química nova NA ESCOLA

Volume 47 • Nº 1 • fevereiro 2025

química nova NA ESCOLA

ISSN 0104-8899 - ISSN (on-line) 2175-2699

FEVEREIRO 2025
Vol. 47, Nº 1

EDITORES

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

CONSELHO EDITORIAL

Alice Ribeiro Casimiro Lopes (FE-UERJ - Rio de Janeiro, RJ - Brasil)
António 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 - Ijui, RS - Brasil)
Marcelo Giordan (FE-USP - São Paulo, SP - Brasil)
Otávio Aloísio Maldaner (UNIJUÍ - Ijui, 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 *Unibibliweb*

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 fotocopiagem, 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. Consequentemente, a SBQ, o Conselho Editorial, os Editores e respectivos funcionários, diretores e agentes isentam-se, totalmente, de qualquer responsabilidade pelas consequências 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

diagramação/capa
Hermano Serviços de Editoração

Sumário/Contents

Espaço Aberto / Issues/Trends

5 O desenvolvimento profissional docente em Química no contexto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
Professional development of teachers in Chemistry in the context of the Institutional Teaching Initiation Grant Program
Carolina dos Santos Fernandes e Carlos Alberto Marques

História da Química / History of Chemistry

14 A expansão industrial química europeia: os processos Leblanc e Solvay
The European chemical industrial expansion: the Leblanc and Solvay processes
Ivo Bernardi de Freitas e Gildo Girotto Júnior

Relatos de Sala de Aula / Chemistry in the Classroom

20 *#Nanoteam*: o ensino da nanociência por meio do método Jigsaw e da Atividade Experimental Problematizada (AEP)
#Nanoteam: teaching nanoscience through the Jigsaw method and Problematized Experimental Activity (PEA)
Carol de Souza Berger, Bruna Marine Damm, Paulo Rogerio Garcez de Moura e André Romero da Silva

29 Fotografia como eixo integrador de Arte, Química e Física: desenvolvimento e contribuições do projeto "Ciência da Fotografia" na construção do protagonismo e conhecimento científico em estudantes do ensino médio
Photography as an integrating axis of Art, Chemistry and Physics: development and contributions of "Photography Science" project in the protagonism and scientific knowledge construction of high school students
Majorie Mara Malacarne, Barbara Queiroz Guimarães, Luma Barbosa Magnago e Itamar Ferreira da Costa

Experimentação no Ensino de Química / Practical Chemistry Experiments

38 Reflexões de práticas docentes no contexto do estágio supervisionado envolvendo ensino de funções orgânicas oxigenadas
Reflections on teaching practices in the context of supervised internship involving teaching of oxygenated organic functions
Mara Célia Rodrigues da Costa, Márcia Tallia de Lima Santiago, Damião Sampaio de Sousa, Márcia Jean de Amorim Batista, Zilvanir Fernandes de Queiroz e Francisco Ranulfo Freitas Martins Júnior

50 Avaliação da metodologia *Peer Instruction* no aprendizado de termodinâmica na graduação em Química
Evaluation of the Peer Instruction methodology in thermodynamics learning in a chemistry undergraduate program
Geraldo Novaes Tessaro, Antoni Guilherme Souza Silva, Roberto Pereira Santos e Denise Rocco de Sena

Cadernos de Pesquisa / Research Letters

61 Uma revisão bibliográfica sobre a Divulgação Científica em eventos da área de Ensino de Química
A bibliographical review on Scientific Dissemination at events in the area of Chemistry Teaching
Bruna Gabriele Eichholz Vieira, Roger Bruno de Mendonça, Bruno dos Santos Pastoriza, Alessandro Cury Soares

75 A Etnoquímica na produção de cerâmica tradicional: interseções entre Saberes Ancestrais e a Química Moderna
Ethnochemistry in traditional ceramic production: intersections between Ancestral Knowledge and Modern Chemistry
Samuel Antonio Silva do Rosario

