's educational documents guided the presence of theoretical/practical teaching in scientific disciplines, including Chemistry. Official documents identified the direction of public words aimed at purchasing specific laboratory equipment for practical classes and construction of Chemistry, Physics and Natural History laboratories, as well as the presence of a technical professional with the function of maintaining and carrying out classroom experiences. Therefore, it was understood that the experimental activities were present in Chemistry classes in that period, however, without a greater incentive for scientific training.

**Keywords:** experiments in chemistry teaching, history of chemistry teaching, chemistry teaching in Maranhão



## Propostas de metodologias ativas incentivadoras da argumentação científica para o ensino remoto de Química

**Luiza Dourado Bastos de Oliveira, Leonardo Araujo Silva, Sheisi Fonseca Leite da Silva Rocha, Inês Rosane Welter Zwirter de Oliveira, José Geraldo Rocha Junior e Cristina Maria Barra**



O distanciamento social devido à pandemia de COVID-19 exigiu medidas para mitigar o impacto na educação. A busca por metodologias virtuais de ensino baseadas na argumentação científica foi um grande desafio para os professores. Este trabalho apresenta duas metodologias para aplicação no ensino virtual de química no ensino médio, durante e após a pandemia de COVID-19, no âmbito de um projeto de extensão universitário: cruze-linha virtual e aprendizagem adaptativa interativa virtual. As atividades visaram estimular a argumentação científica entre os estudantes a partir de observações do cotidiano. Foram utilizados os aplicativos *Polleverywhere* e *Mentimeter* para a geração de gráficos e imagens em tempo real para estimular os debates. As atividades propostas permitiram abordar a química de forma estimulante em um ambiente de ensino remoto.

► argumentação científica, ensino de química, ensino remoto ◀

Recebido em 30/05/2024; aceito em 16/12/2024

255

### Introdução

O ensino remoto emergencial veio como uma alternativa para amenizar os efeitos da pandemia de covid-19 na educação devido ao fechamento das escolas (Barros e Vieira, 2021). A criação de uma sala de aula virtual motivadora para o processo de ensino e aprendizagem e que estimulasse a participação dos estudantes no processo de geração de conhecimento foi um dos grandes desafios a ser superados.

O estudo da química é considerado difícil por muitas pessoas, principalmente pela falta de contextualização dos conceitos com o cotidiano do estudante e pela fragmentação do conteúdo, tornando-o distante da realidade (Bouzon *et al.*, 2018). Além disso, há a limitação dos estudantes em lidar criticamente com questões científicas, devido ao modelo de ensino baseado em fatos e princípios (Ramos *et al.*, 2021). Assim, dentro do contexto da pandemia de covid-19, o ensino de química se tornou ainda mais desafiador.

A sétima competência da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece que os estudantes devem se desenvolver para serem capazes de:

Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respei-

tem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (Brasil, 2018, p. 9).

A prática da argumentação para o desenvolvimento do conhecimento dos estudantes é defendida por diversos pesquisadores (Mendonça e Ibraim, 2019; Stroupe, 2015; Ibraim e Justi, 2021). Estes pesquisadores propõem explorar a argumentação em sala de aula por meio da avaliação e discussão de observações, fatos, conceitos ou experiências, para permitir o desenvolvimento de opiniões independentes. Esse cenário de ensino, no qual os estudantes argumentam sobre suas ideias procurando justificá-las, colabora para um melhor entendimento e fixação dos conceitos científicos. De acordo com Ibraim e Justi (2021), aprender a pensar está diretamente ligado a aprender a argumentar, produzindo conhecimento através de situações argumentativas, cultivando uma visão mais ampla. Para Driver *et al.* (2000), discutir e expressar diferentes raciocínios a respeito do conhecimento científico favorece a comunicação tanto oral como escrita. Osborne e Dillon (2010) defendem que a argumentação é uma prática incontestável da ciência, uma vez que as teorias são desenvolvidas a partir de evidências.



Várias são as estratégias na construção do conhecimento com potencial para promover um ambiente argumentativo. Essas estratégias envolvem criar situações investigativas e curiosas para que os estudantes possam levantar questionamentos, analisar hipóteses e discuti-las em busca de conclusões, apresentando evidências e utilizando artifícios (Ferraz e Sasseron, 2017). Ramos *et al.* (2021), por exemplo, elaboraram um texto histórico sobre a teoria das misturas gasosas para ser aplicado no ensino da química, o que possibilitou interações argumentativas e autonomia entre os estudantes, na medida em que foi solicitado o posicionamento deles sobre as ideias apresentadas no texto. Barbosa e Souza (2021) utilizaram o método de Investigação Orientada por Argumentos (IOA), para o ensino de química, realizando aulas experimentais sobre cinética química para o público do ensino médio. Segundo os autores, os estudantes mostraram capacidade de propor hipóteses, analisar os dados gerados, aprender os conceitos científicos, detectar e corrigir erros conceituais.

A prática da argumentação científica em sala de aula quando focada na participação ativa dos estudantes no processo de construção da aprendizagem se caracteriza como uma metodologia ativa de ensino, fugindo do modelo tradicional de ensino, no qual o professor detém todo o conhecimento e os estudantes são meros espectadores (Bacich e Moran, 2018). Segundo Camargo e Daros (2018), as metodologias ativas são um conjunto de atividades estruturadas, acompanhadas pela intencionalidade educativa, no qual os estudantes deixam de ser agentes passivos e passam a ser protagonistas no processo de aprendizagem.

Nesse contexto, este trabalho apresenta duas metodologias ativas que foram empregadas durante e após a pandemia de covid-19 como atividades para o ensino remoto de química, realizadas em um ambiente virtual para estimular a argumentação científica: cruze-linha virtual e aprendizagem adaptativa interativa virtual. Estas metodologias foram desenvolvidas no âmbito do projeto Química em Questão, uma ação de ensino de extensão universitária, que realizou atividades escolares complementares com estudantes do Ensino Médio, em encontros virtuais síncronos, apoiadas pelas escolas participantes. Neste projeto, buscou-se criar um espaço virtual para o exercício da argumentação, visando a aprendizagem de conceitos científicos, o desenvolvimento do pensamento crítico, a melhoria da capacidade de comunicação e a tomada de decisões, utilizando como base observações do cotidiano.

## Metodologia

A análise de conteúdo, proposta por Bardin (2011), foi utilizada para interpretar os dados coletados durante

a aplicação das metodologias ativas. Os dados foram organizados, na etapa de pré-análise, incluindo as respostas dos estudantes, discussões mediadas e respostas obtidas por meio das ferramentas digitais. O conjunto de dados (*corpus*) foi delimitado priorizando os registros que evidenciassem elementos de argumentação científica e o engajamento no processo de aprendizagem. Na etapa de exploração do material, os argumentos apresentados pelos estudantes e as perguntas feitas durante os debates foram tomadas como unidades de registro, enquanto as problemáticas propostas como unidades de contexto. Buscou-se agrupar as unidades nas categorias de desenvolvimento do pensamento crítico, aplicação dos conceitos e construção de argumentos. Na etapa de tratamento dos resultados e interpretação foi observado como as atividades impactaram na argumentação, no desenvolvimento do pensamento crítico e na aprendizagem.

Os encontros virtuais foram realizados via *Zoom* e *Google Meet*, com duração de 50 a 60 minutos. Cerca de 15 estudantes participaram de cada encontro. Ao final, para avaliar o aproveitamento, os estudantes responderam a um questionário no *Google Forms*. Os encontros não substituíram as atividades escolares programadas pelos professores, se tratando de atividades de apoio escolar.

Durante a pandemia de covid-19 os encontros virtuais contaram com a participação concomitante de um grupo diversificado de estudantes, ou seja, do 1º ao 3º ano do ensino médio, de escolas particulares e públicas, incluindo estudantes com o ensino médio concluído que estavam se preparando para

o Enem. Nesses encontros foi empregada a metodologia cruze-linha virtual. Após a pandemia, as atividades foram realizadas com um grupo mais homogêneo, envolvendo estudantes de mesma escola pública e série escolar (1º ou 2º anos do Ensino Médio), com a mediação dos professores das escolas participantes. Os encontros virtuais foram realizados no turno da noite, utilizando a metodologia de aprendizagem adaptativa interativa.

### *Metodologia ativa cruze-linha virtual*

A metodologia cruze-linha é uma abordagem ativa que tem potencial para promover a argumentação e encorajar a verbalização do conhecimento (Correia, 2019). O professor desenha uma linha no chão e faz uma pergunta com duas opções de resposta. Os estudantes escolhem um lado da linha de acordo com sua resposta. Após isso, eles apresentam os argumentos que justificam sua posição. Durante a discussão, os estudantes têm a oportunidade de mudar de lado se forem convencidos. No final, o professor apresenta os fundamentos teóricos da questão, capturando a atenção dos estudantes de maneira mais significativa.

Várias são as estratégias na construção do conhecimento com potencial para promover um ambiente argumentativo. Estas estratégias envolvem criar situações investigativas e curiosas para que os estudantes possam levantar questionamentos, analisar hipóteses e discuti-las em busca de conclusões, apresentando evidências e utilizando artifícios

Neste trabalho, a metodologia cruze-linha foi adaptada para ser realizada em formato virtual. Para tal, foram elaboradas apresentações em *Power Point* sobre temas da área da química, contendo questões de múltipla escolha acompanhadas com algum conteúdo teórico. As questões foram inseridas nas apresentações usando o aplicativo *Polleverywhere*, que permitiu a geração de um gráfico em tempo real durante o processo de escolha das alternativas de respostas. Os estudantes puderam alterar as suas escolhas, de acordo com as argumentações dos seus colegas. Essa ferramenta é gratuita e foi utilizada por proporcionar uma dinâmica que se assemelha a uma atividade presencial. O fluxograma das atividades realizadas nos encontros está apresentado na Figura 1.

Neste trabalho, a metodologia cruze-linha foi adaptada para ser realizada em formato virtual. Para tal, foram elaboradas apresentações em *Power Point* sobre temas da área da química, contendo questões de múltipla escolha acompanhadas com algum conteúdo teórico. As questões foram inseridas nas apresentações usando o aplicativo *Polleverywhere*, que permitiu a geração de um gráfico em tempo real durante o processo de escolha das alternativas de respostas.

ou do álcool etílico 70% e os estudantes foram convidados a refletir sobre como eles atuam na eliminação de gorduras e microrganismos. Tal abordagem contextualizou o conceito de interações intermoleculares e reforçou a conscientização sobre práticas de higiene pessoal.

Posteriormente, os estudantes argumentaram sobre as suas escolhas e puderam trocar suas respostas, quando convencidos. Na sequência, o mediador fez uma breve abordagem teórica sobre o assunto e os estudantes puderam mudar sua escolha mais

uma vez. Os estudantes puderam argumentar suas escolhas para convencer os seus colegas a mudarem suas respostas. Finalmente, o mediador mostrou a resposta correta com a devida justificativa. O processo foi repetido para as outras questões envolvendo o mesmo tema. Ao final do encontro, para a avaliação do aprendizado, os estudantes responderam a seguinte questão: Como o sabão atua na eliminação de gorduras?



Figura 1: Fluxograma geral da metodologia cruze-linha virtual empregada na pandemia de covid-19.

As apresentações foram iniciadas com uma pergunta envolvendo um fato curioso, relacionado ou não à área de química, buscando promover um ambiente de descontração entre os participantes (quebra-gelo) e identificar se todos os participantes conseguiam acessar o link do *Polleverywhere* e realizar a votação. Em seguida, foi apresentado algum fenômeno do cotidiano com uma questão e os estudantes escolheram a resposta que julgavam ser a correta, sem orientação do mediador (um professor ou um membro da equipe do projeto). O fenômeno do cotidiano apresentado foi a higienização das mãos, pois durante a pandemia de covid-19 a população estava sendo frequentemente alertada sobre a importância desta medida para a prevenção contra a infecção viral. Destacou-se a importância do uso de sabão

#### Metodologia de aprendizagem adaptativa interativa virtual

Após a pandemia de covid-19, buscou-se empregar uma metodologia de aprendizagem adaptativa interativa virtual. Esta metodologia combinou os princípios da aprendizagem adaptativa, que ajusta o conteúdo às necessidades individuais dos estudantes (Aires e Pilatti, 2016), e da aprendizagem interativa, que promove engajamento por meio de debates e trocas de ideias (Witter, 2001). O raciocínio acerca dos temas passou a ser construído aos poucos pelos próprios estudantes por meio de debates. Os questionamentos foram realizados e respondidos a todo momento, de modo dinâmico, para que os estudantes desenvolvessem seus argumentos e apresentassem seus conhecimentos prévios e questionamentos.

O tema escolhido para esta atividade foi “reações de oxidação-redução”, com enfoque em corrosão, por se tratar de um tema abrangente e desafiador para professores e, geralmente, de difícil compreensão entre os estudantes (Sanjuan *et al.*, 2009). O fluxograma das atividades realizadas nestes encontros está apresentado na Figura 2. Os conteúdos sobre transferência de elétrons, reações de oxirredução e pilhas foram adaptados conforme as séries escolares, valorizando contribuições e curiosidades dos estudantes. Embora houvesse um plano pré-estabelecido, os encontros fluíram conforme necessidades e argumentações dos participantes.

A primeira atividade realizada foi a construção de uma nuvem de palavras, na plataforma *Mentimeter*. Os estudantes escreveram palavras ou expressões que eles associavam ao termo “oxirredução”. A atividade teve o intuito de investigar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema com uma ferramenta visual. Nessa nuvem, o aumento do tamanho da palavra sinaliza uma maior quantidade relativa de vezes em

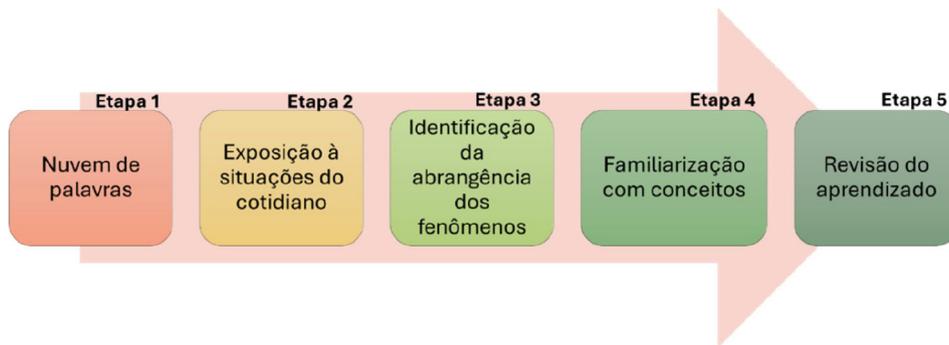


Figura 2: Fluxograma geral da metodologia de aprendizagem adaptativa interativa virtual empregada nos encontros após a pandemia de covid-19

que ela foi escrita, indicando uma maior associação entre a palavra, ou expressão, ao tema trabalhado, na visão dos estudantes.

A segunda atividade foi a exposição de uma situação do cotidiano. Foram dispostas sete imagens de materiais metálicos, oxidados e não oxidados (Figura 3), para que os estudantes apontassem em qual grupo eles as encaixavam, com suas justificativas.



Figura 3: Materiais metálicos oxidados e não oxidados.

A terceira atividade teve como objetivo identificar os limites nos quais os fenômenos observados ocorrem, ou seja, quais fatores favorecem ou desfavorecem o fenômeno. Os estudantes foram indagados pelas questões “Só os metais se oxidam?” e “Esse fenômeno só acontece se houver oxigênio envolvido?”, permitindo observar seus conhecimentos prévios, instigando-os a discutir entre eles.

A quarta atividade teve como objetivo promover a familiarização com alguns conceitos de química a partir dos conhecimentos que os estudantes já possuíam. Neste caso, foi indagado se as palavras “oxirredução, oxidação, corrosão e ferrugem” têm algo em comum e, caso tivessem, o que seria. Dessa forma, foi observado a forma como os estudantes argumentavam e aplicavam os termos científicos.

A quinta atividade foi o preenchimento, sob tutela do mediador do encontro, de um breve formulário elaborado no *Google Forms*. O objetivo foi rediscutir algumas questões apresentadas no encontro, colaborando para a consolidação dos conhecimentos, expondo novas situações do cotidiano, aproveitando o que foi construído nas etapas anteriores. O formulário foi acompanhado com imagens da Estátua da

Liberdade, destacando sua evolução de cores ao longo do tempo, desde a sua inauguração. A curiosidade intrigante que foi compartilhada com os estudantes: que nem sempre a estátua apresentou a coloração esverdeada como atualmente é conhecida, e isso está diretamente ligado ao que foi abordado no encontro virtual.

## Resultados e discussão

### Metodologia ativa cruze-linha virtual

A realização do quebra-gelo (Figura 4) foi importante para aumentar a interação entre os estudantes e a equipe organizadora, especialmente porque os estudantes não tinham um vínculo social prévio. Os estudantes, contudo, se mostraram mais interessados em saber se o termo correto seria “bolacha” ou “biscoito” (Figura 4, na alternativa B) do que conhecer a resposta correta o que, da mesma forma, ajudou a tornar o encontro mais descontraído de modo que o quebra-gelo cumpriu o seu objetivo.

### A estrutura química do benzeno foi proposta pelo químico Kekulé (1865). De onde veio sua inspiração?

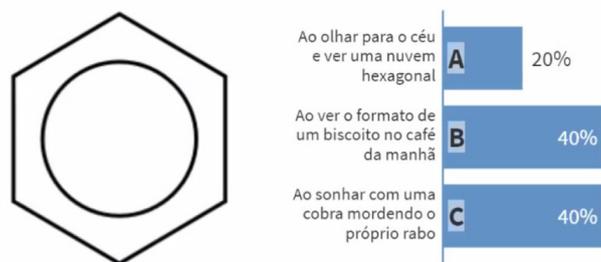


Figura 4: Questão quebra-gelo e porcentagem de votos em cada alternativa. Resposta correta: C.

Após a votação o mediador expôs a alternativa correta, relatando brevemente a proposta do químico alemão Friedrich August Kekulé para a estrutura do benzeno, e seu sonho inspirador (Caramori, 2009). Após o quebra-gelo, uma questão de química foi apresentada e os estudantes escolheram uma resposta, inicialmente, sem qualquer discussão (Figura 5). Essa etapa foi importante para verificar

o conhecimento dos estudantes sobre o assunto, bem como colocá-los em uma posição de protagonistas do processo de aprendizagem.

### Como o sabão atua na eliminação de vírus?

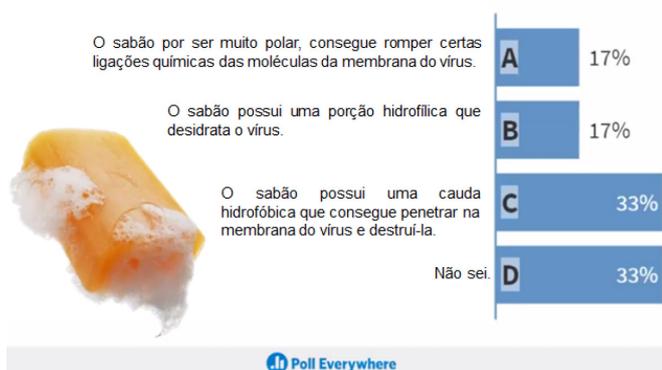


Figura 5: Questão de química e porcentagem de votos obtidos durante a votação sem a discussão. Resposta correta: C.

Os estudantes preferiram não argumentar a escolha do seu voto neste momento. O uso de termos como “hidrofóbica”, “hidrofílica” e “membrana” provavelmente dificultou a compreensão e as argumentações. Em seguida, foi apresentada uma breve explanação sobre polaridade, hidrofilicidade/hidrofobicidade, estrutura química do sabão e de membranas presentes em vírus como o coronavírus. Foi informado aos estudantes que poderiam alterar seus votos com base na apresentação. Neste momento, observou-se que o gráfico de barras da Figura 5 foi alterado, para 25% dos votos na alternativa A e 75% na alternativa C. Essa mudança indicou que os estudantes conseguiram aplicar os conteúdos de química apresentados na resolução da questão.

O mediador provocou os estudantes a apresentarem seus argumentos em favor da alternativa escolhida, de forma a convencer os estudantes que votaram na alternativa diferente a alterarem seus votos. Houve a manifestação: “Votei na A com um pé atrás. Posso ter entendido errado, mas hidrofóbico é o que tem aversão à água, o sabão interage com a água, então... Fui na A”. Embora a opção escolhida pela estudante foi incorreta, o argumento dado apresentou elementos corretos, exceto pelo fato de que o sabão também interage com a membrana, evidenciando a construção do processo de aprendizagem. Após o debate, o mediador informou que os participantes poderiam ainda alterar suas alternativas, caso tivessem sido convencidos pelo argumento de algum colega. As mudanças de votos após a justificativa dada pelos estudantes evidenciam que houve argumentação. O mediador prosseguiu expondo a resolução da questão.

Um vídeo foi utilizado para mostrar a atuação do sabão na eliminação do coronavírus (RCSBProteinDataBank, 2020). Através do vídeo, também foi possível mostrar a interação da molécula de sabão com a membrana do vírus e a formação de micelas. Os estudantes reagiram com as frases: “Incrível!”; “A parte polar do sabão se junta à parte polar do vírus fazendo com que ele se desfaça, certo?”; “O sabão meio que

cria um gancho para puxar o lipídeo”. Estes comentários e o questionamento do estudante ao tutor para validar uma ideia da interação do sabão com o vírus demonstra a construção de um processo de aprendizagem. Isso também fica evidente no final do encontro, quando uma estudante indagou se a atuação do álcool na eliminação do coronavírus era semelhante a do sabão. A estrutura química do etanol e do sabão foram comparadas buscando identificar porções polares e apolares nas moléculas para induzir a estudante à resposta correta. Esta foi a oportunidade de introduzir a segunda questão do encontro virtual que abordava a adulteração da gasolina com etanol. Ao final do encontro os estudantes registraram suas explicações sobre como o sabão atua na eliminação de gorduras, conforme relatado a seguir:

*Estudante 1:* “O sabão é anfipático, então, a parte polar se mistura na água e a apolar se junta na gordura, que também é apolar e elimina, já que são iguais”.

*Estudante 2:* “O sabão tem a sua parte apolar que interage com a gordura removendo-a da superfície, como, por exemplo, pratos, panelas, etc”.

*Estudante 3:* “No ato de lavar algo, o sabão liga a sua parte polar à água e a apolar à gordura formando assim uma mistura”.

*Estudante 4:* “Pelo mesmo princípio da remoção da membrana do vírus, a parte apolar se liga à membrana removendo-a, enquanto a parte polar se liga à água”.

A metodologia ativa cruze-linha virtual foi uma ferramenta que se mostrou eficaz em verificar as mudanças de percepção dos estudantes através das argumentações e conhecimentos discutidos. Contudo, eles tiveram que argumentar a opção escolhida, dentre as que foram apresentadas, sabendo que apenas uma das respostas seria a correta. Isto parece ter restringido, em parte, as argumentações que poderiam ser apresentadas pelos estudantes e as manifestações de outros saberes e curiosidades sobre o assunto.

#### Metodologia de aprendizagem adaptativa interativa virtual

A Figura 6 mostra as nuvens de palavras geradas para uma turma do 1º e outra do 2º ano do ensino médio. Os estudantes do 1º ano escreveram palavras associadas à corrosão ou desgaste de materiais conhecidos (ferrugem, metal, desgaste, garfo enferrujado, panela velha etc.), acompanhadas de palavras genéricas no contexto da química (substâncias, energia, hidrogênio, elemento químico etc.). Nas falas dos estudantes, destacadas a seguir, o tema foi bastante associado a pilhas e baterias, que são aplicações comuns das reações de oxirredução, e aos problemas que provocam em materiais: “Para mim oxirredução é um fenômeno químico em que há produção de energia elétrica, a partir de ocorrências de oxidação e redução de várias espécies químicas”; “Já havia visto. É que gera pilhas e baterias”; “Manutenção, pois sem ela tudo estraga”.

Entre os estudantes do 2º ano a associação com observações do cotidiano se deu principalmente com o termo “ferrugem”, bastante citado. Os estudantes parecem ter dado maior ênfase às reações químicas, de um modo geral, do que

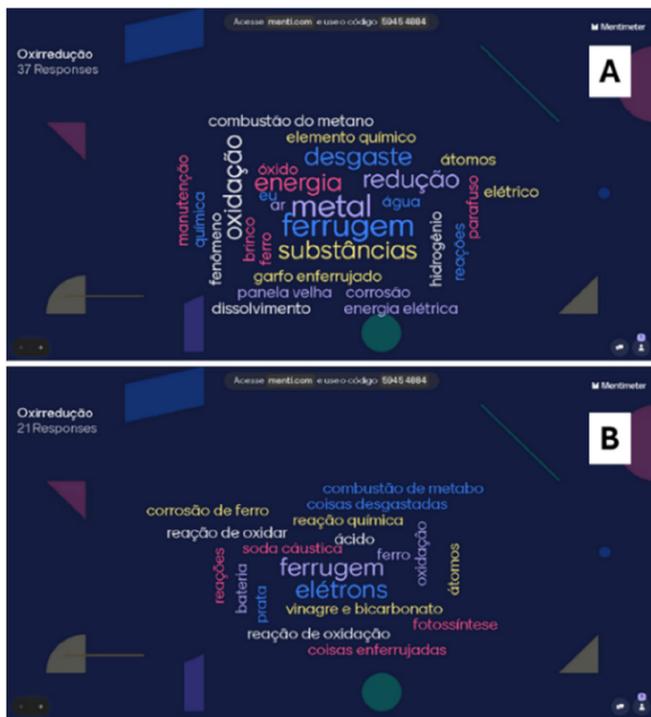


Figura 6: Nuvem de palavras produzidas por uma turma de 1º ano (A) e 2º ano (B).

260

uma reação específica associada ao termo “oxirredução”, chegando a agrupar as palavras “vinagre e bicarbonato”, que envolve uma típica reação ácido-base, talvez pelos estudos recentes sobre o tema em sala de aula. Houve também o uso da palavra “fotossíntese”, demonstrando que o termo não foi associado apenas às reações redox que ocorrem em superfícies metálicas.

Na segunda etapa, foram abordados processos químicos que podem ser observados no nosso cotidiano, em materiais apresentados na Figura 3. Os principais argumentos para a definição dos materiais oxidados e não oxidados entre os estudantes do 1º ano se basearam na mudança de cor, formação de manchas azuis, desgaste do material, brilho, textura diferentes e aspectos envelhecido e enferrujado. Houve muitos questionamentos sobre o assunto nesse momento, o que é desejado em metodologias ativas. Um dos questionamentos que surgiu nessa atividade foi “os que sofrem esse processo são o cobre, ferro e aço?” Alguns estudantes desta série escolar classificaram o fio de cobre (imagem 7, da Figura 3) como um material oxidado devido à coloração diferente em relação aos outros materiais não oxidados. Os estudantes do 2º ano procuraram diferenciar os materiais usando argumentos baseados em corrosão, deterioração, cor e brilho mais opaco dos materiais oxidados.

Tomando como base o modelo de Toulmin (Sá *et al.*,

Os principais argumentos para a definição dos materiais oxidados e não oxidados entre os estudantes do 1º ano se basearam na mudança de cor, formação de manchas azuis, desgaste do material, brilho, textura diferentes e aspectos envelhecido e enferrujado. Houve muitos questionamentos sobre o assunto nesse momento, o que é desejado em metodologias ativas.

2014), que identifica os elementos centrais de um argumento (dados, conclusão, justificativa, qualificadores, reservas e fundamentos de apoio), ficou evidenciado que houve argumentação na terceira etapa da metodologia. Ao serem questionados se “somente metais oxidam?”, por exemplo, um estudante afirmou: “Eu acho que, se tivesse uma câmara sem oxigênio, o metal não sofreria o processo de oxidação.” Neste caso, o estudante utilizou como um dado (evidência) a ausência de oxigênio como fator crítico para a oxidação e concluiu que o metal não se oxidaria na ausência de oxigênio. A justificativa pareceu estar baseada na associação comum entre oxidação e a presença de oxigênio. O qualificador da argumentação foi o uso da expressão “eu acho”, que indica alguma incerteza e sugere que o argumento está em desenvolvimento. Por, aparentemente, não considerar que reações de oxirredução podem ocorrer sem oxigênio, o estudante demonstrou uma reserva. Essa análise evidencia a construção de uma argumentação que, embora limitada, reflete a interação entre os conhecimentos prévios do estudante e as atividades propostas.

Durante a argumentação, os estudantes das duas séries escolares destacaram casos envolvendo reações de oxirredução diferentes dos observados em superfícies metálicas, como a fotossíntese e a combustão da madeira. Frequentemente, os estudantes perguntavam “o que é o aço-inox?” e se ele “é realmente inoxidável?”, tentando associar o que estava sendo abordado com aquilo que já conheciam. Nesse momento, eles passaram a compreender que reações de oxirredução ocorrem naturalmente, mas que existem formas de retardá-las.

Na quarta etapa do encontro se observou que alguns conceitos apresentados pelos estudantes ao longo do debate estavam confusos. Buscou-se a colaboração do mediador do encontro para auxiliar os estudantes na associação das “expressões soltas” que eles apresentaram nos debates, com termos ou fenômenos científicos. Também houve a preocupação por parte dos estudantes com aspectos ambientais

e sociais relacionados ao tema, por meio de um questionamento apresentado por eles: “Isso acaba afetando o meio ambiente ou a saúde?”

Na quinta etapa, ao apresentar o caso da Estátua da Liberdade e a sua mudança de coloração com o tempo, houve surpresa entre os estudantes ao descobrirem que a estátua apresentava, inicialmente, uma coloração castanho-avermelhado e que a

mudança de cor não se deu por meio de pintura. O resultado foi positivo, pois puderam explicar com entusiasmo este fenômeno, após o debate, empregando os conceitos de oxidação-redução. Contudo, as respostas dadas no questionário foram superficiais e pouco justificadas (Quadro 1), se comparadas às respostas e argumentos apresentados nas falas dos estudantes durante o encontro.

Quadro 1: Questionário proposto na conclusão da atividade e algumas respostas dos estudantes.

<p>1) O que houve na transformação da cor da Estátua da Liberdade, ou seja, quais mudanças ocorreram? (Características)</p> <p><b>Respostas</b>  <b>1º Ano:</b> “A oxirredução do cobre. Por isso que ficou verde”; “Oxidação do cobre que deu essa tonalidade verde” “Sua coloração mudou, por causa do ferro e cobre”; “Ocorreu um processo de oxirredução. a coloração da estátua com o decorrer do tempo foi mudando”; “Eu acho que com o passar do tempo e a poluição o cobre da estátua oxidou”; “O cobre sofreu a oxidação”.  <b>2º Ano:</b>          “A estátua da liberdade mudou de cor por causa da oxidação”; “A perda da cor original é a perda de elétrons”; “Ao decorrer do anos o cobre (Metal) foi se oxidando, ou seja, perdeu elétrons, fazendo uma reação de oxidação nele”; “A estátua sofreu oxirredução”.</p>
<p>2) Em que condições essa transformação ocorreu, ou seja, o que causou esse fenômeno?</p> <p><b>Respostas</b>  <b>1º Ano:</b> “O cobre sendo exposto por muitos anos debaixo de sol e chuva”          “O metal da estátua perdeu elétrons, no caso, quando ocorre o processo de oxirredução ele perde elétrons”; “A exposição ao ar e umidade”; “Por causa do oxigênio, água e substâncias no ar”          “A chuva e o vento”  <b>2º Ano:</b> “A perda de elétrons para outro elemento”; “A perda de elétrons”; “A oxidação.”</p>
<p>3) O que favoreceu (acelerou) esse processo?</p> <p><b>Respostas</b>  <b>1º Ano:</b> “A água e o oxigênio”; “A erosão da água do mar e a exposição ao oxigênio”; “Em ela estar no tempo sem nenhuma proteção, em contato direto com o ar, com a chuva e o sol”.  <b>2º Ano:</b> “Eu acho que foi por que a estátua ficou exposto ao ar livre”; “O contato com o meio ambiente e o contato com outro metal o ferro”; “Ser deixar exposta e contato com outras coisas/substâncias”.</p>
<p>4) Essa transformação pode:</p> <p>a) ser evitada          b) somente retardada (torná-la lenta)          Justifique sua escolha.</p> <p><b>Respostas</b>  <b>1º Ano:</b> “Eu acho que somente retardadas”; “Retardada”; “Essa transformação pode ser evitada”; “Acho sim, pintar que iria reduzir mais”; “Sim, lixando e cuidando”; “Eu acho que pode ser retardado, por que o oxigênio tem água, é eu acho impossível manter o ferro e o cobre longe do oxigênio”.  <b>2º Ano:</b> “Ser retardada”; “Pode sim ser evitado; “Somente retardará porque é um evento natural”; “B) por que não tem como evitar a oxidação”; “Acho que dá pra ser evitada. Acho que lixando já que tira a camada que sofre mudança”.</p>
<p>5) Qual dos procedimentos abaixo é mais eficaz para a proteção do metal contra essa transformação? Defenda sua escolha justificando.</p>

O aumento da participação dos estudantes nas atividades utilizando esta metodologia, em comparação à metodologia cruze-linha virtual, foi notável. Uma explicação provável

reside na formulação das questões, que foram apresentadas sem opções de resposta predefinidas. Em vez disso, eles foram incentivados a desenvolver suas respostas a partir de seu conhecimento prévio, o que pode ter promovido um maior engajamento dos estudantes. Contudo, vale ressaltar que no período pós-pandemia de covid-19 as atividades foram realizadas com estudantes de mesma escola e série escolar, de modo que o vínculo pré-existente entre eles pode ter sido um fator incentivador na fala. Além disso, houve a presença e o incentivo do professor destes estudantes nos encontros, que pode ter estimulado uma participação mais ativa.

#### *Evidências da prática da argumentação*

Considerando as manifestações dos estudantes, as duas metodologias propostas promoveram a reflexão, a construção de conhecimento, a realização de atividades discursivas e a tomada de decisões pelos diálogos estabelecidos com outros, bem como a partilha e a sustentação de conhecimentos para angariar aliados para um determinado ponto de vista, seja na busca pelo convencimento, pela exposição de ideia ou pela fundamentação justificada de um novo conhecimento, caracterizando a prática da atividade argumentativa (Leitão, 2011).

O uso das ferramentas virtuais (*Polleverywhere* e *Mentimeter*) permitiu a participação imediata dos estudantes nas atividades, na medida em que eles deram suas contribuições para ver como suas respostas influenciavam nos gráficos exibidos. Essas ferramentas aliadas às metodologias propostas e à exibição constante de imagens contendo alguns fenômenos observados no cotidiano estimularam os estudantes no compartilhamento de seus conhecimentos, tanto por possuírem algum conhecimento prévio sobre os fenômenos observados como por perceberem que suas respostas não eram, a princípio, tão diferentes dos colegas, colocando-os em uma posição confortável, estimulando a argumentação. A prática da argumentação aliada à mediação do tutor, apresentando conceitos e instigando os estudantes, reforçou a aprendizagem, corroborando a conclusão de Jiménez-Aleixandre e Broco (2015), que não basta só argumentar, e, sim, estimular através da argumentação, o ensino formal de química.

A metodologia ativa cruze-linha virtual apresentou como principal característica a exploração do sentimento de competitividade entre os estudantes como uma ferramenta para estimular a argumentação científica, na medida em que eles se sentiram desafiados a convencer seus colegas a mudarem de opinião para aumentar o número de votos na alternativa que eles acreditavam ser a correta. Este desafio foi apresentado de forma implícita ao se exibir os gráficos gerados pela ferramenta *Polleverywhere* (que contabilizou os votos em tempo real), permitindo os estudantes observarem seus argumentos aumentando ou diminuindo o número de votos, proporcionando um ambiente dinâmico e interativo. A metodologia de aprendizagem adaptativa interativa virtual, por outro lado, buscou estimular a argumentação por meio de debates mais colaborativos e dinâmicos sem buscar, a princípio, uma resposta correta, valorizando as reflexões dos

estudantes, seus conhecimentos prévios e questionamentos. A nuvem de palavras produzida pelo aplicativo *Mentimeter*, utilizado nesta metodologia, foi uma das estratégias utilizadas para sinalizar que todo conhecimento é válido, criando um ambiente propício ao diálogo e à construção de raciocínios científicos.

## Conclusão

As metodologias ativas *cruze-linha virtual* e de *aprendizagem adaptativa interativa virtual* contribuíram para estimular o exercício da argumentação científica entre os estudantes. Os aplicativos *Polleverywhere* e *Mentimeter* desempenharam um papel importante para tornar o ambiente dinâmico e interativo. Ambas as metodologias demonstraram que, mesmo em um cenário de ensino remoto, é possível criar um ambiente motivador e estimulante para o aprendizado da química.

## Referências

AIRES, J. A. e PILATTI, L. A. Aprendizagem significativa por meio do ensino adaptativo. *Revista Espacios*, v. 37, n. 29, p. 18, 2016.

BACICH, L. e MORAN, J. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso Editora, 2018.

BARBOSA, S. M. e SOUZA, N. S. Investigação Orientada por Argumentos no Ensino de Química de Nível Médio: uma proposta em cinética. *Química Nova na Escola*, v. 43, n. 1, p. 74-85, 2021.

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

BARROS, F. C. e VIEIRA, D. A. P. Os desafios da educação no período de pandemia. *Brazilian Journal of Development*, v. 1, capítulo 10, p. 173-197, 2021.

BOUZON, J. D.; BRANDÃO, J. B.; SANTOS, T. C. e CHRISPINO, A. O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro: uma revisão bibliográfica de publicações em periódicos. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 3, p. 214-225, 2018.

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

CAMARGO, F. e DAROS, T. *A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo*. Porto Alegre: Penso Editora, 2018.

CARAMORI, G. F. e OLIVEIRA, K. T. D. Aromaticidade: evolução histórica do conceito e critérios quantitativos. *Química Nova*, v. 32, n. 7, p. 1871-1884, 2009.

CORREIA, J. A. Talk show sobre metodologias ativas em anatomia - Prof. João Antônio Correia. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JFkCRtw9bJo>, acesso em jul. de 2020.

DRIVER, R.; NEWTON, P. e OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.

FERRAZ, A. T. e SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 19, e2658, 2017.

IBRAIM, S. S. e JUSTI, R. Contribuições de ações favoráveis

**Luiza Dourado Bastos de Oliveira** (luizadouradobo@gmail.com) é graduanda em Química pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica-RJ, Brasil. **Leonardo Araujo Silva** (leonardoaraujo1985@gmail.com) é doutor em Química pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Atualmente é professor da rede estadual de educação do Rio de Janeiro, vinculado ao CIEP 156 Dr. Albert Sabin, Seropédica-RJ, Brasil. **Sheisi Fonseca Leite da Silva Rocha** (sheisi@msn.com) é doutora em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente é professora adjunta do departamento de Química Analítica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (DQA/UFRRJ), Seropédica-RJ, Brasil. **Inês Rosane Welter Zwirter de Oliveira** (inesrz1@yahoo.com.br) é doutora em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é professora associada do departamento de Química Analítica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (DQA/UFRRJ), Seropédica-RJ, Brasil. **José Geraldo Rocha Junior** (geraldorocha@ufrrj.br) é doutor em Química pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente é professor associado do departamento de Química Analítica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (DQA/UFRRJ), Seropédica-RJ, Brasil. **Cristina Maria Barra** (crismabarra@gmail.com) é doutora em Química pela Universidade Federal Fluminense. Atualmente é professora associada do departamento de Química Analítica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (DQA/UFRRJ), Seropédica-RJ, Brasil.

ao ensino envolvendo argumentação para a inserção de estudantes na prática científica de argumentar. *Química Nova na Escola*, v. 43, p. 16-28, 2021.

JIMÉNEZ-ALEXANDRE, M. P. e BROCO, P. Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de ciências. *Revista Ensaio*, v. 17, n. especial, p. 139-159, 2015.

LEITÃO, S. O lugar da argumentação na construção do conhecimento. In: LEITÃO, S. e DAMIANOVIC, M. C. (Ed.). *Argumentação na escola: o conhecimento em construção*. Campinas: Pontes, 2011.

MENDONÇA, P. C. C. e IBRAIM, S. S. Argumentação no ensino de química. In: MALDANER, O. A.; MACHADO, P. F. L.; SANTOS, W. L. P. (Org.). 2ª ed. Ijuí: Unijuí, 2019. p. 217-235.

MIRANDA, A. J. A.; SILVA, A. L. P. e SÁ-SILVA, J. R. Corrosão no ensino de Química: uma análise dos artigos publicados em *Química Nova na Escola*. *Química Nova na Escola*, v. 42, n. 4, p. 322-329, 2020.

OSBORNE, J. e DILLON, J. How science works: what is the nature of scientific reasoning and what do we know about students' understanding? In: OSBORNE, J. e DILLON, J. (Ed.). *Good Practice in Science Teaching: what research has to say*. New York: Openup, 2010.

RAMOS, T. C.; MENDONÇA, P. C. C. e MOZZER, N. B. Interações Argumentativas no Ensino de Química a partir de um texto histórico. *Química Nova na Escola*, v. 43, n. 1, p. 51-61, 2021.

RCSBProteinDataBank. *Combatendo o Coronavírus com sabão*. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=s2EVlqql\\_f8](https://www.youtube.com/watch?v=s2EVlqql_f8), acesso em jun. de 2020.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C. e QUEIROZ, S. L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 16, n. 3, p. 147-170, 2014.

SANJUAN, M. E. C.; SANTOS, C. V.; MAIA, J. O.; SILVA, A. F. A. e WARTHA, E. J. Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 190-197, 2009.

STROUPE, D. Examining classroom science practice communities: How teachers and students negotiate epistemic

agency and learn science-as-practice. *Science Education*, v. 98, n. 3, p. 487-516, 2014.

STROUPE, D. Describing “science practice” in learning

settings. *Science Education*, v. 99, n. 6, p. 1033-1040, 2015.

WITTER, G. P. Estratégias para aprendizagem interativa. *Psico-USF*, v. 6, n. 1, p. 77-78, 2001.

**Abstract:** *Proposals for active methodologies that encourage scientific argumentation for remote Chemistry teaching.* Social distancing due to the covid-19 pandemic required measures to mitigate the impact on education. The search for virtual teaching methodologies based on scientific argumentation was a great challenge for teachers. This paper presents two methodologies for application in the virtual teaching of chemistry in high school, during and after the covid-19 pandemic, within the scope of a university extension project: virtual line-crossing and adaptive interactive virtual learning. The activities aimed to stimulate scientific argumentation among students based on observations of everyday life. The Polleverywhere and Mentimeter applications were used to generate graphs and images in real time to stimulate debates. The proposed activities allowed to approach chemistry in a stimulating way in a remote teaching environment.

**Keywords:** scientific argumentation, chemistry teaching, remote teaching

# Experimentação acessível: a *design science* na prototipagem de tecnologia assistiva para alunos com deficiência visual

Claudio R. Machado Benite, Florisbela Magalhães Rodovalho, Fernanda Araújo França e Anna M. Canavarro Benite



Para que estudantes com deficiência visual (DV) aprendam, as informações precisam ser acessadas pelos demais sentidos que não a visão. Neste estudo, professores em formação refletem sobre a prática pedagógica no atendimento educacional especializado visando a busca de soluções para a inclusão de estudantes com DV em experimento de transferência de volume. Pautados na pesquisa participante, fundamentamo-nos na *design science* para projetar e fazer a prototipagem de um adaptador de pipetador que auxilie na autonomia dos estudantes com DV nesses experimentos, atuando como tecnologia assistiva. Nossos resultados demonstram que propostas de formação como esta podem auxiliar em atuações docentes mais equitativas, no ensino básico e superior, bem como repensar um perfil de formação que possibilite o atendimento a políticas públicas inclusivas.

► educação especial/inclusiva, STEAM, adaptador de pipetador ◀

Recebido em 04/07/2024; aceito em 10/03/2025

264

## Pipeta: breve relato sobre a origem e constituição

O vidro é um material com diversas propriedades e composições que o fazem ser muito utilizado nas atividades humanas. Segundo Maia (2003), o processo de fabricação do vidro não tem datação conhecida:

o vidro já era utilizado pelos nossos ancestrais na Idade da Pedra sob sua forma natural, que é uma rocha vulcânica, conhecida pelo nome de “Obsidiana” [...], um vidro natural. Foi utilizada para fabricação de pontas de lanças, de flechas e facas. Essas peças feitas de obsidiana têm sido encontradas nas mais diferentes partes do mundo, como Patagônia, México, Estados Unidos, Europa e Ásia (Maia, 2003, p. 3).

Apesar da diversidade de composições e propriedades, o vidro é composto principalmente pelo silício, elemento químico que “está presente em grande abundância na crosta terrestre, seja como sílica, ou óxido de silício, que ocorre naturalmente como areia ou quartzo, ou na forma de silicatos” (Silva e Filgueiras, 2023, p. 491).

Na Química, há séculos o vidro “é o material usado como suporte para uma infinidade de operações” (Silva

e Filgueiras, 2023, p. 491) e no período da Renascença “penetrou maciçamente nos instrumentos e recipientes dos laboratórios alquímicos e químicos” (Silva e Filgueiras, 2023, p. 493). No século XVII, os laboratórios foram se transformando em ambientes mais organizados, amplos, luminosos e ventilados para que os instrumentos de metal, saís e rótulos dos frascos não se deteriorassem e as vidrarias passaram a ser dispostas em prateleiras para que fossem melhor aproveitadas (Viel, 2009). Naquela época, muitos dos instrumentos de laboratório eram feitos por artesãos não especializados, e as vidrarias eram pouco resistentes a calor e frio (Beretta, 2014).

Com o tempo, o vidro passou a ser produzido com maior resistência mecânica, sendo chamado de vidro temperado: esse é um vidro de segurança, produzido por tratamentos químico e térmico que introduz tensões controladas no material, com o objetivo de aumentar sua resistência a impacto e abrasão. Foi utilizado na fabricação de pipetas, instrumentos de vidro dos mais usados em experimentos, auxiliando na medida e transferência de substâncias líquidas com precisão (Silva e Filgueiras, 2023; Maia, 2003).

Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850), químico e físico francês, foi quem pela primeira vez adotou a expressão “pipeta” (derivada de *pipe*, que significa flauta em francês)



numa prática de padronização de soluções (Oliveira *et al.*, 2018). Atualmente, as pipetas, como os demais instrumentos de vidro dos laboratórios, são fabricadas com borossilicato (Alves *et al.*, 2001).

As pipetas podem ser de vários tipos (pasteur, monocal, multicanal, digital), mas as graduadas e volumétricas de vidro são as comumente utilizadas em atividades experimentais de ensino e pesquisa. A pipeta graduada “é um tubo longo e estreito, aberto nas duas extremidades, marcado com linhas horizontais que constituem uma escala” (Pinto, 2015, p. 91), possibilitando medidas variadas de volumes. Já a pipeta volumétrica permite escoar com precisão apenas uma quantidade específica de volume.

Para obter uma medida precisa, a substância deve ser sorvida pela pipeta com a ajuda de um pompete, também conhecido como pera (bulbo de borracha que é encaixado na parte superior da pipeta), até alcançar a quantidade necessária do líquido. A precisão na medida do volume está atrelada a aferição visual da curva formada na superfície no líquido, conhecida por menisco (efeito provocado pela atração intermolecular entre as moléculas do vidro e do líquido), atividade que exige habilidades manuais e visuais para atuar nos experimentos.

### **Experimentação acessível: uma nova perspectiva de formação e ação docente em química**

As aulas práticas de laboratório dos cursos de Química, no ensino básico ou superior, ocorrem num espaço “cercado por vidrarias, produtos químicos, instrumentos de medida e equipamentos” (Maggioni *et al.*, 2021, p. 4), um ambiente fascinante voltado para descobertas, apropriação de conhecimentos e desenvolvimento de atitudes científicas, sob condições controladas. No entanto, mesmo com os avanços teóricos, técnicos e tecnológicos que contribuem para o desenvolvimento das Ciências Experimentais e de novas e diversificadas formas de experimentar, a observação visual ainda é o principal canal de obtenção de informações e interpretação teórica dos experimentos, seja para a aprendizagem ou construção de novos conhecimentos (Benite *et al.*, 2017b). Por conseguinte, estudantes com deficiência visual têm dificuldades ou não costumam participar dessas atividades, pois, dentre outras limitações, dificilmente conseguem realizar medições, tornando o experimento uma atividade excludente para esse público.

Situação posta, alertamos para o fato de que já se passaram quase três décadas dos primeiros documentos oficiais (Brasil, 1996; 2002) apontarem “a relevância do desenvolvimento de um processo de ensino e aprendizagem

que contemple as necessidades educacionais especiais” (Gonçalves *et al.*, 2013, p. 264) e ainda são poucas as contribuições de pesquisas voltadas para a formação e ação docente no âmbito da educação especial/inclusiva.

Dentre as políticas públicas para pessoas com deficiência implementadas em instituições federais de ensino, o Programa de Acessibilidade na Educação Superior (Incluir), publicado em 2005 pelo Governo Federal, ganhou amplitude nacional em 2012, fomentando editais de apoio a ações com o objetivo de garantir o acesso, permanência e sucesso de pessoas com deficiência na educação superior, bem como a “aquisição e desenvolvimento de material didático e pedagógico acessíveis e adequação de mobiliários para acessibilidade” (Guedes e Maciel, 2022, p. 55). Outros dispositivos legais são a Lei nº. 12.711 de 2012 (conhecida como Lei de Cotas), a Lei nº. 13.146 de 2015 que institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência) e a Lei nº. 14.723 de 2023 que revisa a Lei 12.711 e dispõe acerca do programa especial de mecanismo de ingresso do cotista em instituições federais de educação superior e de ensino técnico de nível médio, possibilitando o acesso a “estudantes pretos, pardos, indígenas e quilombolas e de pessoa com deficiência, bem como daqueles que tenham cursado integralmente o ensino médio ou fundamental em escola pública” (Brasil, 2023, p. 1).

A Lei de Cotas e demais leis citadas são os resultados da luta de movimentos sociais em defesa do acesso aos ensinos técnico e superior das referidas instituições por meio da reserva de vagas, por curso e turno, em cada processo seletivo, ou seja, concedendo oportunidade aos excluídos na tentativa de reparação dos danos causados por uma injusta cultura educacional (Rodrigues *et al.*, 2019, p. 79).

Em face do exposto, surge o seguinte questionamento: de

que maneira os cursos de Química podem repensar suas ações para atendimento a políticas públicas, incentivando professores a refletirem sobre a presença de pessoas com deficiência nas aulas para a significação de novas concepções de práticas pedagógicas que atendam a educação inclusiva?

Defendemos neste estudo que um dos papéis do professor é levantar discussões que ponderem a importância de atendimento à diversidade de sala de aula e pensar em estratégias que propor-

cionem um ensino equitativo. Um exemplo é a inclusão de estudantes com deficiência visual (DV) em todas as etapas das aulas experimentais, possibilitando a utilização dos demais sentidos como meio de acesso aos dados empíricos a partir da manipulação autônoma de instrumentos de laboratório visando a interpretação teórica do fenômeno reproduzido objetivando a compreensão do conteúdo estudado (Benite *et al.*, 2017a).

[...] a observação visual ainda é o principal canal de obtenção de informações e interpretação teórica dos experimentos, seja para a aprendizagem ou construção de novos conhecimentos (Benite *et al.*, 2017b). Por conseguinte, estudantes com deficiência visual têm dificuldades ou não costumam participar dessas atividades, pois, dentre outras limitações, dificilmente conseguem realizar medições, tornando o experimento uma atividade excludente para esse público.

Baseados em Vygotsky (2005), argumentamos que as propriedades físicas, químicas e mecânicas dos instrumentos de laboratório são atributos que devem servir para agir sobre a matéria, de acordo com as exigências dos experimentos, mas, também, das características dos sujeitos que os manipulam (Benite *et al.*, 2017a). Posto isto, como os DV vão manipular e transferir líquidos em pipetas convencionais se o volume pipetado depende da visão para conferir precisão?

Em face de tais conjecturas, este estudo visa desvelar contribuições da *design science* na formação de professores de Química para atuarem no âmbito da educação especial/inclusiva. Pautados em reflexões da prática pedagógica na educação especial, professores (formador e em formação) se basearam na *design science* para criar estratégias de ensino e recursos didáticos que incluam DV em experimentos. Como resultado dessa investigação, serão discutidos aspectos do *design* e a prototipagem rápida de um adaptador de pipetador criado por professores em formação inicial que serve de tecnologia assistiva (TA) para a inclusão de DV em experimentos de medida e transferência de volumes.

### Articulando a pesquisa participante e a *design science* como proposta formativa de professores de química

266

Fundamentados em Le Boterf (1999), este estudo contém elementos da pesquisa participante, pois, ao se propor investigações na ação docente, “a análise crítica da realidade e a realização de ações programadas conduzem a descobertas de outras necessidades e de outras dimensões da realidade” (p. 68). A escolha pela Pesquisa Participante é por oportunizar ao professor investigar e compreender situações singulares da prática docente visando transformá-la, pois o domínio do saber empodera e fomenta o projeto de transformação social, atendendo as necessidades reais das populações oprimidas (Tandon, 2005).

Sendo a educação um direito de todos e levando em conta a heterogeneidade da sala de aula comum (ensino básico e superior) defendemos como essenciais nos cursos de licenciatura propostas de formação e ação docente por meio de projetos de pesquisas que discutam as demandas da inclusão considerando as especificidades dos estudantes e as características das Ciências a serem ensinadas. Além disso,

precisamos buscar conhecimento para trabalhar com os mais diversos recursos tecnológicos, para que possamos escolher quais são os mais adequados às necessidades de cada aluno. Portanto, temos de estar sempre “antenados” nos novos recursos e nas novas metodologias de trabalho, desenvolvendo nosso senso de curiosidade e nosso espírito de pesquisa (Kleina, 2012, p. 31).

Segundo Simon (1996), as Ciências da Natureza abrangem conhecimentos sobre a matéria, suas transformações e os fenômenos no mundo. Tratam de suas características e propriedades e como as coisas, os corpos e objetos se comportam e interagem uns com os outros. Contudo, o mundo também é composto por constructos artificiais, artefatos desenvolvidos e aprimorados para atenderem e satisfazerem as necessidades humanas. Ou seja, se as Ciências da Natureza se preocupam em explicar como são as coisas, a Ciência do Artificial (que envolve áreas do conhecimento como Sistemas de Informação, Engenharia e *Design*) se ocupa de como as coisas devem ser para atender a necessidades específicas.

Neste estudo, propomos a articulação entre a Química e as áreas de Engenharia e *Design* para discutir estratégias de ensino e para projetar artefatos com propriedades específicas que atendam as necessidades da inclusão. Para isso, apoiamos-nos na *design science* como caminho estrutural da relação teoria-prática para a produção de conhecimentos acerca do ensino de Química e criação de TA para a inclusão de DV em aulas experimentais.

Segundo o Comitê de Ajudas Técnicas do Ministério da Educação, a TA é uma área do conhecimento que reúne recursos, metodologias, estratégias e práticas que auxiliem as ações de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida a atuarem com autonomia, visando a inclusão e a qualidade de vida (Benite *et al.*, 2017a). *Design science* é a “Ciência que procura desenvolver e projetar soluções para melhorar sistemas existentes, resolver problemas, ou ainda, criar novos artefatos que contribuam para melhor atuação humana, seja na sociedade, seja nas organizações” (Dresch, 2013, p. 85).

Neste escopo reiteramos a pesquisa participante como via de sistematização metodológica de investigação que, articulada à *design science*, possibilita uma formação docente (Figura 1) que contribua com a construção de conhecimentos científicos e tecnológicos com foco no público da educação especial (setor minorizado da sociedade) comumente invisibilizados nas instituições de ensino básico e superior, objetivando novas práticas orientadas e transformadoras.

Para a coleta de dados, aulas de Química para DV foram ministradas semanalmente, em uma instituição pública de atendimento educacional especializado, por professores em formação continuada e inicial, ambos do nosso Laboratório de Pesquisas, gravadas em áudio e vídeo para posterior transcrição e análise da conversação (Marcuschi, 2003).

Acompanhados pelos professores formador e da educação especial da instituição, reflexões teóricas sobre as dificuldades enfrentadas pelos DV em experimentos viram pressupostos para a elaboração de projetos de pesquisa (1ª e 2ª fases da pesquisa participante - montagem institucional e metodológica da pesquisa e estudo da população envolvida,

*Design science* é a “Ciência que procura desenvolver e projetar soluções para melhorar sistemas existentes, resolver problemas, ou ainda, criar novos artefatos que contribuam para melhor atuação humana, seja na sociedade, seja nas organizações” (Dresch, 2013, p. 85).

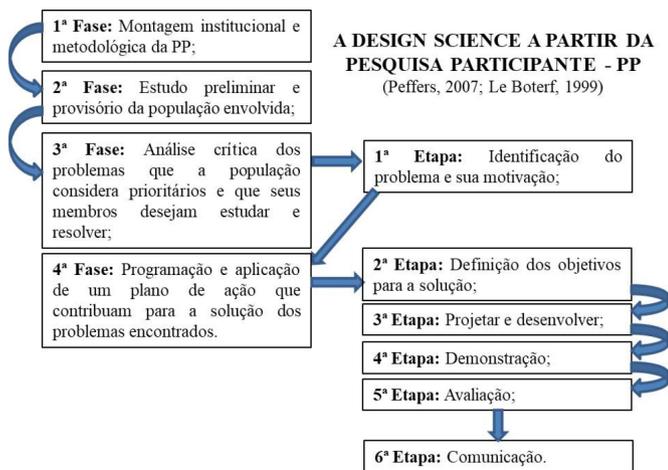


Figura 1: Articulação entre a pesquisa participante e a *design science* como proposta de formação docente em Química pela pesquisa. Fonte: Peffers *et al.*, 2007; Le Boterf, 1999.

respectivamente). Se para os professores em formação inicial e continuada tais reflexões intervêm na constituição docente para atuar numa perspectiva inclusiva, para os professores formadores elas podem fundamentar uma possível ressignificação da formação ofertada pelo curso.

Baseados em Simon (1996, p. 198), as dificuldades identificadas por professores em formação continuada e inicial na análise das transcrições (3ª fase da pesquisa participante - análise crítica dos problemas considerados prioritários) orientam “o quê e como as coisas devem ser, a concepção de artefatos que realizem objetivos” (1ª etapa da *design science* - identificação dos problemas e motivações para resolvê-los); o planejamento de estratégias de ensino e recursos didáticos inclusivos.

Nessa dinâmica, para além da apropriação de novas concepções acerca do trabalho docente para atuar na inclusão (4ª fase da pesquisa participante - programação e aplicação de um plano de ação para a solução dos problemas encontrados), a análise serve de pressuposto para a criação de TA (2ª etapa da *design science* - definição dos objetivos da TA para a solução) fundamentando o *design*, a prototipagem 3D (*hardware*) e a funcionalidade (*software*) de artefatos (3ª etapa da *design science* - projetar e desenvolver TA) que são testados e avaliados *in loco* (4ª e 5ª etapas da *design science* - testagem e avaliação) e, posteriormente, validados pelos próprios DV em aulas experimentais (6ª etapa da *design science* - comunicação/validação pelo público a quem foi destinado o artefato).

Assim, os professores em formação têm a oportunidade de planejar intervenções e criar artefatos que atendam às necessidades dos DV nos experimentos, no ensino básico e superior, auxiliados por uma equipe multidisciplinar do Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão (LPEQI), minimizando as barreiras impostas pela deficiência e promovendo a autonomia de ambos no processo de ensino.

Neste estudo, o artefato criado foi um adaptador de pipetador visando a autonomia dos DV na transferência de líquidos com precisão. O artefato foi testado *in loco* por

um dos membros da equipe multidisciplinar do LPEQI que possui deficiência visual. Posteriormente, o mesmo foi usado numa aula de atendimento educacional especializado e validado por seis DV com variados graus de deficiência e cegueira total.

### **Design e prototipagem 3D: projetando tecnologia assistiva para a experimentação acessível**

A Química é uma Ciência teórico-prática que usa ferramentas culturais específicas (modelos, vidrarias e equipamentos) para a obtenção de dados empíricos para a construção de conhecimentos, estudos e desenvolvimento de habilidades técnicas (Benite *et al.*, 2017b). Em aulas práticas, os estudantes comumente são distribuídos em grupos para a realização de experimentos guiados por roteiros experimentais. Em um primeiro momento da aula ocorre a realização do experimento pelos alunos que anotam os dados empíricos do fenômeno reproduzido, coletados, geralmente, por observação visual, tipo de linguagem não verbal. No segundo momento ocorre a interpretação teórica dos dados obtidos que vão contribuir para a elaboração conceitual, com o auxílio do professor, por meio da linguagem verbal (Villani e Nascimento, 2003; Souza *et al.*, 2014).

Sobre os dois tipos de linguagem, apesar de ambas expressarem sentidos, a verbal é constituída de palavras e frases, signos escritos ou falados – como nas discussões conceituais e nos roteiros experimentais. A linguagem não verbal é composta por signos como sons, formas, texturas e imagens – como da observação audiovisual da ocorrência do fenômeno (Souza *et al.*, 2014). Em aulas de Química para DV envolvendo experimentos, dentre os vários desafios da docência, destacamos a dificuldade do estabelecimento da comunicação envolvendo os dois tipos de linguagem que comumente exploram a visão como canal perceptual, necessitando, assim, de estímulos para o acesso por outros sentidos.

Para a compreensão do formato de comunicação professor-DV argumentamos como essencial a realização de estudos *in loco* que nos permitirão compreensões mais minuciosas acerca das necessidades desse público. Na escolha da TA para um DV, “devemos sempre considerar as peculiaridades e as reais condições que essa pessoa apresenta [...] para podemos definir com maior probabilidade de acerto o dispositivo, o equipamento ou o programa que será mais adequado” (Kleina, 2012, p. 34-35).

O estudante com visão subnormal comumente apresenta dificuldades de acesso às informações dos roteiros experimentais e de observação e interpretação da dinâmica audiovisual do fenômeno reproduzido no experimento e suas variáveis, como: cores, volumes, quantidades, medidas, entre outros. Por isso, devem ser usados recursos especiais, ópticos e não ópticos.

Os recursos ópticos são equipamentos que aumentam as imagens, como óculos com lentes especiais e lupas (manuais e eletrônicas). Os recursos não ópticos são modificações

realizadas nos materiais, como ampliação de textos e imagens, configuração de fontes e contrastes em computadores, aumento da iluminação local, distância adequada da fonte de informação e uso da escrita braille.

Para estudantes cegos são necessários equipamentos específicos, domínio dos códigos de escrita e leitura tátil, como o braille e o sorobã pra cálculos básicos, e dispositivos como gravador de voz e *softwares* específicos (Kleina, 2012).

Em vista disso, defendemos que uma proposta de formação docente em Química para a inclusão deve ir além da compreensão de como trabalhar com a diversidade (dificuldades, particularidades e potencialidades). Os professores também devem aprender a “lidar com os desafios contemporâneos, ajudando a pensar uma educação que, sem abandonar a excelência acadêmica, também desenvolva competências importantes, como a criatividade, o pensamento crítico, a comunicação e a colaboração” (Bacich e Holanda, 2020, p. 2), aspectos da abordagem STEAM – acrônimo da integração entre as áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, que deve focar a formação crítica e o desenvolvimento de habilidades para a criação de soluções coletivas e inovadoras para problemas reais (Quigley e Herro, 2016).

De posse dos resultados da análise acerca das dificuldades apresentadas pelos DV na pipetagem, diversas reuniões foram realizadas entre os professores em formação e a equipe multidisciplinar do LPEQI para se chegar ao modelo de artefato que atuasse como TA. Segundo Gill e Hevner (2011), um artefato é “uma representação simbólica ou uma instanciação física dos conceitos de design” (p. 238). Para Simon (1996), um artefato é algo artificial construído pelo ser humano, mas submetido às leis naturais que são fundamentadas pelas Ciências tradicionais e pensados em termos descritivos e imperativos. Os termos descritivos se referem ao detalhamento e informações dos componentes do artefato e os imperativos dizem respeito às normativas de sua construção e aplicação.

No *design*, “forma segue a função”, frase criada pelo arquiteto Louis H. Sullivan, em 1896, que é um dos princípios da arquitetura moderna, entendendo que o *design*

deve ser orientado pela sua função e propósito. A função diz respeito ao “desempenho, incluindo todos os aspectos inerentes ao utilizador, desde as aptidões às limitações do mesmo; e aos aspectos físicos de produção, desde a seleção do material à construção, portanto os custos e a realização do produto” (Palhais, 2015, p. 35). Quanto ao propósito, o artefato assume o papel de interface entre seu objetivo, seu caráter e o ambiente de funcionamento.

Sobre a criação de um artefato, Gill e Hevner (2011) argumentam que ele deve atender a quatro aspectos: viabilidade – se o artefato é passível de implementação; utilidade – os benefícios para os usuários; representação – formato mais adequado para comunicação dos conceitos; e construção – orientação para implementação no contexto real.

Sobre a criação de um artefato, Gill e Hevner (2011) argumentam que ele deve atender a quatro aspectos: viabilidade – se o artefato é passível de implementação; utilidade – os benefícios para os usuários; representação – formato mais adequado para comunicação dos conceitos; e construção – orientação para implementação no contexto real.

Após procuras na internet, um pipetador comercial foi selecionado pelos professores em formação como instrumento adequado para adaptação (a *viabilidade*) devido a suas características de manuseio, custo, facilidade de ajustes e disponibilidade no mercado, características da *design science*. O adaptador (Figura 2) foi projetado

para limitar o volume sorvido pelo pipetador, identificado por meio do tato do DV (a *representação*).

O modelo foi elaborado num *software* modelador FreeCAD, livre e de código aberto, e a prototipagem, em impressão 3D (a *construção*), buscando resultados que satisfizessem ao contexto no qual o problema se instaurou: a experimentação no ensino de Química com a participação ativa de DV (a *utilidade*) (Gill e Hevner, 2011).

Prototipagem é o termo usado para “designar um processo de construção. O resultado é um modelo sobre o qual podem ser efetuadas análises e que eventualmente irá ser a base do produto final” (Palhais, 2015, p. 31). Como ferramenta do design, os *softwares* CAD são um tipo de desenho técnico digital que modela o projeto em três dimensões de maneira detalhada no computador e que se comunica com a impressora 3D para a prototipagem do artefato. Sobre a qualidade da impressão 3D, Paula e Del Vecchio (2020) argumentam que ela provém da “complexidade com que o objeto tridimensional é desenhado” (p. 110). Para os autores, todo artefato 3D é baseado em formas geométricas poligonais que,

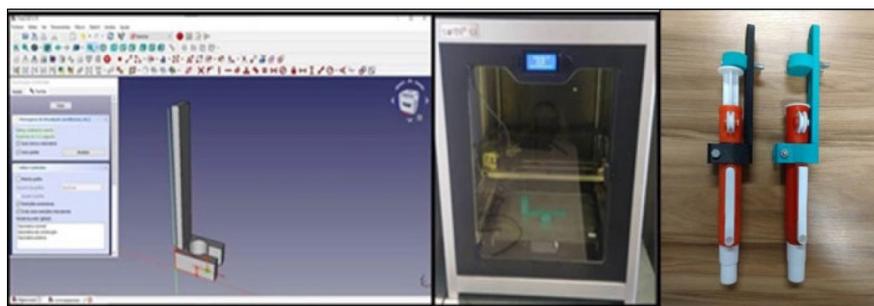


Figura 2: *Design* e impressão 3D do adaptador de pipetador. Fonte: autoria própria.

juntas, formam seus detalhes (ou seja, os polígonos são o menor elemento de uma forma 3D). Na prática, quanto mais polígonos são usados, maior a complexidade do objeto e, conseqüentemente, maior a necessidade de processamento por parte do computador, ou de precisão por parte da impressora (Paula e Del Vecchio, 2020, p. 110).

O protótipo criado tem dimensões de 15cm x 3cm x 5cm e, preso ao pipetador, atua como limitador de volumes. Para isso, deve ser calibrado previamente pelo técnico (em aulas de laboratório) ou professor (na sala de aula comum), de acordo com o volume previsto para o experimento. Para aspirar o reagente basta girar a roldana do pipetador até o êmbolo encostar na trava, permitindo ao aluno perceber pelo tato o limite do volume necessário. Para escoar o líquido basta apertar a trava abaixo da roldana e aguardar o término da transferência. Por fim, para retornar a roldana à posição original, é só girá-la no sentido inverso até que o êmbolo alcance o fim do curso.

### O processo de validação do pipetador por DV

Os resultados apresentados aqui demonstram que a dinâmica de criação de um artefato (modelo sendo transformado em TA) de laboratório a partir de uma investigação realizada por professores de Química em formação continuada e inicial já é parte de sua validade. Isso porque refletem vivências de práticas de laboratório com o propósito de entender as funções do sistema visual na realização do experimento e interpretação teórica dos dados empíricos obtidos que são “permitir a construção de um modelo de representação interna do mundo que serve como fundamento perceptual de todo o pensamento derivado da visão e nos fornecer controle sensorial distal das nossas ações visualmente guiadas” (Marques e Mendes, 2014, p. 17), barreiras que dificultam as participações dos DV nessas atividades.

Todavia, o artefato precisa atender aos objetivos desejados, cumprindo sua função e, por isso, deve ser avaliado. Para este estudo usamos, inicialmente, a avaliação experimental que, segundo Hevner e colaboradores (2004), pode ser realizada no laboratório por meio de experimentos controlados ou simulados, utilizando “*mock-ups* (modelos construídos em tamanho real) que visam representar um ambiente real a fim de verificar e demonstrar o comportamento do artefato a ser avaliado” (Dresch, Lacerda e Antunes Jr., 2015, p. 97).

Os testes *in loco* do pipetador com adaptador foram feitos pelo membro da equipe multidisciplinar do LPEQI que possui baixa visão, permitindo identificar o quanto os recursos tecnológicos (TA) podem auxiliar os DV na “superação de barreiras que impedem ou restringem o acesso à informação, à comunicação, à apropriação e à construção de novos conhecimentos. Esses recursos possibilitam o desenvolvimento de atividades de forma mais rápida e eficaz” (Sá *et al.*, 2010, p. 39). A sequência de imagens a seguir demonstra as etapas

do teste de pipetagem atendendo ao propósito do modelo pensado pelos professores em formação com a ajuda da equipe multidisciplinar LPEQI (Figura 3).

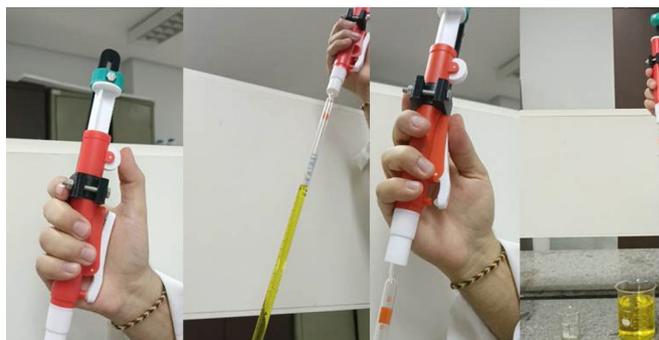


Figura 3: Pipetagem realizada por DV como simulação/avaliação experimental. Fonte: autoria própria.

Após a simulação realizada no laboratório foi planejada uma aula com o uso do artefato para a avaliação descritiva por professores em formação continuada e inicial que buscou “demonstrar a utilidade do artefato desenvolvido. Para tanto, o pesquisador poderá fazer uso de argumentos existentes na literatura ou construir cenários para procurar demonstrar a utilidade do artefato em diferentes contextos” (Dresch, Lacerda e Antunes Jr., 2015, p. 98).

Uma aula foi planejada pelos professores em formação continuada e inicial (PFC e PFI) para ser realizada na instituição de atendimento educacional especializado, objetivando discutir medidas volumétricas dos líquidos. Pautada no sentido tátil, a atividade permitiu aos DV praticarem transferências de líquidos para atuarem de maneira ativa nesses experimentos, como apresentado no diálogo a seguir:

#### Extrato 1

Turno 25 - PFC: *A1, com uma das mãos você vai sentir e segurar a pipeta, com a outra você vai pipetar. Gire a roldana até travar.*

Turno 27 - DV1: *Essa rodinha em cima é para girar, né? Travou.*

Turno 28 - PFC: *Então, tem 10mL. Agora, você vai transferir para o béquer. Sinta o béquer do lado, coloca a pipeta dentro e gire ao contrário.*

Turno 30 - DV3: *Pode tirar a pipeta daqui, professora?*

Turno 31 - PFC: *A3, pode tirar. Você fez três vezes, quantos mL têm no béquer agora?*

Turno 34 - A2: *30mL.*

Nessa aula, PFC e PFI exploraram o tato, sensibilidade cutânea e sentido cinestésico (Figura 4), para entender a estrutura do equipamento e como manuseá-lo (Turno 25, 28 e 31).

A sensibilidade cutânea possibilita aos DV perceberem tamanhos, formas e texturas daquilo que estimula a pele com o contato (Turno 27). Já o sentido cinestésico, sentido de movimento (Turno 30) ou proprioceptivo, auxilia na



Figura 4: Validação do artefato pelos DV no atendimento educacional especializado. Fonte: autoria própria.

investigação sensorial ajudando na precisão das características do objeto ao tocar com os dedos, mãos ou ao perceber o peso. “Essa investigação sensorial gera impulsos nervosos que são conduzidos ao longo das fibras aferentes dos neurônios de primeira ordem até o sistema nervoso central” (Oliveira *et al.*, 2020).

Sendo assim, os resultados deste estudo sinalizam que é possível e necessário o desenvolvimento de projetos de pesquisa voltados para a formação de professores e criação de TA que atendam à inclusão. Que estes tenham como foco as especificidades daqueles que compõem a diversidade da sala de aula comum, visando a apropriação de conhecimentos e construção científica por professores formadores e em formação que possibilitem o atendimento as políticas de inclusão, o repensar de propostas formativas mais equitativas e o desenvolvimento de recursos de laboratório mais adequados a serem oferecidos pelos cursos de Química, bem como contribuições para um novo modelo de ação docente mais igualitário, no ensino básico e superior (Benite *et al.*, 2017b).

## Referências

- ALVES, O. L.; GIMENEZ, I. F. e MAZALI, I. O. Vidros. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 2, p.13-24, 2001.
- BACICH, L. e HOLANDA, L. *STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimento na educação básica*. Porto Alegre: Penso, 2020.
- BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C.; BONOMO, F. A. F.; VARGAS, G. N.; ARAÚJO, R. J. S. e ALVES, D. R. Observação inclusiva: o uso da tecnologia assistiva na experimentação no ensino de química. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 2, p. 94-103, 2017a.
- BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C.; BONOMO, F. A. F.; VARGAS, G. N.; ARAÚJO, R. J. S. e ALVES, D. R. A

## Algumas considerações

Neste estudo tratamos da relação entre a prática pedagógica e científica e a atuação política em defesa da visibilidade acadêmica e escolar do público da educação especial desafiando o professor-pesquisador formador e em formação a enxergá-lo e compreendê-lo para estabelecer razões formativas e investigativas, bem como suas legitimações no domínio do conhecimento científico.

Apesar dos atuais avanços tecnológicos, a Química ainda utiliza práticas excludentes para estudantes com deficiência visual (DV). Diante disso, defendemos neste estudo a necessidade da inserção de discussões acerca da inclusão na formação docente e propostas de investigações que incentivem o professor a refletir sobre a prática pedagógica no atendimento educacional especializado na busca de compreender sobre estratégias e recursos didáticos para as aulas de Química numa perspectiva inclusiva.

Corroborando a literatura, os resultados ressaltam que é possível criar recursos didáticos que atuem como TA em atividades de laboratório e apontam a *design science* como proposta de sistematização para projetar e fazer a prototipagem de artefatos que auxiliem os DV em participações autônomas nos experimentos, como o adaptador de pipetador.

## Agradecimentos

Ao CNPq e a FAPEG.

**Claudio R. Machado Benite** (claudiobenite@ufg.br) é licenciado em Química e especialista em Ensino de Ciências pela UERJ, mestre em Educação em Ciências e Matemática e doutor em Química pela UFG. Atualmente é professor do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás e coordenador do núcleo de tecnologia assistiva do Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão (LPEQI-UFG). **Florisbela Magalhães Rodovalho** (florisbelorodvalho@discente.ufg.br) é licenciada em Química pela UFG. **Fernanda Araújo França** (fernandaaf@discente.ufg.br) é licenciada em Química, mestre e doutora em Educação em Ciências e Matemática pela UFG. **Anna M. Canavarro Benite** (anna@ufg.br) é licenciada em Química, mestre e doutora em Ciências - Química pela UFRJ. Atualmente é professora do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás e coordenadora do Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão (LPEQI-UFG).

experimentação no ensino de química para deficientes visuais com o uso de tecnologia assistiva: o termômetro vocalizado. *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 3, p. 245-249, 2017b.

BERETTA, M. Between the workshop and the laboratory: Lavoisier's network of instrument makers. *Osiris*, v. 29, p. 197-214, 2014.

BRASIL. *Lei nº 14.723, de 13 de novembro de 2023* que altera a Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012. Brasília: Secretaria Especial para Assuntos Jurídicos, 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. *Parecer CNE/CES Nº1*. Brasília, 2002.

BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Lei n. 9.394, 20 de dezembro de 1996. Brasília: Ministério da Educação, 1996.

DRESCH, A. *Design Science e Design Science Research*

como artefatos metodológicos para engenharia de produção. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P. e ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. Design science research. In: *Design science research: a method for science and technology advancement*. Dordrecht: Springer, 2015. p. 67-102.

GILL, T. G. e HEVNER, A. R. A fitness-utility model for design science research. In: JAIN, H.; SINHA, A.P. e VITHARANA, P. (Eds.) *Service-oriented perspectives in design science research*. 6<sup>th</sup>. International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology. Berlin: Springer, 2011. p 237-252.

GONÇALVES, F. P.; REGIANI, A. M.; AURAS, S. R.; SILVEIRA, T. S.; COELHO, J. C. e HOBMEIR, A. K. T. A educação inclusiva na formação de professores e no ensino de Química: a deficiência visual em debate. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 4, p. 264-271, 2013.

GUEDES, E. M. e MACIEL, C. E. Acesso e permanência da pessoa com deficiência na educação superior: balanço de produção em teses e dissertações (2013-2017). In: CORDEIRO, M. J. J. A.; LANDA, B. S. e DIALLO, C. S. (Orgs.) *Diversidade na educação: desafios para a produção do conhecimento na formação inicial*. Dourados: Editora UEMS, 2022.

HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J. e RAM, S. Design Science in information systems research. *MIS Quarterly*, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.

KLEINA, C. *Tecnologia assistiva em educação especial e educação inclusiva*. Curitiba: InterSaberes, 2012.

LE BOTERF, G. Pesquisa Participante: propostas e reflexões metodológicas. In: BRANDÃO, C. R. *Repensando a Pesquisa Participante*. São Paulo: Brasiliense, 1999. p. 51-81.

MAGGIONI, M. C. C.; MAGGIONI, I. C. e NÓBILE, M. F. Laboratório de química e metodologia ativa no processo de aprendizagem escolar. *Revista Brasileira de Pós-Graduação - RBPG*, v. 17, n. 37, p. 1-15, 2021.

MAIA, S. B. *O vidro e sua fabricação*. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

MARCUSCHI, L. A. *Análise da conversação*. São Paulo: Ática, 2003.

MARQUES, L. C. e MENDES, E. G. *O aluno com deficiência visual cortical: teoria e prática*. São Carlos: EdUFSCar, 2014.

OLIVEIRA, I. T.; ZUCCHERATTO, K. M. C.; GRANADO, I. Z.; HOMEM-DE-MELLO, P. e OLIVEIRA, H. P. M. De onde vêm os nomes das vidrarias de laboratório? *Química Nova*, v. 41, n. 8, p. 933-942, 2018.

OLIVEIRA, M. S. G.; FRANÇA, F. A.; FARIA, B. A.; BENITE, A. M. C. e BENITE, C. R. M. Estudos acerca da participação guiada de alunos cegos ou com deficiência visual

em experimento sobre destilação alcoólica. In: ADAMS, F.W.; FALEIRO, W. e SILVA, L.C. *Processos educativos em ciência da natureza na educação especial*. Goiânia: Kelps, 2020. p. 168-186.

PALHAIS, C. B. C. *Prototipagem: uma abordagem ao processo de desenvolvimento de um produto*. Mestrado em Design de Equipamentos, Faculdade de Belas Artes, Universidade de Lisboa, 2015.

PAULA, B. H. e DEL VECHIO, G. H. Impressão 3D como tecnologia emergente: estudo de conceitos essenciais, hardwares, softwares e aplicações na área médica. *Interface tecnológica*, v. 17, n. 1, p. 107-117, 2020.

PEFFERS, K.; TUUNANEN, T.; ROTHENBERGER, M. A. e CHATTERJEE, S. A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems*, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

PINTO, J. R. Pipeta graduada. *Revista de Ciência Elementar*, v. 3, n. 1, p. 91, 2015.

QUIGLEY, C. e HERRO, D. "Finding the Joy in the Unknown": Implementation of STEAM teaching practices in Middle School Science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, v. 25, p. 410-426, 2016.

RODRIGUES, F. P.; SILVA, L. M. A. e MANGABA, M. A. A importância de cotas raciais universitárias no contexto brasileiro. *Revista do Instituto de Políticas Públicas de Marília*, v. 5, n. 1, p. 75-82, 2019.

SÁ, E. D.; SILVA, M. B. C. e SIMÃO, V. S. *Atendimento Educacional Especializado do aluno com deficiência visual*. São Paulo: Moderna, 2010.

SILVA, W. T. e FILGUEIRAS, C. A. L. O vidro e a sua importância na vida e na Química. *Química Nova*, v. 46, n. 5, p. 491-501, 2023.

SIMON, H. A. *The sciences of the artificial*. 3<sup>a</sup> ed. Cambridge: MIT Press, 1996.

SOUZA, A. L. V.; CAMPOS, M. L. e BENITE, A. M. C. Estudos sobre a utilização da comunicação não verbal na aula de Química. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 2, p. 150-161, 2014.

TANDON, R. Participatory research: main concepts and issues. In: TANDON, R. (Ed.) *Participatory research: revisiting the roots*. New Delhi: Mosaic Books, 2005. p. 22-39.

VIEL, C. L'évolution du laboratoire et des instruments de chimie vue au travers des ouvrages à planches, du XVII<sup>e</sup> à la fin de la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle. *Revue D'Histoire de La Pharmacie*, v. 57, n. 363, p.277-294, 2009.

VILLANI, C. E. P. e NASCIMENTO, S. S. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório de física do ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 8, n. 3, p. 187-209, 2003.

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

**Abstract:** *Accessible experimentation: design science in assistive technology prototyping for students with visual impairment.* For visually impaired (VI) students to learn, information needs to be accessed through senses other than vision. In this study, pre-service teachers reflect on pedagogical practices in specialized educational services, aiming to find solutions for including VI students in volume transfer experiments. Based on participatory research, we used *design science* to design and prototype a pipettor adapter acting as assistive technology that would help VI students to be autonomous in these experiments. Our results demonstrate that training proposals such as this can help in more equitable teaching practices in primary and higher education, as well as rethink a training profile that enables compliance with inclusive public policies.

**Keywords:** special/inclusive education, STEAM, pipettor adapter

# Desenvolvimento e aplicação de nova proposta pedagógica que une conceitos lúdicos e neuróbicos para o ensino de Química

**Sharise B. R. Berton, Bruno R. Machado, Jomar Berton Junior, Alessandro Francisco Martins e Milena do Prado Ferreira**

30  
química na escola  
ANOS

A inovação dos conceitos de neuróbica com a ludicidade pode ser uma das formas de acelerar melhorias na educação. A pesquisa é importante porque trata da aplicação de conceitos lúdicos e neuróbicos que auxiliarão o processo de ensino-aprendizagem em diversos níveis. Neste trabalho, conciliamos os benefícios da neuróbica com a atividade lúdica, com o objetivo de relato de experiência, descrevendo e analisando uma atividade voltada ao Ensino de Química que contribuiu para o processo de aprendizagem por meio de estímulos cerebrais, destacando suas etapas e os resultados observados na sala de aula. O tema proposto foi “tabela periódica” através de exercícios neuróbicos. Os resultados foram analisados por meio de observação e aplicação de questionários. Os exercícios aplicados despertaram o interesse dos alunos e, de acordo com os preceitos da neurociência, houve mais engajamento, o que resultou em sinais de aprendizagem, além de exercitar o cérebro. Assim, esta nova proposta pedagógica que une os conceitos neuróbico e lúdico pode ser uma nova ferramenta auxiliar do ensino.

► satisfação dos alunos, neurociências, tabela periódica ◀

Recebido em 23/05/2024; aceito em 13/12/2024

272

## Introdução

Exercícios neuróbicos são exercícios cerebrais utilizados para melhorar o desempenho do cérebro (Balgankar, 2013; Kallery *et al.*, 2009). É um conceito relativamente recente no ensino, que vem sendo desenvolvido como consequência dos últimos avanços das neurociências (Han *et al.*, 2019; Schwartz *et al.*, 2019). A neuróbica é uma forma de exercitar o cérebro mantendo-o saudável e ágil, conhecida como a ginástica para o cérebro. Seu objetivo consiste em estimular um ou mais dos cinco sentidos por meio de exercícios, a fim de aumentar o impulso natural do cérebro para formar associações entre diferentes tipos de informações. Essas associações – por exemplo, juntar um nome com um rosto – são os blocos que constroem a memória e a base da maneira como aprendemos (Katz, 2000).

A neurociência mostra que todo comportamento e aprendizado humano, incluindo sentir, pensar, criar, lembrar e decidir, originam-se no cérebro. Além disso, está se tornando cada vez mais evidente que a emoção desempenha um papel fundamental tanto no estímulo para o aprendizado, quanto na resolução de problemas e tomadas de decisões. Ou seja, a emoção está diretamente relacionada à orientação do

pensamento dos alunos, ajudando-os a evocar informações e memórias que são relevantes para o tópico ou problema em questão (Yang; Fischer, 2009).

Neste sentido, a utilização dos princípios neuróbicos como ferramenta pedagógica no ensino médio é valiosa para auxiliar no ensino-aprendizagem, uma vez que a neuróbica ajuda a desenvolver plenamente o uso do cérebro. Além disso, são atividades de entretenimento que proporcionam prazer e diversão às pessoas envolvidas (Scharp *et al.*, 2019). Assim, quando aplicadas dentro de um contexto coerente, além de trazer resultados satisfatórios na aprendizagem, também beneficia a saúde mental e emocional (Li *et al.*, 2016; Proyer *et al.*, 2019).

A educação mediada pelo uso do lúdico no ensino de Química, em nível médio, técnico, superior, e até mesmo na pós-graduação, é uma realidade e está em ascensão nos últimos anos, atuando como ferramenta de estímulo, aprendizagem e interação, tornando as aulas mais atraentes, divertidas e dinâmicas (Cheng, 2011; Messeder Neto; Moradillo, 2016; Cooper e Walker, 2021).

O estudo dos elementos químicos é o principal alicerce da Química, sendo uma abordagem fundamental para um ensino eficaz em relação ao tema tabela periódica no

ensino médio (Franco-Mariscal *et al.*, 2016). Na literatura, encontra-se uma variedade de atividades lúdicas visando o ensino da tabela periódica no ensino médio, tais como: utilização de palavras cruzadas (Joag, 2014); cartas (Martí-Centelles; Rubio-Magnieto, 2014; Silva *et al.*, 2016); tabuleiro (Romano *et al.*, 2017); quebra-cabeças (Stojanovska, 2021); entre outras atividades (Franco-Mariscal *et al.*, 2012; Franco-Mariscal *et al.*, 2016; Sevcik *et al.*, 2008).

Entretanto, ainda são relatadas na literatura dificuldades de aprendizagem comumente identificadas pelos alunos de ensino médio relacionadas à tabela periódica. Elas estão relacionadas a fatores como: tentativa de decorar em vez de aprender, equívocos na lição, incompreensão das propriedades usadas como critérios de classificação, a noção de periodicidade e a percepção de sua utilidade, natureza complexa dos conceitos relacionados com a tabela periódica, a natureza abstrata dos conceitos envolvidos e do raciocínio necessário, e deficiências no processo de ensino (Ashtari; De Lange, 2019; Franco-Mariscal *et al.*, 2016).

Dadas essas dificuldades, qualquer abordagem de ensino deve se concentrar em alcançar maior envolvimento do aluno e compromisso intelectual com a aprendizagem (Davis; Boone, 2021). Assim, a ludicidade e a ludicidade são exatamente essa abordagem, além disso, estão intimamente conectadas, devido ao fato de que ambas trabalham por meio de estímulos cognitivos, com atividades que envolvem diversão e prazer. Sendo assim, quando combinadas, podem gerar experiências que incentivam o aprendizado de maneira criativa, ajudando a melhorar a memória, concentração, resolução de problemas, enquanto as pessoas se divertem (Jørgensen; Skovbjerg, 2024).

A utilização do lúdico no processo de ensino-aprendizagem promove alguns efeitos e mudanças no comportamento dos estudantes, como colaboração, comunicação, desenvolvimento físico, intelectual e moral dos estudantes. Também contribui para o ganho de habilidades e competências, como de investigação e resolução de problemas (Kangas *et al.*, 2017). Entretanto, vale ressaltar que é necessário que o professor saiba utilizá-lo no momento mais adequado, corroborando o conteúdo teórico apresentado anteriormente/posteriormente de sua aplicação, atuando como recurso didático.

O envolvimento e interesse do aluno também estão diretamente relacionados à prática docente, à metodologia empregada e ao quão relevante aquele assunto é para ele (Cunha, 2012). Por esse motivo, quando o ensino é compartilhado de forma contextualizada, com uso de tecnologias, material lúdico, vídeos, imagens, aulas práticas, entre outros recursos, sabe-se que o engajamento do estudante tende a aumentar positivamente e, conseqüentemente, haverá aprendizagem mais significativa (Berton *et al.*, 2020; Ferreira *et al.*, 2019).

Além disso, a contribuição para a área de química, quando trabalhado esse tema, é extremamente significativa devido à inovação no uso desse conceito, disseminação de conhecimento, além de colaboração e interdisciplinaridade.

#### *Neurociência e educação: a potencialidade dos exercícios neuróbicos*

O estudo da neurociência vem se desenvolvendo substancialmente e, como consequência, gera maiores entendimentos sobre como o desenvolvimento do cérebro pode definir trajetórias que influenciam a aprendizagem, saúde, comportamento e até mesmo o bem-estar (Walsh *et al.*, 2024). Sendo a neurociência o estudo interdisciplinar da estrutura e função do cérebro humano e do sistema nervoso, podemos utilizar esses conceitos em conjunto com a educação (Walsh *et al.*, 2024).

Evidências da ciência da aprendizagem demonstram eficácia educacional quando utilizada uma abordagem ativa e lúdica. Nesse sentido, os alunos aprendem melhor, tanto em termos de domínio do conteúdo compartilhado, quanto em suas experiências educacionais em sala de aula, quando estão engajados socialmente de uma forma interativa e alegre (Blinkoff *et al.*, 2023).

Dessa forma, ensinar utilizando uma abordagem como a dos exercícios neuróbicos pode fazer diferença para o aluno, entre aprender ou não determinado conteúdo. Considerando que, ao longo da vida, nos adaptamos e nos moldamos conforme as experiências vividas, a estimulação da

aprendizagem por diferentes estímulos é fundamental para formação do aluno (Relvas, 2015).

Como previsto no PCN + Ensino Médio - Parâmetros Curriculares Nacionais, que descreve a importância da diversificação dos recursos e materiais didáticos tais como experimentos, dinâmicas, *softwares* e jogos (Brasil, 2002), as atividades lúdicas são recursos auxiliares, e esse tipo de abordagem é valorizada pelos professores, pois se encaixa bem com seu desejo de buscar novas e motivadoras formas de ensinar (Franco-Mariscal *et al.*, 2016).

Uma forma inovadora e prazerosa de ensinar com o uso de conceitos de neuróbica e com ludicidade, que estão diretamente relacionadas à memória divertida e engajante, facilita o processo de retenção de informações. Quando os alunos participam de atividades utilizando esses dois conceitos, como é o caso dos exercícios neuróbicos, a aprendizagem acontece de forma mais natural, o que contribui significativamente com uma memorização mais eficaz. O prazer e o envolvimento emocional nessas atividades ativam partes do cérebro ligadas à memória, o que reforça o processo de retenção do conteúdo ministrado (Walsh *et al.*, 2024).

Diante de tal contexto, objetivamos com essa pesquisa avaliar uma proposta inovadora, a junção dos conceitos da

**A utilização do lúdico no processo de ensino-aprendizagem promove alguns efeitos e mudanças no comportamento dos estudantes, como colaboração, comunicação, desenvolvimento físico, intelectual e moral dos estudantes. Também contribui para o ganho de habilidades e competências, como de investigação e resolução de problemas.**

neuróbica e do lúdico, por meio de exercícios neuróbicos, tendo como tema específico a tabela periódica, por meio de um relato de experiência, descrevendo e analisando uma atividade voltada ao ensino de química. A nova proposta foi avaliada tanto na perspectiva dos alunos quanto do professor, observando os fatores que influenciaram ou não o índice de satisfação dos envolvidos. Essa proposta de junção dos dois conceitos pode ser aplicada no ensino médio, visando auxiliar na construção do conhecimento e ajudando a fixar o conteúdo proposto de uma forma descontraída e prazerosa.

[...] o fator educativo da atividade lúdica é considerado por meio do trabalho colaborativo desenvolvido pelo professor e estudantes durante a intervenção didática.

## Materiais e métodos

Os exercícios neuróbicos foram aplicados em duas turmas do ensino médio (1º e 3º anos), totalizando 30 alunos (com 14 a 18 anos) de uma escola da rede pública de Apucarana/PR. A pesquisa realizada usou uma metodologia caráter qualitativo/descritivo. A avaliação dos dados foi realizada por meio de questionários, observação e discussão, de acordo com Gil (2008), Goldstein *et al.* (2016) e Kangas *et al.* (2017). O livro *Ginástica Cerebral*, de Silva (2017), também foi utilizado como referência para a elaboração da atividade denominada “Exercitando o Cérebro com a Química”.

Os exercícios neuróbicos do livro de Silva (2017) foram adaptados para o ensino de Química. O livro supracitado propõe atividades que visam quebrar a rotina e desafiar o cérebro com novos estímulos sensoriais e cognitivos, com a adoção de práticas simples e divertidas, que são fáceis de incorporar na rotina, ajudando a manter o cérebro ativo de maneira lúdica e eficaz. Para a elaboração da atividade foram adaptadas as cartas desse livro, com o objetivo de ativar múltiplas áreas cognitivas de maneira lúdica, para ajudar a manter o cérebro ativo com a ajuda da química, e a tabela periódica foi escolhida por ser um conteúdo básico no estudo dessa ciência, permitindo a criação de desafios gradativos.

### Construção dos exercícios neuróbicos

Para a construção da nova proposta, nomeada “Exercitando o Cérebro com a Química”, foram utilizados os seguintes materiais: folhas de papel branco (120g/m<sup>2</sup>) cortadas em formato de carta (7cm x 10cm), folhas de papel cartão para fazer a caixa onde as cartas foram arquivadas (9cm x 12cm x 3cm), papel *contact* transparente (para plastificar as cartas), régua, tesoura e uma tabela periódica. Os exercícios cerebrais foram elaborados buscando uma abordagem ampla sobre o tema tabela periódica.