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160447

Precisa-se de professores de Química

Recente artigo[1] aponta para o problema da falta de professores de Química... na Europa. Pesquisa da *Royal Society of Chemistry*, do Reino Unido, revelou que 30% das escolas públicas de Ensino Médio daquele país não têm professores de Química em número suficiente. Uma das causas para a insuficiência de professores são as perspectivas salariais: embora o salário inicial seja competitivo, em apenas cinco anos os profissionais atingem o teto de ganhos – o que os leva a buscarem alternativas no mercado de trabalho. Outras razões para a evasão de professores da carreira no Reino Unido são a carga de trabalho, estresse, ansiedade, exaustão e o sentimento de não serem valorizados. Associado a esses problemas está o insuficiente financiamento das escolas, que as leva a colocar mais alunos em cada sala de aula. Mas os problemas não estão restritos ao Reino Unido: na Suécia, menos de 11% dos professores acreditam que sua profissão é valorizada pela sociedade, e a docência é considerada pouco atrativa pelos jovens em função de elevada carga de trabalho e salários relativamente baixos. Na Alemanha, a situação é um pouco melhor porque os professores têm estabilidade no emprego (semelhante ao que seria um professor concursado no Brasil), mas ainda assim existem dados preocupantes que projetam a falta de professores de Química já em 2030, sendo uma das causas o envelhecimento do corpo docente. Na Áustria e no Reino Unido, uma das "soluções" encontradas para o problema tem sido atribuir aulas de Química para professores formados em outras disciplinas – até mesmo História ou língua nacional –, muitas vezes sem que lhes seja dada a necessária formação complementar. As consequências não são difíceis de imaginar: sem o devido conhecimento da disciplina, os professores não conseguem despertar o interesse dos estudantes pela Química. Tudo isso foi observado na Europa, mas quem se dedica ao ensino de Química no Brasil deve concordar que esses problemas são comuns também a nosso país.

A escassez de professores gera um círculo vicioso: menos aulas de Química gera menor interesse dos estudantes, que não verão a Química e seu magistério como opções profissionais – resultando em menor número de professores de Química no futuro. As implicações vão além, considerando-se o papel central do conhecimento químico em quaisquer cursos superiores que envolvem transformações de materiais e fenômenos biológicos, incluindo as engenharias e a área da saúde. A ausência da Química na Educação Básica requer que os cursos superiores sejam repensados para supri-la.

Claro que a pequena atratividade da profissão docente no Brasil afeta todas as disciplinas, e não somente a Química. Tendo isso em vista, o Governo Federal anunciou em janeiro o programa "Mais Professores para o Brasil", que inclui diversas medidas, entre as quais o chamado "Pé-de-meia Licenciaturas" – que vai oferecer bolsas para estudantes de Licenciaturas. Embora qualquer iniciativa que contribua para a permanência estudantil nos cursos universitários seja bem-vinda, dificilmente isso terá o impacto desejado, pois não atinge os problemas estruturais. Sem concursos públicos regulares e planos de carreira atraentes nas redes estaduais e municipais (sendo que algumas sequer pagam o piso salarial atualmente), sem condições adequadas de trabalho e de formação continuada, dificilmente os professores recém-formados permanecerão por muito tempo no magistério. Porém, mudanças estruturais requerem que a população brasileira compreenda a natureza dos problemas.

Cumprindo com sua finalidade, este número de *Química Nova na Escola* traz, mais uma vez, suas contribuições para a educação química. Se algumas políticas públicas parecem estar mal orientadas, diversos trabalhos publicados em QNEsc ao longo do tempo têm mostrado que o PIBID, por outro lado, cumpre o seu papel. Neste número, reflexões sobre esse bem sucedido programa são apresentadas no artigo "O desenvolvimento profissional docente em Química no contexto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência". Diferentes metodologias inovadoras para o ensino de Química estão presentes em outros artigos, como o leitor poderá ver em "*#Nanoteam*: o ensino da nanociência por meio do método *Jigsaw* e da Atividade Experimental Problematizada (AEP)". Um relato inspirador sobre atividades interdisciplinares é oferecido no artigo intitulado "Fotografia como eixo integrador de Arte, Química e Física: desenvolvimento e contribuições do projeto 'Ciência da Fotografia' na construção do protagonismo e conhecimento científico em estudantes do ensino médio". O ensino de um conteúdo muitas vezes desafiador para os estudantes pode se beneficiar da abordagem descrita em "Avaliação

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons

da metodologia *peer instruction* no aprendizado de termodinâmica na graduação em Química". Também o ensino de conteúdos de Química Orgânica recebe uma contribuição, na forma do artigo "Reflexões de práticas docentes no contexto do estágio supervisionado envolvendo ensino de funções orgânicas oxigenadas". A contextualização do ensino por meio da História da Ciência igualmente está presente neste número, que traz o caso intitulado "A expansão industrial química europeia: os processos Leblanc e Solvay". Na seção Cadernos de Pesquisa temos dois artigos, aprofundando duas temáticas de relevo na atualidade – a divulgação científica e a etnoquímica – respectivamente nos artigos "Uma revisão bibliográfica sobre a divulgação científica em eventos da área de Ensino de Química" e "A Etnoquímica na produção de cerâmica tradicional: interseções entre Saberes Ancestrais e a Química Moderna".