Os exercícios neuróbicos dispostos em cada carta para o ensino médio são apresentados a seguir, e estão relacionando os exercícios cerebrais com as funções cognitivas (emoção, atenção, memória, funções executivas) estimuladas por meio deste treinamento/prática (Quadro 1).

A atividade lúdica proposta incorpora exercícios neuróbicos que cumprem um papel específico: exercitar o cérebro por meio da ativação de funções cognitivas para facilitar a aquisição de conhecimentos. Por outro lado, o fator educativo da atividade lúdica é considerado por meio do trabalho colaborativo desenvolvido pelo professor e estudantes durante a intervenção didática. Dessa forma, os exercícios neuróbicos estão alinhados com os objetivos do ensino e tendem a melhorar a experiência de aprendizagem.

Especificamente sobre a questão 14 do Quadro 1, para evitar sobrecarga cognitiva, o exercício pode ser adaptado de acordo com o nível de familiaridade dos alunos com o conteúdo. Aqueles que estão mais avançados podem experimentar o desafio completo, enquanto outros podem realizar os exercícios sem o questionamento 14 ou, ainda, uma adaptação pode ser realizada, como escrever o diagrama com os olhos abertos ou em partes menores, até estarem prontos para enfrentar o exercício na forma mais completa.

Na Figura 1, são apresentados a frente [A] e o verso [B] de uma carta.

### Fases de desenvolvimento

A pesquisa foi realizada em um período de quatro semanas, simultaneamente, no 1º e 3º anos do ensino médio. Os alunos se engajaram em processos de aprendizagem por aproximadamente 2 horas por semana tanto para a primeira quanto para a segunda fase, durante um total de quatro semanas, e foi seguido o modelo pedagógico de Aprendizagem Criativa e Lúdica apresentado por Kangas (2010).

### Orientação

A pesquisa seguiu duas fases. Na primeira, o professor criou uma base inicial de conhecimento sobre a temática tabela periódica em cada sala de aula, respeitando cada série. O professor apresentou aos alunos os objetivos e os métodos de aprendizagem. Na segunda fase, foi aplicada a atividade neuróbica, que compreende três etapas: aplicação de um questionário de pré-intervenção, aplicação de exercícios neuróbicos e um questionário de pós-intervenção.

### Questionário de pré-intervenção

O primeiro questionário contribuiu para a obtenção de uma visão geral de como os conteúdos de Química eram abordados, e se o “exercício neuróbico” era um tema conhecido pelos estudantes.

### Aplicação dos exercícios neuróbicos

O exercício obedeceu a algumas regras simples, as quais foram explicitadas antes do mesmo ser aplicado. Foram formadas equipes de quatro integrantes. Primeiro, um integrante da equipe escolheu uma das vinte cartas do baralho, aleatoriamente, e realizou o exercício mencionado. A tabela periódica podia ser utilizada dependendo da carta sorteada,

Quadro 1: Exercícios neuróbicos e suas respectivas funções cognitivas

Exercícios neuróbicos	Funções cognitivas
1. Em 1 minuto, fale 5 elementos químicos que começam com a letra B.	Atenção e memória
2. Leia os nomes dos elementos e depois repita colocando-os em ordem alfabética de acordo com suas simbologias: arsênio, zinco, estanho e cobre.	Memória e funções executivas
3. Selecione um elemento do grupo II e fale suas principais características.	Memória e funções executivas
4. Escreva o nome dos elementos químicos que pertencem as simbologias: Be, Ba, B e Br.	Memória de longo prazo e atenção
5. Leia os nomes dos elementos do grupo 10 na ordem correta. Agora fale de traz para frente sem consultar a tabela periódica.	Memória e funções executivas
6. Fale o nome de 3 elementos da última família da tabela periódica em 1 minuto.	Atenção e memória
7. Soletre o nome do elemento que possui maior eletronegatividade.	Atenção e memória verbal
8. Fale em ordem alfabética o nome das 3 ligações químicas.	Memória e funções executivas
9. Pegue a tabela periódica, observe os elementos por dois minutos. Em seguida, com os olhos fechados fale o maior número de elementos que se lembrar inclusive seu grupo.	Memória visual e atenção
10. Escolha aleatoriamente uma letra do alfabeto e fale pelo menos dois elementos químicos que comece com essa letra.	Memória
11. Diga em ordem alfabética o nome dos grupos dos elementos Ca ( $Z = 20$ ) e Br ( $Z = 35$ ).	Memória e funções executivas
12. Fale o nome de 3 elementos que possuem propriedades semelhantes.	Memória e atenção
13. Fale em ordem decrescente de reatividade os nomes dos ametais.	Memória e funções executivas
14. Feche os olhos e escreva o diagrama de Linus Pauling até $4d^{10}$ , tentando grafá-lo em linha reta.	Memória espacial e funções motoras
15. Vá a tabela periódica escolha um elemento do grupo dos lantanídeos e pesquise sobre ele. Comente o que achar mais interessante.	Curiosidade, emoção e memória
16. Consulte a tabela periódica e escreva o nome e o símbolo de três elementos químicos classificados como metais, cujos números atômicos são 3, 50 e 75.	Memória e funções executivas
17. Soletre a palavra que corresponde ao número total de grupos existente na tabela periódica.	Atenção e memória verbal
18. Bata a quantidade de palmas referente ao número atômico do sódio.	Memória numérica e coordenação motora
19. Escolha um produto que consome todos os dias e fale sua fórmula molecular.	Memória de longo prazo e funções executivas
20. Diga o nome de dois elementos para cada letra do seu nome, caso seja possível.	Memória Fonte: os autores.

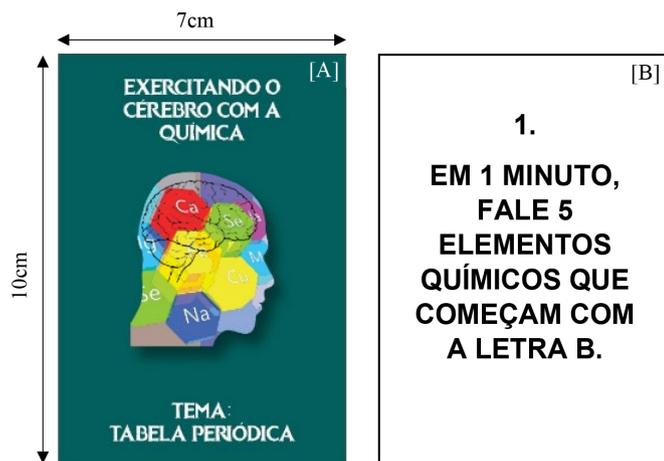


Figura 1: Dimensionamento e *layout* de uma carta com um exercício neuróbico: “Exercitando o Cérebro com a Química”, frente [A] e verso [B]. Fonte: os autores.

pois algumas necessitavam dela para serem respondidas.

Em seguida, outro integrante da equipe sorteou aleatoriamente mais uma carta, e assim sucessivamente todos os componentes da equipe participaram. As cartas resolvidas não foram devolvidas para o baralho, mas deixadas de lado, até que todas as cartas fossem respondidas. Caso o participante não conseguisse resolver o exercício, a equipe poderia ajudá-lo.

O professor que aplicou a proposta avaliou constantemente se as repostas dos estudantes eram satisfatórias ou não. Quando observado que a equipe não conseguia responder algum exercício, o professor intervinha, dando dicas para que atingissem o objetivo. Ao final da atividade, o professor elucidou os exercícios em que os estudantes apresentaram alguma dificuldade ou dúvida, resolvendo-os juntamente com eles. Como mencionado anteriormente, o professor também foi questionado quanto à sua satisfação.

### Questionário de pós-intervenção

Na aula seguinte ministrada pelo professor, logo após a aplicação dos exercícios neuróbicos, um segundo questionário foi utilizado como um indicativo para saber se a atividade neuróbica poderia atuar como ferramenta motivadora no aprendizado dos estudantes referente ao tema abordado e avaliar os conhecimentos adquiridos sobre o tema abordado. Um questionário direcionado ao professor também foi elaborado com o intuito de avaliar sua satisfação e sua opinião em relação a viabilidade de usar a proposta desenvolvida no presente trabalho.

## Resultados e discussões

A contribuição pedagógica dos exercícios propostos neste trabalho foi analisada por meio dos questionários de pré e pós-intervenção, a fim de avaliar a experiência de aprendizagem dos alunos. Neste estudo, também foi explorada a conexão entre a satisfação do professor e o envolvimento dos estudantes em um ambiente com conceitos diferenciados.

### Coleta e análise de dados qualitativos: pré-intervenção

Os dados da pesquisa consistem em dados qualitativos e uma descrição desses dados e da análise realizada são apresentados no Quadro 2.

O professor disponibilizou um tempo de aproximadamente 5 minutos para que os estudantes respondessem o questionário de pré-intervenção, que era composto pelas seguintes perguntas:

- 1) Os conteúdos da disciplina de Química são geralmente abordados de forma teórica, prática ou combinada?
- 2) Você acha que aprender sobre a tabela periódica é interessante?
- 3) Você já ouviu falar em neuróbica cerebral?
- 4) De acordo com o seu conhecimento, o que você entende por exercício neuróbico cerebral e como ele funciona?

Primeiramente, a análise do questionário foi realizada com uma visão geral dos dados obtidos, em seguida foi separado por categorias (procedimento de código aberto) em relação às respostas; após esta separação em categorias, foram analisadas separadamente as discussões em relação a sua posição.

A análise de todos os dados seguiram as diretrizes de ética do Conselho Consultivo de Ética em Pesquisa da Finlândia (National Advisory Board on Research Ethics, 2009), sobre a privacidade dos dados coletados e da identidade dos participantes. Antes do início da pesquisa, todas as fases do estudo foram discutidas previamente com o diretor, o pedagogo e os alunos das turmas participantes, e foi obtido o consentimento integral.

As respostas coletadas indicaram que 100%, N = 30, dos estudantes responderam que os conteúdos na disciplina de Química são abordados de forma teórica. Comentaram que aulas práticas/dinâmicas são ministradas esporadicamente.

Atualmente, tem-se diferentes ferramentas auxiliaadoras que contribuem para o compartilhamento de conteúdo de forma interativa, como programas de simulação, *games* (online ou presenciais), vídeos, entre outros (Ferreira *et al.*, 2019). Entretanto, sabe-se que alguns recursos básicos podem ainda não estar facilmente disponíveis em escolas, como *internet* de qualidade ou uma sala de informática de livre acesso.

Por sua vez, esse cenário é um pouco diferente nas Universidades, onde o livre acesso à *internet* é uma realidade na grande maioria. Entretanto, mesmo tendo-se maiores recursos, ainda é observado um ensino engessado, que muitas vezes utiliza apenas o *datashow* para deixar as aulas mais expositivas.

No que se refere a aulas experimentais no ensino médio, a falta de um laboratório equipado pode dificultar a realização de práticas experimentais (Berton *et al.*, 2020). Contudo, cabe ao docente buscar ferramentas que estejam disponíveis e ser criativo para oferecer um conteúdo contextualizado, atrativo e motivador, uma vez que, conforme estudos da neurociência mostram, as experiências vividas e as associações são as principais responsáveis pela construção da memória e, por consequência, da aprendizagem (Comin; Silva, 2020; Katz, 2000; Ching *et al.*, 2020). Assim, a convergência da aula teórica com a aula prática possibilita um melhor compartilhamento de conhecimento (Bouton *et al.*, 2021) e, por isso, o uso de atividades lúdicas, como apresentado no presente trabalho é de extrema importância, independentemente do nível de ensino.

Nesse contexto, percebe-se que a elaboração de aulas dinâmicas, interativas e atraentes, depende tanto da

Quadro 2: Descrição dos dados da pesquisa

Método	Público alvo	Análise dos dados	Descrição
Qualitativo	Estudantes	Pré-intervenção: Avaliar o conhecimento prévio em relação à neuróbica cerebral e à abordagem utilizada e identificar as metodologias usadas nas aulas de Química	Questionário estruturado direcionado ao aluno (N = 30)
		Pós-intervenção: Avaliar a aceitabilidade e a satisfação com a envoltura em exercícios neuróbicos e identificar sinais de aprendizagem	Questionário estruturado direcionado ao aluno (N = 30)
	Professor	Pós-intervenção: Avaliar a satisfação com a aplicação de exercícios neuróbicos	Questionário estruturado direcionado ao professor

Fonte: os autores.

disponibilidade de recursos (digitais ou não), quanto do comprometimento e capacitação do professor em utilizar os mesmos, permitindo a junção de aulas teóricas e práticas (Bouton *et al.*, 2021).

Na proposta deste trabalho, consideramos desenvolver uma ferramenta que auxiliasse professores de qualquer realidade educacional, por isso foram elaborados os exercícios neuróbicos com materiais físicos de fácil acesso e baixo custo, os quais podem ser estendidos a uma infinidade de temas dentro da Química, como também para outras disciplinas. A mesma proposta pode ser viabilizada de forma digital como um aplicativo para *smartphone*.

Assim, de acordo com as respostas obtidas no questionário de pré-intervenção, para 97% dos alunos a tabela periódica é um tema interessante de ser estudado. Esses dados indicam que a maioria dos estudantes apresentam uma afinidade com o tema. Segundo algumas respostas, foi possível observar que os alunos associam esse tema com a realidade a sua volta, como um dos comentários sugere: “Com certeza, é muito interessante conhecer sobre as coisas que nos rodeiam, já que a Química está em tudo”. Ainda, mostram entender que a tabela periódica é a base para muitos conceitos/assuntos estudados em Química: “É interessante aprender sobre tabela periódica pois é um dos fundamentos da química”.

De fato, o aprendizado duradouro no ensino médio sobre a tabela periódica facilita, principalmente, a jornada do aluno que decide escolher a Química como curso de graduação, ou outros cursos que contemplam disciplinas da área de Química na grade curricular. Contudo, não somente destes que escolhem cursar a graduação em Química, mas, de todos os demais, tendo em vista a importância do tema, que reflete em diferentes situações reais como: devido às propriedades do ouro (metal mole) é necessário acrescentar ligas metálicas para conferir rigidez, como no caso da fabricação de joias; o mercúrio, que era usado antigamente em termômetros, é líquido em temperatura ambiente e altamente tóxico. Ambos os metais citados apresentam similaridade, estão presentes no período 6 da tabela periódica, são classificados como metais nobres, pouco reativos, possuem brilho e propriedades como elevada condutividade térmica e elétrica.

Como observado nos relatos publicados por Silva *et al.* (2017), que investigaram o conhecimento teórico e percepções em relação à tabela periódica em uma turma de anos iniciais de graduação em Química, neste trabalho, é nítido que muitos alunos que participaram, apresentaram dificuldades em responder as questões da dinâmica, apresentando imprecisões em conceitos simples que deveriam ser trabalhados de forma eficaz durante o ensino médio.

As questões 3 e 4 eram sobre o conhecimento do termo neuróbica cerebral, e o que entendiam como sendo exercício

Na proposta deste trabalho, consideramos desenvolver uma ferramenta que auxiliasse professores de qualquer realidade educacional, por isso foram elaborados os exercícios neuróbicos com materiais físicos de fácil acesso e baixo custo, os quais podem ser estendidos a uma infinidade de temas dentro da Química, como também para outras disciplinas.

neuróbico. Apenas 13% dos estudantes disseram ter ouvido o termo, contudo, mesmo a maioria não conhecendo o termo, 100% deles relacionaram como sendo um exercício para o cérebro. Nesse ponto, observa-se que os estudantes forneceram respostas pautadas na assimilação com o nome e no conhecimento prévio das palavras no termo. Como sugere a expressão ‘exercício neuróbico cerebral’, destacando a palavra “cerebral” associada com o cérebro e a palavra “exercício” relacionada a alguma atividade física de forma geral ou intelectual.

Conhecimento prévio é definido como os saberes ou informações que temos guardadas em nossa mente e que podemos acionar quando precisamos. O conhecimento prévio possibilita, inicialmente, uma relação do discente com o que será aprendido, e é relevante no processo de construção de conhecimento (Ching *et al.*, 2020). O estudante recebe informações de diferentes meios, escolar, familiar, social, entre outros, tornando o conhecimento prévio particular de cada um.

Mesmo o foco dos exercícios neuróbicos ser sua aplicação como ferramentas pedagógicas para auxiliar na aprendizagem sobre tabela periódica, uma introdução dos conceitos da neuróbica e o que ela possibilita foi apresentada aos estudantes, trazendo um breve conhecimento sobre esse tipo de abordagem.

#### Aplicação e pós-intervenção

O desenvolvimento e aplicação da proposta ocorreram sem nenhuma dificuldade por parte dos participantes. Em alguns momentos durante a aplicação da proposta, foi necessária a intervenção do professor, devido aos estudantes apresentarem algumas dúvidas em relação ao conteúdo a ser respondido contido na carta. Essas situações são interessantes por destacarem os pontos em que os alunos revelam falhas no entendimento de alguma parte da aula ministrada anteriormente, apontando quais assuntos devem ser retomados pelo professor. Dessa forma, é possível reforçar ou até mesmo esclarecer o tópico que os estudantes tiveram maior dificuldade em compreender.

O questionário de pós-intervenção que os alunos responderam continha as seguintes perguntas:

- 1) Os exercícios neuróbicos aplicados foram de fácil entendimento? O que você achou da proposta?
- 2) Você acredita que o exercício neuróbico pode ser uma ferramenta motivadora no processo de ensino-aprendizagem para abordar o tema tabela periódica?
- 3) Escreva os nomes de dois elementos da família 1A e de dois elementos da família 7A.
- 4) A tabela periódica é dividida em \_\_\_\_\_ ou \_\_\_\_\_ (na parte vertical) e em \_\_\_\_\_ (na parte horizontal).

De acordo com as respostas dos estudantes, 100% deles relataram que os exercícios neuróbicos elaborados como proposta pedagógica podem atuar como ferramenta motivadora na aprendizagem do tema tabela periódica. Também é possível notar, através do *feedback* dos mesmos, que a atividade era de fácil compreensão. Esse fato é importante, uma vez que propostas pedagógicas muito complexas de serem executadas podem levar ao desinteresse por parte dos participantes (Ching *et al.*, 2021). As questões 3 e 4 do questionário de pós-intervenção, que eram referentes ao tema em estudo, foram respondidas sem qualquer dificuldade.

Destacamos algumas das respostas obtidas para a segunda parte da questão 1, que era referente à opinião dos alunos sobre os exercícios: “...achei da hora”, “para nós que estamos aprendendo sobre esse conteúdo sim, super topzera”, “É dinâmico”. Um parecer exposto por vários estudantes foi que a atividade era “divertida”.

Da mesma forma, o entusiasmo dos participantes durante a aplicação da proposta foi observado pelo professor, assim como a colaboração entre eles dentro do próprio grupo. Diante disso, foi possível constatar que a proposta pedagógica desenvolvida no presente trabalho despertou um ambiente descontraído e motivador. Assim, foi perceptível o efeito positivo sobre o estado emocional dos alunos, que também está conectado à aprendizagem.

Posner e Raichle (2001), retomando os estudos de Friedrich e Preiss, descrevem que o sistema límbico (constituído pelo tálamo, amígdala, hipotálamo e hipocampo), avalia as informações, decidindo que estímulos devem ser mantidos ou descartados. A consciência da experiência vivenciada é atingida quando, ao passar pelo córtex cerebral, compara-se a experiência com reflexões anteriores. Assim, quando conseguimos estabelecer uma ligação entre a informação nova e a memória preexistente, são liberadas substâncias neurotransmissoras – como a acetilcolina e a dopamina – que aumentam a concentração e geram satisfação. Os sentimentos, intensificando a atividade das redes neuronais e fortalecendo suas conexões sinápticas, podem estimular a aquisição, a retenção, a evocação e a articulação das informações no cérebro. Assim, é importante que todos os professores saibam que a maneira como os alunos se sentem, incluindo seus estados emocionais e o estado de seus corpos, são fatores críticos que podem afetar a aprendizagem (Yang; Fischer, 2009).

Dessa forma, o lúdico como recurso didático desperta a lembrança das brincadeiras de infância e deixa o ambiente de sala de aula mais “leve”. Consequentemente, proporciona uma aprendizagem descontraída, sendo capaz de promover a construção de conhecimentos (Cunha, 2012; Messeder Neto; Moradillo, 2016). Nesse sentido, pode-se observar que houve mais engajamento, o que resultou em sinais de aprendizagem.

Também foi observada a colaboração entre os alunos dentro do próprio grupo, o que, do mesmo modo, colabora no processo de aprendizagem. Estudos que investigam o

impacto da aprendizagem cooperativa revelam que ela possibilita a retenção do conhecimento (Korkmaz; Tay, 2016; Koşar; Bedir, 2018).

As respostas referentes à utilização dos exercícios neuróbicos como ferramenta motivadora no processo de ensino-aprendizagem permitiram observar que todos os estudantes acreditam que essa atividade instiga e facilita a aprendizagem sobre a tabela periódica. Vale destacar alguns outros comentários: “sim, é mais fácil aprender assim”, “sim, pois estamos aprendendo jogando e facilita na aprendizagem”, “com certeza, faz ter vontade de conhecer mais sobre ela”. É possível comprovar, por meio das respostas, que aulas interativas como a realizada no presente trabalho proporcionam um ambiente de aprendizado mais descontraído e interessante, gerando uma satisfação no aluno em participar ativamente no seu processo de ensino-aprendizagem.

De certa forma, observa-se que o modelo tradicional ainda prevalece, e que os estudantes esperam que o conteúdo seja apresentado de forma diferente e mais atraente, como sugerem alguns comentários: “...seria legal se tivesse mais jogos desse tipo”, “deveria trazer mais vezes”, “...quebra um pouco a mesmice de sempre”. A boa receptividade de ferramentas interativas, propostas mais dinâmicas e que geram um ambiente descontraído em sala de aula vem sendo relatada em trabalhos na literatura (Romano *et al.*, 2017; Ching *et al.*, 2020), mostrando a relevância de empregar esses recursos em sala de aula em todos os níveis de ensino.

Sendo assim, durante a atividade percebeu-se que a aprendizagem se tornou ativa, uma vez que o aluno deixou de ser um agente passivo e o docente um simples transmissor de informações. Houve um trabalho coletivo entre professor e estudantes, pois a cada carta havia um debate e um espírito de colaboração entre os participantes e o professor. Todo esse processo contribui para uma maior retenção do conteúdo e para uma aprendizagem de longo prazo (Brasil, 1999; Oliveira *et al.*, 2015; Silva Júnior *et al.*, 2021).

Segundo Alves (2015), para que a aprendizagem ocorra de maneira eficaz e duradoura, é necessário que ela desperte no aprendiz alguma emoção ou significado, pois quanto maior for o interesse por determinado assunto ou tema, maior será a absorção e a facilidade na aquisição desse conhecimento (Oliveira *et al.*, 2015; Silva Júnior *et al.*, 2021).

Através das perguntas 3 e 4 do questionário de pós-intervenção, esperávamos identificar indícios de aprendizagem, visto que o questionário foi aplicado duas semanas após a proposta ser executada pelos alunos. Verificou-se que não houve nenhuma dificuldade em responder os questionamentos relacionados à tabela periódica, pois todos os estudantes responderam corretamente.

Os exercícios neuróbicos demonstraram ser exercícios que desafiam o cérebro fazendo uso de habilidades como memória, foco, elaboração de estratégias, coordenação motora, raciocínio lógico, pensamento lateral, contribuindo para que o cérebro esteja ativo, em prontidão para resolver qualquer tipo de situação problema (escolar ou da vida cotidiana) e apto para absorver novas informações (Comin, 2020).

Vale ressaltar, ainda, que grande parte dos exercícios envolve a verbalização para a elaboração de suas respostas, o que também pode contribuir no processo de aprendizagem.

Segundo relatos experimentais na literatura, a verbalização ajuda a desenvolver a aprendizagem nas diferentes faixas etárias (Schunk, 1986; Rashidi; Naami, 2020). Existem vários mecanismos hipotéticos pelos quais a verbalização pode melhorar a aprendizagem. Ela pode auxiliar o aluno na codificação e na retenção de informações, assim como direcionar a prestar atenção para características importantes da tarefa. Dessa forma, a verbalização facilita a recuperação e uso subsequente do conteúdo estudado.

Como mencionado, a satisfação do professor na aplicação da proposta também foi avaliada, assim como sua opinião sobre a relevância de se utilizar a proposta em sala de aula. Para tal, um questionário foi elaborado e entregue posteriormente ao professor. As perguntas desse questionário são apresentadas a seguir:

- 1) Comente sobre sua experiência em participar como aplicador dos exercícios neuróbicos “Exercitando o cérebro com a Química”.
- 2) Foi satisfatória a utilização dos exercícios neuróbicos em sala de aula? Comente.
- 3) Na sua opinião, é viável a proposta desenvolvida, como ferramenta motivadora e auxiliadora no processo de ensino-aprendizagem?

O professor pôde observar, discutir e interagir com os alunos enquanto eles respondiam os exercícios. Inan e Inan (2015) relatam que o professor possui interação direta com o aluno.

Segundo relato do docente participante desta pesquisa, os discentes foram bem receptivos em relação à proposta e estavam entusiasmados em realizar a atividade. Os estudantes não apresentaram nenhuma dificuldade para entender como deveria ocorrer a atividade, como relatado por eles mesmos (questão 1 do questionário de pós-intervenção).

As respostas adquiridas no questionário direcionado ao professor apontam satisfação na aplicação da proposta desenvolvida. O docente comenta que a atividade gerou um ambiente descontraído, e ver a animação e o prazer dos alunos em realizar a atividade despertou satisfação.

O docente, quando prepara algo diferenciado em sua aula, espera que o que foi planejado seja bem aceito por seus alunos. Quando esse objetivo é alcançado, isso gera confiança em seu trabalho, motivando o professor a propor novas atividades. De fato, isso ocorre quando o educador está engajado em seu desenvolvimento e aprendizado profissional, levando-o a buscar propostas direcionadas a sua turma que contribuam para uma aprendizagem significativa (Smith; Strahan, 2004; Silva Júnior *et al.*, 2021). Por outro lado, um

professor desmotivado em sua carreira profissional sente-se sobrecarregado e por isso não aceita e tampouco aplica novos métodos de forma eficiente (Høigaard *et al.*, 2012).

Segundo o professor participante, os exercícios neuróbicos atuaram como uma excelente ferramenta motivadora no processo de ensino-aprendizagem. Ele aponta que, durante a realização da atividade, foram surgindo algumas dúvidas, em relação às quais ele auxiliou os alunos para que pudessem responder corretamente à questão da carta em mãos. Destaca que houve um grande envolvimento entre os membros

de uma mesma equipe, principalmente diante da dificuldade em responder algum exercício. Todo esse processo gerou troca de conhecimento e possibilitou o reforço da aprendizagem sobre o tema abordado. Enfatiza que, devido aos estudantes terem a perspectiva de estarem realizando uma atividade no formato de um “jogo”, isso motivou e desafiou os participantes a encontrarem as respostas corretas. O professor finaliza com o seguinte comentário “*O ‘Exercitando o cérebro com a Química’ contribui para a aprendizagem, desperta o interesse, além de trazer um conceito diferente por unir o lúdico com a neuróbica cerebral*”.

Essa satisfação do docente é observada também no trabalho de Kangas *et al.* (2017), cujo objetivo do estudo era explorar as conexões entre a satisfação do aluno e professor em um ambiente lúdico de aprendizagem. Os professores envolvidos trabalharam com uma proposta lúdica mediada por tecnologias digitais com alunos de diferentes idades. Eles conseguiram observar a pesquisa como um processo de ensino-aprendizagem promissor. Assim, o lúdico é capaz de proporcionar a aprendizagem de conceitos de forma mais prazerosa e atrativa, além de despertar habilidades (colaboração, investigação, resolução de problema, etc.) que, em aulas corriqueiras, muitas vezes não são desenvolvidas. Permite maior socialização, em razão de serem realizados em conjunto, melhora a afetividade e traz a sensação de alegria (Silva Júnior *et al.*, 2021).

## Conclusão

Com materiais acessíveis, foi elaborado o “Exercitando o cérebro com a Química”, como uma nova proposta que envolveu conceitos lúdicos e conceitos da neurociência, destinado a alunos do ensino médio.

Foi importante considerar que o professor possui um papel muito significativo no processo de aprendizagem do aluno. O engajamento, dedicação e a escolha de recursos didáticos foram fundamentais para o sucesso no compartilhamento do conteúdo em sala de aula.

Os exercícios aplicados apresentaram uma excelente aceitação, tanto pelos estudantes quanto pelo professor. Por

Segundo relatos experimentais na literatura, a verbalização ajuda a desenvolver a aprendizagem nas diferentes faixas etárias (Schunk, 1986; Rashidi; Naami, 2020). Existem vários mecanismos hipotéticos pelos quais a verbalização pode melhorar a aprendizagem. Ela pode auxiliar o aluno na codificação e na retenção de informações, assim como direcionar a prestar atenção para características importantes da tarefa.

meio dos questionários foi possível perceber que esta proposta proporcionou um ambiente descontraído e colaborativo, despertando o interesse e satisfação dos envolvidos. Esses fatos corroboram uma experiência agradável e prazerosa que fortalece a construção do aprendizado do tema tabela periódica.

Houve uma grande colaboração entre os participantes, indicando que os exercícios neuróbicos contribuem também para o desenvolvimento de habilidades diversas. Mediante a dificuldade na resolução de certas cartas, foram detectadas possíveis falhas na aprendizagem de alguns tópicos. Atuando como sinalizador, a atividade fez com que o professor retomasse o conteúdo que não fora completamente compreendido pelos alunos, levando a um segundo momento. Isso também favorece a aprendizagem, considerando que novos meios e formas de explicação podem ser utilizadas a cada nova explicação do mesmo conteúdo.

Porém, a limitação da pesquisa, está relacionada ao fato de não ter sido possível avaliar o antes e depois, em termos de conhecimentos sobre tabela periódica.

Mediante o exposto e de acordo com os pressupostos da

neurociência, a proposta atingiu os objetivos pretendidos. Através de um ambiente descontraído e colaborativo, o qual gerou satisfação na realização da atividade, e como houve mais engajamento, isso resultou em sinais de aprendizagem, além disso, estimulou o cérebro por se tratar de exercícios neuróbicos, melhorando a memória e a concentração dos estudantes.

---

**Sharise B. R. Berton** (sharise\_beatriz@hotmail.com) é doutora em Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Atualmente é professora do departamento de Química da UEM e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). **Bruno R. Machado** (brunomachado@alunos.utfpr.edu.br) é doutorando em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. **Jomar Berton Junior** (jomar.junior@ifpr.edu.br) é mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Atualmente é professor do Instituto Federal do Paraná (IFPR), Telêmaco Borba-PR, Brasil. **Alessandro Francisco Martins** (affmmartins@gmail.com) é doutor em Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Atualmente é professor do departamento de Química da UEM, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e do departamento de Química da Universidade Estadual de Pittsburg (Pittsburg, Kansas, EUA). **Milena do Prado Ferreira** (milena41@hotmail.com) é doutora em Química pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Atualmente é professora do departamento de Química da UEL, Londrina-PR, Brasil.

## Referências

ALVES, F. *Gamification: Como criar experiências de aprendizagem engajadoras. Um guia completo: do conceito à prática*. São Paulo: DVS Editora, 2014.

ASHTARI, D. e DE LANGE, M. Playful civic skills: A transdisciplinary approach to analyse participatory civic games. *Cities*, v. 89, p. 70-79, 2019.

BALGAONKAR, A. V. Effect of neurobics on cognition of student. *European Psychiatry*, v. 28, n. 1, 2013.

BERTON, S. B. R.; FERREIRA, M. P.; CANESIN, A.; SUZUKI, R. M.; MARTINS, A. F.; BONAFÉ, E. G. e MATSUSHITA, M. Sequência didática para a promoção de estudo prático e multidisciplinar com materiais acessíveis. *Química Nova*, v. 43, n. 5, p. 649-655, 2020.

BLINKOFF, E.; NESBITT, K. T.; GOLINKOFF, R. M. e HIRSH-PASEK, K. Investigating the contributions of active, playful learning to student interest and educational outcomes. *Acta Psychologica*, v. 238, p. 1-7, 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Brasília: MEC. 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/ SEMTEC, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>, acesso em mar. de 2023.

BOUTON, E.; TAL, S. B. e ASTERHAN, C. S. C. Students, social network technology and learning in higher education: Visions of collaborative knowledge construction vs. the reality of knowledge sharing. *The Internet and Higher Education*, v. 49, 2021.

COMIN, S. e SILVA, D. Neuróbica para desenvolvimento de alunos com deficiência intelectual. *Faculdade Sant'Ana em Revista*, v. 4, p. 109-122, 2020.

CHENG, V. M. Y. Infusing creativity into Eastern classrooms: Evaluations from student perspectives. *Thinking Skills and Creativity*, v. 6, n. 1, p. 67-87, 2011.

CHING, F. N. Y.; SO, W. W.; LO, S. K., WONG, S. W. Preservice teachers' neuroscience literacy and perceptions of neuroscience in education: Implications for teacher education. *Trends in Neuroscience and Education*, v. 21, p. 100144, 2020.

COOPER, J. J. e WALKER, A. E. Neuroscience education: making it relevant to psychiatric training. *Psychiatric Clinics of North America*, v. 29, 2021.

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.

DAVIS, D. R. e BOONE, W. Using Rasch analysis to evaluate the psychometric functioning of the other-directed, lighthearted, intellectual, and whimsical (OLIW) adult playfulness scale. *International Journal of Education Research Open*, v. 2, p. 100054, 2021.

FERREIRA, M. P.; SUZUKI, R. M.; BONAFE, E. G.; MATSUSHITA, M. e BERTON, S. B. R. Ferramentas tecnológicas disponíveis gratuitamente para uso no ensino de química: uma revisão bibliográfica. *Revista Virtual de Química*, v. 11, n. 3, p. 1011-1023, 2019.

FRANCO-MARISCAL, A. J.; OLIVA-MARTÍNEZ, J. M. e BERNAL-MÁRQUEZ, S. A literature review on the role of educational games in the study of the chemical elements. part i: Games for knowledge of the periodic table. *Educación Química*, v. 23, n. 3, p. 338-345, 2012.

FRANCO-MARISCAL, A. J.; OLIVA-MARTÍNEZ, J. M.; BLANCO-LÓPEZ, Á. e ESPAÑA-RAMOS, E. A game-based approach to learning the idea of chemical elements and their periodic classification. *Journal of Chemical Education*, v. 93, n. 7, p. 1173-1190, 2016.

GOLDSTEIN, B. L.; ICK, M.; RATANG, W.; HUTAJULU, H. e BLESIA, J. U. Using the action research process to design entrepreneurship education at Cenderawasih University. *Procedia*

- *Social and Behavioral Sciences*, v. 228, p. 462-469, 2016.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KOŞAR, G. e BEDIR, H. Improving knowledge retention via establishing brain-based learning environment. *European Journal of Education Studies*, v. 4, n. 9, p. 208-218, 2018.

HAN, H.; SOYLU, F. e ANCHAN, D. M. Connecting levels of analysis in educational neuroscience: a review of multi-level structure of educational neuroscience with concrete examples. *Trends in Neuroscience and Education*, v. 17, p. 100113, 2019.

HØIGAARD, R.; GISKE, R. e SUNDSLI, K. Newly qualified teachers' work engagement and teacher efficacy influences on job satisfaction, burnout, and the intention to quit. *European Journal of Teacher Education*, v. 35, n. 3, p. 347-357, 2012.

INAN, H. Z. e INAN, T. 3 H s Education: Examining hands-on, heads-on and hearts-on early childhood science education. *International Journal of Science Education*, v. 37, n. 12, p. 1974-1991, 2015.

JOAG, S. D. An effective method of introducing the periodic table as a crossword puzzle at the high school level. *Journal of Chemical Education*, v. 91, n. 6, p. 864-867, 2014.

JØRGENSEN, H. H. e SKOVBJERG, H. M. Play qualities: playful actions in learning processes in teacher education and social education. *Social Sciences & Humanities Open*, v. 9, 100795, 2024.

KALLERY, M.; PSILLOS, D. e TSELFES, V. Typical didactical activities in the Greek early-years science classroom: do they promote science learning? *International Journal of Science Education*, v. 31, n. 9, p. 1187-1204, 2009.

KANGAS, M. Creative and playful learning: learning through game co-creation and games in a playful learning environment. *Thinking Skills and Creativity*, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2010.

KANGAS, M.; SIKLANDER, P.; RANDOLPH, J. e RUOKAMO, H. Teachers' engagement and students' satisfaction with a playful learning environment. *Teaching and Teacher Education*, v. 63, p. 274-284, 2017.

KATZ, L. C. e RUBIN, M. *Mantenha o seu cérebro vivo: exercícios neuróbicos para ajudar a prevenir a perda de memória e aumentar a capacidade mental*. Tradução de Alfredo Barcellos Pinheiro Lemos. Rio de Janeiro: Sextante, 2000.

KORKMAZ, T. S. e TAY, B. The effect of cooperative learning method and systematic teaching on students' achievement and retention of knowledge in social studies lesson. *Eurasian Journal of Educational Research*, v. 66, p. 315-334, 2016.

LI, J.; THENG, Y. L. e FOO, S. Exergames for older adults with subthreshold depression: does higher playfulness lead to better improvement in depression? *Games for Health Journal*, v. 5, n. 3, p. 175-182, 2016.

MARTÍ-CENTELLES, V. e RUBIO-MAGNIETO, J. ChemMend: a card game to introduce and explore the periodic table while engaging students' interest. *Journal of Chemical Education*, v. 91, n. 6, p. 868-871, 2014.

MESEDER NETO, H. S. e MORADILLO, E. F. O lúdico no ensino de química: considerações a partir da psicologia histórico-cultural. *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 4, p. 360-368, 2016.

NATIONAL ADVISORY BOARD ON RESEARCH ETHICS. Humanistisen, yhteiskuntatieteellisen ja käyttäytymistieteellisen tutkimuksen eettiset periaatteet ja ehdotus eettisen ennakkoarvioinnin järjestämiseksi. Disponível em: <http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/eettisetperiaatteet.pdf>, acesso em jun. de 2022.

tenk.fi/sites/tenk.fi/files/eettisetperiaatteet.pdf, acesso em jun. de 2022.

OLIVEIRA, J. S.; SOARES, M. H. F. e VAZ, W. F. Banco Químico: um jogo de tabuleiro, cartas, dados, compras e vendas para o ensino do conceito de soluções. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 4, p. 285-293, 2015.

POSNER, M. I. e RAICHLE, M. E. *Imagens da mente*. Porto: Porto Editora, 2001.

PROYER, R. T.; BRAUER, K.; WOLF, A. e CHICK, G. Adult playfulness and relationship satisfaction: an APIM analysis of romantic couples. *Journal of Research in Personality*, v. 79, p. 40-48, 2019.

RASHIDI, N. e NAAMI, A. Systemic theoretical instruction: the impact of three types of verbalization in L2 learners' knowledge of passive voice. *Issues in Language Teaching*, v. 9, n. 2, p. 1-26, 2020.

RELVAS, M. P. *Neurociências e transtornos de aprendizagem: as múltiplas eficiências para uma educação inclusiva*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2015.

ROMANO, C. G. ; CARVALHO, A. L. ; MATTANO, I. D. ; CHAVES, M. R. M. e ANTONIASSI, B. Perfil Químico: um jogo para o ensino da tabela periódica. *Revista Virtual de Química*, v. 9, n. 3, p. 1235-1244, 2017.

SCHARP, Y. S.; BREEVAART, K.; BAKKER, A. B. e VAN DER LINDEN, D. Daily playful work design: a trait activation perspective. *Journal of Research in Personality*, v. 82, p. 103850, 2019.

SCHUNK, D. H. Verbalization and children's self-regulated learning. *Contemporary Educational Psychology*, v. 11, n. 4, p. 347-369, 1986.

SCHWARTZ, M. S.; HINESLEY, V.; CHANG, Z. e DUBINSKY, J. M. Neuroscience knowledge enriches pedagogical choices. *Teaching and Teacher Education*, v. 83, p. 87-98, 2019.

SEVCIK, R. S.; MCGINTY, R. L.; SCHULTZ, L. D. e ALEXANDER, S. V. Periodic table target: a game that introduces the biological significance of chemical element periodicity. *Journal of Chemical Education*, v. 85, n. 4, p. 516-517, 2008.

SILVA, C. *Ginástica Cerebral*. São Paulo: Matrix, 2017.

SILVA, E. K. S.; LIMA, J. P. F. e FERREIRA, M. L. "Descobrimos os elementos químicos": jogo lúdico proporcionando uma aprendizagem significativa sobre a tabela periódica. *Revista de Pesquisa Interdisciplinar*, v. 1, p. 228-237, 2016.

SILVA JUNIOR, J. N.; LIMA, M. A. S.; PIMENTA, A. T. A.; NUNES, F. M.; MONTEIRO, A. C.; SOUSA, U. S.; LEITE JUNIOR, A. J. M.; ZAMPIERI, D.; ALEXANDRE, F. S. O.; PACIONI, N. L. e WINUM, J. Y. Design, implementation, and evaluation of a game-based application for aiding chemical engineering and chemistry students to review the organic reactions. *Education for Chemical Engineers*, v. 34, p. 106-114, 2021.

SMITH, T. W. e STRAHAN, D. Toward a prototype of expertise in teaching. *Journal of Teacher Education*, v. 55, n. 4, p. 357-371, 2004.

SOUZA, E. C.; SOUZA, S. H. S.; BARBOSA, I. C. C. e SILVA, A. S. O lúdico como estratégia didática para o ensino de química no 1º ano do Ensino Médio. *Revista Virtual de Química*, v. 10, n. 3, p. 449-458, 2018.

STOJANOVSKA, M. Celebrating the International Year of Periodic Table with chemistry educational games and puzzles. *Chemistry Teacher International*, v. 3, n. 1, p. 20190012, 2021.

WALSH, K.; ESTRANGE, L. L.; SMITH, R.; BUR, T. e WILLIAMS, K. E. Translating neuroscience to early childhood education: a scoping review of neuroscience-based professional learning for early childhood educators. *Educational Research*

*Review*, v. 45, 100644, 2024.

YANG, I. M. H. e FISCHER, K. W. Neuroscience bases of learning. In: *International Encyclopedia of Education*. 3ª ed. Oxford, England: Elsevier, 2009.

**Abstract:** *Development and application of a new pedagogical proposal that combines playful and neurobic concepts for Chemistry teaching.* The innovation of neurobics concepts with playfulness can be one of the ways to accelerate improvements in education. The research is important because it deals with the application of playful and neurobic concepts that will assist the teaching-learning process at various levels. In this work, we reconcile the benefits of neurobics with playful activity, with the objective of reporting experience, describing and analyzing an activity aimed at teaching Chemistry that contributed to the learning process through brain stimulation, highlighting its stages and the results observed in the classroom. Proposing an activity aimed at teaching Chemistry that contributes to the learning process through brain stimulation. The proposed theme was “Periodic Table” through neurobic exercises. The results were analyzed through observation and application of questionnaires. The exercises applied aroused the interest of the students and according to the precepts of neuroscience, the proposal caused more engagement, which resulted in signs of learning, contributing to the learning of the content, in addition to exercising the brain. Thus, this new pedagogical proposal that unites the neurobic and playful concepts can be a new auxiliary teaching tool.

**Keywords:** student satisfaction, neurosciences, periodic table



## Concepções de estudantes de graduação em Química sobre a ideia de fenômeno da ciência

Hemaise Antunes Modesto e Carlos Neco da Silva Júnior



O processo de ensino das ciências é organizado, em muitos casos, a partir de conceitos, como o de fenômeno, que apresenta significados diversos na filosofia. Nesse contexto, este artigo analisa concepções de um grupo de estudantes recém ingressados em cursos de graduação em química de uma universidade do nordeste brasileiro sobre fenômenos da ciência. Foi aplicado, presencialmente, um questionário aberto a cinquenta estudantes. Eles deveriam escrever suas ideias sobre esse conceito e citar exemplos. A maior parte das conceituações coletadas associam a palavra “fenômeno” à ideia de natureza ou a um evento raro. O maior número de exemplos foi classificado como desastres ambientais ou eventos climáticos/astronômicos. Destaca-se a diversidade de ideias encontrada nas respostas, o que evidencia a importância de os educadores compreenderem a polissemia do termo e discuti-la em sala de aula, de modo a ser possível construir uma visão mais ampla e coletiva sobre fenômenos da ciência.

► Fenômenos, ciências da natureza, ideias dos estudantes ◀

Recebido em 28/07/2024; aceito em 13/12/2024

283

### Introdução

O processo de ensino das ciências é organizado, em muitos casos, a partir de conceitos que, apesar de parecerem simples à primeira vista, podem ser entendidos de diferentes maneiras. Para Chi (1993), certos conceitos são difíceis de aprender porque suas características subjacentes são diferentes de outros conceitos que os alunos têm já compreendidos e representados na memória. Acerca disso, a comunidade de pesquisadores em Educação em Ciências compreende que os estudantes chegam à sala de aula com um repertório próprio de explicações para fenômenos e conceitos, diferentes daqueles ensinados na escola (Schroeder, 2007).

Vygotsky (2001) evidencia que os conceitos espontâneos (aqueles desenvolvidos pela criança por meio de suas experiências cotidianas) abrem caminho para a compreensão dos conceitos científicos por meio da aprendizagem, de modo que a educação se faz a partir da própria experiência do aluno. As concepções dos estudantes sobre um conceito

científico funcionam como ponto de ancoragem para novas ideias e conceitos (Moreira, 1999). Por isso, é importante que o professor considere as diferentes concepções que seus estudantes possuem sobre determinadas palavras antes de utilizá-las para se comunicar em sala de aula.

Além disso, alguns conceitos apresentam certa subjetividade também dentro da literatura. É o que ocorre com o termo “fenômeno”, o qual, segundo Lopes (1994), é essencial para o ensino de ciências e, especialmente, para o ensino da química. Isso porque essa ciência tem como objetos de investigação os materiais, as

substâncias, suas propriedades, suas constituições e suas transformações (Mortimer *et al.*, 2000). Nesse sentido, a química é melhor compreendida pelos estudantes por meio da articulação entre seus focos de interesse: as propriedades, a constituição e as transformações dos materiais ou substâncias (Siqueira *et al.*, 2011).

Sendo assim, entra em destaque a tricotomia dos níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico propostos por Johnstone (2006) para o ensino da química. O nível

**As concepções dos estudantes sobre um conceito científico funcionam como ponto de ancoragem para novas ideias e conceitos (Moreira, 1999). Por isso, é importante que o professor considere as diferentes concepções que seus estudantes possuem sobre determinadas palavras antes de utilizá-las para se comunicar em sala de aula.**



macroscópico, que é o nível descritivo e funcional da química, pode ser entendido como o aspecto tangível, ou seja, é a parte observável da química. Por outro lado, o nível submicroscópico não pode ser observado, é o aspecto molecular e explicativo, em que são utilizados conceitos (como átomos, moléculas e íons) para explicar o nível macroscópico. Por fim, o nível simbólico tem caráter representacional e faz uso da linguagem científica, como símbolos, fórmulas, equações e gráficos (Johnstone, 1982, 2006, 2009). De modo geral, entende-se que é necessário transitar entre esses três níveis do conhecimento para compreender o conhecimento químico, sendo preciso que os professores auxiliem os estudantes nessa transição.

Nesse contexto, é no nível macroscópico que estão presentes os fenômenos. Para De Jong *et al.* (2013), por exemplo, o domínio macroscópico da química trata, principalmente, dos fenômenos químicos que são percebidos pelos sentidos (visão, cheiro, tato, etc.). Para Mortimer *et al.* (2000), pode-se compreender o nível macroscópico como o aspecto fenomenológico do conhecimento químico, o qual é definido de uma maneira mais ampla:

O aspecto fenomenológico diz respeito aos fenômenos de interesse da química, sejam aqueles concretos e visíveis, como a mudança de estado físico de uma substância, sejam aqueles a que temos acesso apenas indiretamente, como as interações radiação-matéria que não provocam um efeito visível mas que podem ser detectadas na espectroscopia (Mortimer *et al.*, 2000, p. 276).

Para Mortimer *et al.* (2000), uma abordagem fenomenológica pode contribuir para promover habilidades específicas, por exemplo, controlar variáveis, medir, analisar resultados e elaborar gráficos.

Tendo em vista sua importância na ciência, o estudo dos fenômenos costuma permear toda Educação Básica. Quanto a isso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento norteador da educação brasileira, afirma que, à medida que se aproxima da conclusão do Ensino Fundamental, os estudantes devem ser capazes de “lançar mão do conhecimento científico e tecnológico para compreender os fenômenos e conhecer o mundo, o ambiente, a dinâmica da natureza” (Brasil, 2018, p. 343). No Ensino Médio, “as Ciências da Natureza constituem-se um referencial importante para a interpretação de fenômenos e problemas sociais” (Brasil, 2018, p. 550). No documento, é proposto o estudo de diferentes tipos de fenômenos, denominados fenômenos sociais, históricos, culturais, artísticos, *naturais*, entre outras designações. No que tange aos fenômenos naturais, ao longo do texto, são apresentados exemplos como luz solar, vento, chuva, vulcões, tsunamis e terremotos (Brasil, 2018).

Em concomitância, segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNs), o Ensino Médio deve “possibilitar aos adolescentes, jovens e adultos trabalhadores, acesso a conhecimentos que permitam a compreensão

das diferentes formas de explicar o mundo, seus fenômenos naturais, sua organização social e seus processos produtivos” (Brasil, 2013, p. 147). Esse documento ainda cita eventos climáticos como sendo fenômenos naturais:

[...] a descarga elétrica, os raios, a eletricidade estática como fenômenos naturais sempre existiram, mas não são conhecimentos enquanto o ser humano não se apropria desses fenômenos conceitualmente, formulando teorias que potencializam o avanço das forças produtivas (Brasil, 2013, p. 163).

Nesse contexto, percebe-se que o termo fenômeno é, na verdade, recorrente tanto na BNCC e nas DCNs quanto nas salas de aula. Mas, o que de fato é um fenômeno? Como os estudantes entendem esse conceito quando utilizado na escola?

Do ponto de vista da filosofia da ciência, não existe uma concordância quanto ao que são e quais são os fenômenos na ciência. Segundo Bogen e Woodward (1988), fenômenos são questões da natureza explicadas e previstas pelas teorias científicas, ou seja, são aquilo que os físicos chamam de “efeito”, como o efeito Einstein-Haas e o Hall Quântico. O termo “efeito” indica que esses fenômenos têm causas, tais como forças ou interações de partículas subatômicas (Falkenburg, 2011). Esse é o ponto de vista do realismo científico. Bailer-Jones (2009), ao seguir parte das ideias de Bogen e Woodward, afirma que fenômeno é um evento da natureza que é tomado como um assunto a ser pesquisado, originando um processo para aprender e descobrir mais sobre aquele fato e envolvendo o uso de teorias para identificação das causas. Segundo ela,

Um fenômeno pode ser algo que é originalmente captado pela observação e depois levanta certas questões. Observar a dança de uma abelha, e até mesmo chamá-la assim, pode trazer a conjectura de que há algo sistemático sobre o movimento da abelha que justifica uma investigação mais aprofundada. Conjeturar, portanto, não é tomar os movimentos da abelha como algo acontecendo inteiramente ao acaso. Isto é tratar o que é observado como um fenômeno. Então, na primeira instância, um fenômeno é algo que é tomado como um assunto a ser pesquisado (Bailer-Jones, 2009, p.160, tradução nossa).

Para os empiristas, como Van Fraassen, Mach, Carnap e Suppes, um fenômeno da ciência é aquilo que pode ser observado a partir dos sentidos, isto é, são as aparências sensoriais, enquanto os filósofos construtivistas consideram que fenômenos são somente estruturas artificiais produzidas por métodos matemáticos e experimentais (apud Falkenburg, 2011). De acordo com Falkenburg (2011), o conceito de fenômeno tem origem filosófica, e continua sendo um termo filosófico. Para o autor, se trata de um conceito pré-teórico da ciência, tendo sido trocado, em algumas áreas, por

conceitos mais precisos ao longo da história. Nesse cenário, como apontam Freire e Amaral (2021), o aporte teórico da filosofia da química mostra-se uma ferramenta proffuca tanto para fundamentar algumas zonas que constituem o perfil conceitual da química, quanto para fomentar a abordagem de reflexões nesse campo como estratégia para estabelecer interações discursivas, o que pode resultar na produção de sentidos e significados.

No que diz respeito aos livros didáticos, Lopes (1994), em uma análise de quarenta livros que abordam os estudos iniciais em química no Brasil, mostrou que não existe uma uniformidade nas definições de “fenômeno” nesses materiais. A autora percebeu que a grande maioria dos livros da época atrelava fenômeno à ideia de transformação, mas cerca de 15% associavam o termo a um acontecimento qualquer, não fazendo uma distinção entre acontecimentos da ciência e fatos cotidianos. A ideia de “transformação” dentro da química também costuma ser carregada de muitas concepções diferentes entre os estudantes e professores (Silva *et al.*, 2008). Kraisig e Braibante (2019), por exemplo, mostraram que muitos estudantes definem “transformação” apenas quanto a seus aspectos macroscópicos (fenomenológicos).

Lopes (1994) notou também que, independentemente da conceituação feita no livro, o fenômeno era encarado essencialmente como *natural* (enquanto algo não artificial), sendo que apenas nove livros destacavam a possibilidade de o fenômeno ser provocado artificialmente. Apesar da ausência de informações na literatura, seria importante observar de que forma o termo “fenômeno” é apresentado nos livros didáticos de química na atualidade, principalmente aqueles selecionados pelo Programa Nacional do Livro Didático do Ministério da Educação (PNLD).

Como ressaltado anteriormente, a associação entre os termos “fenômeno” e “natural” aparece tanto na BNCC quanto nas DCNs, bem como nos livros didáticos analisados por Lopes (1994). Então, é sensato questionar o que significa caracterizar ou conceituar fenômeno dessa forma, pois a própria ideia de “natural” não é um consenso na ciência, como apontam Schummer (2013), Cobern (1991, 1993, 2000) e Nagayoshi (2014). Cobern (2000), ao discutir a pluralidade semântica do termo “natureza”, destaca que a visão que predomina na cultura ocidental é a de que a natureza funciona como uma máquina, com engrenagens e mecanismos que garantem seu funcionamento. Em suas obras, o autor questiona se é sensato os educadores assumirem que os estudantes compreendem facilmente essa visão mecanicista de natureza, além de apresentar diferentes concepções de estudantes e professores sobre o conceito. Consoante a isso, os resultados de Nagayoshi (2014) mostram que existe uma multiplicidade de conceitos possíveis

relativos à natureza e que, por mais que seja um termo corriqueiro nas aulas de ciências, é um conceito plural e de difícil definição.

Do ponto de vista histórico, Schummer (2003) fez uma análise sobre a noção de natureza na química. Ao defender uma *noção dinâmica de natureza*, o autor argumenta que toda transformação real é um processo natural, independente da manipulação da matéria. Ou seja, o natural não se contrapõe ao artificial, visto que um processo não deixa de ser natural por produzir substâncias novas ou por seguir caminhos até então não estabelecidos. Desse modo, não se pode modificar as leis pressupostas no universo. Então, definir algo como “não natural” significa dizer que é quimicamente impossível. De fato, nessa perspectiva, seja qual for a definição utilizada para “fenômeno”, ele poderá ser entendido como natural.

No entanto, a dicotomia entre “natural” e “químico” está profundamente enraizada na história da química, tendo como bases outras interpretações sobre a natureza: *noções estáticas e teleológicas* (Schummer, 2003). Na ideia estática, tem-se a contraposição entre natural e artificial, ou seja, entende-se a arte, a manipulação, como artificial e, portanto, como não natural. A noção estática de natureza enquanto conceito descritivo e normativo foi construída, ao longo da tradição cristã, como um conjunto de entidades e processos que não devem ter suas propriedades essenciais alteradas, pois correspondem ao ato de criação. Na noção teleológica, o natural é visto como o princípio motor de cada ser em direção ao estado de perfeição, associando-se à visão aristotélica. Nessa noção, destaca-se a interpretação da alquimia enquanto arte que imita a natureza, sendo ela um dom divino. Depreende-se então que a noção de natural e de natureza, em química, relaciona-se com a própria imagem pública dessa ciência por meio de um processo histórico, social e cultural complexo, que levou os químicos a diferentes interpretações quanto a esses conceitos (Schummer, 2003).

Logo, percebe-se que a própria caracterização enquanto evento natural/da natureza contribui para a característica polissêmica do termo “fenômeno”.

Nesse contexto de discussão, ressalta-se que o entendimento do conceito de fenômeno é central para a compreensão científica, especialmente no que tange o nível macroscópico (ou fenomenológico) do conhecimento químico. Porém, é perceptível que esse termo não é de fácil

definição, podendo abranger diferentes interpretações. Ou seja, é possível que, em uma mesma sala de aula, exista uma pluralidade de concepções acerca desse conceito. Assim sendo, o objetivo deste trabalho é analisar as concepções de um grupo de estudantes recém ingressados em cursos de graduação em Química sobre o que são e quais são os fenômenos da ciência.

[...] a noção de natural e de natureza, em química, relaciona-se com a própria imagem pública dessa ciência por meio de um processo histórico, social e cultural complexo, que levou os químicos a diferentes interpretações quanto a esses conceitos (Schummer, 2003). Logo, percebe-se que a própria caracterização enquanto evento natural/da natureza contribui para a característica polissêmica do termo “fenômeno”.

Esta pesquisa é parte de um trabalho de iniciação científica que buscou investigar como estudantes dos cursos de Química entendem o conceito de fenômeno da ciência. Trata-se de uma investigação de natureza qualitativa, em que foi aplicado um questionário aberto a cinquenta (50) estudantes voluntários de cursos de Bacharelado em Química e Licenciatura em Química de uma universidade do nordeste brasileiro. Todos eles estavam cursando a disciplina de Química Fundamental, a qual é destinada ao primeiro semestre desses cursos, sendo que a maioria dos estudantes estavam cursando o componente pela primeira vez.

Trata-se de um cenário diverso, majoritariamente composto por estudantes recém ingressados na graduação em Química, advindos de diferentes contextos, havendo estudantes que cursaram o ensino básico na rede pública e estudantes oriundos da rede privada. Diante desse cenário, considera-se que os resultados que serão apresentados refletem aspectos da educação básica, sendo esperado que, em sua maioria, os estudantes tivessem tido contato com o termo “fenômeno” em etapas anteriores.

O questionário foi aplicado presencialmente pelos autores da pesquisa em horário de aula da disciplina Química Fundamental com o consentimento do professor que estava ministrando o componente. Os participantes tiveram um tempo de quarenta minutos (40) para responder às questões e ao formulário de autorização de uso de dados.

Na primeira questão, foi solicitado que os participantes descrevessem com palavras suas ideias sobre o que compreendem por “fenômenos da ciência”, especialmente aqueles que são objetos de estudo das Ciências da Natureza. Na segunda questão, eles poderiam citar exemplos de fenômenos com base no que foi respondido na pergunta anterior, de preferência os que fizessem parte de seus cotidianos.

Após a coleta dos questionários, as declarações dos estudantes foram digitalizadas. Em seguida, os dados foram analisados utilizando elementos da análise de conteúdo temática por frequência (Bardin, 2011). Definido o *corpus* do trabalho, foi feita uma leitura exploratória para compreensão geral do cenário das respostas. A próxima etapa foi a codificação das unidades de registro para definição de categorias. Na primeira questão, a primeira unidade de registro foi identificada como E01, a segunda como E02, e assim sucessivamente. Na segunda questão, as unidades de registro foram identificadas como A01, A02, A03, e assim por diante. Na etapa de pré-análise, utilizou-se o software *Atlas.ti* para ajudar no tratamento dos dados. A partir disso, chegou-se em quatro (4) categorias finais para a primeira questão e três (3) categorias para a segunda questão, as quais constam nos resultados deste artigo para interpretação. Todas essas categorias emergiram dos dados coletados, uma vez que não foi estabelecida pelos autores nenhuma categoria *a priori*.

No decorrer deste trabalho, também foi feita uma pesquisa bibliográfica em plataformas de pesquisa como *Google Acadêmico* e *Periódicos Capes*, buscando encontrar trabalhos

que tratassem do conceito “fenômeno” no Ensino de Ciências. Porém, após o filtro da pesquisa, identificou-se pouquíssimos artigos com esse foco. Por isso, antes de analisar as respostas dos questionários, fez-se uma busca rápida do conceito em alguns livros de Química Geral do Ensino Superior e do Ensino Médio. Esse resultado será apresentado ao longo do texto. É importante salientar que, apesar de não ser o foco principal deste trabalho, entende-se que essa busca pode contribuir com a interpretação dos resultados do questionário. Destaca-se ainda que o único trabalho identificado com o objetivo de analisar a conceituação da palavra fenômeno em livros didáticos brasileiros de Química foi o de Lopes (1994).

## Resultados e discussões

Acerca dos livros didáticos do Ensino Médio, foi feita uma busca rápida pelo termo “fenômeno” no Volume I de três (3) obras contempladas no PNLD de 2021 para o eixo “Ciências da Natureza”, sendo elas: *Ciências da Natureza* - Lopes & Rosso (Lopes e Rosso, 2020), *Matéria, Energia e Vida* - uma abordagem interdisciplinar (Mortimer *et al.*, 2020) e *Conexões* - Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Thompson *et al.*, 2020). A escolha das obras foi feita de maneira aleatória. De maneira geral, foram encontrados vários exemplos em que o termo “fenômeno” é associado a problemas e desastres ambientais. O número de vezes em que o termo foi citado e alguns exemplos associados a ele estão expostos no Quadro 1. Destaca-se que em nenhuma das obras foi identificada a conceituação da palavra “fenômeno”.

Nos livros de Química Geral do nível superior, a busca pela definição do termo “fenômeno” foi feita especificamente nos índices remissivos ou glossários das traduções em português dos seguintes livros: *Química Geral* - Vol. I (Brady e Humiston, 1986); *Química Geral* - Vol. II (Brady e Humiston, 2010); *Princípios de Química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente (Atkins e Peter, 2006); *Química*: um curso universitário (Mahan e Myers, 1995); *Química*: a matéria e suas transformações - Vol. I (Brady e Senese, 2009); *Química*: a matéria e suas transformações - Vol. II (Brady e Senese, 2012); *Química Geral*: conceitos essenciais (Chang, 2010); *Química* (Chang e Goldsby, 2013); *Química Geral* - Vol. I (Russel, 2006); *Química Geral* - Vol. II (Russel, 2006); *Química Geral e Reações Químicas* - Vol. I (Kotz e Treichel, 2005); *Química*: princípios e reações (Masterton e Hurley, 2010).

Dentre esses doze, apenas no livro de Mahan e Myers (1995) foi encontrada a palavra “fenômeno” no glossário, onde aparecem citados os termos “fenômenos cooperativos” e “fenômenos de transporte”. De acordo com esses autores, “a fusão e a congelamento são chamados de fenômenos cooperativos, pois envolvem um rearranjo combinado de um grande número de átomos” (Mahan e Myers, 1995, p. 53). São citados como “fenômenos de transporte” propriedades da matéria associadas a fluxo, como condutividade térmica, difusão e viscosidade (Mahan e Myers, 1995). A hipótese proposta neste trabalho é que a ausência de uma definição

Quadro 1: Resultados da busca pela palavra “fenômeno” em livros do PNLD 2021

Nome do Livro	Recorrência de aparição	Alguns exemplos associados
<i>Ciências da Natureza: Lopes &amp; Rosso</i>	24	Supernova (se referindo à lua); solvatação; indução eletromagnética; acontecimentos atmosféricos; surgimento dos planetas; chuva ácida; oxidação e redução.
<i>Matéria, Energia e Vida: uma abordagem interdisciplinar</i>	27	Movimentos de corpos celestes; ação das forças sobre um corpo; eclipse lunar total; refração; reflexão da luz.
<i>Conexões: Ciências da Natureza e suas Tecnologias</i>	22	Efeito estufa; fusão do gelo; ebulição da água; regime de ventos; ciclo da água; maré vermelha; dissociação iônica; chuva ácida.

Fonte: Autores (2024).

desse conceito em livros didáticos contribui para sua natureza polissêmica e subjetiva.

Diante dessas informações e considerando a importância de conhecer as ideias dos estudantes acerca dos conceitos usados em sala de aula, neste tópico do trabalho, apresentamos algumas das principais concepções dos estudantes acerca do conceito em foco na presente investigação: o que eles têm a dizer sobre o que é e quais são os fenômenos da ciência?

#### Análise da questão 1

A análise da primeira questão foi feita no intuito de identificar as principais ideias sobre o conceito de fenômeno da ciência presentes nas declarações dos participantes. A partir da análise das respostas, foram identificadas sessenta e quatro (64) unidades de registro, que foram separadas em quatro categorias finais, as quais estão apresentadas no Quadro 2. Em algumas declarações, foram identificadas mais de uma unidade de registro, de modo a serem classificadas em categorias distintas. Quatro (4) respostas foram consideradas declarações confusas, em que não foram identificadas unidades de registro.

Quadro 2. Distribuição das respostas da Questão 1 em categorias

Categoria	Nº de Unidades de Registro
a <sub>1</sub> ) Fenômeno associado à ideia de natural/natureza	20
b <sub>1</sub> ) Fenômeno como uma questão prevista/explicada pela Ciência	14
c <sub>1</sub> ) Fenômeno como algo raro/extraordinário	19
d <sub>1</sub> ) Fenômeno associado à ideia de transformação	11

Fonte: Autores (2024).

- Categoria a<sub>1</sub> - Fenômeno associado à ideia de natural/natureza:

A respeito da categoria a<sub>1</sub> (fenômeno associado à ideia de natural/natureza), foram identificadas 20 (vinte) unidades de registro. Algumas delas estão expostas no Quadro 3.

Quadro 3: Exemplos de respostas identificadas na categoria a<sub>1</sub>

Código	Unidade de Registro
E09	“Fenômeno é um evento natural que ocorre em determinadas circunstâncias.”
E10	“Conheço por fenômenos certos episódios que acontecem de forma natural na natureza, tais como furacões, tsunamis, tufões.”
E39	“Fenômenos são situações e acontecimentos que atingem a natureza por meio da ação natural, sem a ação direta do homem para que eles ocorram.”
E40	“Fenômeno é um tipo de evento/acontecimento que até então não pode ser reproduzido ou iniciado pelo homem, são acontecimentos naturais.”
E42	“São eventos que ocorrem naturalmente no universo. Ou seja, sem a intervenção do ser humano.”

Fonte: Autores (2024).

Como abordado anteriormente, as ideias de “fenômeno” e “natural” aparecem correlacionadas em documentos legais (BNCC e DCNs) e em livros didáticos (Lopes, 1994). Sendo assim, a emergência da categoria a<sub>1</sub> a partir dos dados coletados é coerente com esse panorama. Entretanto, como a ideia de natureza apresenta diferentes interpretações, não é possível inferir o que pensa cada um dos estudantes que utilizou os termos natural e/ou natureza. Ou seja, é possível que essas respostas representem diferentes visões dos estudantes a respeito de como e onde os fenômenos acontecem.

Em algumas respostas, porém, foi possível perceber aspectos claros da noção estática de natureza explicada por Schummer (2003), visto que apresentam uma contraposição entre natural e artificial. Por exemplo, as respostas associadas às unidades de registro E39, E40 e E42, expostas no Quadro 3, demonstram essa interpretação ao definirem fenômeno como algo que é natural e que não admite manipulação humana.

Também é importante destacar que os exemplos que constam nos livros didáticos do PNLD analisados neste trabalho (Quadro 1), em sua maioria, são relacionados a acontecimentos e efeitos que não necessitam diretamente da ação do ser humano para acontecer, tais como o movimento dos corpos celestes, os eclipses e a reflexão e refração da luz.

Esse pode ser também um fator que influencia os estudantes a terem a concepção de fenômeno apenas como algo “natural” do ponto de vista estático.

- Categoria  $b_1$  - Fenômeno como uma questão prevista/explicada pela Ciência

Quatorze (14) unidades de registro foram identificadas na categoria  $b_1$  (fenômeno como uma questão prevista/explicada pela Ciência). Algumas dessas declarações estão expostas no Quadro 4.

Quadro 4: Exemplos de respostas identificadas na categoria  $b_1$

Código	Unidade de Registro
E04	“Um fenômeno é tudo aquilo que ocorre e pode ser explicado por um método científico.”
E08	“São acontecimentos que ocorrem onde nós humanos buscamos entender e explicar.”
E19	“Compreensão e funcionalidade dos fenômenos, de uma forma sistematizada do que se encontra na natureza. Onde há a busca de compreender, como funciona e qual a sua aplicação para o desenvolvimento humano.”
E24	“Acontecimentos que servem de estudo para as ciências da natureza”.
E51	“Baseiam-se em observações da natureza, são análises da estrutura e comportamentos da menor estrutura atômica até sistemas mais complexos. Esses fenômenos são definidos por leis e teorias científicas, construídas durante a história humana, até antes do surgimento do universo como conhecemos.”

Fonte: Autores (2024).

As declarações identificadas nessa categoria apresentam semelhanças com a conceituação feita pelos cientistas realistas, que entendem os fenômenos enquanto “efeitos”, como já explicado. Nesse sentido, nas respostas da categoria  $b_1$ , é possível identificar aspectos da compreensão de Bailer-Jones (2009), uma vez que os estudantes atribuem um caráter de importância ao papel da ciência e dos cientistas no que diz respeito aos fenômenos, o que não foi observado nas definições dos demais.

- Categoria  $c_1$  - Fenômeno como algo raro/extraordinário

Foram identificadas 19 (dezenove) unidades de registro em que são usadas palavras como “raro”, “extraordinário”, “surpreendente” e “incomum” para definir “fenômeno da ciência”. O Quadro 5 apresenta algumas dessas unidades de registro, as quais foram classificadas na categoria  $c_1$  (fenômeno como algo raro/extraordinário).

A presença desse padrão de resposta permite observar que uma parte considerável dos estudantes que participaram desta pesquisa associa a ideia de fenômeno a acontecimentos que não costumam ocorrer em seu cotidiano. Quando se pensa nos meios de comunicação, essa concepção também

Quadro 5: Exemplos de respostas identificadas na categoria  $c_1$

Código	Unidade de Registro
E11	“Entendo como boa parte de tudo que é extraordinário na natureza.”
E28	“O fenômeno é algo surpreendente, algo que está além do nosso alcance.”
E32	“Pode-se definir um fenômeno como um acontecimento, momento, ocorrido, fato, entretanto que acontece ou aconteceu de modo raro, incomum a realidade.”
E33	“Um fenômeno é uma ocorrência nova ou rara de se acontecer. Algo que causa curiosidade a respeito de seu acontecimento.”
E35	“Fenômeno seria algo extraordinário, um acontecimento surpreendente, por ser extraordinário seria de difícil ocorrência, mas lindo ou catastrófico.”

Fonte: Autores (2024).

está presente. Por exemplo, é comum chamar de “fenômeno” uma pessoa que se destaca, ou um acontecimento raro e catastrófico. Ao ter contato com essa concepção fora da escola, os estudantes podem levar essa ideia para sala de aula, uma vez que os conceitos desenvolvidos por meio das experiências cotidianas influenciam diretamente na compreensão dos conceitos científicos, como afirma Vygotsky (2001). A partir da aprendizagem é possível, por exemplo, ampliar esse conceito de fenômeno e interligá-lo a outros conceitos que os estudantes conhecem.

A visão de fenômeno como algo incomum também aparece na BNCC, quando são citados exemplos como vulcões, tsunamis e terremotos no campo das Ciências da Natureza (Brasil, 2018), e nas DCNs, quando raios e descargas elétricas são mostrados como fenômenos naturais (Brasil, 2013, p. 161). A respeito dos exemplos encontrados nos livros do PNL D 2021 analisados, também foi observado que alguns deles são acontecimentos pouco comuns no cotidiano dos estudantes brasileiros, como a supernova, o eclipse lunar total e a maré vermelha, o que pode contribuir para o desenvolvimento dessa concepção nos estudantes.

- Categoria  $d_1$  - Fenômeno associado à ideia de transformação

Na categoria  $d_1$  (fenômeno associado à ideia de transformação), onze (11) unidades de registro foram identificadas. Algumas delas estão expostas no Quadro 6.

As respostas da categoria  $d_1$  concordam com a análise de livros feita por Lopes (1994), em que foi identificado que a conceituação de fenômeno é, em sua maior parte, associada à ideia de transformação, seja ela da matéria ou de um sistema do Universo.

Contudo, as definições apresentadas pelos estudantes nesta pesquisa não deixam evidente qual é o entendimento deles acerca do que é uma transformação. Como muitas visões podem estar associadas a esse conceito químico (Silva *et al.*,

Quadro 6: Exemplos de respostas identificadas na categoria  $d_1$

Código	Unidade de Registro
E05	<i>“Tudo aquilo que se transforma na natureza, tendo perdido ou não sua forma original.”</i>
E43	<i>“Um fenômeno é uma espécie de processo físico, químico ou biológico em que ocorrem transformações de matéria, ou energia.”</i>
E45	<i>“Pra mim tudo que envolve transformação é um fenômeno.”</i>
E46	<i>“Uma transformação de determinada coisa.”</i>
E48	<i>“São eventos de transformação, que ocorrem com a matéria e com forças energéticas.”</i>

Fonte: Autores (2024).

2008; Kraisig e Braibante, 2019), não se pode inferir com certeza o que os participantes da presente pesquisa quiseram comunicar ao utilizarem a palavra “transformação”.

Entretanto, considerando que é comum que os estudantes percebam esse conceito em seus aspectos macroscópicos, uma hipótese é que, nesta pesquisa, para alguns deles, as transformações estejam associadas às mudanças perceptíveis aos sentidos. Essa visão empirista sobre fenômenos existe dentro da própria filosofia da ciência como já mencionado, uma vez que, para os filósofos dessa linha de pensamento, um fenômeno da ciência é aquilo que pode ser observado, ou seja, são as aparências que se mostram através dos sentidos (Falkenburg, 2011).

Com efeito, para melhor compreender as ideias dos estudantes cujas declarações se encaixam nessa categoria, seria necessária uma análise das suas ideias acerca do conceito de “transformação”, o que poderá ser objeto de investigação em outra pesquisa.

#### Análise da questão 2

A análise da Questão 2 foi feita na tentativa de identificar quais fenômenos científicos (relacionados às Ciências da Natureza) os estudantes citaram como exemplo. Desse modo, objetivou-se ter uma visão mais precisa da concepção dos participantes acerca de quais são os fenômenos da ciência.

Quadro 7: Distribuição das respostas da Questão 2 em categorias

Categoria	Alguns exemplos	Nº de Unidades de Registro
$a_2$ ) Desastres ambientais e outros eventos climáticos ou astronômicos.	Furacões; tsunamis; terremotos; vulcões, redemoinhos; raios; neve; eclipse; aurora boreal.	66
$b_2$ ) Foco em transformações de matéria e energia.	Evaporação do álcool; filtração do café; combustão; corrosão; junção de átomos para formar moléculas; amadurecimento de frutas; metamorfose das borboletas; fotossíntese.	57
$c_2$ ) Papel da ciência para produzir ou explicar fenômenos.	Produção de biocombustível; descoberta de medicamentos; Teoria dos Genes de Darwin; descoberta da gravidade por Newton; <i>big bang</i> - origem da vida segundo a ciência.	15
Respostas ilegíveis ou declarações confusas.		4

Fonte: Autores (2024).

Foram identificadas cento e trinta e oito (138) unidades de registro, classificadas em três categorias finais, as quais são apresentadas no Quadro 7. Para fins de análise, cada um dos exemplos foi contado como uma unidade de registro, tendo cada participante escrito, em média, três exemplos.

É importante destacar que, em alguns casos, não foi perceptível uma relação clara entre as respostas da questão 1 (conceituação de fenômeno) e as respostas da questão 2 (exemplos de fenômenos). Além disso, o mesmo participante teve seus exemplos classificados em diferentes categorias nos casos em que foram apresentados exemplos com focos diferentes. Diante desse cenário, as principais relações são apresentadas a seguir ao longo das categorias.

- Categoria  $a_2$  - Desastres ambientais e outros eventos climáticos ou astronômicos

Exemplos de desastres ambientais e acontecimentos climáticos ou astronômicos (categoria  $a_2$ ) foram recorrentes, tendo sido identificadas sessenta e seis (66) unidades de registro. De modo geral, esse resultado era esperado diante dos dados da Questão 1, em que foram encontradas 19 (dezenove) definições de “fenômeno da ciência” como algo raro, extraordinário ou incomum (categoria  $c_1$ ). Desses 19 estudantes, treze (13) apresentaram, na questão 2, exemplos classificados na categoria  $a_2$ . No Quadro 8, são apresentadas as respostas de alguns estudantes para as duas perguntas do questionário.

É possível observar a relação entre o conceito de fenômeno como um evento incomum e os exemplos apresentados pelos estudantes *A* e *B* (Quadro 8). Essa relação é pertinente porque, no contexto geográfico desta pesquisa, os eventos citados por esses participantes são de difícil ocorrência.

Além disso, dos 20 (vinte) participantes que conceituaram fenômeno enquanto evento natural/da natureza, 12 (doze) apresentaram exemplos de desastres ambientais e outros eventos climáticos ou astronômicos. Por exemplo, os estudantes *C* e *D* (Quadro 8). Esse fato destaca a hipótese de que as definições feitas por esses estudantes podem estar atreladas a uma noção estática de natureza, uma vez que os exemplos citados independem da manipulação humana para ocorrer, ou seja, se contrapõem à ideia de artificial.

Quadro 8: Relação entre respostas das Questões 1 e 2 de estudantes que tiveram exemplos classificados na categoria  $a_2$

Estudante	Definição de fenômeno (Resposta da Questão 1)	Exemplos de fenômenos (Resposta da Questão 2)
A	"Um fenômeno é algo que ocorre e está fora do cotidiano que podem ser naturais ou não naturais."	"Um dos fenômenos conhecidos é a aurora boreal que está bem além do nosso alcance, isso se denomina um fenômeno."
B	"Fenômeno seria algo extraordinário, um acontecimento surpreendente, por ser extraordinário seria de difícil ocorrência, mas lindo ou catastrófico."	"Aurora boreal, eclipses e erupção de vulcões."
C	"Acredito que fenômeno pode ser uma transformação de diferentes áreas da natureza."	"Exemplos são fenômenos naturais, terremotos, furacão, tsunami..."
D	"Conheço por fenômenos certos episódios que acontecem de forma 'natural' na natureza."	"Furacões, tsunamis, arco-íris, etc."

Fonte: Autores (2024).

Como discutido na Questão 1, a presença de exemplos de acontecimentos atmosféricos e desastres ambientais em documentos como BNCC e DCNs pode contribuir para que professores e estudantes construam a visão de que fenômenos da ciência são eventos raros e até catastróficos, que não fazem parte de seu cotidiano. Além disso, os três livros didáticos do PNLD 2021 analisados nesta pesquisa (Quadro 1) trazem exemplos desse tipo de evento como fenômeno, o que indica que alguns livros reafirmam essa concepção.

- Categoria  $b_2$  - Foco em transformações da matéria e/ou energia

Na categoria  $b_2$ , foram considerados exemplos de transformações químicas ou físicas, tendo sido identificadas cinquenta e sete (57) unidades de registro. Apesar da compreensão de que tanto desastres ambientais quanto acontecimentos climáticos/astronômicos envolvem transformações, esses exemplos foram distinguidos em outra categoria, como explicado anteriormente.

No Quadro 9, são apresentadas as respostas de alguns estudantes que tiveram exemplos classificados nesta categoria. Ressalta-se que, dos onze (11) participantes que associaram a ideia de fenômeno ao termo "transformação" na Questão 1, sete (7) citaram exemplos com foco em transformação da matéria ou energia, como os estudantes E, F e G.

Outro aspecto observado foi que apenas um dos exemplos tratou de aspectos submicroscópicos ("junção de átomos

para formar moléculas"). Na grande maioria das respostas, os exemplos são apresentados macroscopicamente. Nesse ponto, entende-se que esse resultado advém do fato de que, embora o nível submicroscópico seja essencial para o entendimento do conhecimento químico, é justamente no nível macroscópico, ou fenomenológico, que estão presentes os fenômenos (Mortimer *et al.*, 2000).

Ademais, o grande número de exemplos identificados na categoria  $b_2$  dialoga com os resultados de Lopes (1994), os quais mostram que o conceito de fenômeno é comumente atrelado ao conceito de transformação. Além disso, as respostas classificadas nessa categoria podem indicar uma relação com a concepção empirista de que os fenômenos da ciência são as nossas experiências sensoriais, como explica Falkenburg (2011).

- Categoria  $c_2$  - Papel da ciência para produzir ou explicar fenômenos

Na categoria  $c_2$ , foram classificadas quinze (15) unidades de registro. No Quadro 10, estão relacionadas as respostas da Questão 1 e da Questão 2 de alguns dos participantes cujos exemplos foram classificados na categoria  $c_2$ .

Notou-se que, dos quatorze (14) participantes que definiram fenômeno como uma questão prevista/explicada pela ciência (categoria  $b_1$ ), dez (10) apresentaram exemplos classificados na categoria  $c_2$ , como mostram os exemplos apresentados no Quadro 10. Nesses casos, tanto na definição

Quadro 9: Relação entre respostas das Questões 1 e 2 de estudantes que tiveram exemplos classificados na categoria  $b_2$

Estudante	Definição de fenômeno (Resposta da Questão 1)	Exemplos de fenômeno (Resposta da Questão 2)
E	"Um fenômeno é uma espécie de processo físico, químico ou biológico em que ocorrem transformações de matéria, ou energia."	"O ciclo da água, a fotossíntese, quimiossíntese, respiração celular, a dilatação de sólidos, líquidos."
F	"São eventos de transformação, que ocorrem com a matéria e com forças energéticas."	"Mudanças do estado físico como: evaporação, solidificação."
G	"Uma transformação de determinada coisa."	"Evaporação, combustão, nascimento de um ser vivo."
H	"Fenômenos são mudanças que ocorrem ao decorrer do tempo, através de influências."	"Reações químicas; mistura de elementos ou compostos..."

Fonte: Autores (2024).

Estudante	Definição de fenômeno (Resposta da Questão 1)	Exemplos de fenômeno (Resposta da Questão 2)
I	"Um fenômeno seria uma teoria feita por um cientista que nos ajudou a entender algumas coisas do nosso mundo."	"A gravidade por Isaac Newton, a teoria dos genes de Darwin, a fermentação de Pasteur."
J	"Acontecimentos onde há a busca de compreender, como funciona e qual a sua aplicação para o desenvolvimento humano."	"Na indústria farmacêutica, utilizando os fenômenos em prol de uma plenitude de vida; uso de tecnologias em qualquer ramo; medicina."
K	"Um fenômeno científico é algo que buscamos explicar por meio da ciência. As áreas das pesquisas (física, química, biologia) conseguem explicar grandes partes desses fenômenos, o que leva a dúvidas que ainda não foram explicadas."	"Coisas simples, vistas no dia a dia, como por que chove, ou por que nós ficamos com febre, até mesmo a forma do planeta, cada pequena ou grande descoberta que nos ajuda de alguma forma."
L	"Um fenômeno é algum acontecimento que chama a atenção para o motivo de tal objeto a ser estudado. Que causa curiosidade sobre o fato ocorrido."	"A emissão de $CO_2$ na atmosfera e o que se pode fazer para diminuir essa emissão. O desprendimento incomum de calotas polares e a descoberta dos motivos causadores."

Fonte: Autores (2024).

de fenômeno quanto nos exemplos, observa-se a presença de aspectos do realismo científico.

Destaca-se os exemplos citados pelo estudante *K*, que ressalta a importância do questionamento, ou seja, da busca por respostas acerca dos motivos que levam um evento a acontecer. Esse é justamente um ponto destacado por Bailer-Jones (2009), ao explicar que um fenômeno, quando observado, pode levar o ser humano a uma série de questionamentos, sendo possível utilizar-se de teorias para investigar e explicar o que está por trás daquela observação.

### Considerações finais

Dentro da filosofia da ciência, existem diferentes formas de se entender o que é um fenômeno. Esse conceito aparece, constantemente, em alguns documentos legais e livros didáticos brasileiros, como foi observado na presente investigação. Nesse contexto, este trabalho buscou entender as ideias de um grupo de estudantes, recém ingressados na graduação em química, sobre o que é e quais são os fenômenos da ciência.

Foi possível identificar padrões de resposta para a definição do termo "fenômeno" e para os exemplos citados. Destacam-se as ideias de fenômeno como 1) um acontecimento raro/extraordinário (por exemplo, desastres ambientais e acontecimentos climáticos); 2) uma transformação da matéria/energia; e 3) como um evento natural/da natureza. Nesse último caso, muitos participantes apresentaram, nitidamente, uma concepção estática da natureza, ou seja, afirmaram que fenômenos não podem ser artificiais (produzidos pelo ser humano). Em contraponto, uma parte considerável dos estudantes enfatizou o papel da ciência para prever, explicar ou produzir fenômenos.

Sendo assim, entende-se que é importante que o termo "fenômeno" seja discutido com os estudantes a partir de sua natureza polissêmica. Construir uma reflexão coletiva sobre esse conceito a partir das ideias prévias dos estudantes e de suas realidades pode ser útil para o desenvolvimento de significados importantes em química.

Por fim, ressalta-se que a presente análise permite concluir que há uma necessidade de se construir novas propostas de investigação sobre essa temática, a fim de tentar entender se há ou não um padrão de ideias dos estudantes em diferentes contextos educacionais, seja no Brasil ou em outros países. Nesse sentido, entende-se que trabalhos como este são importantes porque a ideia de fenômeno aparece constantemente atrelada ao estudo da química e das ciências da natureza como um todo, seja em qual for o nível de ensino.

**Hemaise Antunes Modesto** (hemaisemodesto@gmail.com) é técnica em Edificações pelo IFRN e licencianda em Química pela UFRN. **Carlos Neco da Silva Júnior** (carlos.neco@ufrn.br) é doutor em Química com tese em Ensino de Química pelo PPGQ/UFRN. Atualmente é Professor Associado IV do Instituto de Química da UFRN.

### Referências

- ATKINS, P. e JONES, L. *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Trad. R. B. Alencastro. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BAILER-JONES, D. M. *Scientific models in philosophy of science*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2009.
- BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BRADY, J. E. e HUMISTON, G. E. *Química Geral*. Trad. C. M. Pereira e R. B. Faria. 2ª ed., vol. 1. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1986.
- BRADY, J. E. e HUMISTON, G. E. *Química Geral*. Trad. C. M. Pereira e R. B. Faria. 2ª ed., vol. 2. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 2010.
- BRADY, J. E. e SENESE, F. *Química: a Matéria e suas Transformações*. Trad. E. C. Silva. 5ª ed., vol. 1. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2009.
- BRADY, J. E.; SENESE, F. *Química: a Matéria e suas Transformações*. Trad. E. C. Silva. 5ª ed., vol. 2. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2009.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2018.
- BRASIL. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. *Diretrizes Curriculares Nacionais da*

*Educação Básica*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2013.

BOGEN, J e WOODWARD J. Saving the phenomena. *The Philosophical Review*, v. 97, n. 3, p. 303-352, 1988.

CHANG, R. *Química geral: conceitos essenciais*. Trad. M. J. F. Rebelo. 4ª ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

CHANG, R. e GOLDSBY, K. A. *Química*. Trad. M. Pinho. 11ª ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

CHI, M. T. H. Barriers to conceptual change in learning science concepts: a theoretical conjecture. In: *Proceedings of the Fifteenth Annual Cognitive Science Society Conference*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1993. p. 312-317.

COBERN, W. W. College students' conceptualizations of nature: An interpretive world view analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 30, n. 8, p. 935-951, 1993.

COBERN, W. W. *Everyday thoughts about nature: A worldview investigation of important concepts students use to make sense of nature with specific attention to science*. Berlin: Springer Science & Business Media, 2000.

COBERN, W. W. Introducing teachers to the philosophy of science. *Journal of Science Teacher Education*, v. 2, n. 3, p. 45-47, 1991.

DE JONG, O.; BLONDER, R. e OVERSBY, J. How to balance chemistry education between observing phenomena and thinking in models. In: EILKS, I. e HOFSTEIN, A. (Eds.) *Teaching chemistry - a studybook*. Rotterdam: Sense Publishers, 2013.

FALKENBURG, B. What are the phenomena of physics? *Synthese*, v. 182, n. 1, p. 149-163, 2011.

FREIRE, M. S. e AMARAL, E. M. R. Perfil conceitual de química: uma ferramenta heurística para a análise de concepções sobre química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 20, n. 2, 2021.

JOHNSTONE, A. H. Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 7, n. 2, p. 49-63, 2006.

JOHNSTONE, A. H. Macro and microchemistry. *The School Science Review*, v. 64, n. 227, p. 377-379, 1982.

JOHNSTONE, A. H. You can't get there from here. *Journal of Chemical Education*, v. 87, n. 1, p. 22-29, 2009.

KRAISIG, A. R. e BRAIBANTE, M. E. F. Concepções de acadêmicos de química licenciatura sobre transformações químicas e os níveis de representação da matéria. *Vivências*, v. 15, n. 28, p. 76-86, 2019.

KOTZ, J. C. e TREICHEL, P. M. *Química Geral e Reações Químicas*. Trad. F. M. Vichi. 5ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2005.

LOPES, A. R. C. A concepção de fenômeno no ensino de química brasileiro através dos livros didáticos. *Química Nova*, v. 17, n. 4, p. 338-341, 1994.

LOPES, S. e ROSSO, S. *Ciências da Natureza: Lopes & Rosso*. v. 1. São Paulo: Moderna, 2020.

MAHAN, B. M. e MYERS, R. J. *Química: um curso*

*universitário*. Trad. K. Araki, D. O. Silva e F. M. Matsumoto. São Paulo: Blücher, 1995.

MARQUES, G. Q. e CUNHA, M. B. A argumentação escrita de estudantes do ensino médio de uma escola de Toledo/PR sobre fenômenos químicos. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC), Águas de Lindóia, SP. *Anais...* p. 1-8, 2015.

MASTERTON, W. L. e HURLEY, C. N. *Química: princípios e reações*. Trad. G. C. G. Oliveira, O. E. Barcia e S. L. Diaz. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora da UnB, 1999.

MORTIMER, E.; HORTA, A.; MATEUS, A.; MUNFORD, D.; FRANCO, L.; MATOS, S.; PANZERA, A.; GARCIA, E. e PIMENTA, M. *Matéria, Energia e Vida: uma abordagem interdisciplinar*. São Paulo: Scipione, 2020.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. e ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de Química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

NAGAYOSHI, C. S. *A concepção de natureza no ensino de ciências: um estudo da visão de mundo de estudantes de licenciatura em ciências biológicas*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

RUSSEL, J. B. *Química Geral*. Trad. M. Guekezian. 2ª ed., vol. 1. São Paulo: Pearson Makron Books, 2006.

RUSSEL, J. B. *Química Geral*. Trad. M. Guekezian. 2ª ed., vol. 2. São Paulo: Pearson Makron Books, 2006.

SCHROEDER, E. Conceitos espontâneos e conceitos científicos: o processo de construção conceitual em Vygotsky. *Atos de Pesquisa em Educação*, v. 2, p. 293-318, 2007.

SCHUMMER, J. The notion of nature in chemistry. *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 34, n. 4, p. 705-736, 2003.

SILVA, E. L.; SOUZA, F. L. e MARCONDES, M. E. R. "Transformações químicas" e "transformações naturais": um estudo das concepções de um grupo de estudantes do ensino médio. *Educación Química*, v. 19, n. 2, p. 114-120, 2008.

SIQUEIRA, R. M.; SILVA, N. S. e FELIZARDO JÚNIOR, L. C. A recursividade no ensino de química: promoção de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 4, p. 230-238, 2011.

THOMPSON, M.; RIOS, E. P.; SPINELLI, W.; REIS, H.; SANT'ANNA, B.; NOVAIS, V. L. D. e ANTUNES, M. T. *Conexões: Ciências da Natureza e suas Tecnologias*. v. 1. São Paulo: Moderna, 2020.

UPAHI, J.E. e RAMNARAIN, U. Representations of chemical phenomena in secondary school chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 20, n. 1, p. 146-159, 2019.

VYGOTSKY, L. *A construção do pensamento e da linguagem*. Trad. P. Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

**Abstract:** *Conceptions of undergraduate Chemistry students about the idea of the phenomenon of science.* In this context, this work aimed to analyze undergraduate students' conceptions on science phenomena and how they exemplify them, in a Chemistry Course at the Brazilian northeast. It was applied, in person, an open questionnaire to fifty students. They should write their ideas about this conception and exemplify it. The most part of the collected conceptualizations associate the word "phenomenon" with the idea of nature or a rare event. Most examples were classified into environmental disasters or climatic/astronomical events. The diversity of ideas presented in the answers stands out, highlighting the significance of educators to understand the polysemy of this term and discuss it in their classes. So, it may turn possible to build a broader and more collective view of the phenomena of science.

**Keywords:** Phenomena, natural sciences, ideas of students

# Óleo de coco para a pele e a dermatite atópica: tema interdisciplinar da área de ciências da natureza baseado na ansiedade escolar

Danielle Stewart Oliveira de Araujo e Maria Clara Pinto Cruz



Este artigo tem como objetivo desenvolver uma abordagem interdisciplinar para articular conhecimentos de cada componente curricular da área das ciências da natureza. Para o seu desenvolvimento, o tema *óleo de coco para a pele e a dermatite atópica* foi abordado em uma turma de 3º ano do Ensino Médio a fim de promover discussões no que se refere ao estresse e ansiedade. Dessa forma, visando a articulação dos conteúdos dos componentes curriculares na perspectiva interdisciplinar, construiu-se aprendizagem acerca dos lipídios – abordados na disciplina química; da epiderme – explanada no ensino de biologia; e da elasticidade – apresentada em aulas de física. A pesquisa foi caracterizada como qualitativa e bibliográfica, com processo de intervenção educacional interdisciplinar e abordagem de experimentação mediante vídeo, demonstrando a produção de cosmético à base de óleo de coco. A pesquisa foi realizada em três etapas: Investigativa, Formativa e Avaliativa. A análise dos dados, por meio de Análise Textual Discursiva (ATD), indicou que o ensino interdisciplinar promove construção do saber significativamente. Alunos informaram apresentar dermatite atópica e ansiedade, demonstrando identificação com a temática, além de manifestarem, nas produções textuais, os conhecimentos construídos. Conclui-se que a abordagem interdisciplinar favoreceu a associação de aspectos do cotidiano dos alunos aos objetos de conhecimento dos componentes curriculares desenvolvidos durante o projeto.

► interdisciplinaridade, dermatite atópica, óleo de coco, epiderme, elasticidade, experimentação ◀

Recebido em 08/10/2024; aceito em 20/01/2025

293

## Introdução

O estresse é citado como fator originário de problemas de saúde mental (Tsuda *et al.*, 2020), que estão relacionados ao surgimento e desenvolvimento de doenças (Saraiva Junior *et al.*, 2022). Dentre os órgãos do corpo que manifestam esse estresse, está a pele. Segundo McDougall (1996), através da pele é possível manifestar desejos e sofrimentos precoces, em muitos casos ainda não simbolizados. Fontes Neto *et al.* (2005) afirmam que a dermatite atópica (DA) é uma enfermidade em que “a relação entre sofrimento psíquico e manifestação somática está mais evidente” (p. 279).