Após o grande sucesso do número especial sobre Ludicidade no Ensino de Química, esperamos que a leitura desta edição também seja muito proveitosa para toda a comunidade de educadores em Química!

Paulo Alves Porto
Instituto de Química,
Universidade de São Paulo (USP)
São Paulo-SP, Brasil
Salete Linhares Queiroz
Instituto de Química de São Carlos,
Universidade de São Paulo (USP)
São Carlos-SP, Brasil

Editores de QNEsc

Referência

1. Zainzinger, V. Is Europe running out of Chemistry teachers? *ACS Central Science*, article asap, 2025. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acscentsci.5c00038, acesso em jan. 2025.

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160387

O desenvolvimento profissional docente em Química no contexto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

Carolina dos Santos Fernandes e Carlos Alberto Marques

O trabalho tem como foco discutir a importância de políticas públicas de formação docente, em especial o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) no desenvolvimento profissional docente, tomando como referência dois depoimentos de sujeitos que estiveram à frente do processo de gênese e desenvolvimento do PIBID. Ao lançarmos um olhar para o PIBID no atual contexto de implementação de novas políticas públicas, como a Reforma do Ensino Médio e a Base Nacional Comum da Formação de Professores/as, advoga-se para o fortalecimento do programa dadas as suas potencialidades distintivas à formação docente e sua contribuição para o fortalecimento de políticas públicas educacionais nacionais que problematizem à docência. O PIBID também tem repercutido positivamente na formação docente em Química e na ampliação de produções acadêmicas derivadas das experiências em parceria entre Universidade e Escola.

▶ desenvolvimento profissional docente, PIBID, ensino de Química ◀

Recebido em 23/04/2024; aceito em 06/09/2024

Considerações iniciais

Política pública "deve ser identificada em todas as esferas que envolvam questão social como educação, saúde, habitação, agricultura, transporte, enfim, todas as áreas que definem uma sociedade" (Reis *et al.*, 2020, p. 35). No campo das políticas públicas, encontram-se as políticas educacionais, entendidas como: "conjunto de políticas públicas sociais, expressão da ação (ou não-ação) social do Estado e que têm como principal referente a máquina governamental no movimento de regulação do setor de educação" (Brasil, 2006, p. 165).

No contexto brasileiro, Reis *et al.* (2020, p. 36) alertam a respeito das descontinuidades de políticas educacionais "sempre à mercê das disposições dos grupos políticos, configurando um movimento muito caro para nós brasileiros". Nesta rota, Ball (2004) ressalta que a educação é vista como "comércio internacional", "oportunidade de negócios". Ou seja, a educação é um campo de disputa e interesses da implementação de um projeto de sociedade, por esta razão as continuidades e descontinuidades evidenciadas nos últimos tempos.

O debate sobre o papel de políticas educacionais ainda constitui um campo que merece aprofundamento nos cursos de formação docente, de modo geral, em especial políticas que articulam instituição formadora e a escola. Corroboramos a ideia da fragilidade de transformação efetiva nos processos de formação docente tendo como base políticas desenvolvidas de forma verticalizada, sem o efetivo envolvimento dos sujeitos que atuam nos processos formativos.

O debate sobre o papel de políticas educacionais ainda constitui um campo que merece aprofundamento nos cursos de formação docente, de modo geral, em especial políticas que articulam instituição formadora e a escola. Corroboramos a ideia da fragilidade de transformação efetiva nos processos de formação docente tendo como base políticas desenvolvidas de forma verticalizada, sem o efetivo envolvimento dos sujeitos que atuam nos processos formativos.