A dermatite atópica (DA) é uma condição patológica que compromete a produção natural de lipídios responsáveis pela proteção da pele contra agentes externos prejudiciais. Um dos tratamentos tópicos utilizados como aliado no manejo da DA, visando conferir proteção à superfície afetada, é o uso de cremes hidratantes (Addor e Aoki, 2010).

O óleo de coco, um óleo vegetal rico em componentes lipídicos – com propriedades hidratantes e antibacterianas que fazem dele um bom candidato para o tratamento proativo de lesões cutâneas - pode contribuir para a defesa da pele inflamada pela DA e, ainda, ser utilizado em formulações de pomadas e cremes com finalidades terapêuticas (Barros *et al.*, 2020).

Acerca do estresse, Freitas e Andrade (2017) afirmam que o estresse pode se manifestar de duas formas: eustresse e distresse. Denomina-se eustresse o tipo de estresse que desencadeia reações no organismo produzindo contentamento, participando naturalmente na superação de desafios. O distresse se trata de um tipo de estresse nocivo, que desenvolve doenças e está relacionado à falta de estímulos ou mesmo à sobrecarga de estímulos danosos à saúde (Ovídio, 2021).

No presente trabalho, é desenvolvida a temática *óleo de coco para a pele e dermatite atópica*, trabalhando-a com interdisciplinaridade na área de ciências da natureza, e apresentada a alunos do terceiro ano do Ensino Médio. A DA



pode ser provocada ou agravada, dentre outros fatores, por estresse e ansiedade, sendo essa dermatose e esses fatores manifestados em crianças, adolescentes escolares e adultos.

No contexto de propositura da BNCC acerca de ações interdisciplinares para o ensino e aprendizagem, a questão norteadora da pesquisa é: Como ensinar a temática dermatite atópica, no contexto interdisciplinar? A dermatite atópica em alunos é devido, dentre outros fatores, ao estresse e ansiedade e, dessa forma, surgem outros questionamentos: Como preparar uma formulação química que contribua no tratamento? Como articular os conhecimentos de química, física e biologia conforme a temática? Essas questões visam preparar o aluno para analisar problemas e enxergar o mundo numa perspectiva crítica e cidadã.

Por meio de questões norteadoras, uma das hipóteses levantadas foi a de que, através de debates, aulas expositivas e dialogadas, e experimentação com vídeos, é possível promover a aprendizagem de forma que o ensino se torne significativo para o aluno. A ideia é que, ao utilizar os ativos presentes nos lipídios do coco para produzir um creme que contribua para a lubrificação da pele, o estudante possa entender a aplicação prática desse conhecimento, auxiliando tanto no tratamento da dermatite atópica quanto na hidratação da epiderme.

A segunda hipótese do presente trabalho foi a de que, incentivando a experimentação na produção de um cosmético à base de óleo de coco, fosse despertado um maior interesse pelo conhecimento químico, para que, desse modo, os alunos percebessem a associação da química estudada na escola com a realidade social.

Por fim, a última hipótese referente às questões norteadoras foi a de que, ao tratar a temática por meio da interdisciplinaridade, dentre outros objetivos propostos pela BNCC acerca desse princípio, se superasse a fragmentação do conhecimento disciplinar no Ensino Médio. Nesse sentido, visou-se abordar a intervenção didática colaborativamente, contando com o auxílio de educadores das áreas de ensino de química, biologia e física.

Com a vigência da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio – um documento homologado pelo Ministério da Educação em 2018, que normatiza as aprendizagens essenciais a serem desenvolvidas nas escolas brasileiras – a interdisciplinaridade é apresentada como forma colaborativa, dinâmica e interativa para gerir o ensino e aprendizagem (Brasil, 2017). Ela se mostra desafiadora, já que necessita de ações conjuntas entre professores das áreas de conhecimento.

A forma esperada de ensino interdisciplinar, proposta pela BNCC – em que, na área de Ciências da Natureza, se trabalhe temáticas para articular os conhecimentos de química, física e biologia – substitui o currículo do Ensino Médio isolado em componentes curriculares.

Nesse sentido, o objetivo geral é desenvolver uma abordagem interdisciplinar para articular os conhecimentos de cada componente curricular da área das ciências da natureza. Dessa forma, a química dialoga acerca dos lipídios como objeto de conhecimento, a disciplina biologia explana a epiderme e a disciplina física explicita a elasticidade da pele – promovendo, assim, um trabalho colaborativo dos profissionais de ensino, a fim de atender à BNCC.

Assim, os objetivos específicos desse trabalho são: (1) promover discussão acerca do estresse emocional e ansiedade provocados por situações de conflitos e como eles podem estar ligados ao desencadeamento de dermatite atópica; (2) entender como os componentes dos lipídios de óleo de coco – ácidos graxos – podem contribuir para o tratamento da dermatite atópica e a lubrificação da pele; (3) avaliar como a forma articuladora da interdisciplinaridade pode contribuir para a construção significativa do conhecimento.

### Descrição de materiais e métodos

A abordagem da pesquisa foi caracterizada como qualitativa, a qual, de acordo com Gerhardt e Silveira (2009), atem-se aos aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais. Ela foi classificada também como bibliográfica, sendo o trabalho desenvolvido a partir de materiais já publicados, tais como artigos científicos, livros, teses, dissertações (Gil, 2002). A análise ocorreu em três etapas: (1) Investigativa; (2) Formativa; (3) Avaliativa.

A etapa investigativa possibilita ao professor “[...] interpretar, incluir, regular e medir os processos de ensino e de aprendizagem” (Campioto, 2016, p. 5). É nela que o educador obtém perspectivas do conhecimento que se investiga, mencionado pelo aluno. A análise da produção escrita se apresenta como estratégia para realizar a prática de investigação.

Na etapa formativa, é feita uma intervenção a fim de reorganizar o processo de aprendizagem. Nela, pode-se apresentar o contexto de uma situação ou de um problema, sendo utilizado também o diálogo como um instrumento adequado para envolver o estudante na aprendizagem (Campioto, 2016).

Na etapa avaliativa, se interpreta a informação no contexto em que ocorre. É nela que o professor percebe o desenvolvimento da atitude crítica e de compreensão do aluno, a partir da informação recolhida (Menezes *et. al.*, 2008).

Para a realização das três etapas da pesquisa, descritas a seguir, utilizou-se um total de 5 aulas, com duração de 1 hora cada.

**Etapa Investigativa (1 aula):** Nesse primeiro momento, foi comunicado aos alunos o *link* de acesso ao Formulário 1,

Por meio de questões norteadoras, uma das hipóteses levantadas foi a de que, através de debates, aulas expositivas e dialogadas, e experimentação com vídeos, é possível promover a aprendizagem de forma que o ensino se torne significativo para o aluno.

Lígia Dias está cursando o terceiro ano do ensino médio. Há alguns anos tem percebido que, quando está no período de apresentação de trabalhos escolares ou em período de provas, algumas áreas de seu corpo (orelhas, cotovelos e antebraço) apresentam vermelhidões na pele que causam coceira, descamações e ressecamento. Ela percebeu que as partes irritadas ficam sem brilho e sem elasticidade. Lígia gosta muito de estudar ciências da natureza e resolveu pesquisar sobre o que poderiam ser essas irritações recorrentes. Pesquisando, descobriu que a perda do brilho e da elasticidade se deviam à redução da produção de lipídios na superfície da epiderme e que os sintomas apresentados em sua pele se tratavam de uma síndrome cutânea chamada dermatite atópica. Em suas pesquisas, Lígia descobriu que o óleo de coco apresenta lipídios que auxiliam a manter a elasticidade da pele. Sua mãe decidiu levá-la a uma médica especialista e, lá, Lígia foi diagnosticada com dermatite atópica (DA). A dermatologista lhe prescreveu um medicamento para aplicar nos locais irritados. Orientou também que comprasse um cosmético hidratante à base de óleo de coco com o fim de ser utilizado nas áreas irritadas da epiderme, após o banho. Como as situações que deixam Lígia agitada são recorrentes, diante da sua rotina de estudante, sua mãe decidiu levá-la a uma psicóloga. Participando das terapias, Lígia tem conseguido lidar melhor com os períodos de trabalhos e provas da escola, reduzindo as crises de DA em sua pele.

Figura 1: Estudo de caso sobre a temática da pesquisa. Fonte: autoria própria.

que permitiu utilizar um aplicativo de gerenciamento de pesquisas chamado *Google Forms*, a fim de responderem alguns questionamentos, visando perceber o conhecimento prévio que eles tinham acerca da dermatite atópica, lipídios, epiderme, elasticidade da pele e ansiedade.

O texto inicial que fundamentou as perguntas está na Figura 1. Os questionamentos foram: 1) O que você sabe sobre dermatite atópica (DA)? Você apresenta ou conhece alguém que tenha dermatite atópica? 2) O creme que Lígia usa é a base de óleo de coco. Você sabe o que é um lipídio? 3) De quais formas utilizamos um lipídeo? 4) A dermatite atópica ocasiona irritações à pele. O que você sabe sobre a epiderme? 5) Durante as crises de irritação da pele, Lígia percebia que o ressecamento diminuía a elasticidade da epiderme. Como você percebe a elasticidade na sua pele? 6) Lígia ficava muito agitada em períodos de apresentação de trabalhos escolares e provas. O que você sabe sobre ansiedade?

**(2) Etapa Formativa (3 aulas):** Nesse segundo momento, foi apresentado aos alunos o que é a dermatite atópica (DA); fatores desencadeantes da DA, salientando o estresse e ansiedade; foi realizada uma discussão sobre os tipos de estresse – eustresse e distresse – e sobre os tipos de ansiedade – normal e patológica. Desenvolveu-se aula explicitando o papel dos lipídios no tratamento da dermatite atópica; sobre o óleo de coco e quais seus principais ácidos graxos; a respeito das cadeias carbônicas saturadas e insaturadas presentes nos principais ácidos graxos existentes no óleo de coco: láurico, oleico e linoleico (Figura 2), sendo o primeiro um ácido graxo de cadeia carbônica saturada e os demais, ácidos graxos de cadeia insaturada; sobre a

Foram abordadas as temáticas da dermatite atópica e do óleo de coco para a pele, evidenciando a elasticidade como objeto de conhecimento da física, relacionando-a à elasticidade da pele prejudicada pela dermatite atópica. O objeto de conhecimento da biologia foi a epiderme, correlacionando-a com a dermatite atópica que impede a produção adequada de lipídios e danifica a estrutura de barreira de proteção cutânea.

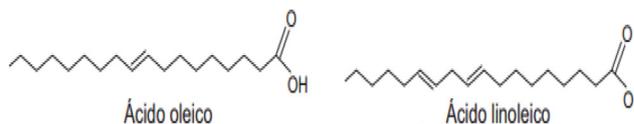


Figura 2: Ácido oleico e linoleico: principais ácidos graxos insaturados do óleo de coco trabalhados durante a etapa formativa. Fonte: <https://descomplica.com.br/gabarito-enem/questoes/2013-segunda-aplicacao/primeiro-dia/qualidade-de-oleos-de-cozinha-compostos-principalmente-por-moleculas-de-acidos-graxos-pode-ser-m/>

função orgânica ácido carboxílico neles encontrada.

Em continuidade a essa etapa, houve duas aulas com apoio dos professores de biologia e física da escola. Foram abordadas as temáticas da dermatite atópica e do óleo de coco para a pele, evidenciando a elasticidade como objeto de conhecimento da física, relacionando-a à elasticidade da pele prejudicada pela dermatite atópica. O objeto de conhecimento da biologia foi a epiderme, correlacionando-a com a dermatite atópica que impede a produção adequada de lipídios e danifica a estrutura de barreira de proteção cutânea.

Ainda na mesma etapa, foi desenvolvido e registrado em imagens e vídeo, pela autora, um experimento em que houve a produção artesanal de formulação de creme hidratante à base de óleo de coco para auxiliar no tratamento da dermatite atópica.

Os materiais e ingredientes utilizados para a produção do creme hidratante foram: 400 mL de óleo de coco, 250 g de manteiga de cacau, aproximadamente 50 g de cera de carnaúba, aproximadamente 5 mL de óleo essencial de lavanda francesa, e *mixer* para triturar a manteiga de cacau. Foi feito um sistema de banho-maria a fim de derreter a manteiga de cacau juntamente

com a cera de carnaúba. Em seguida, a mistura foi resfriada em geladeira, sendo necessárias várias horas para finalizar o processo de produção artesanal do creme hidratante à base de óleo de coco. Como o experimento foi realizado em Sergipe, estado do nordeste brasileiro, onde o clima é quente, houve a necessidade de ir testando qual a quantidade adequada de cera de carnaúba a ser acrescida para resultar em um creme mais firme. As proporções utilizadas são adaptações tendo como base a receita disponível em Marcucci (2020).

O experimento foi gravado previamente para ser exibido aos alunos em sala de aula. O produto foi embalado, rotulado e distribuído aos alunos (Figura 3).

**(3) Etapa Avaliativa (1 aula):** Nesse último momento, foi comunicado aos alunos o *link* de acesso ao formulário *óleo de coco e dermatite atópica*, para realizarem uma produção textual, visando avaliar o conhecimento construído durante o desenvolvimento do projeto interdisciplinar. A pergunta foi: “Os conhecimentos estudados durante o projeto interdisciplinar acerca da temática óleo de coco para a pele e a dermatite atópica abrangeram as três áreas das ciências da natureza (química, física e biologia). Faça uma dissertação sobre tudo o que aprendeu, abordando os conhecimentos das áreas das ciências da Natureza que estão envolvidos na temática do projeto”.

Acerca das respostas do formulário (etapa 1) e das dissertações (etapa 3), as produções mais relevantes dos estudantes participantes são abordadas na seção “Resultados e Discussão” deste artigo. Seus nomes reais foram substituídos por códigos, em que a letra “A” se refere a “Aluno” e o número subsequente, a um número atribuído a esse estudante participante da pesquisa. As dissertações mencionadas são dos alunos denominados “A01”, “A02”, “A04”, “A05”, “A06”, “A11”, “A23”, “A24”, “A28”, “A29”, “A30”, “A34”, “A35”, “A37”.

A análise dos dados das respostas do questionário de sondagem e das produções textuais foi realizada utilizando-se a técnica denominada Análise Textual Discursiva (ATD), empregada em pesquisas qualitativas (Moraes e Galliazzi, 2006). De acordo com Moraes e Galliazzi (2006), a ATD “é uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso” (p. 118).

Na ATD, o pesquisador interpreta o significado atribuído pelo autor exercitando a apropriação das palavras ditas em vozes ou textos para compreender melhor o que foi exposto, realizando a categorização de significados semelhantes.

A ATD é realizada a partir de duas etapas (1) Processo de Unitarização; (2) Processo de Categorização. Na unitarização, o texto é desmontado pelo autor que o examina e fragmenta o material, obtendo frações com significados semelhantes. Tais frações originam as unidades de significado. Com a junção dessas partes, desenvolve-se um título que reflita a ideia central, constituindo a categorização (Moraes e Galliazzi, 2006).

## Resultados e discussão

A categorização por unidades de significado dos alunos acerca do questionamento “O que você sabe sobre a dermatite atópica?” está apresentada no Quadro 1.

De algumas respostas que tangenciaram os conceitos referentes à temática, mas que não foram bem definidos e demonstram seguir um senso comum, é possível perceber que os alunos inferem que a DA se trata de “inflamação”, “doença”, “irritação”, dados que se aproximam da definição dessa síndrome cutânea. No entanto, das opiniões formadas que se baseiam em conceitos científicos, observou-se que os alunos **A06** e **A24** conceituaram características específicas da dermatite atópica, tendo em vista que, de acordo com Melo *et al.* (2019), os estresses físico e emocional conseguem desencadear grande quantitativo de dermatoses.

No tocante à segunda parte do questionamento “Você apresenta ou conhece alguém que tenha dermatite atópica (DA)?”, apenas um aluno apresentava DA e 64,9% não conhecem quem tem DA.

Observou-se que 40,5% dos alunos associa lipídio a gordura e óleo, 21,6% não soube dizer ou não lembrava do que se trata, e 16,2% afirmou que lipídio é uma molécula orgânica. Isso demonstra que a maioria desses alunos entende quais são as principais fontes de lipídios – gordura e óleo. A categorização por unidades de significado dos alunos acerca do questionamento “Você sabe o que é um lipídio?” está apresentada no Quadro 2.

Dentre as unidades de significado mencionadas pelos alunos que tangenciam os conceitos referentes à temática,



Figura 3: Da esquerda para a direita: Cremes hidratantes embalados e rótulos (frente e verso). Fonte: autoria própria.

Quadro 1: Categorização por unidades de significado dos alunos sobre o questionamento “O que você sabe sobre a dermatite atópica?”

Categoria	Descrição	Unidades de significado
Distancia	Sem formação de opinião.	<b>A01:</b> “Nada”
Tangencia	Conceitos referentes à temática que não estão bem definidos e seguem o senso comum.	<b>A13:</b> “Se trata de uma inflamação na pele.” <b>A18:</b> “É uma doença na pele...” <b>A19:</b> “É uma irritação da pele...”
Incorpora	Opinião formada baseada em conceitos científicos.	<b>A06:</b> “É inflamação cutânea que provoca coceira.” <b>A24:</b> “É uma irritação que acontece na pele, causada por situações de nervosismo e estresse.”

Fonte: autoria própria.

Quadro 2: Categorização por unidades de significado dos alunos sobre o questionamento “Você sabe o que é um lipídio?”

Categoria	Descrição	Unidades de significado
Distancia	Sem formação de opinião.	<b>A01:</b> “Não.” <b>A08:</b> “Não lembro.” <b>A11:</b> “Não sei.” <b>A16:</b> “Sim.”
Tangencia	Conceitos referentes à temática que não estão bem definidos e seguem o senso comum.	<b>A04:</b> “lipídio é uma molécula grande...” <b>A05:</b> “É uma molécula com um grupo químico.” <b>A18:</b> “Um dos nutrientes do corpo.” <b>A23:</b> “É um óleo presente em cada alimento...”
Incorpora	Opinião formada baseada em conceitos científicos.	<b>A02:</b> “lipídios são moléculas orgânicas formadas a partir de ácidos graxos e álcool...” <b>A17:</b> “São moléculas orgânicas.” <b>A25:</b> “Gorduras e óleos.” <b>A28:</b> “Uma molécula insolúvel em água.”

Fonte: autoria própria.

mas que não se apresentam bem definidas e seguem o senso comum, é possível perceber alguns alunos inferirem que lipídios se tratam de “moléculas”, de “nutrientes”, de “óleo presente em cada alimento”, dados que se aproximam da definição desse macronutriente. Todavia, dentre as opiniões formadas que se baseiam em conceitos científicos, observou-se que os alunos **A02** e **A28** citaram características que se enquadram nos conceitos de lipídios. Suas respostas se aproximam do que é descrito por Santana *et al.* (2016): as gorduras, lipídios classificados como simples, quando no estado líquido são conhecidas como óleos, sendo tais lipídios

um grupo heterogêneo de compostos bioquímicos que desempenham funções importantes no organismo animal, como auxiliar na absorção de vitaminas, ser fonte eficiente de energia, dentre outras (p. 2).

A categorização por unidades de significado dos alunos acerca do questionamento “De quais formas utilizamos os lipídios?” está apresentada no Quadro 3.

É perceptível que algumas respostas tangenciaram conceitos referentes ao questionamento, mas não foram bem definidos e demonstram seguir um senso comum. Vê-se que os alunos **A04**, **A11** e **A35** apontaram uma das formas de

Quadro 3: Categorização por unidades de significado dos alunos sobre o questionamento “De quais formas utilizamos os lipídios?”

Categoria	Descrição	Unidades de significado
Distancia	Sem formação de opinião.	<b>A02:</b> “Não sei.” <b>A07:</b> “Não lembro.”
Tangencia	Conceitos referentes à temática que não estão bem definidos e seguem o senso comum.	<b>A04:</b> “Nos alimentos.” <b>A11:</b> “Como alimento...” <b>A35:</b> “Quando comemos algo que tem lipídios...”
Incorpora	Opinião formada baseada em conceitos científicos.	<b>A30:</b> “fornecimento de energia para o corpo”. <b>A34:</b> “reserva de energia do corpo”. <b>A37:</b> “Os lipídios são responsáveis por fornecer energia...”

Fonte: autoria própria.

utilização dos lipídios, podendo ser sucintamente dita como *alimentar-se*, algo comum aos humanos. Entretanto, das opiniões formadas que se baseiam em conceitos científicos, observou-se que os alunos **A30**, **A34** e **A37** mencionaram usos desses macronutrientes relacionando a “fornecimento de energia”, “reserva de energia” e “responsáveis por fornecer energia”, sendo essas características baseadas em conceitos científicos, como se pode ver em Food Ingredients Brasil (2016): “Um dos papéis dos lipídios é o de funcionar como eficiente reserva energética. Ao serem oxidados nas células, geram praticamente o dobro da quantidade de calorias liberadas na oxidação de igual quantidade de carboidratos” (p. 55).

A categorização por unidades de significado dos alunos acerca do questionamento “A dermatite atópica ocasiona irritações à pele. O que você sabe sobre a epiderme?” está apresentada no Quadro 4.

No Quadro 4, observam-se algumas respostas que tangenciaram os conceitos referentes ao questionamento, mas não os definindo bem e demonstraram seguir um senso comum. O aluno **A06** conceituou epiderme como a “camada superior da pele onde é feita a tatuagem (derme)”. Isso mostra que

O aluno **A06** conceituou epiderme como a “camada superior da pele onde é feita a tatuagem (derme)”. Isso mostra que o estudante tem ideia da localização da epiderme no corpo humano, mas, ao ressaltar o termo *derme* após “camada superior da pele”, ele demonstra que o conceito científico não está bem esclarecido.

o estudante tem ideia da localização da epiderme no corpo humano, mas, ao ressaltar o termo *derme* após “camada superior da pele”, ele demonstra que o conceito científico não está bem esclarecido. De acordo com Cestari (2018), a epiderme localiza-se acima da derme.

Todavia, das opiniões formadas que se baseiam em conceitos científicos, observou-se que os alunos **A04** e **A05** mencionaram a epiderme como “camada da pele”, “camada mais superficial da pele”, sendo tais características baseadas em conceitos científicos. Conforme Cestari (2018), “A epiderme (do grego *epi* = acima;

*derma* = pele) é a camada mais superficial e também a mais importante da pele” (p. 10).

A categorização por unidades de significado dos alunos acerca do questionamento “Como você percebe a elasticidade na sua pele?” está apresentada no Quadro 5.

No Quadro 5, notam-se algumas respostas que tangenciaram os conceitos referentes ao questionamento, os definindo de modo a demonstrar seguir um senso comum. Contudo, das opiniões formadas que se baseiam em conceitos científicos, observou-se que o aluno **A23** cita ressecamento como fator observado para perceber a elasticidade da pele.

Quadro 4: Categorização por unidades de significado dos alunos sobre o questionamento “A dermatite atópica ocasiona irritações à pele. O que você sabe sobre a epiderme?”

Categoria	Descrição	Unidades de significado
Distancia	Sem formação de opinião.	<b>A01</b> : “Não sei.” <b>A14</b> : “Já ouvi falar, porém não sei sobre o assunto.”
Tangencia	Conceitos referentes à temática que não estão bem definidos e seguem o senso comum.	<b>A06</b> : “camada superior da pele onde é feita a tatuagem (derme).” <b>A11</b> : “... ela é a pele do corpo.” <b>A15</b> : “É uma camada mais fina da pele.”
Incorpora	Opinião formada baseada em conceitos científicos.	<b>A04</b> : “Camada da pele.” <b>A05</b> : “É a camada mais superficial da pele.”

Fonte: autoria própria.

Quadro 5: Categorização por unidades de significado dos alunos sobre o questionamento “Como você percebe a elasticidade na sua pele?”

Categoria	Descrição	Unidades de significado
Distancia	Sem formação de opinião.	<b>A01</b> : “Não sei.” <b>A06</b> : “Não percebo.”
Tangencia	Conceitos referentes à temática que não estão bem definidos e seguem o senso comum.	<b>A20</b> : “Sorrindo.” <b>A35</b> : “Quando puxa a pele.” <b>A31</b> : “Quando sinto que a pele está muito ressecada e não consigo esticar muito.”
Incorpora	Opinião formada baseada em conceitos científicos.	<b>A23</b> : “Pelo ressecamento e enrugamento da pele.” <b>A29</b> : “Pela hidratação.” <b>A34</b> : “Vendo se está hidratada ou não.”

Fonte: autoria própria.

Tal característica é mencionada por Bernardo (2019), o qual afirma que a redução na produção de lipídios na pele torna-a mais suscetível à perda transepidermal de água (perda de água através da epiderme), o que acarreta ressecamento, fissuras e descamações.

Os alunos **A29** e **A34** mencionaram a percepção da elasticidade, citando, respectivamente, “pela hidratação” e “Vendo se está hidratada ou não”. Acerca da hidratação e elasticidade da epiderme, Cestari (2018) escreve que “A elasticidade, a flexibilidade e a resistência desta camada podem ser modificadas segundo o teor de água” (p. 11). Ou seja, é possível perceber a modificação da elasticidade da pele se o seu teor de água for alterado.

No que está relacionado ao questionamento 6, “O que você sabe sobre a ansiedade?”, a categorização por unidades de significado dos alunos acerca do questionamento está apresentada no Quadro 6.

No Quadro 6, constata-se algumas unidades de significado que tangenciam os conceitos referentes ao questionamento, os definindo de modo a demonstrar seguir um senso comum. Não obstante, das formações de opiniões baseadas em conceitos científicos, notou-se que o aluno **A01** cita haver ansiedade normal, mas seu excesso pode se tornar transtorno. Tal especificidade acerca da ansiedade é mencionada por Freitas e Andrade (2017), que afirmam que requisições de adaptação intensas e duradouras que resultem em respostas inadequadas podem se tornar ansiedade patológica, corroborando o citado pelo aluno.

O aluno **A29** citou características ou sintomas que podem se exteriorizar em pessoas que apresentam transtorno de ansiedade. Tal menção foi feita porque o estudante, em seu depoimento, afirmou manifestar ansiedade: “Sou super ansioso, então sei que a ansiedade começa devagar, aumentando conforme você se preocupa mais, geralmente criando situações as vezes impossíveis na sua cabeça. Seu coração bate mais rápido e tudo parece estar o dobro pior, criando uma angústia e desespero que as vezes você nem sabe de onde veio. Você fica super agitado e suando, seu corpo pode até coçar dependendo do que acontece. As vezes até parece

que você vai morrer” (A29).

Abordar a ansiedade nas escolas é fundamental, pois ela interfere na capacidade de aprender e de se relacionar de maneira saudável. Ao se tornar muito intensa e frequente, a ansiedade pode se transformar em um transtorno mental, afetando a vida das pessoas de diversas formas.

A adolescência é uma fase da vida marcada por grandes mudanças, tanto físicas quanto emocionais. Nessa etapa, o cérebro continua se desenvolvendo, tornando os adolescentes mais suscetíveis a problemas de saúde mental, como a ansiedade. Estudos mostram que a ansiedade é um dos transtornos mentais mais comuns entre os adolescentes, podendo afetar seu desempenho escolar, suas relações sociais e até mesmo sua saúde física a longo prazo (Castro *et al.*, 2022).

Diversos fatores podem desencadear a ansiedade em estudantes, como a pressão por altas notas, a comparação com os colegas, o medo de falhar, o *bullying*, problemas familiares e a incerteza em relação ao futuro. Além disso, o uso excessivo de tecnologias e a exposição constante às redes sociais podem intensificar os sentimentos de ansiedade e insegurança (Souza, 2020).

Por se tratar de um estado emocional caracterizado por apreensão e preocupação excessivas, a ansiedade promove um impacto significativo no desempenho acadêmico e bem-estar psicológico dos estudantes. A ansiedade escolar pode gerar uma série de consequências negativas para os estudantes, como dificuldades de concentração, problemas de sono, alterações no apetite, isolamento social e, em casos mais graves, o desenvolvimento de transtornos de ansiedade generalizada ou pânico. Além disso, a ansiedade pode afetar o desempenho acadêmico, prejudicando a aprendizagem e a formação integral do indivíduo (Souza, 2020).

Diante do enfrentamento de adversidades, é necessário que os responsáveis pelos estudantes, assim como os profissionais de educação que lidam com eles no ambiente escolar, os incentivem a buscar auxílio profissional de saúde. Assim, superam melhor o quadro, tornando-se uma prática fomentada pelas escolas, trabalhada conjuntamente com os familiares dos alunos (Leão *et al.*, 2018).

Quadro 6: Categorização por unidades de significado dos alunos sobre o questionamento “O que você sabe sobre a ansiedade?”

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidades de significado</b>
Distancia	Sem formação de opinião.	<b>A10:</b> “Acho que não sei.” <b>A15:</b> “Não sei.”
Tangencia	Conceitos referentes à temática que não estão bem definidos e seguem o senso comum.	<b>A02:</b> “Que é meio que um ataque de pânico.” <b>A21:</b> “É um problema quando a pessoa fica nervosa.” <b>A31:</b> “É uma preocupação intensa.”
Incorpora	Opinião formada baseada em conceitos científicos.	<b>A01:</b> “ansiedade... é normal, mas em excesso pode virar um transtorno que impede o portador de realizar ações comuns do dia a dia.” <b>A18:</b> “É um transtorno psicológico.” <b>A29:</b> “Você fica super agitado e suando, seu corpo pode até coçar dependendo do que acontece.”

Fonte: autoria própria.

A escola pode realizar, ainda, parcerias com profissionais de saúde mental e organizar atividades escolares que tratem de temáticas dessa área. A tomada de medidas como as mencionadas permite prevenir e tratar a ansiedade e outros transtornos, contribuindo para o desenvolvimento integral dos jovens e para a construção de uma sociedade mais saudável e equilibrada.

A atuação interdisciplinar realizada nas aulas, durante a intervenção didática, abordou em biologia, como componente curricular, a estrutura e função da epiderme, a camada mais externa da pele. A epiderme atua como uma barreira protetora contra agentes externos, como microrganismos e substâncias irritantes. Na dermatite atópica, essa barreira é comprometida devido a fatores genéticos e ambientais. As células da epiderme perdem coesão, resultando em fissuras na pele que permitem a entrada de alérgenos e patógenos, desencadeando a inflamação.

A Figura 4 representa o impacto da dermatite atópica na pele. Ela mostra a estrutura da epiderme, destacando células da pele danificadas e inflamação.

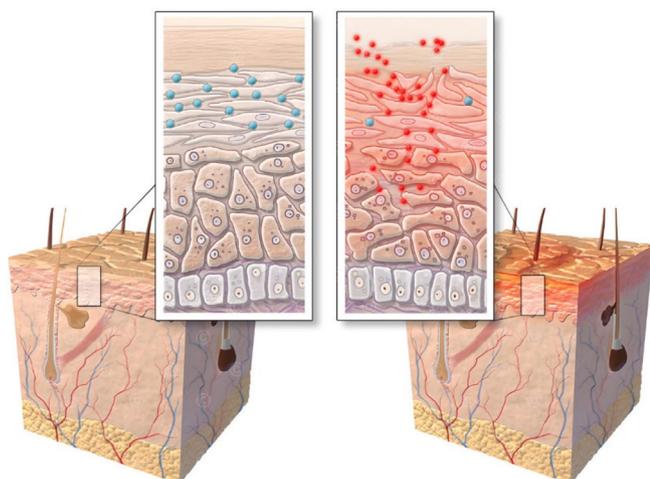


Figura 4: Impacto da dermatite atópica na pele. Fonte: <https://www.medicalgraphics.de/en/project/illustration-atopic-dermatitis/>

A química da pele está intimamente relacionada ao estudo dos lipídios, moléculas essenciais para a manutenção da integridade da barreira cutânea (Galembeck e Csoudas, 2009). Na dermatite atópica há uma redução na produção de ceramidas, lipídios responsáveis por manter a hidratação da pele. A ausência ou deficiência desses lipídios afeta a capacidade da pele de reter água, tornando-a seca e vulnerável. Além disso, o desequilíbrio na composição dos ácidos graxos também agrava a desidratação e a sensibilidade (Addor e Aoki, 2010). Os ácidos graxos são moléculas formadas por uma longa cadeia de átomos de carbono e hidrogênio, com um grupo carboxílico (-COOH) em uma extremidade (Figura 5).

**Na dermatite atópica há uma redução na produção de ceramidas, lipídios responsáveis por manter a hidratação da pele. A ausência ou deficiência desses lipídios afeta a capacidade da pele de reter água, tornando-a seca e vulnerável. Além disso, o desequilíbrio na composição dos ácidos graxos também agrava a desidratação e a sensibilidade (Addor e Aoki, 2010).**

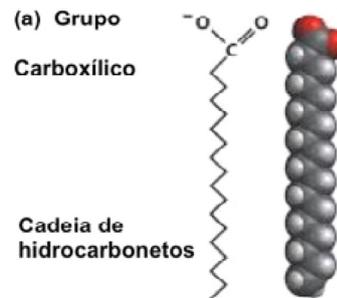


Figura 5: Ilustração de um ácido graxo. Fonte: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63652581012.pdf>

Quando aplicamos óleo de coco na pele com dermatite atópica, seus ácidos graxos formam uma barreira protetora na superfície. Essa barreira age como uma “tampa” que impede que a água presente na pele evapore para o ambiente. Em termos científicos, isso é chamado de “oclusão”. Por meio desse processo, a pele consegue reter sua umidade natural por mais tempo, evitando o ressecamento. Em peles secas ou rachadas, o óleo de coco pode atuar fechando as fissuras da superfície, o que também ajuda a prevenir infecções. O ácido láurico, em particular, possui propriedades antimicrobianas. Ele consegue inibir o crescimento de certos microrganismos na pele, como bactérias e fungos, o que pode prevenir infecções, especialmente em áreas de pele seca ou danificada (Barros *et al.*, 2020).

No campo da física, o estudo da elasticidade da pele é central para entender as alterações estruturais causadas pela dermatite atópica. A elasticidade da pele depende da integridade do colágeno e da elastina, que conferem à pele sua capacidade de retornar à forma original, após ser esticada ou comprimida. Na dermatite atópica, a inflamação crônica compromete essas fibras, resultando em pele mais rígida e menos elástica. Além disso, a perda de lipídios afeta a coesão das camadas celulares, influenciando as propriedades mecânicas da pele.

O óleo de coco pode ajudar a manter a elasticidade através da hidratação, evitando que ela fique seca e rígida na dermatite atópica. Além disso, o óleo cria uma camada protetora que ajuda a preservar as proteínas elásticas da pele. A presença de ácidos graxos no óleo de coco protege a pele contra os danos causados por fatores externos (como a poluição), ajudando a preservar a elasticidade. Assim, o óleo de coco não reconstrói diretamente o colágeno e a elastina, mas ajuda a proteger e manter a pele elástica e saudável, principalmente por meio da hidratação, bem como conferindo-lhe efeito emoliente (Barros *et al.*, 2020). No entanto, nem toda a pele pode utilizar óleo de coco, e é importante a consulta com um profissional da saúde.

Esses três domínios – biologia, química e física – se

entrelaçam na compreensão de como a dermatite atópica afeta a pele, desde a escala molecular até as propriedades macroscópicas. A compreensão interdisciplinar dos mecanismos biológicos, químicos e físicos é crucial para desenvolver tratamentos eficazes, como a hidratação da pele.

Nesse contexto, foi produzido um produto à base de óleo de coco. Para tal, uma experimentação mediante vídeo foi apresentada aos estudantes, durante a etapa formativa. Os produtos artesanais foram entregues aos alunos durante a aula interdisciplinar. Os cremes hidratantes foram utilizados para lubrificar a pele dos alunos, a fim de perceberem o poder hidratante e lubrificante dos lipídios neles presentes.

A etapa avaliativa foi o último momento da pesquisa. O formulário “óleo de coco e dermatite atópica” intencionou a realização de uma produção textual por parte dos alunos, visando perceber o conhecimento construído durante o desenvolvimento do projeto interdisciplinar.

Os estudantes presentes foram convidados a realizar uma produção textual por meio do *Google Forms*. Na Figura 6 está ilustrada uma das produções textuais dos alunos.

A categorização por unidades de significado dos alunos

a dermatite atópica é uma inflamação crônica na pele por causa da redução de lipídeos, deixando a pele suscetível a inflamações, os lipídeos são resumidos como gordura, e é super importante para o corpo humano, porém com esta doença a produção é reduzida, causando assim sintomas. Dentro do corpo ocorre várias reações químicas para formar os lipídeos e proteínas da pele, que caso tudo esteja certo, tem elasticidade onde pode se deformar e voltar ao lugar por essa propriedade física. Sabendo disso, o óleo de coco entra nessa história por ser uma substância que repõe os nutrientes da pele, hidrata e mantém suas propriedades

Figura 6: Produção textual de um dos estudantes.

acerca da produção textual solicitada está apresentada no Quadro 7.

Observando as unidades de significado dos alunos na categoria *Interdisciplinaridade*, foi possível constatar que a abordagem interdisciplinar realizada resultou na percepção da associação dos objetos de conhecimento, lipídios (química), epiderme (biologia) e elasticidade (física), desenvolvidos na temática *dermatite atópica e óleo de coco*, com as três áreas das Ciências da Natureza.

Analisando as unidades de significado dos estudantes na categoria *Dermatite atópica* e na categoria *Causadores de dermatite atópica*, comparando-as aos dados obtidos na etapa (1) de investigação acerca da DA, é perceptível que o

Quadro 7: Categorização das unidades de significado dos alunos nas produções textuais.

Categoria	Descrição	Unidades de significado
Interdisciplinaridade	Aulas integradas às concepções de química, física e biologia.	<p><b>A01:</b> “A área da química aborda os lipídios, a de física a elasticidade da pele e a de biologia aborda o tecido epitelial.”</p> <p><b>A03:</b> “...a Dermatite Atópica tem relação com as 3 disciplinas da Ciências da Natureza, pois é uma inflamação na pele (biologia) por causa da redução na produção de lipídios (Química) e faz a pele ter vermelhidões, coceiras entre outras coisas e a física está envolvida na elasticidade da pele.”</p> <p><b>A06:</b> “Dentro do corpo ocorrem várias reações químicas para formar os lipídios e proteínas da pele, que caso tudo esteja certo, tem elasticidade onde pode se deformar e voltar ao lugar por essa propriedade física.”</p> <p><b>A12:</b> “Visto pelo lado químico, a redução da produção de lipídios que é basicamente gordura, está atrelada à baixa produção de ácidos graxos. Pelo lado físico, a baixa produção de lipídios afeta a elasticidade da pele. Pelo lado biológico, a dermatite afeta a epiderme.”</p>
Dermatite Atópica	Conceitos da temática envolvida.	<p><b>A01:</b> “A dermatite atópica é uma inflamação crônica pela pele devido à redução na produção de lipídios que protegem a barreira cutânea, o que torna a pele suscetível a irritações. Tais irritações causam vermelhidão, coceiras, ressecamento e descamações.”</p> <p><b>A09:</b> “...inflamação crônica apresentada na pele de uma pessoa, devido à redução de lipídios, que é o que torna a pele suscetível a irritações, causando coisas como vermelhidão, coceiras, principalmente o ressecamento e descamações.”</p> <p><b>A12:</b> “A dermatite atópica é uma doença que causa irritação na pele devido a pouca produção de lipídios que ajudam a proteger a pele e confere elasticidade.”</p>
Poder hidratante do óleo de coco	Repor nutrientes à pele.	<p><b>A06:</b> “...o óleo de coco entra nessa história por ser uma substância que repõe os nutrientes da pele, hidrata e mantém suas propriedades.”</p> <p><b>A14:</b> “...o óleo de coco dá uma ajuda na dermatite acalmando a pele!!”</p> <p><b>A16:</b> “...repor os lipídios daquele local, que apesar de demorar, pode ser repostos com o uso diário e recorrente.”</p>
Causadores de dermatite atópica	Estresse e ansiedade	<p><b>A03:</b> “A dermatite está ligada a ansiedade e estresse diário da pessoa.”</p> <p><b>A08:</b> “A ansiedade pode desencadear problemas na pele. Existem dois tipos de estresse: eustresse e o destresse.”</p> <p><b>A12:</b> “A dermatite atópica pode estar atrelada a fatores genéticos ou psicólogos devido a altos níveis de estresse, ansiedade...”</p> <p><b>A15:</b> “Existem alguns causadores da dermatite, como a ansiedade,...”</p>

Fonte: autoria própria.

conceito acerca do que é essa dermatose, bem como o esclarecimento dos principais fatores desencadeantes da dermatite atópica, como estresse e ansiedade, foram conhecimentos construídos durante o projeto interdisciplinar. Verifica-se que os conceitos de eustresse e distresse (estresse positivo e negativo) ficaram bem elucidados.

Acerca das unidades de significado dos escolares na categoria *Poder hidratante do óleo de coco*, é possível verificar que ficou claro para eles que o papel do óleo de coco é auxiliar no tratamento da dermatite atópica para repor nutrientes à pele e hidratá-la.

### Considerações finais

A produção dos cremes hidratantes à base de óleo de coco, produzidos artesanalmente durante a experimentação, permitiu aos alunos aplicá-los em suas peles e perceber o poder hidratante e lubrificante dos lipídios neles presentes. A forma articuladora da interdisciplinaridade contribuiu para a construção significativa do conhecimento abordado durante o projeto, e isso foi percebido por meio dos depoimentos dos alunos concernentes aos objetos de conhecimento envolvidos em cada área das Ciências da Natureza – elasticidade (física), epiderme desprotegida (biologia), óleo de coco, lipídios e seus ácidos graxos (química) – para auxiliar na reposição de nutrientes a uma pele desidratada ou que sofra dermatite.

A Análise Textual Discursiva demonstrou ser um método muito proveitoso para análise dos textos dos alunos. Por meio dela, pôde-se verificar que os estudantes manifestaram

estar esclarecidos acerca do que foi discutido no decorrer do projeto: o papel dos lipídios como coadjuvante no tratamento da dermatite atópica, o dano à elasticidade da pele e a redução de produção de lipídios como características da manifestação dessa dermatose, bem como a articulação das áreas da ciência da natureza durante a abordagem do projeto interdisciplinar.

A adolescência é uma fase de transição, com diversas mudanças físicas, emocionais e sociais, e, para muitos, essas transformações vêm acompanhadas de sentimentos de incerteza, pressão e expectativas, tanto pessoais quanto externas. Quando os alunos têm acesso a recursos e apoio para gerenciar sua ansiedade, eles se tornam mais capazes de aprender, se desenvolver e alcançar seu potencial máximo. Na pesquisa, também foi possível ouvi-los com atenção e empatia e, com isso, eles se sentem valorizados e compreendidos. Isso pode reduzir significativamente os níveis de ansiedade, pois o simples ato de compartilhar preocupações ou medos com outra pessoa pode aliviar o peso emocional que está sendo carregado.

---

**Danielle Stewart Oliveira de Araujo** (danielle.oliveira.quimica8@gmail.com) é técnica em Química pelo IFS, licenciada em Química pela UniPio, licenciada em Matemática pela Uninter e possui especialização em Metodologia do Ensino de Ciências Naturais pela Uninter. Atualmente é licencianda em Ciências Biológicas pela Uninter. Aracaju, SE - BR. **Maria Clara Pinto Cruz** (clara\_aju@yahoo.com.br) é graduada em Química Industrial pela UFS, licenciada em Química pela UniPio, mestra em Química e doutora em Engenharia Química pela Unicamp e possui pós-doutorado em Físico-Química pela UFS. Atualmente é gestora de Iniciação Científica na UniPio e professora do estado de Alagoas em Penedo. Aracaju, SE - BR.

### Referências

ADDOR, F. A. S. e AOKI, V. Barreira cutânea na dermatite atópica. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, v. 85, n. 2, p.184-194, 2010.

BARROS, S. R. A. F.; SIMÕES, R. G. e PITTA, G. B. B. O óleo de coco virgem como matéria-prima para o desenvolvimento de preparações farmacêuticas: uma prospecção tecnológica em bancos de patentes. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, v. 18, p. 166-173, 2020.

BERNARDO, A. F. C.; SANTOS, K. e SILVA, D. P. Pele: Alterações anatômicas e fisiológicas do nascimento à maturidade. *Revista Saúde em Foco*, v. 11, p. 1221-1233, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Curricular Comum: versão final*. Brasília, 2017. Disponível em: [https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_-versaofinal.pdf](https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal.pdf), acesso em jan. 2025.

CAMPIOTO, E. C. *Avaliação em fases como modelo no processo avaliativo no Ensino Médio*. Programa de desenvolvimento Educacional. Secretaria de Estado da Educação: Superintendência da Educação. Maringá: 2016. Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2016/2016\\_pdp\\_mat\\_uem\\_elisangelacristinacampioto.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_pdp_mat_uem_elisangelacristinacampioto.pdf), acesso em jun. 2024.

CASTRO, Y. M.; PERES, T. G. e DUTRA, R. P. Prevalência de ansiedade e fatores associados em adolescentes: uma Revisão Integrativa da Literatura. In: PEREIRA, V. S. e SILVA, B. N. (Org.),

Saúde Pública: princípios e práticas. Fortaleza: Editora IME, 2022. p. 148-165.

CESTARI, S. C. P. *Dermatologia Pediátrica: Diagnóstico e tratamento*. São Paulo: Editora dos Editores, 2018. Disponível em: [https://editoradoseditores.com.br/wp-content/uploads/2018/09/capitulo\\_02\\_dermatologia-1.pdf](https://editoradoseditores.com.br/wp-content/uploads/2018/09/capitulo_02_dermatologia-1.pdf), acesso em jun. 2022.

FONTES NETO, P. T. L.; WEBER, M. B.; FORTES, S. D.; CESTARI, T. F.; ESCOBAR, G. F.; MAZOTTI, N.; BARZENSKI, B.; SILVA, T. L.; SOIREFMANN, M. e PRATTI, C. Avaliação dos sintomas emocionais e comportamentais em crianças portadoras de dermatite atópica. *Revista Psiquiátrica RS*, v. 27, p. 279-291, 2005.

FOOD INGREDIENTS BRASILEL. Os lipídios e suas principais funções. *Revista-fib*, v. 37, p. 55-61, 2016. Disponível em: [https://revista-fi.com/upload\\_arquivos/201606/2016060492601001465239502.pdf](https://revista-fi.com/upload_arquivos/201606/2016060492601001465239502.pdf), acesso em jun. 2022.

FREITAS, A. P. e ANDRADE, L. F. M. O estresse e sua interrelação no contexto laboral. *Intercursos Revista Científica*, v. 13, n. 2, 2017.

GALEMBECK, F. e CSOUDAS, Y. *Cosméticos: a química da beleza*. Disponível em: <https://fisiosale.com.br/assets/9no%C3%A7%C3%B5es-de-cosmetologia-2210.pdf>, acesso em fev. 2025.

GERHARDT, T. E. e SILVEIRA, D. T. *Métodos de Pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SARAIVA JUNIOR, J. R.; ROSSETTO, S.; MORTARI, L.V. R.; STRAPASSON, T. S. e BRUSAMARELO, V. Aspectos emocionais - ansiedade, depressão e estresse - em pacientes com dermatoses atópicas: revisão sistemática. *Brazilian Journal of Development*. v. 8, p. 9366-9381, 2022.

LEÃO, A. M.; GOMES, I. P.; FERREIRA, M. J. M. e CAVALCANTI, L. P. G. Prevalência e fatores associados à depressão e ansiedade entre estudantes universitários da área da saúde de um grande centro urbano do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 42, p. 55-65, 2018.

MARCUCCI, N. *Eu teste: creme hidratante caseiro*. Menos 1 Lixo, 2020. Disponível em: <https://www.menoslixo.com.br/posts/creme-hidratante-caseiro>, acesso em abr. de 2024.

McDOUGALL, J. *Teatros do corpo: o psicossoma em psicanálise*. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

MELO, M. S. B.; ROCHA, N. F. L.; MAGALHÃES, S. S. e SOUSA, L. L. Influência de fatores emocionais nas doenças crônicas de pele: o estresse como gatilho para o desenvolvimento, reincidência ou agravamento da psoríase. *Revista Multidisciplinar e de Psicologia*, v. 13, p. 584-608, 2019.

MENEZES, L.; SANTOS, L.; GOMES, H. M. S. V. e

RODRIGUES, C. *Avaliação em Matemática: problemas e desafios*. Viseu: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, 2008.

MORAES, R. e GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: Processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Revista Ciência & Educação*, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

OVIDIO, P. M. *Políticas educativas de promoção da inclusão: O caso de mães adolescentes da Escola do II Ciclo, Liceu da Ganda BG 5186*. Dissertação de Mestrado, Universidade Portucalense, Portugal, 2021.

SANTANA, M. C. A.; RODRIGUES, J. H. F.; CAVALI, J. e BULCÃO, L. F. A. Lipídeos: classificação e principais funções fisiológicas. *Revista Electrónica de Veterinária*, v. 18, n. 8, p. 1-14, 2017.

SOUZA, C. M. *Ansiedade e desempenho escolar no ensino médio integrado*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Vale do Sapucaí, Pouso Alegre, 2020.

TSUDA, M.; HAUY, F. N. e ZOTESSO, M. C. Investigação das alterações emocionais e comportamentais de universitários iniciantes em Medicina e Enfermagem. *Revista Psicologia, Diversidade e Saúde*, v. 9, p. 35-45, 2020.

**Abstract:** *Coconut oil for the skin and atopic dermatitis: an interdisciplinary theme in the area of natural sciences based on school anxiety.* This article aims to develop an interdisciplinary approach to articulate knowledge of each curricular component in the area of natural sciences. For the development of this project, the theme of coconut oil for the skin and atopic dermatitis with a group of 3rd-year high school students, aiming to promote discussions related to stress and anxiety. In view of this, aiming to articulate the contents of the curricular components in an interdisciplinary perspective, the goal was to build knowledge about lipids – addressed in chemistry classes, the epidermis – explained in biology lessons, and elasticity – presented in physics classes. The research was characterized as qualitative and bibliographic, with an interdisciplinary educational intervention process and an experimental approach through video, demonstrating the production of coconut oil-based cosmetics. The research was carried out in three stages: Investigative, Formative, and Evaluative. Data analysis – using Discursive Textual Analysis (DTA) – indicated that interdisciplinary teaching significantly promotes knowledge construction. Students reported having atopic dermatitis and anxiety, showing a connection with the theme. Additionally, in their written work, they demonstrated the knowledge they had gained. This leads to the conclusion that the interdisciplinary approach helped students associate aspects of their daily lives with the curricular content developed during the project.

**Keywords:** interdisciplinarity, atopic dermatitis, coconut oil, epidermis, elasticity, experimentation



## Separação de pigmentos naturais por cromatografia em coluna utilizando materiais alternativos

Fabio Michel Carvalho Barbosa, Sabrina Barros Nabuco de Araujo, Denis Luís da Silva Dutra e Isabela Cristina Aguiar de Souza



A cromatografia é um método de análise muito utilizado em indústrias e laboratórios de pesquisa e engloba conceitos fundamentais da química, como interações intermoleculares, adsorção, dessorção, polaridade e solubilidade. No entanto, a instrumentação, solventes e adsorventes necessários dificultam a elaboração de aulas práticas baseadas em cromatografia em escolas do Ensino Médio. Por isso, a busca por materiais alternativos torna-se constante e necessária. Neste artigo é apresentado um experimento que envolve a separação de uma mistura de pigmentos naturais provenientes da couve e da beterraba por cromatografia líquida clássica, utilizando areia como fase estacionária, uma seringa de plástico como coluna e álcool comercial 92,8° INPM e vinagre de álcool como fases móveis. Além do material utilizado ser barato e facilmente encontrado, a separação dos pigmentos ocorre de forma eficiente e rápida, podendo ser realizada em duas aulas de 50 minutos.

► cromatografia, pigmentos naturais, aulas práticas de Química ◀

Recebido em 18/02/2024; aceito em 20/02/2025

304

### Introdução

#### Cromatografia

A cromatografia é um método físico-químico muito utilizado atualmente em indústrias e laboratórios de pesquisa com o objetivo de separar, purificar e identificar compostos em uma mistura. De forma geral, fundamenta-se nas diferentes interações que ocorrem entre os componentes da mistura e duas fases imiscíveis, a fase móvel e a fase estacionária. Essa técnica possui diversas classificações que diferem quanto à forma física do sistema, à fase móvel empregada, à fase estacionária utilizada e ao modo de separação e, por isso, existem vários tipos de cromatografia como, por exemplo, a cromatografia em papel (CP), em camada delgada (CCD), cromatografia líquida clássica (CLC), entre outros (Degani *et al.*, 1998). No presente trabalho será dada ênfase à cromatografia líquida clássica, que é assim denominada por ser uma cromatografia em coluna cuja fase móvel é líquida (um solvente ou mistura de solventes), sendo arrastada por ação da gravidade através

a cromatografia líquida clássica pode ser realizada em aulas práticas do ensino médio, com o objetivo de introduzir conceitos fundamentais da química como interações intermoleculares, adsorção, dessorção, polaridade, solubilidade, entre outros.

de uma coluna contendo uma fase estacionária sólida. O mecanismo de separação ocorre por meio de adsorção. O analito presente na mistura com maior interação com a fase estacionária fica mais tempo adsorvido na interface entre o sólido e a fase móvel devido aos grupos ativos presentes

na fase estacionária, sendo recolhido posteriormente. O analito com maior interação com a fase móvel fica menos tempo retido, sendo primeiramente recolhido. Esta migração diferencial permite a separação dos componentes da mistura (Collins *et al.*, 1997). Se as frações coletadas forem coloridas são facilmente diferenciadas;

caso contrário, técnicas auxiliares devem ser utilizadas para a análise do material. Com base nisto, a cromatografia líquida clássica pode ser realizada em aulas práticas do ensino médio, com o objetivo de introduzir conceitos fundamentais da química como interações intermoleculares, adsorção, dessorção, polaridade, solubilidade, entre outros.

#### Materiais alternativos

A instrumentação básica necessária para a realização





Além de facilitar o ensino de Química, a realização de atividades práticas tem mostrado grande relevância no desenvolvimento de diversas habilidades no estudante como, por exemplo, a observação, o olhar investigativo, análise e coleta de dados e discussão de resultados, o que o torna capaz de tomar decisões para resolver problemas do dia a dia, sendo fundamental para a formação pessoal e profissional do indivíduo (Braga Neto e Pires, 2024). Isso revela a necessidade de serem divulgados cada vez mais experimentos contendo materiais acessíveis, de baixo custo e facilmente reproduzíveis, contribuindo para que todos tenham acesso a uma educação de qualidade capaz de formar cidadãos conscientes e com senso crítico.

[...] a realização de atividades práticas tem mostrado grande relevância no desenvolvimento de diversas habilidades no estudante como, por exemplo, a observação, o olhar investigativo, análise e coleta de dados e discussão de resultados, o que o torna capaz de tomar decisões para resolver problemas do dia a dia.

## Procedimento experimental

### Materiais

Suporte universal, almofariz de porcelana e pistilo, pinça para condensador com mufa, seringa de 10 mL, tubos de ensaio, béquer de 50 mL, areia lavada, pipeta Pasteur graduada de plástico, bastão de vidro, etanol comercial 92,8° INPM, algodão, vinagre de álcool, couve e beterraba.

### Extração dos pigmentos

Cortou-se, em pedaços pequenos, 3 g de folhas de couve e 3 g de beterraba, sendo individualmente macerados em um almofariz de porcelana com o auxílio de um pistilo de mesmo material, utilizando-se 3 mL de etanol comercial 92,8° INPM para a extração de cada pigmento (Figura 3a e 3b). Com uma pipeta Pasteur graduada, adicionou-se, em um tubo de ensaio, 0,5 mL do pigmento extraído da couve e 0,25 mL do pigmento da beterraba, sendo formada a mistura que foi posteriormente separada por CLC (Figura 3c).

### Empacotamento da coluna

A areia utilizada como fase estacionária foi previamente lavada com água até que a água de lavagem saísse limpa,

deixada em repouso para secar e peneirada. Em um suporte universal, acoplou-se uma pinça para condensador com mufa para fixar uma seringa de 10 mL de plástico sem êmbolo e sem agulha, utilizada como coluna (Figura 4a). Com o auxílio de um bastão de vidro, adicionou-se um pequeno pedaço de algodão até a marcação de 1 mL da escala da seringa, com o objetivo de impedir a passagem da areia pela saída da coluna. Em seguida, com o auxílio de um funil, adicionou-se vagarosamente a areia lavada e seca, juntamente com pequenos volumes de álcool 92,8° INPM para evitar que a areia secasse, até atingir a marcação entre 7-8 mL da escala da seringa (Figura 4b). Para que a fase estacionária fosse mantida sempre imersa no solvente, o álcool foi recolhido da coluna com um béquer de 50 mL e reutilizado até finalizar o empacotamento. Um bastão de vidro foi utilizado para compactar a fase estacionária, prevenindo a formação de bolhas que podem prejudicar a eficiência da separação dos pigmentos. No total, 7 mL de álcool 92,8° INPM foram empregados na preparação da coluna.

### Separação dos pigmentos em coluna cromatográfica

Para a coleta das frações, foram posicionados, embaixo da coluna, tubos de ensaio de vidro, sendo trocados para cada fração recolhida. A mistura de pigmentos foi introduzida na coluna, seguida pela adição gradual de álcool 92,8° INPM. Adicionou-se cerca de 4 mL do solvente até que a fração de coloração verde fosse obtida, sendo necessário acrescentar mais 3 mL para a completa eluição do pigmento verde da coluna (Figura 5a). Posteriormente, foi coletada uma fração incolor, proveniente do solvente utilizado. Para a eluição da terceira fração, foi necessário modificar o solvente, sendo utilizada uma mistura de álcool 92,8° INPM e vinagre com proporção de 10:3. Após a adição de 3 mL da referida mistura na coluna, a fração roxa foi obtida, sendo necessário o uso de 10 mL da mistura de solventes para a completa eluição do pigmento da beterraba (Figura 5b e 5c).

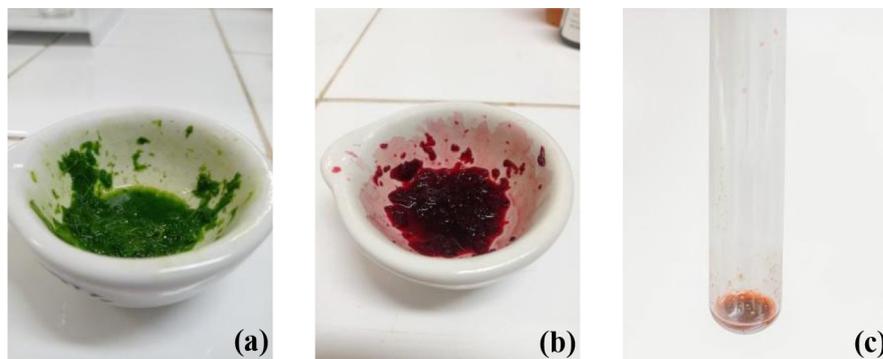


Figura 3: Pigmento extraído da couve (a), pigmento extraído da beterraba (b) e mistura dos pigmentos (c). Fonte: elaborada pelos autores.

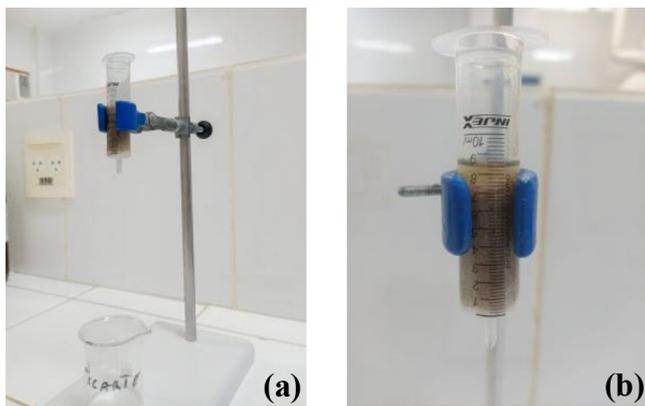


Figura 4: Aparelhagem utilizada na cromatografia em coluna com materiais alternativos (a) e preparação da coluna (b). Fonte: elaborada pelos autores.

## Resultados e discussão

A areia utilizada como fase estacionária é formada por um conjunto de partículas proveniente do desgaste de rochas, composta majoritariamente por sílica ( $\text{SiO}_2$ )<sub>n</sub> (Celeghini e Ferreira, 1998), um adsorvente muito utilizado em cromatografia e que apresenta caráter polar, restando mais fortemente componentes mais polares. Após a adição da mistura na coluna, utilizando-se apenas álcool 92,8° INPM como solvente, observou-se primeiramente a eluição do pigmento verde, característico da clorofila. A molécula de clorofila (Figura 1) possui grupos polares como cetona e éster, além do anel porfirínico que contém quatro nitrogênios coordenados ao metal magnésio. No entanto, a presença de uma longa cadeia carbônica também lhe confere um pequeno caráter apolar, apresentando maior interação com o álcool 92,8° INPM do que com a fase estacionária, já que o álcool, apesar de ser um composto polar, possui uma cadeia carbônica apolar.

Após a completa eluição da clorofila, observou-se que a

[...] para a eluição da betalaína foi utilizada uma mistura de álcool 92,8° INPM e vinagre com proporção de 10:3, aumentando a polaridade da fase móvel, uma vez que o vinagre contém ácido acético, sendo essa proporção suficiente para remover completamente a fração roxa da coluna.

segunda fração coletada foi proveniente do solvente, uma vez que o pigmento da beterraba permaneceu fortemente retido na areia. As betalaínas possuem vários grupos polares em sua estrutura (Figura 2a) como ácido carboxílico e amina, o que lhes conferem um caráter mais polar quando comparado com a clorofila. Dessa forma, para a eluição da betalaína foi utilizada uma mistura de álcool 92,8° INPM e vinagre com proporção de 10:3, aumentando a polaridade da fase móvel, uma vez que o vinagre contém ácido acético, sendo essa proporção suficiente para remover completamente a fração roxa da coluna.

Sendo assim, a separação da clorofila e da betalaína ocorreu de forma rápida e satisfatória, com uma boa separação entre as frações recolhidas, devido à diferença entre as interações dos dois pigmentos com as fases móvel e estacionária escolhidas.

## Considerações finais

Este trabalho mostra que a cromatografia em coluna clássica é uma técnica que pode ser realizada em aulas práticas do Ensino Médio para explorar conceitos básicos e essenciais da Química. O experimento descrito apresenta a separação de uma mistura dos pigmentos naturais da couve (clorofila) e da beterraba (betalaínas), utilizando uma seringa de plástico como coluna, areia como fase estacionária e álcool 92,8° INPM e vinagre como fases móveis. Os materiais alternativos utilizados são acessíveis, o que torna o procedimento facilmente reproduzível. Além disso, a reduzida quantidade de rejeitos gerados, juntamente com a utilização de solventes não tóxicos e pigmentos naturais, fomenta nos alunos maior conscientização ambiental. Uma aula prática pode ser realizada em dois tempos de 50 minutos, sem a necessidade de técnicas complementares mais complexas, uma vez que os pigmentos são coloridos e as frações apresentam uma boa separação.

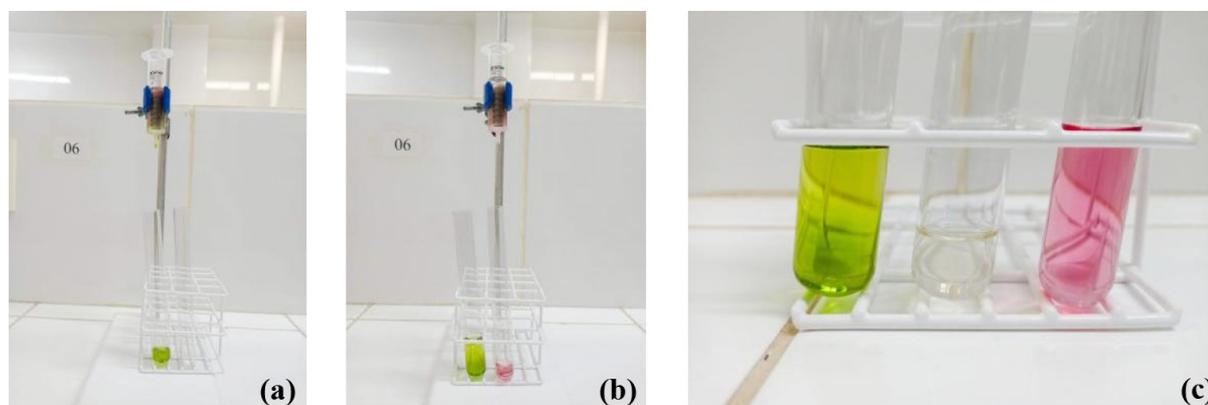


Figura 5: Eluição do pigmento verde (a), eluição do pigmento roxo (b) e as três frações coletadas no experimento (c). Fonte: elaborada pelos autores.

## Agradecimentos

À Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj) pelo apoio financeiro através do Programa Jovens Talentos para a Ciência.

**Fabio Michel Carvalho Barbosa** (fabio.michel.carvalho@gmail.com) é técnico em Química pela Escola Técnica Estadual Santa Cruz da Fundação de Apoio à Escola Técnica do Estado do Rio de Janeiro (ETESC/FAETEC) e bacharelado em Engenharia Química na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Rio de Janeiro, RJ - BR. **Sabrina Barros Nabuco de Araujo** (araujo.sabrina293@gmail.com) é licenciada em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e mestre em Ciência e Tecnologia de Polímeros pelo IMA-UFRJ. Atualmente é

docente da Escola Técnica Estadual Santa Cruz da Fundação de Apoio à Escola Técnica do Estado do Rio de Janeiro (ETESC/FAETEC). Rio de Janeiro, RJ - BR. **Denis Luís da Silva Dutra** (denis.etcsc@gmail.com) é licenciado e bacharel em Química com Atribuições Tecnológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e mestre em Química Biológica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atualmente é docente da Escola Técnica Estadual Santa Cruz da Fundação de Apoio à Escola Técnica do Estado do Rio de Janeiro (ETESC/FAETEC) e do C. E. Marechal João Baptista de Mattos da Secretaria de Estado de Educação do Estado do Rio de Janeiro, SEEDUC/RJ. Rio de Janeiro, RJ - BR. **Isabela Cristina Aguiar de Souza** (isabela.borguignon@gmail.com) é bacharel em Química Industrial pela Universidade Federal Fluminense (UFF), licenciada em Química pela Universidade Católica de Brasília (UCB), mestre e doutora em Química pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Atualmente é docente da Escola Técnica Estadual Santa Cruz da Fundação de Apoio à Escola Técnica do Estado do Rio de Janeiro (ETESC/FAETEC). Rio de Janeiro, RJ - BR.

## Referências

CELEGHINI, R. M. S. e FERREIRA, L. H. Preparação de uma coluna cromatográfica com areia e mármore e seu uso na separação de pigmentos. *Química Nova na Escola*, v. 7, p. 40-41, 1998.

COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L. e BONATO, P. S. *Introdução a métodos cromatográficos*. Campinas: Editora da Unicamp, 1997.

COSTA, T.; BRASILEIRO FILHO, S. e LEMOS, P. B. S. A prática influenciando a formação e a aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 6, p. 1-13, 2021.

DEGANI, A. L. G.; CASS, Q. B. e VIEIRA, P. C. Cromatografia: um breve ensaio. *Química Nova na Escola*, v. 7, p. 21-25, 1998.

FONSECA, S. F. e GONÇALVES, C. C. S. Extração de pigmentos do espinafre e separação em coluna de açúcar comercial. *Química Nova na Escola*, v. 20, p. 55-58, 2004.

GONÇALVES, L. C. P.; MARCATO, A. C.; RODRIGUES, A. C. B.; PAGANO, A. P. E.; FREITAS, B. C.; MACHADO, C. O.; NAKASHIMA, K. K.; ESTEVES, L. C.; LOPES, N. B. e BASTOS, E. L. Betalainas: das cores das beterrabas à fluorescência das flores. *Revista Virtual de Química*, v. 7, n. 1, p. 292-309, 2015.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

MAESTRIN, A. P. J.; NERI, C. R.; OLIVEIRA, K. T.; SERRA, O. A. e IAMAMOTO, Y. Extração e purificação de clorofila a, da alga *Spirulina maxima*: um experimento para os cursos de química. *Química Nova*, v. 32, n. 6, p. 1670-1672, 2009.

MORAN, J. M.; MASSETO, M. T. e BEHRENS, M. A. *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*. Campinas: Editora Papirus, 2013.

BRAGA NETO, W. C. P. e PIRES, D. A. T. A experimentação no ensino de Química: desafios para as atividades práticas na

visão de professores da Educação Básica no interior de Goiás. *Revista Tópicos*, v. 2, n. 14, 2024.

OLIVEIRA, G. A. e SILVA, F. C. Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade. *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 2, p. 162-169, 2017.

PALOSCHI, R.; ZENI, M. e RIVEROS, R. Cromatografia em giz no ensino de química: didática e economia. *Química Nova na Escola*, v. 7, p. 35-36, 1998.

PEREIRA, T. R. C.; CIPRIANO, L. C.; TOLEDO, B. S.; AZEVEDO, T. M.; MANO, S. B.; ESMERINO, E. A. e MARSICO, E. T. Propriedades funcionais e tecnológicas da beterraba: um levantamento bibliográfico. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, v. 8, n. 9, p. 1-5, 2022.

SANTOS, L. R. e 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.

SANTOS, N. S.; SILVA, F. L. A. T. e LEITE NETA, M. T. S. Corantes naturais: importância e fontes de obtenção. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, v. 3, n. 3, p. 1-15, 2022.

SILVA, R. S. Experimentação no Ensino de Química: uma sequência didática sobre a formação da ferrugem. *REAMEC*, v. 9, n. 2, p. 1-17, 2021.

STRACK, D.; VOGT, T. e SCHLIEMANN, W. Recent advances in betalain research. *Phytochemistry*, v. 62, n. 3, p. 247-269, 2003.

XAVIER, L. A.; SOUZA, E. C. A. e REBOUÇAS, E. L. Separação de pigmentos naturais por cromatografia em coluna: proposta de um experimento fácil e rápido. *RCT - Revista de Ciência e Tecnologia*, v. 6, 2020.

## Para Saber Mais

HARRIS, D. C. *Análise Química Quantitativa*. Trad. O. E. Barcia e J. C. Afonso. 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

**Abstract:** Separation of natural pigments by column chromatography using alternative materials. Chromatography is an analysis method widely used in industries and research laboratories and involves fundamental chemistry concepts such as intermolecular interactions, adsorption, desorption, polarity, and solubility. However, the instrumentation, solvents and adsorbents required make difficult to develop practical classes based on chromatography in high schools. Therefore, the investigation for alternative materials becomes constant and necessary. This paper presents an experiment that involves the separation of a mixture of natural pigments from green kale and beetroot by classical liquid chromatography, using sand as the stationary phase, a plastic syringe as the column, and commercial alcohol 92.8° INPM and alcohol vinegar as mobile phases. In addition to the cheap and easily found material used, the separation of pigments occurs efficiently and quickly, and can be carried out in two 50-minute classes.

**Keywords:** chromatography, natural pigments, practical Chemistry classes

# Colorfluorímetro: um instrumento didático acessível para análises colorimétricas e fluorimétricas

Eduardo da Costa Ilha, Bruno Joukoski Jalowski e Marcel Piovezan

No ensino de química, os experimentos que envolvem instrumentos são frequentemente negligenciados devido ao alto custo e a complexa manutenção, privando alunos e professores da oportunidade de explorar as aplicações práticas e a contextualização de conceitos teóricos. Visando superar essa limitação, este estudo propõe a construção e aplicação de um instrumento único capaz de realizar análises colorimétricas e fluorimétricas. A montagem utiliza materiais de baixo custo e fácil acesso, como canos de PVC, LEDs e um *smartphone*. Quanto à aplicação, foi possível determinar fotometricamente o coeficiente de absorvidade molar do vermelho de fenol, e no modo de operação fluorimétrico foi quantificado o teor de quinino em água tônica comercial. Com um único instrumento, o aluno tem contato prático com duas técnicas instrumentais e o docente tem disponível mais uma ferramenta didática. Essas vantagens demonstram o potencial do colorfluorímetro, desde a sua construção, modos de operação e nas diversas possibilidades de aplicações em diferentes áreas da ciência.

► Lambert-Beer, fluorimetria, espectrometria visível, experimento didático ◀

Recebido em 08/03/2024; aceito em 20/12/2024



## Introdução

Uma das principais preocupações dos educadores reside na aplicabilidade dos conteúdos lecionados em sala de aula no cotidiano dos alunos. A resposta a essa questão crucial reside na disponibilização, seleção e implementação de ferramentas pedagógicas adequadas que atendam a essa necessidade educacional fundamental.

No modelo tradicional de ensino, centrado na transmissão passiva de informações pelo professor, o aluno se limita à assimilação e reprodução do conhecimento, gerando desinteresse e apatia. Para superar essa estagnação, é fundamental promover o protagonismo discente e o engajamento ativo no processo de aprendizagem. Nesse contexto, o professor assume o papel de mediador, diversificando as estratégias de ensino e incorporando métodos inovadores como projetos, debates e aulas experimentais (Moreira, 2011).

As aulas práticas podem permitir que os alunos experientem e apliquem os conteúdos teóricos, frequentemente apresentados em aulas expositivas. Essa abordagem pode incorporar o método científico, despertar a curiosidade, estimular a criatividade e incentivar o pensamento crítico, transformando a aprendizagem em um processo motivador

e lúdico. Ao protagonizar sua própria aprendizagem, o aluno assume um papel ativo e responsável na construção do conhecimento (Giordan, 1999).

As aulas experimentais, reconhecidamente ferramentas valiosas no ensino de química, muitas vezes se deparam com desafios como a falta de equipamentos e materiais adequados. Essa realidade se torna ainda mais crítica quando se trata de análises químicas instrumentais, devido ao alto custo de aquisição e manutenção dos aparelhos, além da dificuldade de reproduzir experimentos fora do ambiente laboratorial (Silveira *et al.*, 2023).

Diante dessa realidade, a utilização de materiais de baixo custo na construção de equipamentos didáticos simples surge como uma solução promissora. Essa abordagem permite que os alunos participem ativamente do processo de construção e operação dos instrumentos, enquanto fixam os conceitos científicos inerentes ao seu funcionamento (Leite, 2014, p.16).

Diversos pesquisadores se dedicam ao desenvolvimento de alternativas acessíveis para o ensino de química (Guerreiro, 2015; Zeng *et al.*, 2021; Simões e Suarez, 2024). Essas soluções inovadoras democratizam o acesso à experimentação, expandindo seus usos didáticos e, em



alguns casos, apresentando desempenho comparável aos equipamentos comerciais.

### Os princípios da espectrometria

Os métodos espectroscópicos baseiam-se nas interações entre a radiação eletromagnética e a matéria, como a absorção e a emissão, e fundamentam importantes métodos de análise, como a fotometria e a fluorimetria. As técnicas de fotometria avaliam a capacidade que diferentes substâncias têm de absorver radiações eletromagnéticas específicas, resultando em espectros de absorção característicos. Esses espectros são medidos por equipamentos como espectrofotômetros e fotômetros/colorímetros (Leite, 2014, p. 38).

Os espectrofotômetros são equipamentos versáteis e adequados para diversas análises, pois contêm prismas ou redes de difração que decompõem a luz nos seus vários comprimentos de onda, permitindo a medição de todo o espectro da luz visível. Em contraste, os colorímetros utilizam filtros de cor ou fontes de luz monocromática, o que os limita à medição de comprimentos de onda específicos. Isso os torna mais baratos, porém menos versáteis (Moreira *et al.*, 2016).

Os espectros de absorção estão diretamente relacionados à quantidade de espécies químicas em determinada amostra que interagem com a luz ao longo de sua trajetória. A absorção ( $A$ ), ou absorvância, é regida pela Lei de Lambert-Beer, que relaciona a potência da luz incidida ( $P_0$ ), a potência da luz transmitida ( $P$ ), o caminho óptico ( $b$ ) e a concentração da espécie absorvedora ( $c$ ) nas seguintes equações (Kuntzleman e Jacobson, 2016; George *et al.*, 2017):

$$A = -\log(P/P_0) = \epsilon bc \quad (1)$$

A grandeza representada por  $\epsilon$  é a absorvidade molar da espécie absorvedora, uma característica intrínseca que independe da concentração. A absorvidade molar é específica para determinado comprimento de onda ( $\lambda$ ), pois diferentes  $\lambda$  correspondem a fótons com diferentes quantidades de energia que são absorvidos de maneira distinta pela molécula ou átomo. Para que a Lei de Lambert-Beer produza resultados satisfatórios, é necessário que os estudos de absorção sejam realizados analisando intervalos muito estreitos de comprimento de onda, o que destaca a importância dos monocromadores para esses tipos de análise (George *et al.*, 2017).

Os métodos fluorimétricos se fundamentam no fenômeno da emissão, nos quais substâncias luminescentes em seu estado fundamental têm elétrons que podem ser excitados a níveis de energia superiores ao serem expostos à radiação eletromagnética específica. Ao retornarem ao estado fundamental, esses elétrons liberam energia na forma de fótons. Essa emissão pode ser medida usando fluorímetros, que diferem de outros instrumentos por contarem com o detector

posicionado a 90° da fonte de radiação (Guerreiro, 2015).

A fluorimetria opera com princípios semelhantes aos da fotometria, conforme descrito pela Equação 2, embora a intensidade de fluorescência ( $I_F$ ) dependa de outros fatores, como o rendimento quântico de fluorescência ( $\Phi_\lambda$ ), o fator de proporcionalidade ( $k$ ), a intensidade da radiação incidente ( $I_0$ ), os comprimentos de onda de excitação ( $\lambda_{exc}$ ) e de emissão ( $\lambda_{em}$ ) e o caminho óptico ( $b$ ). Quando se mantém todos estes fatores constantes, é possível utilizar técnicas de calibração para a quantificação de espécies que apresentam fluorescência. Isso se torna possível graças à relação linear entre a intensidade da fluorescência e a concentração ( $c$ ) do analito (Sikorska *et al.*, 2019).

$$I_F(\lambda_{em}, \lambda_{exc}) = 2,3k I_0(\lambda_{exc}) (\Phi_\lambda) \epsilon(\lambda_{em}) (\lambda_{exc}) b c \quad (2)$$

Como  $I_F$  também é proporcional a  $I_0$ , é possível aumentar a sensibilidade do equipamento apenas com o aumento da intensidade da fonte de radiação. Essa possibilidade pode ser útil em casos de baixas concentrações de analito, melhorando os limites de detecção e quantificação (Sikorska *et al.*, 2019).

Com o objetivo de contribuir com uma ferramenta para a experimentação em espectrometria no ensino de química, este trabalho apresenta o desenvolvimento e aplicação de um instrumento denominado colorfluorímetro. Com um único instrumento, se faz possível e acessível o estudo de conceitos da fotometria e da fluorimetria em qualquer ambiente educacional.

Para demonstrar a capacidade do colorfluorímetro, foram propostas duas atividades: a determinação da absorvidade molar, um parâmetro fundamental da Lei de Lambert-Beer, e a análise quantitativa de quinino em uma amostra comercial de água tônica.

## Materiais e métodos

### Materiais

Para construção do equipamento, foram utilizados os seguintes materiais: canos de PVC de 25 mm; 3 conectores em “T” de PVC de 25 mm; 1 conector de 4 vias de PVC de 25 mm; 1 tampa de PVC de 25 mm; disco de papelão; tinta preta fosca (*spray* ou líquida); 1 tubo de ensaio; 1 LED verde (520 - 565 nm); 1 LED violeta (400 - 440 nm); 1 resistor de 110  $\Omega$ ; 1 fonte de telefone celular (saída: 5V; 1,0A); fita isolante; 1 *smartphone* com aplicativo de acesso livre (*Colorpicker*) medidor de RGB; proveta ou seringa de 10 mL; e 1 conta-gotas ou pipeta de Pasteur.

### Reagentes

Os reagentes utilizados foram: vermelho de fenol, adquirido comercialmente na forma de solução em *kit* de teste de pH de piscina 0,02 % (m/m), que corresponde

As técnicas de fotometria avaliam a capacidade que diferentes substâncias têm de absorver radiações eletromagnéticas específicas, resultando em espectros de absorção característicos. Estes espectros são medidos por equipamentos como espectrofotômetros e fotômetros/colorímetros.

a  $5,64 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ ; solução de bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ )  $0,095 \text{ mol L}^{-1}$ ; amostra de água tônica comercial; ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ ; solução padrão de sulfato de quinino (marca Dinamica)  $1.032 \text{ mg L}^{-1}$ .

#### Construção do colorfluorímetro

Para construção da estrutura do equipamento, as peças de PVC foram pintadas interna e externamente com tinta preta fosca, para evitar interferências causadas por reflexão de luz durante as análises. Após a secagem, as peças foram encaixadas [Figura 1(a)] e seguiu-se para montagem do circuito elétrico [Figura 1(b)], conectando por fim o LED ao resistor e à fonte de energia. O LED foi fixado em um disco de papelão, também pintado de preto, com o mesmo diâmetro do cano, para evitar a entrada de luz externa. A tampa foi utilizada para vedar a entrada não utilizada durante a análise.

Como cubeta, foi utilizado um tubo de ensaio de vidro com diâmetro de 1,50 cm, o qual foi marcado na parte superior para ser posicionado da mesma forma no equipamento a cada medida. Como detector, utilizou-se um *smartphone* com aplicativo medidor de RGB (*Colorpicker*), posicionado na saída. Para o modo fotométrico, o detector fica localizado a  $180^\circ$  da fonte de radiação; para medidas fluorimétricas, deve estar posicionado a  $90^\circ$ . A estrutura completa do colorfluorímetro pode ser visualizada na Figura 1(a).

#### Aplicação do instrumento

##### a) Determinação do coeficiente de absorvidade molar ( $\epsilon$ ) do vermelho de fenol

Visando utilizar o instrumento para análises fotométricas, determinou-se o coeficiente de absorvidade molar do vermelho de fenol ( $\text{C}_{19}\text{H}_{14}\text{O}_5\text{S}$ ) através da construção de uma curva de calibração externa. Para isso, foram preparadas e analisadas soluções de diferentes concentrações do analito utilizando o LED verde (520 - 565 nm).

Primeiramente, preparou-se uma solução tampão  $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$  pela dissolução de 8 g de bicarbonato de sódio em 1 L de água. O pH foi verificado com fita indicadora,

obtendo valor de pH 8. Essa etapa foi realizada para evitar que o vermelho de fenol, um indicador ácido-base, sofresse alterações de cor devido à mudança do pH nas diluições. Em seguida, com auxílio de uma proveta, 10 mL dessa solução foram transferidas para o tubo de ensaio, que então foi posicionado no suporte do instrumento. O detector (*smartphone*) foi fixado na entrada oposta à fonte de radiação, e a intensidade do branco no canal referente ao verde (G) no aplicativo foi medida e considerado como o valor de  $P_0$  (luz incidida).

Posteriormente, foram adicionadas 20 gotas (1,0 mL) de vermelho de fenol ( $5,64 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ ) ao tubo de ensaio, seguido de agitação manual e novamente posicionou-se o tubo no instrumento. A medição da intensidade luminosa foi registrada, sendo esse o valor de P (luz transmitida) para essa concentração de  $2,82 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$ . As medições subsequentes foram realizadas da mesma forma, adicionando sempre 1 gota (0,05 mL) da solução comercial de vermelho de fenol, seguido da agitação e medição da intensidade luminosa, totalizando adições de 2, 3, 4, 5, 6 e 7 gotas. O ensaio foi realizado em triplicata de preparo para cada diluição.

Para fins comparativos, a metodologia foi replicada no laboratório de Química Analítica do Instituto Federal de Santa

Catarina - Campus Florianópolis, com as leituras realizadas em um espectrofotômetro comercial [Agilent Technologies, modelo Cary 60 UV-Vis, lâmpada Xenon (80 Hz)]. As medidas foram realizadas em cubeta de plástico com caminho óptico de 1,00 cm. Construiu-se uma curva de calibração externa no comprimento de onda de máxima absorção do vermelho de fenol ( $\lambda_{\text{máx}} = 560 \text{ nm}$ ) (Figura 3B) que está dentro da faixa de emissão do LED verde.

Para a avaliação do uso do equipamento como fluorímetro, quantificou-se quinino em amostra de água tônica comercial, através da construção de curva de calibração por adição de padrão realizada em triplicata. Para isso, o colorfluorímetro foi equipado com um LED violeta (400-440 nm) como fonte de radiação.

##### b) Quantificação de quinino em água tônica por fluorimetria

Para a avaliação do uso do equipamento como fluorímetro, quantificou-se quinino em amostra de água tônica comercial, através da construção de curva de calibração por adição de padrão realizada em triplicata. Para isso, o colorfluorímetro

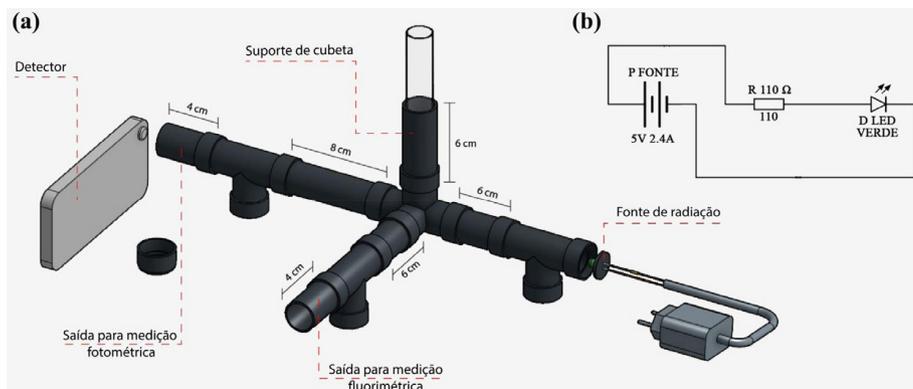


Figura 1: (a) Esquema da montagem final do colorfluorímetro. (b) Circuito elétrico. Fonte: os autores.

foi equipado com um LED violeta (400-440 nm) como fonte de radiação, que emite comprimentos de onda capazes de excitar e propiciam a fluorescência do quinino na faixa de comprimentos de onda de 520 - 565 nm, cor verde.

A construção da curva de adição de padrão foi iniciada pela medida do branco ( $I_0$ ), que consistiu em diluir na proveta 5 mL de solução de  $H_2SO_4$   $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  com 5 mL de água destilada. Em seguida, foi preparada na proveta de 10 mL uma diluição 1:1 (v/v) composta de 5 mL de amostra de água tônica comercial com 5 mL de solução de  $H_2SO_4$   $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ , transferiu-se para o tubo de ensaio, agitou-se e foi posicionado no suporte no instrumento. O detector (*smartphone*) foi posicionado na extremidade a  $90^\circ$  da fonte de radiação, e realizou-se a leitura da intensidade da fluorescência (I) no canal referente ao verde (G). Os demais pontos da curva foram preparados adicionando, na mesma solução contida no tubo, mais gotas da solução padrão de quinino ( $1.032 \text{ mg L}^{-1}$ ) compreendendo o total de adições de 0, 1, 2, 3, 4 e 10 gotas de padrão, seguidas de agitação e reposicionamento no instrumento para leitura de (I).

## Resultados e discussão

### Construção do colorfluorímetro

O equipamento final obtido, apresentado na Figura 2, mostrou-se versátil para diferentes tipos de análises fotométricas, tanto de absorção quanto de fluorescência, sendo necessário apenas a adequação da coloração do LED e a

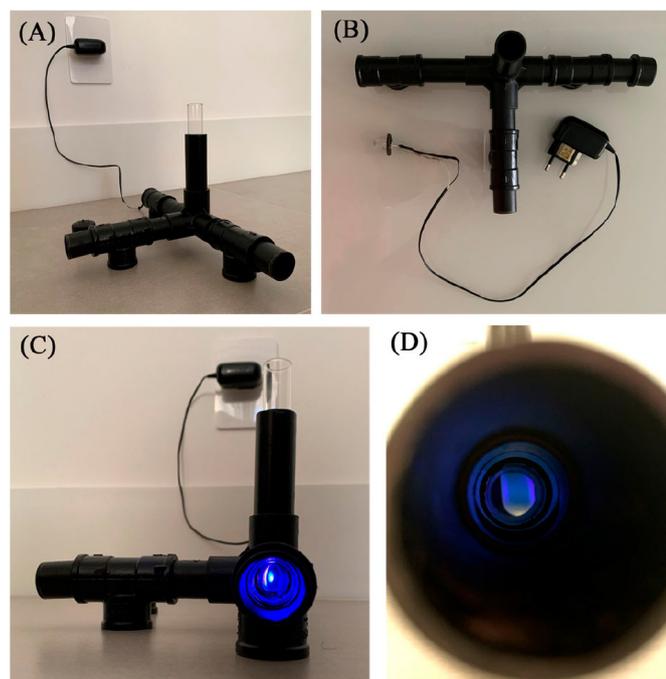


Figura 2: Imagens do equipamento construído. (A) Vista isométrica do colorfluorímetro; (B) Vista superior do instrumento e da fonte de radiação e alimentação elétrica; (C) Vista do instrumento com cubeta e amostra na configuração para medida colorimétrica; (D) Visão interna do instrumento, mostrando a fluorescência de uma solução padrão de sulfato de quinino  $10 \text{ mg L}^{-1}$ . Fonte: os autores.

mudança da posição do *smartphone* de acordo com o analito a ser investigado e a técnica a ser aplicada.

A precisão instrumental para as medidas de absorção e fluorescência foram realizadas por meio de 7 repetições da leitura de uma mesma amostra de acordo com cada técnica. Foram obtidos desvios padrão relativos de 1,41% para o ensaio de absorção e de 2,50% para o ensaio de fluorescência, resultados que indicam que as variações das medições são aceitáveis. A redução dos desvios nas medidas foi alcançada pelo ajuste do *High Dynamic Range* (HDR) automático da câmera do *smartphone*, que deve ser desligado durante a análise. Esse ajuste altera a iluminação da imagem captada pela câmera, interferindo no valor captado pelo detector RGB.

O aplicativo medidor de RGB mais adequado deve ser aquele que possui a capacidade de foco em uma região específica da imagem captada pela câmera. Essa particularidade permite que os valores lidos não sofram interferência da luz refletida pelo tubo de ensaio e da iluminação externa.

O instrumento desenvolvido é comparável com outros descritos na literatura (Tabela 1), apresentando algumas vantagens. Enquanto a maioria dos equipamentos (Moreira *et al.*, 2016; Guerreiro, 2015; Simões e Suarez, 2024) requer um microprocessador ou multímetro como processador, este instrumento utiliza *smartphones*, uma tecnologia mais familiar para os estudantes, facilitando a compreensão de sua função no instrumento, bem como seu manuseio. O emprego de tubos de ensaio como cubetas facilita sua aquisição e é essencial para dar versatilidade ao instrumento, permitindo seu uso tanto para fotometria quanto para fluorimetria. As cubetas convencionais geralmente possuem textura em duas faces opostas que impedem medições fluorimétricas, pois a amostra deve estar no vértice do ângulo de  $90^\circ$  entre a fonte e o detector e essas faces devem ser translúcidas. Diferente dos instrumentos de Guerreiro (2015), Moreira *et al.* (2016) e Zeng *et al.* (2021), que utilizam *softwares* específicos para aquisição e tratamento de dados, no colorfluorímetro esses valores são obtidos diretamente da tela do aplicativo RGB no *smartphone* e podem ser tratados em planilhas de cálculo em computador ou em papel e calculadora.

Quanto à construção de um equipamento único capaz de realizar medidas colorimétricas e fotométricas, Lüdke (2010) determinou a absorvidade molar do corante murexida usando fotorresistor e multímetro como detector e registrador de sinal, e sugeriu a possibilidade da alteração do instrumento para medidas fluorimétricas. Simões e Suarez (2024) quantificaram diclofenaco por fotometria e cloreto de quinino por fluorimetria. Para tanto, construíram o instrumento com uma impressora 3D e utilizaram um LDR (Resistor dependente de luz, do inglês, *Light Dependent Resistor*) como detector e um multímetro como registrador de sinal. Os autores não especificaram as características da cubeta utilizada.

### Determinação do coeficiente de absorvidade molar do vermelho de fenol

Relacionando o valor da luz incidida ( $P_0$ ) e da luz transmitida (P), pela aplicação da Equação 1, foram

Tabela 1: Comparação entre as características de alguns instrumentos espectroscópicos com fins didáticos e analíticos desenvolvidos nas últimas décadas e o equipamento proposto.

Referência	Técnica	Fonte de radiação	Mono-cromador	Porta amostra	Amostra	Detector
Lüdke (2010)	Fotometria <sup>1</sup>	LED	Próprio diodo	Tubo de ensaio de vidro	Murexida	Fototransistor
Guerreiro (2015)	Fotometria/Fluorimetria	LED RGB tricolor	Próprio diodo e sensor	Tubo cilíndrico de vidro (vial)	Complexo Ferro o-fenantrolina/sulfitos, Ca <sup>2+</sup> e Mg <sup>2+</sup>	Arranjo de fotodiodos
Moreira et al. (2016)	Fotometria	LEDs RGB tricolor	Próprio diodo	Cubeta de plástico	Sulfato de níquel	Fotoresistor (LDR)
Zeng et al. (2021)	Fotometria	Lâmpada de LED de alto brilho branco	Próprio diodo	Cubeta de plástico	Algas	Câmera digital
Simões e Suarez (2024)	Fotometria/Fluorimetria	LED de cor única	Próprio diodo	Não descreve	Diclofenaco de sódio/Água tônica	Fotoresistor (LDR)
Colorfluorímetro (proposto)	Fotometria/Fluorimetria	LED de cor única	Próprio diodo	Tubo de ensaio de vidro	Vermelho de Fenol/Água tônica	Aplicativo RGB em Smartphone

<sup>1</sup>Sugere a possibilidade de uso do instrumento como fluorímetro. Fonte: os autores.

determinados os valores de absorvância de cada solução usada para a construção da curva de calibração externa (Figura 3A). Para a determinação da concentração de cada solução, utilizou-se como volume de uma gota o valor de 0,025 mL, medida com uma pipeta de Pasteur de plástico. Esse volume foi verificado experimentalmente pela medida da massa de 1, 5, 10, 15, 20, 25 e 35 gotas utilizando uma balança analítica (marca Tecnal, São Paulo, Brasil). As massas foram convertidas a volume com a densidade da água a 21°C, ( $\rho=0,99802 \text{ g mL}^{-1}$ ) e realizou-se a regressão linear entre volume das gotas *versus* número de gotas, obtendo uma razão volume por gota de 0,025 mL por gota. Obteve-se um coeficiente de determinação (r) igual a 0,999, mostrando uma constância no volume da gota liberada pela pipeta de Pasteur.

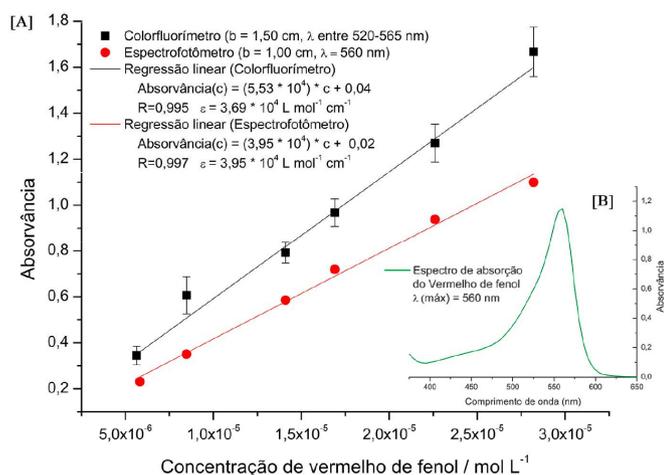


Figura 3: [A] Curva de calibração externa do vermelho de fenol no equipamento proposto e equipamento comercial. [B] Espectro de absorção de solução de 2,82 x 10<sup>-5</sup> mol L<sup>-1</sup> do corante vermelho de fenol feito em espectrofotômetro comercial. Fonte: os autores

A partir da curva da Figura 3A■, obteve-se a equação  $A = 55323c + 0,0177$ , sendo “A” a absorvância e “c” a concentração molar de vermelho de fenol na amostra. O coeficiente de correlação (r), de 0,991, denota evidente relação linear entre as variáveis dentro do limite de concentração estudado.

Fazendo uma comparação entre a reta construída e a Lei de Lambert-Beer (Equação 1), observa-se que o coeficiente angular da reta (55323 L mol<sup>-1</sup>) corresponde a “ $\epsilon b$ ” da equação de Lambert-Beer. Como o caminho óptico “b” é conhecido, sendo o diâmetro medido do tubo de ensaio (1,50 cm), foi possível determinar o coeficiente de absorvância molar “ $\epsilon$ ” do vermelho de fenol, sendo igual a 36882 L mol<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>. A curva construída por espectrofotometria UV-Vis (Figura 3A●), medida em 560 nm, pode ser descrita pela equação  $A = 39495c - 0,0813$ , apresentando r de 0,986. O mesmo comportamento foi encontrado em ambas as análises (colorfluorímetro e comercial), corroborando a relação de linearidade entre a absorvância das soluções e a concentração de vermelho de fenol. Esses resultados mostram que o instrumento construído pode ser empregado para a compreensão e estudo da linearidade da Lei de Lambert-Beer, bem como estudos dos efeitos da absorvância relacionados à variação do caminho óptico e concentração das soluções.

O valor do coeficiente de absorvância molar a 560 nm para o equipamento proposto foi de 36882 L mol<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>, e para o equipamento comercial foi de 39495 L mol<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>, não apresentando diferença significativa em um nível de confiança de 95%,  $T_{\text{calculado}} < T_{\text{crítico}}$  (1,700 < 4,3027), por meio do Teste T de Student (N=6, GL = 4). No entanto, observando os gráficos da Figura 3A, deduz-se que o colorfluorímetro (b = 1,5 cm) apresenta uma sensibilidade maior comparado ao comercial (b = 1 cm): isto se deve ao caminho óptico da

cubeta ser menor. Esse comportamento é esperado como descrito pela Lei de Lambert-Beer, pois quando mantêm-se constantes as concentrações, mas diminui-se o caminho óptico, ocorre diminuição da absorvância. Como consequência, obtêm-se coeficientes angulares de retas nas curvas de calibração aparentemente menos sensíveis (menores valores em comparação).

O instrumento comercial, por se tratar de um espectrofotômetro, conta com monocromador capaz de selecionar faixas mais estreitas de comprimentos de onda, sendo assim mais sensível. Diferentemente, o colorfluorímetro tem pela seleção da cor do LED, neste caso o da cor verde, uma banda de emissão (520 - 565 nm) mais ampla. Sem a presença de um filtro ou seletor de comprimento de ondas este instrumento classifica-se como um fotômetro. Essas diferenças ocasionam desvios na linearidade da Lei de Lambert-Beer, que preconiza a necessidade da luz ser monocromática para medidas quantitativas (Custodio *et al.*, 2018). Como consequência, podem ser comuns curvas de calibração não lineares em equipamentos que empregam LEDs como fonte de radiação para medidas de absorvância. A seleção de um LED baseado na comparação da banda de emissão sobreposta à banda de absorção do composto em estudo minimiza esse efeito (Bui e Hauser, 2015).

Outro fato instrumental importante se dá pela utilização de cubeta plana nos espectrofotômetros, nos quais a luz atinge perpendicularmente o material da cubeta e na sequência a solução absorvente e o detector em um caminho linear. As cubetas quadradas são precisas, pois os parâmetros de comprimento do caminho óptico (b) e paralelismo entre as faces são estabelecidas na fabricação. Dessa forma, são recomendadas para procedimentos analíticos nos quais o método de detecção da luz em ângulo reto minimiza o efeito de dispersão de luz pela solução e pela célula. No colorfluorímetro, por sua vez, a superfície curva do tubo de ensaio, apesar de apresentar maiores efeitos na dispersão da luz frente às cubetas de faces planas, o tornam adequado para muitas aplicações de rotina, com a vantagem de serem menos dispendiosos (Al-Rawashdeh, 2012).

O uso do colorfluorímetro na determinação da absorvância molar foi proposto para fins comparativos e educativos. Para melhorar seus resultados, sugere-se reduzir a faixa de emissão dos LED pelo uso de filtros de radiação, como papel celofane ou lentes plásticas coloridas, tendo em vista que se trata de uma faixa de comprimentos de onda e não de um comprimento de onda único, requisito para respeitar plenamente a Lei de Lambert-Beer.

#### Quantificação de quinino em água tônica por fluorimetria

Construiu-se em triplicata (n=3) a curva de calibração por adição de padrão (Figura 4). Nela foi relacionada a

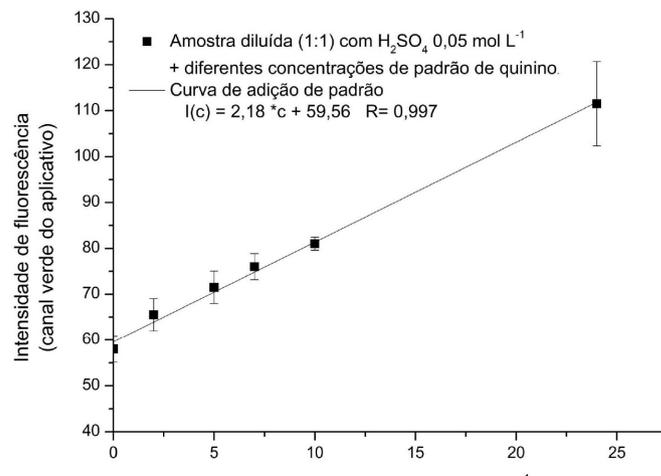


Figura 4: Curva de adição de padrão de quinino na amostra de água tônica diluída em ácido sulfúrico 0,05 mol L<sup>-1</sup> 1:1 (v/v). Construída em triplicata. Fonte: os autores.

intensidade da fluorescência (I) coletada no canal G do detector, com a concentração de quinino (c) presente na diluição da amostra adicionada do padrão. A equação  $I = 2,18c + 59,56$  descreve a relação entre I versus c (mg L<sup>-1</sup>), sendo o coeficiente de correlação (r) igual a 0,997, o que demonstra adequada correlação linear entre as variáveis (Ribani *et al.*, 2004).

A concentração de quinino na amostra pode ser determinada quando a intensidade de fluorescência na equação da reta é igualada a zero (I = 0). Isso representa o ponto em que toda a fluorescência medida é devida ao quinino da amostra. Feito isso, determinou-se o valor de “c” e o resultado foi multiplicado pelo fator de diluição (f.d. = 2). Determinou-se, por fim, a concentração do quinino em  $56 \pm 1$  mg L<sup>-1</sup> na amostra analisada. Esse resultado está de acordo com o de Simões e Suarez (2024), que registraram concentração de 45,65 mg L<sup>-1</sup> em amostras de água tônica comercial.

#### Considerações finais

O equipamento mostrou-se uma ferramenta interessante para o estudo da Lei de Lambert-Beer, possibilitando que os alunos manipulem e entendam os parâmetros de caminho óptico, concentração e absorvância molar. Por meio da construção de curva de calibração, o professor pode trabalhar conteúdos associados ao tratamento de dados, estatística básica, linearidade de curvas e equação da reta, além de cálculo, preparo e diluição de soluções, produzindo dados a partir de instrumentos construídos pelos próprios alunos. O modo fluorimétrico pode contextualizar a prática associando às análises clínicas de vitaminas e imunoenaios, que são realizadas por medidas de fluorescência.

Por fim, o colorfluorímetro se destaca como uma

Por meio da construção de curva de calibração, o professor pode trabalhar conteúdos associados ao tratamento de dados, estatística básica, linearidade de curvas e equação da reta, além de cálculo, preparo e diluição de soluções, produzindo dados a partir de instrumentos construídos pelos próprios alunos.

ferramenta para o ensino de fotometria e fluorimetria. Sua acessibilidade e facilidade de construção o tornam um recurso prontamente disponível para instituições de todos os níveis socioeconômicos, diminuindo a disparidade nas oportunidades de experimentação dessas técnicas. A construção do instrumento, além de envolver os alunos, promove uma compreensão mais profunda dos princípios da espectroscopia. Essa ferramenta didática de aprendizado imersivo cultiva conexões significativas entre conceitos teóricos e aplicações

práticas, auxiliando e capacitando os alunos para enfrentar os desafios do mundo do trabalho com maior confiança.

## Referências

AL-RAWASHDEH, N. A. Current achievement and future potential of fluorescence spectroscopy. In: UDDIN, J. (ed). *Macro to Nano Spectroscopy*. Rijeka (Croácia): InTech, 2012.

BUI, D. A. e HAUSER, P. C. Analytical devices based on light-emitting diodes: a review of the state-of-the-art. *Analytica Chimica Acta*, v. 853, p. 46-58, 2015.

CUSTODIO, R.; KUBOTA, L. T. e ANDRADE, J. C. Lei dos processos de absorção da radiação. *Revista Chemkeys*, v. 3, p. 1-5, 2018.

GEORGE, G.; WILSON, R. e JOY, J. Ultraviolet Spectroscopy. In: THOMAS, S.; THOMAS, R.; ZACHARIAH, A. K. e MISHRA, R. K. (Eds.) *Spectroscopic Methods for Nanomaterials Characterization*. Amsterdam: Elsevier, 2017.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

GUERREIRO, T. B. *Desenvolvimento e aplicação de um fotômetro/fluorímetro microcontrolado à base de LED RGB para a determinação de espécies de interesse analítico*. Tese de Doutorado em Química Analítica, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

KUNTZLEMAN, T. S. e JACOBSON, E. C. Teaching Beer's Law and absorption spectrophotometry with a smart phone: a substantially simplified protocol. *Journal of Chemical Education*, v. 93, n. 7, p. 1249-1252, 2016.

LEITE, M. A. P. *Fotômetro portátil de baixo custo: experimentação e contextualização no ensino de química da educação básica*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Alagoas, 2014.

LÜDKE, E. Um espectrofotômetro de baixo custo para

laboratórios de ensino: aplicações no ensino da absorção eletrônica e emissão de fluorescência. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 32, n. 1, p. 1506-1503, 2010.

MOREIRA, M. A. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. *REMPEC - Ensino, Saúde e Ambiente*, v. 4, p. 2-17, 2011.

MOREIRA, A. F.; SANTOS, S. R. B. e COSTA JUNIOR, A. G. C. Construção e caracterização de um fotômetro destinado ao uso de aulas experimentais de Química sobre a Lei de Beer-Lambert. *HOLOS*, v. 2, p. 142-151, 2016.

RIBANI, M.; BOTTOLI, C. B. G.; COLLINS, C. H.; JARDIM, I. C. S. F. e MELO, L. F. C. Validação em métodos cromatográficos e eletroforéticos. *Química Nova*, v. 27, n. 5, p. 771-780, 2004.

SIKORSKA, E.; KHMELINSKII, I. e SIKORSKI, M. Fluorescence spectroscopy and imaging instruments for food quality evaluation. In: *Evaluation Technologies for Food Quality*. Amsterdam: Elsevier, 2019.

SILVEIRA, N. J.; SOUSA, J. F.; TEIXEIRA, J. F.; SILVA, L. A. e ALVES, V. A. Ensino de eletroquímica no ensino médio por meio de uma atividade experimental com abordagem de equilíbrios simultâneos de oxidorredução e de complexação. *Química Nova na Escola*, v. 45, n. 1, p. 60-68, 2023.

SIMÕES, M. G. e SUAREZ, W. T. Construção de um equipamento multifuncional de baixo custo para análises fluorimétricas e fotométricas: uma opção para abordagens contextualizadas no ensino médio. *Revista Ifes Ciência*, v. 10, n. 1, p. 1-19, 2024.

ZENG, R.; MANNAERTS, C. M. e SHANG, Z. A low-cost digital colorimetry setup to investigate the relationship between water color and its chemical composition. *Sensors*, v. 21, n. 20, p. 6699, 2021.

**Abstract:** *Colorfluorimeter: an accessible educational instrument for colorimetric and fluorometric analyses.* In chemistry education, instrumental experiments are often neglected due to high costs and complex maintenance, depriving students and teachers of the opportunity to explore practical applications and contextualize theoretical concepts. To address this limitation, this study proposes the construction and application of a unique instrument capable of performing both colorimetric and fluorometric analyses. The assembly utilizes low-cost and readily available materials, such as PVC tubes, LEDs and a smartphone. In its colorimetric mode, the instrument effectively determined the molar absorptivity coefficient of phenol red. In its fluorimetric mode, it successfully quantified the quinine content in commercial tonic water. This versatile instrument affords students hands-on experience with two distinct instrumental techniques, while providing teachers with an additional valuable teaching tool. These advantages demonstrate the potential of the colorfluorimeter, encompassing its construction, operation modes, and application possibilities across different sciences.

**Keywords:** Lambert-Beer, fluorimetry, visible spectrometry, didactic experiment



# Estudo sobre os efeitos de uma política curricular oficial no discurso de professores(as) de química do estado de Minas Gerais: o caso dos Conteúdos Básicos Curriculares (CBC - Química)

## Study on the effects of an official curriculum policy on the discourse of chemistry teachers in Minas Gerais: the case of Basic Curricular Contents (CBC)

Nayara Nogueira Soares Marra e Roberta Guimarães Corrêa

316

**Resumo:** A relação entre professores e políticas curriculares é uma problemática relevante dos estudos nacionais e internacionais sobre currículo e é, também, o tema do presente trabalho. Com objetivo de investigar os efeitos da diretriz curricular estadual brasileira “Conteúdos Básicos Curriculares” (CBC) nos discursos de professores(as) de química, cinco profissionais de diferentes regiões de Minas Gerais foram entrevistados, além de uma das elaboradoras do CBC. Como resultados, apresentamos inicialmente uma narração histórica do processo de elaboração do CBC e como ele envolveu a participação dos profissionais da rede de ensino do estado, por meio de documentos históricos e da entrevista com uma de suas elaboradoras. Em seguida, são apresentados os dados das entrevistas com professores de química que vivenciaram a vigência do CBC - Química nas escolas, ao longo de mais de uma década. Observamos duas tendências: impactos diretos e indiretos do CBC na fala dos docentes sobre o seu trabalho, além de aspectos internos e externos ao ambiente escolar que impactam a vivência da política curricular. Destacaram-se a complexidade de fatores que se relacionam e influenciam na elaboração e na materialização de um currículo oficial e a importância dos(as) docentes buscarem uma atuação profissional autoral.

**Palavras-chave:** política curricular, formação de professores, ensino de química, CBC, política educacional

**Abstract:** The relationship between teachers and curricular policies is a relevant issue in national and international curriculum studies and is also this paper's theme. To investigate the effects of the Brazilian state curricular guideline “Conteúdos Básicos Curriculares” (CBC) on the discourses of Chemistry teachers, five professionals from different regions of Minas Gerais state (Brasil) were interviewed, in addition to one of the CBC's developers. As a result, we initially present a historical narration of the process of developing the CBC and how it involved the participation of professionals from the state education network, through historical documents and an interview with one of its developers. Then, we present data from interviews with Chemistry teachers who experienced the CBC - Chemistry in schools over a decade. We observed two trends: direct and indirect impacts of the CBC on teachers' speech about their work, in addition to internal and external aspects of the school environment that impact the experience of the curricular policy. Our conclusions highlighted the complexity of factors that influence the elaboration and materialization of an official curriculum and the importance of teachers seeking to perform their own professional work.

**Keywords:** curriculum policy, teacher training, chemistry teaching, CBC, educational policy

Nayara Nogueira Soares Marra (nayara.nsmarra@gmail.com) é licenciada em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais, mestra e doutoranda em Educação pela Universidade Federal de São Carlos. Atualmente é professora de Ciências da Rede Municipal de Contagem – MG. Roberta Guimarães Corrêa (correa.ufmg@gmail.com) é licenciada, mestra e doutora em Química pela Universidade Federal de São Carlos. Atualmente é professora adjunta do departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Recebido em 09/01/2025; aceito em 07/04/2025

A seção “Cadernos de Pesquisa” é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química.



## Introdução

Estudos curriculares revelam o quão esta temática é multifacetada, pois abrange as diversas dinâmicas que cercam a educação escolar e seu cotidiano, a saber: os documentos propostos pelos sistemas de ensino que definem e organizam os saberes mínimos a serem ensinados e aprendidos; a organização das disciplinas, como seus tempos, conteúdos e objetivos; o planejamento realizado pelos docentes; e, até mesmo, as vivências que esses e os estudantes partilham nas dependências da escola (Lopes e Macedo, 2011).

O currículo também pode ser entendido como mutante por expressar práticas sociais, impregnadas dos fatores culturais e históricos característicos de seu povo e de seu tempo e que, por isso, não apresenta uma definição única ou estática (Roldão e Almeida, 2018; Lopes e Macedo, 2011; Williams, 1974 *apud* Goodson, 2003; Silva, 2006). Para exemplificar essa característica, Brandão (1981) apresenta uma carta escrita pelo cacique das Seis Nações em resposta ao chefe da província de Virgínia (EUA), após um acordo de paz. Na missiva, o líder nativo recusa a oferta de que jovens de seu povo fossem educados nas escolas dos invasores, uma vez os saberes do ‘homem branco’ eram inúteis em seu ambiente natural, no qual a caça e o artesanato eram mais importantes que a habilidade de escrita.

Considerando as reflexões supracitadas, podemos compreender o currículo como fruto da articulação de um conjunto de elementos com fins educacionais que permite a organização e a operacionalização da experiência educativa no tempo e espaço escolar, de forma a garantir aprendizagens que sejam socialmente reconhecidas como necessárias em uma dada época e contexto (Jonnaert *et al.*, 2010; Roldão e Almeida, 2018; Macedo e Lopes, 2002; Saviani, 2011; Lopes e Macedo, 2011).

Tal compreensão do currículo revela sua importância para a organização dos sistemas de ensino. Nesse sentido, é natural que concepções e políticas curriculares sejam territórios de disputa entre especialistas (Saviani, 1999), grupos sociais com determinados interesses econômicos (Miranda e Vilanova, 2020) ou professores(as) que têm seu trabalho orientado pelo currículo. Sobre esta última fronteira de disputa, Arroyo (2011) aponta que, ao impor metas e materiais para o ensino, as políticas educacionais restringem o trabalho docente. *“Invento saídas, tempos, práticas, motivações... mas sou cobrada a seguir os currículos”*, diz uma professora citada por Arroyo (2011, p. 34). Essa narrativa revela um campo de estudo: a relação docente com os currículos oficiais e sua importância no desenvolvimento e concretização de uma política curricular (Jonnaert *et al.*, 2010). Essa é a problemática que abordamos neste trabalho e cuja relevância observa-se no campo da pesquisa educacional.

## A formação docente e o currículo

Inúmeros documentos oficiais e estudiosos da educação concordam sobre a importância da atuação das escolas e,

principalmente, do trabalho docente na materialização de uma política curricular (Brasil, 1998; 2002; 2006; Minas Gerais, 2008; Lopes e Macedo, 2011; Pinheiro e Nascimento, 2018). Para alguns autores, o professor é compreendido como um gestor do currículo, especialmente quando se observa a tendência de certa descentralização das decisões curriculares nas últimas décadas (Roldão e Almeida, 2018). Documentos como PCN, PCN+ e as *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*, apesar de serem considerados extensos e detalhistas em demasia (Galian, 2014; Pereira, 2008), de fato esperam que instituições de ensino e profissionais da educação sejam capazes de recontextualizar as propostas curriculares oficiais, articulando-as com os contextos dos educandos.

Tal tendência leva a reflexões sobre as discussões curriculares na formação de professores e professoras e no seu desenvolvimento profissional, especialmente quando se considera o posicionamento de Moreira (2001), que afirma não ser possível pensar na atuação docente sem discutir a formação docente. A análise de documentos oficiais emitidos pelo Conselho Nacional de Educação para a formação de professores demonstra a importância central dos estudos sobre o currículo na formação docente (Dourado, 2015), como se vê na Resolução nº 2 do CNE, de julho de 2015, que define as DCN para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Nesse documento, o conceito de currículo, sua articulação com o contexto dos estudantes e sua importância na formação cidadã e social do ser humano são destacados ainda no preâmbulo do documento. Discussões curriculares correspondem a um dos núcleos de estudos que devem ser obrigatoriamente abordados na formação inicial de docentes e em estudos de aprofundamentos e diversificação da prática profissional. São relacionadas, ainda, habilidades que se espera de egressos dos cursos de pedagogia e licenciatura, que incluem a capacidade de análise das diretrizes e currículos educacionais da educação básica (Brasil, 2015).

Em 2019, o Conselho Nacional de Educação publicou a Resolução nº 2, que lançou novas “Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e instituiu a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação)” (Brasil, 2019, p. 1). Tal documento foi elaborado em alinhamento com a BNCC e aborda o currículo de uma forma menos problematizadora que as diretrizes publicadas em 2015. Sobre o tema, que consta na base comum para os cursos de licenciatura, o documento sugere apenas os seguintes tópicos: “I - currículos e seus marcos legais: a) LDB, devendo ser destacado o art. 26-A; b) Diretrizes Curriculares Nacionais; c) BNCC: introdução, fundamentos e estrutura; e d) currículos estaduais, municipais e/ou da escola em que trabalha.” (Brasil, 2019, p. 6). Não são mencionadas teorias ou aspectos de reflexão/análise sobre o currículo. Na Resolução 1, de dezembro

de 2020, que estabelece diretrizes para a formação continuada de professores (Brasil, 2020), observa-se que as competências a serem desenvolvidas pelos docentes se relacionam com a identificação e conhecimento dos documentos curriculares, planejamento do ensino baseado no currículo, otimização e materialização de propostas curriculares. A única competência voltada a discussões para a construção e atualização do currículo é restrita ao âmbito institucional. Observa-se, então, certo retrocesso no que diz respeito a abordagens sobre o currículo na formação de professores.

É importante destacar, porém, que a formação de professores não se limita às DCN: apresenta, também, uma relação estreita com as instituições de ensino superior que formam professores. Dados apresentados pela Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPED), que congrega programas de pós-graduação em educação, mostra a existência de pelo menos 22 grupos de pesquisa sobre currículo em universidades pelo país (ANPED, 2020). Tal realidade demonstra o interesse de pesquisadores e professores universitários sobre o tema no Brasil, o que pode influenciar a formação de muitos professores. Surge, então, o interesse em saber como as discussões curriculares se desenvolvem, de forma prática, durante a formação docente.

Alguns pesquisadores auxiliam na formação desse panorama. Siqueira (2019), após 5 anos lecionando para licenciandos em química, relata que a maior parte dos futuros professores apresentam, em seus estágios supervisionados, atividades desconectadas do contexto dos estudantes e pouco reflexivas do ponto de vista curricular, alinhando-se, muitas vezes, com visões tradicionais ou tecnicistas. Ribeiro e Zanardi (2016), ao investigarem as percepções apresentadas por estudantes de pedagogia sobre o currículo, revelam resultados semelhantes às percepções de Siqueira (2019): os licenciandos muitas vezes percebem o currículo como neutro, alinhando-se a visões acríticas ligadas ao tecnicismo e à escola tradicional. Mesmo já tendo estudado uma disciplina relacionada ao currículo, conceituam-no como algo: “bobo, ninguém segue totalmente esses planejamentos”; “forma metodológica”; “forma de ensinar, planejamento do que se deve ensinar, cronograma”; “métodos de ensino”; “cronograma para passar o conhecimento”; “estrutura para transmitir o conhecimento”; “é a forma de colocar o que os alunos devem saber”. (Ribeiro e Zanardi, 2016, p. 125).

Porém, as concepções de futuros professores sobre o currículo não são estáticas, assim como a própria profissionalidade docente, que consiste na “construção profissional que se dá de forma progressiva e contínua; no desenvolvimento de competências e da identidade profissional que se inicia na profissionalização e prolonga-se ao longo de toda a carreira” (Morgado, 2011 *apud* Gorzoni e Davis, 2017). Estudos realizados com professores em exercício trazem, então, contribuições importantes para a compreensão do desenrolar de uma política curricular, ainda que se deva considerar as particularidades dos contextos de cada sistema de ensino.

Godoi e Borges (2019), ao entrevistarem 73 professores da rede municipal de Cuiabá que participavam da formação continuada visando a implementação de uma política curricular, perceberam que muitos profissionais apresentaram uma visão positiva sobre a inovação no currículo e que as informações prestadas no curso de formação estavam entre as principais fontes para o planejamento das aulas, evidenciando a importância da formação na materialização da política educacional. As autoras alertam, porém, sobre fenômenos importantes na relação docente-curriculo: a retórica-estratégica, situação em que o professor muda o seu discurso sobre o currículo, mas não altera a prática docente, e a tendência de enfraquecimento temporal da reforma educacional, o que reforça a importância da realização de estudos de acompanhamento ao longo do tempo e também a necessidade de mais momentos formativos junto aos professores.

Alves *et al.* (2016) realizaram um estudo semelhante ao das autoras supracitadas: entrevistaram professores do estado de São Paulo sobre a implementação de uma política curricular para averiguar a relação entre o currículo e a prática profissional. Os resultados obtidos revelam que alguns docentes notaram o currículo oficial como algo imposto pela Secretaria de Educação. A formação continuada promovida pelo estado, quando promovida, não auxilia no alcance de objetivos curriculares importantes, como desenvolvimento da cidadania ou espírito crítico. De acordo com os autores, alguns docentes entrevistados, por deficiências na formação ou por escolha, optam por desconsiderar as orientações curriculares.

Dessa forma, dentre os diversos fatores que fazem com que as experiências docentes durante a implementação dos currículos sejam tão diversas, destaca-se o grau de participação de profissionais da educação básica na elaboração da proposta curricular. Jonnaert *et al.* (2010) ao estabelecerem critérios para a operacionalização de uma política curricular, elencam a participação de professores e profissionais da educação como um dos fatores primordiais. Quando essa participação ocorre em graus elevados, com a representação de mais de 80% dos atores na elaboração, a chance de sucesso na materialização do currículo se torna maior.

Logo, formações docentes - inicial e continuada - que sejam reflexivas sobre temáticas e políticas curriculares, além da elaboração democrática de currículos oficiais, destacam-se como aspectos fundamentais para o desenvolvimento de relação crítica do professor com o currículo. Esses são parâmetros aos quais estaremos atentos em nosso estudo.

### **Estudos sobre a relação entre professores e o currículo**

O processo de contextualização da política curricular oficial é permeado, além da formação docente, por fatores sociais, econômicos, culturais e próprios de cada comunidade escolar, de modo que pesquisadores de todo o mundo têm se interessado

em estudá-lo. Marra (2023) analisou 25 artigos nacionais e internacionais cuja temática era a relação de professores(as) com o currículo para compreender algumas tendências da temática. Os trabalhos foram acessados por meio da plataforma ERIC e do *Google Acadêmico*. Foi possível observar que artigos brasileiros, em geral, estudam a vivência dos profissionais da educação sobre o currículo ou a interferência da Nova Gestão Pública - que envolve avaliações externas, fundações privadas e a cultura de performance neoliberal - nas dinâmicas de poder e de desigualdade social na educação pública brasileira (Velloso e Granja, 2016; Ricci e Santiago, 2016; Marcondes *et al.*, 2017; Rosa, 2019; Oliveira, 2020; Miranda e Vilanova, 2020). Pesquisas nacionais são, comumente, qualitativas e realizadas na região sudeste do país.

Os artigos internacionais estudados, em geral, buscam monitorar a concretização de políticas curriculares, de modo a compreender a percepção, a vivência e ação docentes, além de como as condições de trabalho afetam esses aspectos (Penuel *et al.*, 2009; Vasconcelos *et al.* 2015; Alkahtani, 2017; Sullanmaa *et al.*, 2019; Jenkins, 2019; Rohmatulloh *et al.*, 2019; Burt e Boesdorfer, 2021). As pesquisas comumente abrangem dezenas de professores, se estendem por períodos mais longos e são realizadas em países norte-americanos ou europeus. Dentre as tendências que observamos nos estudos está a compreensão do professor como um artífice da política curricular, ao contextualizá-la de acordo com a realidade em que trabalha; contudo, essa posição é fragilizada quando o trabalho docente é excessivamente vinculado à ideia de performance advinda do neoliberalismo. Nesse contexto, a motivação do profissional e as condições de trabalho que possibilitem recursos e tempo para refletir e vivenciar o currículo são essenciais para que políticas curriculares sejam efetivas. Formação continuada aliada à experiência, parceria universidade-escola, troca com pares e valorização do professor como gestor curricular também são importantes (Marra, 2023).

Ao considerar a relevância da temática dentro e fora do Brasil, decidimos realizar um estudo sobre ela, mas em um contexto mais local. Entre os anos 2021 e 2022, quando desenvolvemos esta pesquisa, as escolas públicas do estado de Minas Gerais iniciaram o processo de implementação do Ensino Médio baseado na BNCC, o que encerrou a vigência de 13 anos da diretriz curricular anterior: os Conteúdos Básicos Curriculares (CBC) (Minas Gerais, 2008).

Nesse momento, em que discursos oficiais são alterados, construímos as seguintes questões de pesquisa: De que maneira uma das elaboradoras do CBC - Química percebe o processo de criação e materialização dessa política curricular após mais de uma década? De que maneira aspectos do CBC-Química surgem espontaneamente nas falas de professores da rede estadual de ensino de Minas Gerais? Quais as opiniões desses profissionais a respeito desse documento curricular? Acreditamos que essas questões são relevantes para realizar um registro histórico de uma política curricular que fez parte da história do ensino de química no estado de Minas Gerais. Além disso, esperamos refletir sobre

fatores que afetaram a participação de educadores na elaboração e a vivência do CBC. Tais conhecimentos podem ser úteis para a criação de políticas curriculares futuras, para a formação de professores e para estudos que exploram a relação professores-currículo. Outro aspecto que torna o estudo do CBC - Química especialmente relevante é sua origem acadêmica, que o distingue de diversas outras políticas oficiais curriculares, que comumente marginalizam dos processos decisórios os professores e pesquisadores da área (Krasilchik, 2000). Nesse sentido, acreditamos que o CBC pode representar um estudo sobre uma experiência de uma parceria entre rede de ensino-escola-universidade para educação científica mineira.

Nesse contexto, os objetivos deste trabalho são: compreender como o CBC está presente nos discursos de alguns educadores de química; investigar a percepção deles sobre essa política curricular; e debater aspectos contextuais, sociais e políticos que permearam a participação docente na elaboração e concretização do CBC - Química. O estudo foi realizado com cinco educadores e com uma das elaboradoras do CBC - que atualmente é formadora de professores - por meio de entrevistas semi-estruturadas (Lakatos e Marconi, 2003). Os dados obtidos foram transcritos e analisados, de modo a identificar as tendências que surgiam nas falas docentes.

Para desenvolvermos nossa pesquisa, consideramos a abordagem apresentada por Lopes (2005) sobre o currículo, ao compreendê-lo como um híbrido de discursos das esferas acadêmica, governamental e social. Essa mesclagem de discursos não cessa quando a política curricular é implementada: continua na sala de aula, onde os(as) professores(as) ressignificam o currículo, dentro de suas possibilidades. Tal perspectiva é de viés pós-estruturalista e considera as influências que teoria e realidade têm uma sobre a outra, além de valorizar o discurso dos sujeitos e seus contextos históricos (Lopes e Macedo, 2011).

## Percorso metodológico

O percurso metodológico foi construído em duas partes: a primeira baseou-se na caracterização do CBC - Química quanto a sua estrutura e conteúdo, o que foi crucial para a elaboração do roteiro para as entrevistas. A segunda parte consistiu na realização das entrevistas com os educadores. Ambas as partes são apresentadas a seguir.

## O CBC para o ensino de química: contexto e características

O Currículo Básico Comum (CBC) foi construído entre 2002 e 2006, como um esforço do governo para adaptar os PCNs à realidade de Minas Gerais. A equipe de elaboração do CBC para química foi composta por professoras associadas à Universidade Federal de Minas Gerais (Minas Gerais, 2008). Um dos propósitos do CBC era desestimular o ensino tradicional da química (Mortimer *et al.*, 2000), considerado

distante das origens científicas e sociais dos conhecimentos e dos fenômenos químicos reais. Para isso, apresentava uma divisão dos conteúdos em duas partes: a primeira, denominada “conteúdos básicos comuns”, que deveria ser desenvolvida no primeiro ano do Ensino Médio; a segunda parte consistia nos “conteúdos complementares”, que poderiam ser desenvolvidos nos demais anos (Minas Gerais, 2008). Tal organização foi proposta por conta dos índices de evasão no Ensino Médio: a discussão dos conteúdos básicos no primeiro ano possibilitaria uma visão geral da química mesmo para os jovens que não chegassem a concluir o Ensino Médio.

A organização dos conteúdos químicos foi realizada em 3 eixos no CBC: Materiais, Modelos e Energia, para promover a interdisciplinaridade. Em relação a aspectos teóricos, o CBC se alinha à perspectiva sócio-interacionista, à prática docente dialógica e à diversidade textual. No documento, as autoras sugerem, ainda, a organização racional da disciplina e a priorização de uma abordagem contextualizada, investigativa e sócio-histórica da ciência (Minas Gerais, 2008).

É importante relatar, também, a elaboração do CBC: uma versão preliminar foi criada por consultores e discutida com 187 professores de química da rede estadual, o que culminou em uma segunda versão. Em 2006, a Secretaria Estadual de Educação (SEE-MG) iniciou um programa intensivo de formação sobre o CBC, apelidado de imersão, para professores das escolas-referência da rede. As discussões propiciadas pelas turmas permitiram a elaboração da versão final, publicada em 2008. Na etapa de implementação do documento, além de formação continuada, os(as) docentes tiveram acesso ao Centro de Referência Virtual do Professor (CRV), com sugestões de planejamento de aulas e atividades, experimentos gravados e um banco de itens avaliativos (Minas Gerais, 2008), que auxiliariam na materialização do CBC.

## Os sujeitos de pesquisa

Considerando o caráter exploratório de nosso estudo, escolhemos realizá-lo por meio de uma abordagem qualitativa, baseada no princípio de maior abertura à realidade estudada (Günther, 2006). Nossos dados foram produzidos por meio de entrevista semiestruturada, que mescla perguntas fechadas e abertas e que permite que o entrevistado se expresse de forma relativamente livre, possibilitando o surgimento de novos dados e facetas do objeto em estudo (Boni e Quaresma, 2005). No entanto, é importante destacar que nossos dados apresentam limitações: entrevistas são perpassadas por sentimentos e interpretações diversas, mesmo que a entrevistadora se esmere em esclarecer seu propósito. Ainda que tal complexidade não inviabilize a coleta de dados, deve ser esclarecida (Szymanski, 2000). Deste modo, destacamos que nosso trabalho é baseado nos discursos dos educadores, sobre os quais construímos um estudo de interpretação.

A escolha dos(as) professores(as) de química a serem entrevistados foi feita considerando a disponibilidade e interesse em participar da pesquisa, bem como a diversidade na formação, tempo de experiência e localização no estado de Minas Gerais. Pesquisadores, como Huberman (2000) e Rossi e Hunger (2012), demonstram, em seus estudos, que esses são fatores que podem impactar a prática docente. Ao todo, cinco profissionais, doravante chamados de Professores **A**, **B**, **C**, **D** e **E**, participaram da pesquisa; suas características principais e contextos de trabalho se encontram explicitadas no Quadro 1. Todos concordaram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, autorizando a gravação das conversas realizadas. Além disso, uma docente formadora de professores(as) de química e que esteve envolvida na elaboração do CBC - Química também foi

Quadro 1: Características e contextos de trabalho dos(as) professores(as) entrevistados(as)

Professor(a) e localidade	Formação e tempo de experiência docente	Contexto de trabalho
<b>A</b> Belo Horizonte	Licenciado em química e mestrando em educação. Leciona há 11 anos.	Professor concursado em uma escola estadual que apresenta laboratório de química.
<b>B</b> Belo Horizonte	Licenciada em química e especialista em metodologia de ensino. Lecionou por 25 anos. Foi preceptora do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID).	Lecionou em escolas-referência da rede estadual com laboratório de química e aulas experimentais quinzenais.
<b>C</b> Belo Horizonte	Licenciada em química, mestre e doutora em química orgânica. Leciona há 5 anos.	Professora concursada de uma escola estadual com recursos limitados.
<b>D</b> Uberaba	Licenciado em química e mestre em tecnologias para o ensino de química. Leciona há 11 anos. Participa há 7 anos como supervisor do PIBID, em parceria com a UFTM.	É professor concursado em escolas estaduais. Ambas não possuem laboratórios e destacam-se pelo bom rendimento discente.
<b>E</b> Mariana	Licenciada em química. Participou por 3 anos como bolsista do PIBID.	É contratada e já lecionou em escolas estaduais rurais e urbanas
<b>F</b> Belo Horizonte	Licenciada em química, mestre em química e doutora em educação. Leciona há 44 anos, 29 deles na educação básica.	É formadora de professores(as) de química em uma universidade.

Fonte: autoria própria.

entrevistada. Essa profissional, doravante denominada **elaboradora F**, também é caracterizada no Quadro 1.

Considerando a extensão e pluralidade cultural do estado de Minas Gerais, consideramos que seria ideal entrevistar mais professores de química. Contudo, realizamos este estudo para nosso Trabalho de Conclusão de Curso, de modo que não dispúnhamos de mais tempo ou de recursos financeiros para apoiar nossa pesquisa e deixá-la mais completa. Além disso, ela foi realizada durante a pandemia de covid-19, que impunha o distanciamento social, de modo que o encontro com um número maior de profissionais da educação - como no ambiente escolar, por exemplo - ainda não era possível. Contudo, para estudos futuros semelhantes, sugerimos que o campo amostral seja maior, além do uso complementar de dados quantitativos - como advindos de questionários - que possibilitam a participação de mais professores.

As entrevistas foram realizadas em 2021, de acordo com dois roteiros distintos. O primeiro deles foi criado para a elaboradora do CBC e apresentou questões cujo objetivo era obter um relato histórico do desenvolvimento e implementação do CBC-Química. Nesse sentido, as perguntas foram direcionadas para que a professora narrasse o contexto político, dinâmicas de elaboração e materialização do CBC, além de aprendizagens e desafios vivenciados na construção de uma política pública curricular.

O segundo roteiro de entrevista foi destinado aos professores da educação básica, e era composto por questões separadas em três blocos temáticos: 1) Formação e o contexto de trabalho; 2) Perguntas que sondam indiretamente o alinhamento com o CBC; e 3) Perguntas que sondam diretamente o conhecimento do CBC e a percepção docente sobre o documento. As questões foram criadas para conhecer, de forma natural, as características dos(as) professoras entrevistadas(os), a escola em que atuavam e como o CBC impactava em seu trabalho e contexto.

Para a análise dos dados, as entrevistas foram transcritas e os trechos mais importantes foram selecionados. No caso das entrevistas com professores(as) da educação básica, os dados foram agrupados de acordo com os blocos temáticos presentes no roteiro de entrevistas. Surgiram, também, duas novas categorias: fatores internos e fatores externos à escola que influenciam na vivência curricular. Os dados gerados na entrevista com a elaboradora do CBC foram organizados de modo a oferecer uma narrativa dos pontos cruciais da criação e implementação da diretriz. Em seguida, fez-se uma relação com estudos publicados sobre a temática e os pressupostos que norteiam o CBC.

### **Conteúdos Básicos Curriculares: processo de criação da política do CBC na perspectiva de uma sala de suas elaboradoras**

A entrevista com a elaboradora **F** representou uma oportunidade de conhecer a criação do CBC para além do discurso oficial: a docente esclareceu que o documento foi fruto de

políticas que buscavam a inovação curricular baseada na ciência. **F** narrou que o processo se iniciou quando um gestor da Secretaria Estadual de Educação (SEE-MG), ligado à UFMG, se propôs a atenuar um problema que havia mapeado em suas pesquisas educacionais com professores(as): “*ensino de ‘cima pra baixo’, atuação baseada somente no livro didático, reformas educacionais verticais*”, esclareceu a docente. Tal gestor propôs o *Promédio*, programa que buscava discutir amplamente uma proposta de currículo com a rede de ensino antes de adotá-la. Para isso, foi criada uma rede de especialistas e professores(as) da educação básica. Esta política inspirou a posterior elaboração do CBC.

Sobre este último processo, a docente **F** relatou que a ideia inicial era fazer um documento único para a área de ciências da natureza, mas as equipes de elaboração não chegaram a um consenso. A solução foi propor documentos disciplinares, o que indica que vencer as barreiras disciplinares não é uma dificuldade apenas na educação básica. Pelo perfil acadêmico dos elaboradores e pela influência do *Promédio*, o projeto foi permeado por encontros: gerais do CBC, entre as equipes de ciências da natureza, de química, e formações com professores da rede. “*Queríamos que as coisas se comunicassem*”, relata. Tendências em voga para o ensino de ciência eram debatidas: as relações entre linguagem e ciências, propostas especialmente pela pesquisadora Rosalind Driver (1941-1997), e o sociointeracionismo vygotskyano.

Sobre a implementação do CBC, a elaboradora **F** relembra que as secretarias de educação organizaram encontros nos quais a equipe elaboradora era convidada a participar. Também havia a preocupação em oportunizar uma materialização do CBC: por meio do CRV e do Programa de Desenvolvimento Profissional, à distância. Sobre a conjuntura que fez com que o CBC fosse fruto de uma colaboração entre pesquisadores(as) e a rede estadual de ensino, a professora **F** acredita que aquela se deva à liderança visionária e comprometida da equipe da SEE-MG, à disponibilidade de verba, e a interesses políticos alinhados.

Sobre as dificuldades que a política curricular enfrentou após a elaboração, a docente acredita que elas sejam, principalmente, de origem política: “*CBC é contra a mercantilização da educação*”, por isso foi destruído e substituído por uma proposta curricular que foi criada com pouca participação das universidades e das escolas. Além disso, a redução do número de aulas de química, a precarização das escolas, e a falta de uma política constante de formação continuada para professores que entraram na rede dificultaram uma maior materialização do CBC. “*Muitos professores reclamam do CBC, mas noto que muitos daqueles que tiveram acesso à formação (durante a elaboração da política) seguiram o CBC, vislumbraram um jeito de pensar um ensino diferente*”.

Após o lançamento do CBC, seus elaboradores e elaboradoras não foram chamados para mais formações continuadas: o governo alegou que os recursos haviam acabado. Surgiram,

então, os entraves políticos: no fim da gestão estadual que ratificou o CBC, o CRV foi desativado, apesar de seu imenso potencial de continuar auxiliando os(as) professores de química. O mesmo ocorreu com o Promédio, anos antes, quando o seu material - que havia sido plenamente debatido por professores e pesquisadores - foi entregue à reciclagem logo após a troca do governo. “*Aí estão as políticas de governo, e não de estado*”, relata a elaboradora **F**. A falta de manutenção da política curricular também se fez presente em 2012, quando o CBC deixou de ser dividido em conteúdos básicos e complementares para ser dividido tradicionalmente de acordo com os anos do ensino médio, sem a ampla discussão. Sobre essa nova divisão, a docente acredita que alguns professores não compreenderam ou não se adaptaram à proposta, o que pode ter levado à redivisão do documento.

Por fim, sobre as heranças que a política curricular deixou, a elaboradora **F** reforçou a riqueza do contato constante entre professores(as) de todas regiões e a universidade, tanto para o CBC quanto para os(as) docentes. “*Alguns diziam: ‘Aprendi mais nesse mês do que na minha vida toda’*”, relatou **F**. Além disso, a professora acredita que foi uma oportunidade de os pesquisadores de fato contribuírem, e não apenas “usarem” a escola como campo de pesquisa.

Acreditamos que os relatos da elaboradora **F** são riquíssimos, uma vez que apontam vitórias e desafios relacionados à construção de uma política educacional embasada pela universidade e pela rede de ensino de um território. Claramente, trazem aprendizados para gestores, educadores e especialmente cidadãos, uma vez que demonstram que os problemas educacionais no Brasil podem ser amenizados e reinventados com medidas que pesquisadores e educadores sugerem há décadas: troca entre pares; formação continuada efetiva, humana, com tempo para trocas genuínas; parceria universidade-escola; recursos didáticos adequados; lideranças visionárias e comprometidas e, acima de tudo, bem elegidas pelo povo.

## O CBC nos discursos dos professores de química

A discussão sobre os impactos do CBC nos discursos docentes será apresentada de acordo com as categorias que emergiram da análise das respostas dos professores às questões realizadas na entrevista: impactos indiretos e diretos do CBC no discurso dos docentes de química e fatores internos e externos à escola que influenciam na vivência curricular.

### Impactos indiretos do CBC no discurso dos docentes de química

Uma das estratégias empregadas durante as entrevistas foi a sondagem da presença de elementos do CBC nos discursos docentes, porém sem a menção explícita ao documento. Os dados gerados dessa forma são classificados como “impactos

indiretos do CBC no discurso docente” e serão apresentados a seguir.

O primeiro tópico abordado junto aos(as) docentes relaciona-se aos objetivos para se ensinar química. O CBC apresenta objetivos humanísticos e sociais para o ensino de química em quatro esferas: em termos do desenvolvimento da individualidade, das relações interpessoais, da contribuição para a sociedade e da preservação do meio ambiente. O Quadro 2 apresenta uma síntese de como cada professor(a) se posicionou em relação a essa pergunta.

Quadro 2: Motivos para o ensino de química de acordo com os professores entrevistados

Docente	Motivos
<b>A</b>	Construção de uma compreensão ampliada sobre a ciência articulada ao cotidiano e estímulo de uma atuação cidadã no âmbito social e familiar.
<b>B</b>	Possibilidade de novas leituras do mundo, do cotidiano, da vivência profissional da química e das demais disciplinas. Pode ser realizada por meio de notícias.
<b>C</b>	Desenvolvimento de habilidades, como a dedicação e autodisciplina para conquistar objetivos e melhorias nas condições de vida e nas relações sociais. Construção de uma nova compreensão do cotidiano.
<b>D</b>	A motivação varia conforme o projeto de vida de cada estudante: pode ajudar a ingressar na universidade, compreender o cotidiano, tomar melhores decisões para si e para o mundo.
<b>E</b>	Construção de uma compreensão sobre a ciência articulada ao cotidiano e redução da distância entre os estudantes, o saber científico e a universidade.

Fonte: autoria própria.

Nota-se que as falas dos docentes **A**, **B**, **D** e **E** alinharam-se mais com os objetivos para o ensino de química em termos sociais, uma vez que tratam de um ensino voltado à cidadania e compreensão do mundo. O professor **A** se aproxima também dos objetivos em termos das relações interpessoais, uma vez que associa ao estudante o papel de disseminar informações científicas no âmbito familiar, contribuindo para o desenvolvimento de outrem. Já os professores **C**, **D** e **E** alinham-se aos objetivos da esfera da individualidade, especialmente em relação à autodisciplina, a responsabilidade pela própria vida e o acesso ao ensino superior. Esses dados revelam que há certo alinhamento entre os discursos dos docentes e o CBC.

Nota-se que tal discussão evidenciou um segundo aspecto estimulado pelo CBC: a interação entre os discursos cotidiano e científico, especialmente por meio de projetos, da contextualização e da abordagem investigativa (Minas Gerais, 2008). Sobre o ensino baseado em projetos, a professora **B** narrou situações em que os estudantes desenvolveram ideias e eram acompanhados periodicamente por estudantes do PIBID, projeto de iniciação à docência realizado em parceria com licenciandos em química. A professora **C** mencionou uma experiência em

que a escola propôs uma série de projetos interdisciplinares, dentre os quais os estudantes escolhiam e participavam por um ano. O professor **A** não mencionou um estímulo direto da escola para a realização de projetos, enquanto a docente **E** relatou tal estímulo, porém dissociado de apoio teórico ou de recursos. Por fim, o docente **D** mencionou a realização de *workshops* nos quais os(as) estudantes escolhem dentre temas sugeridos e realizam experimentos a serem apresentados para os colegas. “*Os estudantes se ensinam com sua linguagem e isso possibilita que eles se entendam melhor*”, relata. A escola apoia a iniciativa do professor e gostaria que outros docentes se envolvessem.

De acordo com Ventura (2002), a pedagogia por projetos envolve a articulação dos estudantes em grupos que planejam estratégias para um processo criativo ou a resolução de um problema escolhido por eles. É possível refletir que as experiências narradas pelos professores **C** e **D** e, especialmente, as relatadas pela professora **B**, são as que mais se aproximam da abordagem descrita pelo autor. Logo, percebe-se como a cultura escolar e a presença de bolsistas de programas de iniciação à docência podem propiciar o desenvolvimento dessa abordagem e, conseqüentemente, a materialização do currículo oficial.

A relação com o cotidiano e a contextualização foram temáticas que surgiram frequentemente nas falas docentes (Quadro 2). Wartha *et al.* (2013) evidenciam que o uso de tais estratégias ocorrem, comumente, de forma introdutória ao ensino tradicional. Para o CBC, o contexto e o cotidiano devem aproximar o(a) estudante da ciência, possibilitando a construção de significados aos conceitos. Os relatos docentes indicam que eles realizam tais abordagens de forma diversa. O professor **A**, por exemplo, relata a realização de trabalhos em que busca usar aspectos cotidianos como provocadores de discussões.

*Eu tento trazer alguma coisa que eu vejo aí fora para iniciar o conteúdo. Um exemplo: [...] no segundo ano, começamos discutindo alimentos lights ou calóricos. Depois, os estudantes [...] discutem sobre o processo de fabricação dos alimentos e como a química está relacionada [a eles]. Aí começamos a entrar [...] em reações endo e exotérmicas e cálculos* (Professor **A**).

A professora **C** associou o uso da contextualização aos momentos iniciais da aula; a docente **E** assume que não consegue desenvolver a abordagem, mas faz o melhor possível. O uso dos termos *contexto* e *cotidiano* e o reconhecimento de tais abordagens como úteis denota certo alinhamento com o CBC. A professora **B** relata a experiência que mais se aproxima do emprego problematizador das abordagens, defendido por Wartha *et al.* (2013): com o suporte de estudantes do PIBID, ensinou uma das turmas da escola empregando um material que propõe o ensino da química por meio de problemas abertos, de forma investigativa. Apesar da desconfiança que

enfrentou por parte dos colegas, a turma apresentou excelentes resultados.

Os professores também relataram o uso de História da Ciência e da investigação no desenvolvimento dos conteúdos, duas abordagens recomendadas pelo CBC. Todos os docentes afirmam empregar História da Ciência e relataram uma resposta positiva dos estudantes. Sobre o uso da investigação em sala de aula, o professor **A** relata dificuldade em empregá-la, uma vez que há grande densidade conceitual no currículo, que limita o tempo para práticas investigativas.

*Sobre o ensino por investigação, [...] o nosso currículo impede, às vezes, que a gente faça essa abordagem, os alunos também estão acostumados com outro tipo de ensino. Não tem como fazer as coisas de uma hora para a outra. [...] Mas, depois da especialização, sinto que mudei a abordagem* (Professor **A**).

Já a professora **C** relata que ainda não consegue empregar, de forma conceitualmente adequada, práticas investigativas. Menciona também que foi conhecê-las após ter contato com pesquisas da pós-graduação em educação.

*O contato com o termo ‘Ensino por Investigação’ eu fui ter quando comecei a ter contato com uma professora da UFMG. [...] Eu ainda fico confusa com essas siglas, como CTS etc. Eu não uso a contextualização nem o ensino por investigação de forma correta, fui aprender na UFMG [...] Estou estudando mais essas abordagens. Mas o tempo é um limitador* (Professora **C**).

Esses dados apontam que, apesar de discutidas nos cursos de licenciatura, algumas das abordagens propostas pelo CBC podem não ser claras ou acessíveis para os professores. A importância da formação continuada é reafirmada e discussões podem ser levantadas sobre a formação inicial. Outro aspecto importante que a fala do professor **A** revela é que, mesmo com a divisão dos conteúdos em básicos e complementares proposta pelo CBC, alguns docentes ainda percebem a quantidade de conteúdo como um limitante na realização de abordagens de ensino não tradicionais. Nota-se, assim, uma ruptura no processo de materialização do currículo, que pode ter diferentes origens: uma preocupação propedêutica que dificulta a inovação curricular, pressão dos colegas ou da escola para a manutenção da abordagem tradicional, preferência por outras orientações curriculares em detrimento do CBC, dentre outros fatores.

O CBC também recomenda uma abordagem teórica na qual as interações sociais e diversas fontes de informação são valorizadas. Todos os docentes afirmaram valorizar a participação dos estudantes em sala de aula, especialmente a professora **E**,

que a considera essencial para a realização de seu trabalho e educação dos estudantes. A docente **C** apresentou uma visão mais crítica sobre a participação dos estudantes: para ela, a disciplina é um fator crucial para que a participação ocorra de forma adequada. A realização de combinados é uma estratégia para direcionar a participação discente e foi mencionada pela professora **C**.

No que diz respeito às fontes de informação empregadas, os docentes relataram o uso de notícias, da internet, temas trazidos pelos estudantes e até mesmo livros empregados no ensino superior. Os professores **A** e **C** mencionaram, ainda, o uso constante do livro didático; as professoras **B** e **E** relataram tê-lo empregado de forma complementar; **E** chegou a produzir uma apostila própria e, em alguns casos, imprimia-a com recursos próprios. **B** menciona o ponto reflexivo sobre o livro didático:

*Eu gosto de livros diferentes, como os do Mortimer (pesquisador do ensino de química), mas não conseguia que eles fossem adotados pela escola. Então, usava xerox e textos daquilo que gostava, e usava o livro da escola para exercícios (Professora B).*

Surge um aspecto na materialização do currículo: o livro didático. Os professores mencionaram-no como uma ferramenta central para o planejamento das aulas, o que representa um espaço de disputa entre o livro e o currículo oficial. Tal perspectiva torna-se clara na fala do docente **A**, que afirma que, com a experiência, o CBC torna-se um guia secundário, utilizado para introdução dos temas, enquanto o livro é usado como base da organização conceitual. Dentre os critérios levantados para a seleção do livro, os professores citam: a autoria de escritores reconhecidos, a organização dos conteúdos, a linguagem acessível, a adoção por escolas particulares, a abundância de exercícios, o aprofundamento conceitual e o uso de abordagens contextualizadas. Nota-se que o alinhamento com o CBC não é um critério prioritário de escolha, o que pode ser um indicativo de que o documento não exercia influência tão expressiva no trabalho docente.

Outro aspecto a ser considerado é que a escolha do livro depende de outros professores da escola. A docente **E** relata ainda que, por ser uma professora contratada, além de não poder escolher o livro, não contava com a entrega do material didático para todos os estudantes. Tal informação indica que a cultura e recursos escolares impactam na materialização do currículo. Nos casos em que as preferências do professor não são atendidas, cabe a ele buscar estratégias paralelas ao uso do material didático, o que pode ser um desafio.

Por fim, os docentes foram questionados também sobre como é realizada a priorização dos conteúdos abordados. Todos mencionaram que privilegiam os conteúdos essenciais para a compreensão da química, o que denota um alinhamento com a proposta do CBC.

## Impactos diretos do CBC no discurso dos docentes de química

As reflexões a seguir são oriundas do discurso dos professores quando perguntados diretamente sobre o CBC. Todos os docentes afirmaram conhecer o documento: **A**, **C**, **D** e **E** relatam que o tema foi abordado em discussões durante sua formação inicial, enquanto a professora **B** participou da etapa de aperfeiçoamento do CBC, que mencionamos no tópico 3. A opinião dos docentes sobre o documento é apresentada no Quadro 3.

Quadro 3: Opiniões dos docentes entrevistados sobre o CBC

Docente	Motivos
<b>A</b>	Afirmou que a aplicabilidade do documento depende do contexto escolar. Nota que seu uso é pouco impositivo e que, com o ganho da experiência, o CBC é menos consultado.
<b>B</b>	Opinou que considera o documento muito bem feito, já que realiza uma síntese das boas práticas que professores realizam no ensino de química. Afirma que o documento reduz um dos grandes desafios que o ensino de química: a quantidade excessiva dos conteúdos.
<b>C</b>	Considera o documento excessivamente amplo e desconexo da realidade da educação pública. Acredita que o CBC parece ter sido elaborado por pessoas distantes das escolas.
<b>D</b>	Considera que o CBC contribui para guiar o professor, mas não é um limitante do trabalho docente. Pensa que o documento é um avanço para garantir uma abordagem minimamente comum entre as diferentes turmas.
<b>E</b>	Afirmou que o documento direciona e dá respaldo ao seu trabalho. Acredita que o documento é essencial e deve estar no planejamento docente.

Fonte: autoria própria.

A variedade de respostas emitidas pelos professores pode ser associada a preferências pessoais, formação, contexto escolar, dentre outros. Entretanto, uma fala da professora **B** aponta um fator comum que talvez explique porque alguns, como ela, consideram o CBC uma boa proposta curricular, enquanto outros apresentam um menor alinhamento.

*Eu sempre voltava ao CBC e notava que isso não ocorria com os colegas. Acredito que isso pode ter acontecido porque foi algo construído e implementado de cima para baixo. Muitos professores diziam que quem elaborou aquele documento não estava na sala de aula (Professora B).*

A participação docente em larga escala no processo de elaboração de um currículo contribui para a aceitação da proposta e é essencial para sua materialização (Jonnaert *et al.*, 2010). Quando tal dinâmica não for viável, ao menos formações

continuadas periódicas são necessárias. Os docentes **A**, **C**, **D** e **E** não relatam ter recebido, por parte da SEE-MG, qualquer formação. Os momentos de discussão do CBC, relatados por eles, ocorreram durante a graduação e por meio de conversas com colegas. Tal dinâmica se reflete, também, no impacto que o documento apresenta no trabalho docente: **B** relata que este se fazia presente em seu cotidiano, **C** e **D** associam o CBC aos momentos iniciais e finais do ano letivo, **E** utiliza em momentos de planejamento, enquanto **A** admite não o consultar com frequência.

O último tópico da discussão realizada com os professores diz respeito à estrutura do CBC, que se divide em eixos (Materiais, Modelos e Energia) e separa os conteúdos em básicos e complementares. Os professores conhecem os eixos e os consideram úteis para introduzir conteúdos. A respeito da divisão dos conteúdos, **C** considera que mesmo os básicos são muito amplos e não conseguem ser plenamente desenvolvidos. O professor **A** acredita que a ideia trazida pelo CBC de divisão dos conteúdos é interessante, porém, não a utiliza. **E** considera a divisão inicialmente confusa, mas útil, assim como **D**. A professora **B** ratifica a estrutura do documento que ajudou a construir e que empregava as orientações curriculares em sua atividade profissional.

### Fatores internos à escola que influenciam na vivência curricular

Durante a realização do estudo, fatores internos e externos à escola se mostraram relevantes à materialização do CBC. Tais aspectos serão discutidos neste e no próximo tópico.

A função da supervisão escolar, de acordo com a SEE-MG, é “atuar na formação e orientação aos professores, no acompanhamento aos estudantes, na articulação com a comunidade” (Minas Gerais, 2020). É possível, então, que, esse profissional tenha papel relevante no desenrolar das dinâmicas curriculares na escola. Tal informação se comprova nas falas dos professores, que associam os momentos de planejamento de suas aulas a uma ação que deve ser submetida ao crivo da supervisão. Nota-se, então, diferentes experiências vividas pelos docentes que esclarecem como essa dinâmica é diversa. O professor **A** narra que, na escola em que leciona, a supervisão dá a ele e aos colegas certa autonomia na elaboração do planejamento e nas estratégias para a vivência curricular. Para ele, a recomendação de uso do CBC é feita de forma pouco incisiva. Notadamente, o professor **A** também relatou consultar com pouca frequência o documento curricular oficial.

A professora **C** traz uma vivência distinta, uma vez que a supervisão pedagógica da escola exige de forma mais clara a observação do CBC. A docente relata que as supervisoras imprimiam os conteúdos a serem trabalhados em cada um dos anos, para guiar o planejamento docente. Os docentes **D** e **E** relatam relações distanciadas com a supervisão, contexto em que as discussões sobre o CBC tornaram-se escassas. Uma

experiência diversa é relatada pela professora **B**, que iniciou sua carreira em um colégio onde a supervisão discutia os planos de aula, buscando aprimorar o planejamento. Ao começar a lecionar em uma escola estadual, a professora cobrava uma discussão semelhante com as supervisoras. Tal hábito ocasionou uma relação próxima entre as profissionais, e permeou também as dinâmicas curriculares desenvolvidas nas aulas da docente **B**. A professora acredita que um dos papéis da supervisão era fomentar o aprimoramento do fazer docente, embora reconheça que essa não é uma prática comum: “*A gente vê a importância da supervisão sempre estar relembando a gente da metodologia, sabe? É algo que falta, com certeza*”.

Nota-se, assim, como a postura dos supervisores em relação ao currículo e ao trabalho docente é um fator importante na materialização do currículo oficial. A compreensão de como os supervisores participam das discussões curriculares pode ser importante, uma vez que elucida mais sobre como o currículo é vivido nas escolas. No texto do CBC - Química não há uma menção clara a respeito do papel dos supervisores pedagógicos nas dinâmicas de criação e implementação do currículo (Minas Gerais, 2008). Entretanto, de acordo com a professora **B**, é sabido que esses profissionais passaram por capacitações da SEE-MG.

Outro fator relevante da cultura escolar, mencionado pela professora **C**, diz respeito à disciplina. Para ela, nas escolas em que a gestão escolar contribui para manter o bom comportamento dos estudantes, o professor possui mais tempo para desenvolver aulas mais ricas em assuntos e abordagens do currículo. A relação entre os docentes também impacta as vivências curriculares: a realização de atividades conjuntas com colegas, sejam elas interdisciplinares - como sugeridas pelo CBC - ou não, são mais comuns quando os professores apresentam laços de cordialidade. Professoras **B**, **C** e **E** relatam experiências de parceria com professoras amigas que renderam atividades articuladas. São narradas também experiências negativas com colegas: **C** narra a discriminação dos colegas por ser considerada “animada demais”.

Tais dados permitem concluir que a materialização do currículo oficial extrapola o campo de influência do professor: perpassa também diversos aspectos culturais de cada escola. Como bem exprime o professor **A**: “*Dependendo da escola, o CBC fica mais ou menos evidente*”. Para ele, a vivência curricular está associada à carência ou abundância de recursos como laboratórios e material didático, mas vai além: “*tem a ver com variáveis mais complexas.*” Acreditamos que tal frase pode estar relacionada à cultura escolar.

### Fatores externos à escola que influenciam na vivência curricular

Apesar das características singulares de cada escola, algumas falas são semelhantes entre os professores. Um fator mencionado por todos como um gargalo para reflexões e vivências

curriculares mais complexas foi a escassez de tempo. Para o professor **A**, ela se reflete em uma abordagem curricular que se baseia no conhecimento tácito e distante do currículo oficial. A docente **E**, que se formou recentemente, também relata dificuldades de implementar as abordagens que aprendeu na universidade, por falta de tempo.

*Quando eu entrei [...] eu trabalhava 7 dias por semana [...] E mesmo assim, não conseguia dar todas as aulas como eu tinha visto na faculdade. [...] Conversei com um colega e entendi: nem sempre vou conseguir inovar. Mas sempre que chego em casa repenso minha aula [...] (Professora **E**).*

No discurso da professora **B**, o tempo é dificultador da realização de atividades entre os docentes.

*Durante um ano, o estado permitiu que os professores de química da escola se reunissem toda semana para discutir. Era perfeito, tínhamos tempo para fazer as coisas juntos, de fato tínhamos aquele tempo remunerado na escola. Mas depois cortou e a escola não conseguiu mais organizar (Professora **B**).*

A docente **B** também atribui sua capacidade de realizar projetos com os estudantes e promover inovações curriculares à participação de bolsistas do programa do PIBID, uma vez que tinha apoio para fazer diferentes atividades e aprender. Outros colegas que não tiveram o mesmo suporte não conseguiram desenvolver as mesmas tarefas.

A professora **C** traz a questão do tempo de forma ainda mais pungente: a escassez de tempo também dificulta a formação docente. Em contato com projetos da pós-graduação em ensino de química, a professora percebe que existem várias abordagens de ensino que realiza de forma indireta, e que gostaria de conhecer melhor. Mas há pouco tempo para isso. Nesse contexto, a presença de estagiários e projetos de parceria entre escola e universidade parecem suprir, ainda que parcialmente, uma formação docente continuada e uma possibilidade de inovação em um contexto profissional apressado.

Outro aspecto que parece dificultar o desenvolvimento de um currículo mais interdisciplinar é a rotatividade de profissionais. A presença de professores contratados, que deixam a escola após curtos períodos, interrompe processos de inovação curricular, como o realizado pela professora **B** em parceria com uma professora de biologia, em que temas de biologia celular e bioquímica eram trabalhados paralelamente. Após a saída da docente de ciências biológicas, os demais professores não quiseram continuar a experiência, apesar da grande aprovação discente. Tal realidade não é isolada. Dados trazidos pelo Censo Escolar (INEP, 2020) revelam que uma parte considerável da força de trabalho das escolas do estado são de profissionais temporários. Essa realidade denota uma desvalorização dos

profissionais da educação, que também se manifesta na fala dos professores entrevistados. A docente **C** relata que, após 5 anos como servidora e doutora em química, não recebe a mais pelas suas pós-graduações. É em sua fala que notamos o desânimo que assola parte dos professores: “*Com o passar do tempo, os professores se cansam*”.

Outra questão levantada pelos cinco docentes entrevistados é como a comunicação com a SEE-MG se dá: “*As ordens vêm de cima para baixo, não há discussões*”. Com exceção da professora **B**, que participou da discussão do CBC, os demais relatam que nunca foram convidados para discussões sobre o currículo. “*Os informes chegam por meio dos supervisores. Por exemplo, fomos avisados que este ano devemos escolher um livro único de ciências da natureza*”, relata o professor **A**, demonstrando como as políticas curriculares são implementadas. De acordo com a professora **C**, essa forma de comunicação muitas vezes é justificada pelo estado por meio da insatisfação da classe. “*Esta desmotivação é mais uma das ferramentas que o governo usa para jogar qualquer currículo para cima da gente. Os professores engolem as orientações e focam em ganhar o pão*”.

Ao analisar as falas das professoras, nota-se como a participação do professor no processo discursivo do currículo é importante para a vivência do documento oficial. **B**, que auxiliou na construção do CBC, acreditava na qualidade do documento e no impacto positivo que este poderia ter no ensino de química. Participou como uma divulgadora do CBC na escola e dizia aos colegas: “*Isso é o que a gente já faz em sala de aula! Depois que vocês entenderem é tão simples*”. Uma fala muito diferente é expressa por **C**, que teve contato com o documento durante o curso de graduação e, ao se tornar professora do estado, julga-o muito idealizado e extenso: “*Tenho a impressão de que quem escreveu aquele documento nunca pisou em uma sala de aula da escola pública*”.

Dentre os diversos fatores que podem estar envolvidos nesse contraste entre as percepções docentes, podem estar as preferências, a diversidade de formação e dos contextos em que atuam. Porém, nota-se também a valorização profissional: a inclusão/exclusão no processo criativo curricular denota também uma valorização/desvalorização do profissional, o que impacta sua relação com o currículo oficial.

## Considerações finais

A proposta motivadora deste trabalho foi a proposição de um debate, por meio do discurso de professores(as), sobre a construção e materialização de uma política curricular. Além disso, desejava-se contribuir com um relato histórico sobre o CBC - Química. Contudo, notou-se que, além das propostas iniciais, discutimos também a complexa rede de fatores que abrangem a elaboração e a materialização de um currículo oficial. As falas da elaboradora **F** alertaram sobre a necessidade de confluência de gestores públicos preparados, recursos financeiros e interesses políticos para que ocorra a produção de um

currículo que minimamente incluía a rede de ensino e, assim, apresente maior possibilidade de ser materializado. A docente ainda alerta para os desafios que permeiam a materialização após a implementação: a troca de gestores políticos, a cultura da construção de políticas de governo e não de estado, além da necessidade de constantes formações continuadas.

Ao entrevistar professores(as) da educação básica que vivenciaram o CBC, foi possível observar elementos do documento em suas falas. Porém, nota-se que esse alinhamento não parece ser fruto de um vasto conhecimento da política curricular, mas de uma aproximação natural, proveniente do fato de o documento ter sido elaborado por professores e pesquisadores do ensino de química. Reconheceu-se que abordagens presentes no currículo oficial podem não ser claras para os docentes e nem realizadas com rigor teórico no contexto escolar. Tal distanciamento pode ser reduzido quando o professor conta com parcerias com a universidade, como o PIBID, e com o apoio de uma cultura escolar que fomenta a inovação e a cooperação. Foi possível perceber também que, por mais que os profissionais conheçam o CBC, a relação e influência que o documento exerce no trabalho docente não é tão marcante, com exceção da professora **B**. Dentre os fatores que podem justificar a falta de protagonismo do CBC, destaca-se a ausência de medidas para a manutenção da política curricular, que possibilitaria que os docentes refletissem mais sobre o documento e, possivelmente, se identificassem mais com o mesmo, buscando relacioná-lo mais profundamente com o trabalho.

Contudo, a ausência de formações continuadas sobre o CBC relaciona-se a um problema mais profundo: a necessidade de formações docentes que abordem o currículo e as políticas curriculares de forma mais reflexiva, crítica e relacionada ao desenvolvimento da profissionalidade docente. Os estudos de Ribeiro e Zanardi (2016) e Siqueira (2019) que debatemos na introdução demonstram como estas são demandas que a formação inicial de professores ainda pode aprimorar, o que também é respaldado pelo nosso trabalho. O surgimento de novas políticas curriculares oficiais, especialmente se essas não forem propostas e discutidas de forma democrática, parecem agravar o problema. A visão positiva que a professora **B** apresentava sobre o CBC pareceu-nos profundamente ligada com sua participação dialógica na proposição desse currículo.

Notou-se, ainda, que fatores internos e externos à escola impactam a materialização da política. Sobre os primeiros, pode-se notar como a postura dos supervisores em relação ao currículo e ao trabalho docente é um fator importante na materialização do currículo oficial. A compreensão de como os supervisores participam das discussões curriculares pode ser um campo de estudo que elucide mais sobre como o currículo é vivido nas escolas. Além disso, a cultura escolar - que inclui as relações com demais docentes, estudantes e a direção - foi um importante facilitador ou dificultador da vivência do CBC. Em relação aos aspectos externos à escola, percebe-se que a desvalorização dos professores, expressa em uma relação pouco

dialógica com a SEE-MG, no grande índice de profissionais contratados e na escassez de tempo para reflexão e formação profissionais, foram dificultadores da vivência do CBC. Acreditamos que a deficiência de formações docentes iniciais e continuadas mais críticas sobre o currículo e a construção de políticas curriculares pouco dialogadas com a rede de ensino também são fatores externos a serem considerados.

É importante considerar as limitações de nosso estudo, uma vez que foi possível entrevistar seis professores, o que é pouco, considerando a variedade de contextos educacionais e culturais no estado de Minas Gerais. Sugerimos que estudos futuros podem abordar essa questão mais amplamente por meio de questionários, que possibilitam a participação de mais profissionais da educação. Contudo, por meio dos dados que produzimos, torna-se claro que as relações entre professores e currículo estão relacionadas a dinâmicas intrínsecas do contexto educacional do estado. O reconhecimento desse cenário complexo é essencial para que políticas curriculares passadas e presentes sejam compreendidas e que futuras políticas sejam adequadamente desenvolvidas. Especialmente no momento atual, no qual inicia-se a implementação do currículo de referência do estado de Minas Gerais baseado na BNCC, tais conclusões apresentam singular relevância. Afinal, o CBC foi um currículo oficial produzido em um contexto político de valorização da participação da rede de ensino e de universidades e que, mesmo assim, apresentou desafios de implementação: apesar das medidas iniciais de materialização, o CBC foi paulatinamente perdendo espaço no cotidiano escolar e no discurso docente. O que poderá ocorrer, então, com a nova política curricular do estado de Minas Gerais, cujo desenvolvimento e divulgação não são amplamente claros nem inclusivos à rede de ensino e aos pesquisadores da área?

Claramente, apenas estudos futuros poderão responder essa questão. Contudo, em um contexto de mudança nos discursos hegemônicos, algo parece se manter: a importância da busca docente por soluções singulares para cada contexto de ensino, seja em sala de aula, no trato com estudantes, no planejamento das atividades, na análise de materiais e currículos. É por meio dessa busca que se pode encontrar pequenos espaços de resistência e construir de uma educação comprometida com a valorização do ser humano.

## Referências

- ALVES, J. Q.; SILVA, F. A. e ANDRADE, J. J. Propostas curriculares e práticas docentes: o que pensam/dizem os professores? *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 16, n. 1, p. 149-165, 2016.
- ALKAHTANI, A. Curriculum change management and workload. *Improving Schools*, v. 20, n. 3, p. 1-13, 2017.
- ANPED. Grupo de Trabalho 12 (Currículo). Disponível em: <https://anped.org.br/grupos-de-trabalho/gt12-curr%C3%ADculo>, acesso em jan. 2021.

- ARROYO, M. G. *Currículo: território em disputa*. Petrópolis: Vozes, 2011.
- BONI, V. e QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. *Em Tese*, v. 2, n. 1, p. 68-80, 2005.
- BRANDÃO, C. A. *O que é Educação?* São Paulo: Brasiliense, 1981.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais* (5ª a 8ª séries). 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/busca-geral/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12657-parametros-curriculares-nacionais-5o-a-8o-series>, acesso em jun. 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)*. 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/busca-geral/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211>, acesso em dez. 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM*, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=13558>, acesso em dez. 2020.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. *Resolução CNE/CP n. 02/2015, de 1º de julho de 2015*. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/escola-de-gestores-da-educacao-basica/323-secretarias-112877938/orgaos-vinculados-82187207/21028-resolucoes-do-conselho-pleno-2015>, acesso em jan. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro, 2019*. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/pet/323-secretarias-112877938/orgaos-vinculados-82187207/12861-formacao-superior-para-a-docencia-na-educacao-basica>, acesso em mar. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Resolução CNE/CP nº 1, de 27 de outubro, 2020*. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/pet/323-secretarias-112877938/orgaos-vinculados-82187207/12861-formacao-superior-para-a-docencia-na-educacao-basica>, acesso em mar. 2021.
- BURT, M. B. e BOESDORFER, S. B. The implementation of reform-based standards in high school chemistry classrooms influenced by science teaching orientations. *Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, v. 25, n. 1, p. 72-93, 2021.
- DOURADO, L. F. Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial e continuada dos profissionais do magistério da educação básica: concepções e desafios. *Educação e Sociedade*, v. 36, n. 131, p. 299-324, 2015.
- GALIAN, C. V. A. Os PCN e a elaboração de propostas curriculares no Brasil. *Cadernos de Pesquisa*, v. 44, n. 153, p. 649-669, 2014.
- GODOI, M. e BORGES, C. A percepção dos professores sobre o currículo de Educação Física e a formação continuada em Cuiabá-MT, Brasil. *Currículo sem fronteiras*, v. 19, n. 1, p. 379-395, 2019.
- GOODSON, I. V. *Currículo: teoria e história*. 6ª ed. Petrópolis: Vozes, 2003.
- GORZONI, S. P. e DAVIS, C. Conceito de profissionalidade docente nos estudos mais recentes. *Cadernos de Pesquisa*, v. 47, n. 166, p. 1396-1413, 2017.
- GÜNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, v. 22, n. 2, p. 201-210, 2006.
- HUBERMAN, M. O ciclo de vida profissional dos professores. In: NÓVOA, A. (Org.). *Vidas de professores*. 2ª ed. Porto: Porto, 2000.
- INEP. *Resumo Técnico do estado de Minas Gerais - Censo da Educação Básica - 2019, 2020*. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar/resultados>, acesso em fev. 2021.
- JENKINS, G. Teacher agency: the effects of active and passive responses to curriculum change. *Australian Educational Researcher*, v. 47, n. 1, p. 1-15, 2019.
- JONNAERT, P.; ETTAYEBI, M. e DEFISE, R. *Currículo e competências*. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em perspectiva*, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.
- LAKATOS, E. M. e MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- LOPES, A. C. Discursos curriculares na disciplina escolar Química. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 2, p. 263-278, 2005.
- LOPES, A. C. e MACEDO, E. *Teorias do Currículo*. São Paulo: Cortez, 2011.
- MACEDO, E. F. e LOPES, A. C. A estabilidade do currículo disciplinar: o caso das ciências. In: LOPES, A. C.; MACEDO, E. (Org.). *Disciplinas e integração curricular: história e políticas*. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.
- MARCONDES, M. I.; FREUND, C. S. e SILVA, L. F. Coordenação pedagógica: instância de mediação das políticas curriculares. *e-Curriculum*, v. 15, n. 4, p. 1018-1049, 2017.
- MARRA, N. N. S. *Reflexões sobre o currículo, políticas públicas e o ensino de ciências: a centralidade do trabalho e da formação docente*. In: Anais do 21º. Encontro Nacional de Ensino de Química. Anais... Uberlândia (MG), Universidade Federal de Uberlândia, 2023.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Educação. *Currículo Básico Comum (Química)*, 2008. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/cbc>, acesso em dez. 2020.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Educação. *Fortalecimento da Supervisão Pedagógica*, 2020. Disponível em: <https://escoladeformacao.educacao.mg.gov.br/index.php/especialistas>, acesso em fev. 2020.
- MIRANDA, E. e VILANOVA, R. Redes nacionais de influência em políticas educacionais. *Currículo sem Fronteiras*, v. 20, n. 3, p. 1076-1109, 2020.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. e ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.
- MOREIRA, A. F. B. Currículo, cultura e formação de professores. *Educar*, n. 17, p. 39-52, 2001.
- OLIVEIRA, D. A. Políticas itinerantes de educação e a reestruturação da profissão docente: o papel das cúpulas da OCDE e sua recepção no contexto brasileiro. *Currículo sem Fronteiras*, v. 20, n. 1, p. 85-107, 2020.
- PENUEL, W.; FISHMAN, B. J.; GALLAGHER, L. P.; KORBAC, C. e LOPEZ-PRADO, B. Is alignment enough? Investigating the effects of state policies and professional development on science curriculum implementation. *Science Education*, v. 93, n. 4, p. 656-677, 2009.

- PEREIRA, F. L. *PCNS-ARTE: questões de Governo e gerenciamento na fabricação da docência em artes*. Dissertação de Mestrado em Educação, Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2008.
- PINHEIRO, R. S. G. e NASCIMENTO, M. T. Análise do currículo referência de Química de uma rede estadual de Educação. *Ciência e Educação*, v. 24, n. 3, p. 659-675, 2018.
- RIBEIRO, M. P. e ZANARDI, T. A. C. O Tecnicismo na teoria curricular: percepções de um grupo focal de um curso de Pedagogia. *Espaço do currículo*, v. 9, n. 1, p. 121-133, 2016.
- RICCI, E. C. e SANTIAGO, R. A. As políticas públicas de descentralização da educação e sua influência na estrutura curricular do ensino de ciências em uma escola do interior de São Paulo. *REnCiMa*, v. 7, n. 3, p. 102-114, 2016.
- ROHMATULLOH, A.; PRASETYO, Z. K. e PAMBUDI, H. A. Implementation of the 2013 Curriculum for Science Learning. *Mimbar Sekolah Dasar*, v. 6, n. 1, p. 105-115, 2019.
- ROLDÃO, M. C. e ALMEIDA, S. *Gestão curricular: para a autonomia de escolas e professores*. Lisboa: D.E.G., 2018. Disponível em: [http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/AFC/livro\\_gestao\\_curricular.pdf](http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/AFC/livro_gestao_curricular.pdf), acesso em jun. 2020.
- ROSA, S. Políticas regulatórias, subjetividade e os entraves à democracia na escola pública brasileira: contribuições à pesquisa curricular. *Currículo sem Fronteiras*, v. 19, n. 3, p. 844-867, 2019.
- ROSSI, F. e HUNGER, D. As etapas da carreira docente e o processo de formação continuada de professores de Educação Física. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, v. 26, n. 2, p. 323-338, 2012.
- SAVIANI, D. *Escola e Democracia*. 32ª ed. Campinas: Autores Associados, 1999.
- SAVIANI, D. *Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações*. 11ª ed. Campinas: Autores Associados, 2011.
- SILVA, M. A. História do currículo e currículo como construção histórico-cultural. In: VI Congresso Luso-Brasileiro de História da Educação, 2006, Uberlândia (MG). Anais... Disponível em: [http://titosena.faed.udesc.br/Arquivos/Artigos\\_textos\\_historia/Curriculo.pdf](http://titosena.faed.udesc.br/Arquivos/Artigos_textos_historia/Curriculo.pdf), acesso em nov. 2020.
- SIQUEIRA, R. M. *Currículo e Políticas Curriculares para o Ensino Médio e para a disciplina Química no Brasil: uma análise na perspectiva histórico-crítica*. 2019. Tese de Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2019.
- SULLANMAA, J.; PYHÄLTÖ, K.; SOINI, T. e PIETARINEN, J. Trajectories of teachers' perceived curriculum coherence in the context of Finnish core curriculum reform. *Curriculum and Teaching*, v. 34, n. 2, p. 27-49, 2019.
- SZYMANSKI, H. Entrevista reflexiva: um olhar psicológico para entrevista em pesquisa. *Revista Psicologia da Educação*, n. 10, p. 193-215, 2000.
- VASCONCELOS, C.; TORRES, J.; MOUTINHO, S.; MARTINS, I. e COSTA, N. Uncovering Portuguese teachers' difficulties in implementing sciences curriculum. *Cogent Education*, v. 2, n. 1, 2015.
- VELLOSO, L. e GRANJA, T. Práticas docentes e políticas curriculares: implicações no currículo em diferentes contextos escolares. *Currículo sem Fronteiras*, v. 16, n. 2, p. 208-224, 2016.
- VENTURA, P. C. S. Por uma pedagogia de projetos: uma síntese introdutória. *Educação e Tecnologia*, v. 7, n. 1, p. 36-41, 2002.
- WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. e BERJAO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

### Preparação dos Manuscritos

Os trabalhos deverão ser digitados em página A4, espaço duplo, tipo Times Roman, margens 2,5, devendo ter no máximo o número de páginas especificado para a seção da revista à qual são submetidos. Na primeira página deverá conter o título do trabalho e um resumo do artigo com, no máximo, 1000 caracteres (espaços inclusos) e a indicação de três palavras-chave, seguidos de suas traduções para a linha inglesa, incluindo o título.

Não deve haver indicação dos autores no documento com o manuscrito e nenhum dado ou marcas em qualquer parte do texto que conduzam à sua identificação, durante a avaliação como, por exemplo: nome e filiação institucional; nomes de projetos e coordenadores de projetos (quando não são indispensáveis); referências e citações (utilizar “Autor1, ano”, “Autor2, ano”... para manter o anonimato); local, título ou local de defesa de mestrado ou doutorado; agradecimentos etc. Os autores devem eliminar auto-referências. As informações dos autores devem estar descritas na carta de apresentação aos editores, e esta deverá conter o título do trabalho, o(s) nome(s) do(s) autor(es), sua(s) formação(ões) acadêmica(s), a instituição em que trabalha(m) e o endereço completo, incluindo o eletrônico. Verifique as propriedades do documento para retirar quaisquer informações.

As referências citadas devem ser relacionadas ao final do texto, segundo exemplos abaixo:

- **Para livros** referência completa (citação no texto entre parênteses):

AMBROGI, A.; LISBÔA, J. C. e VERSOLATO, E. F. *Unidades modulares de química*. São Paulo: Gráfica Editora Hamburg, 1987. - (Ambrogi *et al.*, 1987).

KOTZ, J. C. e TREICHEL Jr., P. *Química e reações químicas*, vol. 1 Trad. J. R. P. Bonapace. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. - (Kotz e Treichel Jr., 2002).

- **Para periódicos** referência completa (citação no texto entre parênteses):

TOMA, H. E. A nanotecnologia das moléculas. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 3-9, 2005. - (Toma, 2005).

ROSINI, F.; NASCENTES, C. C. E NÓBREGA, J. A. Experimentos didáticos envolvendo radiação microondas. *Química Nova*, v. 26, p. 1012-1015, 2004. - (Rosini *et al.*, 2004).

- **Para páginas internet** referência completa (citação no texto entre parênteses):

<http://qnesc.sbq.org.br>, acessada em Março 2008. – (Revista Química Nova na Escola, 2008).

Para outros exemplos, consulte-se número recente da revista. Os autores devem, sempre que possível, sugerir outras leituras ou acessos a informações e reflexões a respeito dos temas abordados no texto, para serem incluídos em “Para Saber Mais”.

As legendas das figuras devem ser colocadas em página à parte, ao final, separadas das figuras. A seguir devem ser

colocadas as figuras, os gráficos, as tabelas e os quadros. No texto, apenas deve ser indicado o ponto de inserção de cada um(a).

Os autores devem procurar seguir, no possível, as normas recomendadas pela IUPAC, inclusive o Sistema Internacional de Unidades.

### Política Editorial da QNEsc para Preprints

#### 1) Aceitação de Preprints

A QNEsc aceita a submissão de manuscritos previamente depositados em servidores de *preprints*.

#### 2) Publicação Prévia ou Simultânea

É permitida a submissão de trabalhos já publicados ou simultaneamente publicados em plataformas de *preprints*.

#### 3) Versões Revisadas durante Avaliação

Não é autorizada a postagem de versões revisadas do manuscrito em servidores de *preprints* durante o processo de avaliação por pares.

#### 4) Informação Obrigatória na Submissão

O uso de repositório de *preprint* deve ser informado na *Cover Letter*.

É obrigatório incluir o **link** e o **DOI** do preprint.

#### 5) Citação do Preprint

O DOI (e link) do *preprint* deve constar na lista de **referências bibliográficas** do manuscrito submetido à QNEsc.

#### 6) Atualização após Aceite

Em caso de aceitação do artigo pela QNEsc, o *preprint* deve ser atualizado com o **link para a versão final publicada**.

#### 7) Responsabilidade dos Autores

Os autores devem verificar se a **licença escolhida** no servidor de *preprint* é compatível com a política de *copyright* da QNEsc.

#### 8) Consistência de Autoria

A QNEsc alerta que, para determinados tipos de licença de *preprint*, é obrigatório que a **autoria** seja a mesma tanto no repositório quanto no artigo publicado.

### Condições para Submissão dos Artigos

- 1) Os manuscritos submetidos não devem estar sendo analisados por outros periódicos.
- 2) Os autores são responsáveis pela veracidade das informações prestadas e responsáveis sobre o conteúdo dos artigos.
- 3) Os autores devem seguir as recomendações das Normas de Ética e Más Condutas constantes na página da revista <http://qnesc.sbq.org.br/pagina.php?idPagina=17>.
- 4) Os autores declaram que no caso de resultados de pesquisas relacionadas a seres humanos eles possuem parecer de aprovação de um Comitê de Ética em pesquisa.
- 5) No caso de envio de imagens, os autores devem enviar cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

assinado pelo(s) sujeito(s) (ou seus responsáveis), autorizando o uso da imagem.

- 6) Os autores declaram a inexistência de conflito de interesses na submissão do manuscrito.
- 7) É responsabilidade dos autores garantirem que não haja elementos capazes de identificá-los em qualquer parte do texto.

### **Submissão dos Artigos**

Química Nova na Escola oferece aos autores a submissão on line, que pode ser acessada por meio do registro de Login e Senha. É possível registrar-se em nossa página na internet (<http://qnesc.sbq.org.br>) usando a opção Novo Usuário. Usuários das plataformas do JBCS e QN já estão cadastrados na base, devendo utilizar o mesmo Login e Senha. Após estar cadastrado no sistema, o autor pode facilmente seguir as instruções fornecidas na tela. Será solicitada a submissão de um único arquivo do manuscrito completo, em formato PDF. Está disponível uma ferramenta para gerar o arquivo .pdf, a partir de arquivo .doc ou .rtf, com envio automático para o endereço eletrônico do autor. Tão logo seja completada a submissão, o sistema informará automaticamente, por correio eletrônico, o código temporário de referência do manuscrito, até que este seja verificado pela editoria. Então será enviada mensagem com o número de referência do trabalho.

Se a mensagem com código temporário de submissão não for recebida, por algum motivo, a submissão não foi completada e o autor terá prazo máximo de 5 (cinco) dias para completá-la. Depois desse prazo, o sistema não permite o envio, devendo ser feita nova submissão.

O autor poderá acompanhar, diretamente pelo sistema, a situação de seu manuscrito.

Ao fazer a submissão, solicita-se uma carta de apresentação, indicando a seção na qual o artigo se enquadra, que deverá ser digitada no local indicado, sendo obrigatória a apresentação dos endereços eletrônicos de todos os autores.

### **Manuscritos revisados**

Manuscritos enviados aos autores para revisão devem retornar à Editoria dentro do prazo de 30 dias ou serão considerados como retirados.

A editoria de Química Nova na Escola reserva-se o direito de efetuar, quando necessário, pequenas alterações nos manuscritos aceitos, de modo a adequá-los às normas da revista e da IUPAC, bem como tornar o estilo mais claro - respeitando, naturalmente, o conteúdo do trabalho. Sempre que possível, provas são enviadas aos autores, antes da publicação final do artigo.

Todos os textos submetidos são avaliados no processo de duplo-cego por ao menos dois assessores. Os Editores se reservam o direito de julgar e decidir sobre argumentos divergentes durante o processo editorial.

### **Química Nova na Escola (Impresso)**

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (impresso), artigos originais (em Português) que focalizem a área de ensino de Química nos níveis fundamental, médio ou superior, bem como artigos de História da Química, de pesquisa em ensino e de atualização científica que possam contribuir para o aprimoramento do trabalho docente e para o aprofundamento das discussões da área.

### **Química Nova na Escola (On-line)**

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (on-line), além dos artigos com o perfil da revista impressa, artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) em Português, Espanhol ou Inglês que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Estes artigos deverão atender aos critérios da seção “Cadernos de Pesquisa”.

Os artigos são aceitos para publicação nas seguintes seções:

#### **● QUÍMICA E SOCIEDADE**

Responsável: Roberto Ribeiro da Silva (UnB)

Aspectos importantes da interface química/sociedade, procurando analisar as maneiras como o conhecimento químico pode ser usado - bem como as limitações de seu uso - na solução de problemas sociais, visando a uma educação para a cidadania. Deve-se abordar os principais aspectos químicos relacionados à temática e evidenciar as principais dificuldades e alternativas para o seu ensino.

Limite de páginas: 20

#### **● EDUCAÇÃO EM QUÍMICA E MULTIMÍDIA**

Responsável: Bruno Silva Leite (UFRPE)

Visa a aproximar o leitor das aplicações das tecnologias da informação e comunicação no contexto do ensino-aprendizado de Química, publicando resenhas de produtos e artigos/notas teóricos e técnicos. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Limite de páginas: 15

#### **● ESPAÇO ABERTO**

Responsável: Luciana Massi (Unesp)

Divulgação de temas que igualmente se situam dentro da área de interesse dos educadores em Química, de forma a incorporar a diversidade temática existente hoje na pesquisa e na prática pedagógica da área de ensino de Química, bem como desenvolver a interface com a pesquisa educacional mais geral. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Limite de páginas: 20

### ● **CONCEITOS CIENTÍFICOS EM DESTAQUE**

Responsável: Marcia Borin da Cunha (UNIOESTE)

Discussão de conceitos básicos da Química, procurando evidenciar sua relação com a estrutura conceitual da Ciência, seu desenvolvimento histórico e/ou as principais dificuldades e alternativas para o ensino.

Limite de páginas: 20

### ● **HISTÓRIA DA QUÍMICA**

Responsável: Paulo Porto (USP)

Esta seção contempla a História da Química como parte da História da Ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído. Deve-se apresentar dados históricos, preferencialmente, de fontes primárias e explicitar o contexto sociocultural do processo de construção histórica.

Limite de páginas: 15

### ● **ATUALIDADES EM QUÍMICA**

Responsável: Edvaldo Sabadini (Unicamp)

Procura apresentar assuntos que mostrem como a Química é uma ciência viva, seja com relação a novas descobertas, seja no que diz respeito à sempre necessária redefinição de conceitos. Deve-se explicitar contribuições para o ensino da Química.

Limite de páginas: 15

### ● **RELATOS DE SALA DE AULA**

Responsável: Nyuara Araújo da Silva Mesquita (UFG)

Divulgação das experiências dos professores de Química, com o propósito de socializá-las junto à comunidade que faz educação por meio da Química, bem como refletir sobre elas. Deve-se explicitar contribuições da experiência vivenciada e indicadores dos resultados obtidos.

Limite de páginas: 20

### ● **ENSINO DE QUÍMICA EM FOCO**

Responsável: Rafael Cava Mori (UFABC)

Investigações sobre problemas no ensino da Química, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

### ● **O ALUNO EM FOCO**

Responsável: Edênia Maria Ribeiro do Amaral (UFRPE)

Divulgação dos resultados das pesquisas sobre concepções de alunos e alunas, sugerindo formas de lidar com elas no

processo ensino-aprendizagem, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

### ● **EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA**

Responsável: Mara Elisa Fortes Braibante (UFMS)

Divulgação de experimentos que contribuam para o tratamento de conceitos químicos no Ensino Médio e Fundamental e que utilizem materiais de fácil aquisição, permitindo sua realização em qualquer das diversas condições das escolas brasileiras. Deve-se explicitar contribuições do experimento para a aprendizagem de conceitos químicos e apresentar recomendações de segurança e de redução na produção de resíduos, sempre que for recomendável.

Limite de páginas: 10

### ● **CADERNOS DE PESQUISA**

Responsável: Ana Luiza de Quadros (UFMG)

Esta seção é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Os artigos empíricos deverão conter revisão consistente de literatura nacional e internacional, explicitação clara e contextualização das questões de pesquisa, detalhamento e discussão dos procedimentos metodológicos, apresentação de resultados e com conclusões que explicitem contribuições, implicações e limitações para área de pesquisa em Ensino de Química. Os artigos de revisão deverão introduzir novidades em um campo de conhecimento específico de pesquisa em Ensino de Química, em um período de tempo não inferior a dez anos, abrangendo os principais periódicos nacionais e internacionais e apresentando profundidade na análise crítica da literatura, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Os artigos teóricos deverão envolver referenciais ainda não amplamente difundidos na área e trazer conclusões e implicações para a pesquisa e a prática educativa no campo do Ensino de Química, apresentando profundidade teórica, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Para esta seção, o resumo do artigo deverá conter de 1000 a 2000 caracteres (espaços inclusos), explicitando com clareza o objetivo do trabalho e informações sobre os tópicos requeridos para o tipo de artigo. Poderão ser indicadas até seis palavras-chaves.

Limite de páginas: 30 a 40.