Contudo, o PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) na qualidade de uma política pública de formação docente busca transformar as práticas de ensino tanto na Educação Básica quanto na Educação Superior. Diante do exposto o objetivo do trabalho consiste, a partir de um reencontro/revisita com depoimentos concedidos no contexto de uma pesquisa mais ampla sobre

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons

o PIBID na área de Ensino de Química (Fernandes, 2016) investigar características históricas do PIBID na qualidade de uma política educacional e o seu confronto com a implementação de novas políticas públicas educacionais, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), Reforma do Ensino Médio (REM) e a Base Nacional Comum da Formação de Professores/as (BNC-formação). Com base nisso, também se procura apontar possíveis implicações no âmbito da formação de docente em Química. Os depoimentos foram obtidos a partir de duas entrevistas semiestruturadas, gravadas em áudio e transcritas.

O primeiro depoimento foi realizado com o professor Helder Eterno da Silveira, ex-coordenador-geral de Programas de Valorização do Magistério da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), cabe destacar que, no momento da coleta do depoimento, Silveira ocupava a função de coordenador – o qual se centrou na obtenção de maiores informações a respeito do PIBID e de suas perspectivas futuras. Vale a ressalva que o professor Helder é da área de Ensino de Química e formador de professores/as de Química. O outro depoimento foi realizado com a professora Helena Costa Lopes de Freitas, ex-coordenadora geral de Programas de Apoio à Formação e Capacitação Docente da Educação Básica, que também colaborou com a Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação (MEC), na Coordenação-Geral de Formação de Professores, responsável pelos Programas de Formação Continuada de Professores da Educação Básica. Ela foi uma das pessoas que esteve à frente do processo de elaboração do PIBID. Sendo assim, o depoimento concentrou-se na origem do programa e nas influências de outras políticas públicas em sua elaboração. Os fragmentos dos depoimentos são explorados ao longo do trabalho como referencial. Como os depoimentos foram realizados no ano de 2014, será usada a nomenclatura: Silveira, 2014 e Freitas, 2014, para referenciá-los[I]. Advoga-se que o reencontro com esses depoimentos colabora para caracterizar o PIBID e a sua possível relação no cenário atual de novas políticas públicas à educação nacional, com implicações na formação de docente em Química.

O PIBID no bojo das políticas públicas de formação docente

Atualmente, é difícil olhar para o PIBID como uma política pública isolada, ou seja, há um conjunto de novas políticas educacionais dirigidas à Educação, a exemplo, da BNCC, REM e BNC-formação. Tais políticas colocam a Educação em uma perspectiva mercadológica e de desvalorização do processo de formação docente (Carvalho *et al.*, 2017). E como fica neste contexto um programa como o PIBID que emerge para fortalecer a parceria formativa entre Universidade e Escola? Nesta rota, discutiremos o pujante papel do PIBID e seus possíveis desdobramentos meio ao novo contexto.

O PIBID é um programa gerenciado pela CAPES, sendo uma ação do MEC (Silveira, 2015). A primeira portaria oficial do PIBID data de 2007 (BRASIL, 2007a) para início em 2008, nas Universidades Federais. Em 2010, o programa foi expandido para as Universidades Estaduais, Municipais, Comunitárias e Privadas sem fins lucrativos. Inicialmente, o programa tinha como foco licenciaturas em Física, Química, Matemática e Biologia devido à carência de profissionais nessas áreas atuantes na Educação Básica. No entanto, em 2010, o programa ampliou-se às demais licenciaturas. Em 2013 foi lançado o PIBID Diversidade, exclusivo para os cursos de Licenciatura em Educação do Campo e Licenciaturas Interculturais Indígenas.

O PIBID é um programa gerenciado pela CAPES, sendo uma ação do MEC (Silveira, 2015). A primeira portaria oficial do PIBID data de 2007 (BRASIL, 2007a) para início em 2008, nas Universidades Federais. Em 2010, o programa foi expandido para as Universidades Estaduais, Municipais, Comunitárias e Privadas sem fins lucrativos. Inicialmente, o programa tinha como foco licenciaturas em Física, Química, Matemática e Biologia devido à carência de profissionais nessas áreas atuantes na Educação Básica. No entanto, em 2010, o programa ampliou-se às demais licenciaturas. Em 2013 foi lançado o PIBID Diversidade, exclusivo para os cursos de Licenciatura em Educação do Campo e Licenciaturas Interculturais Indígenas.

O programa funciona a partir da apresentação de projetos por instituições de Educação Superior (IES) à CAPES, conforme a indicação dos editais. Os projetos passam por avaliações junto à CAPES, de modo que os aprovados recebem cotas de bolsas.

Em 2014 foram distribuídos um total de 90.254[II] bolsas compreendendo todas modalidades. No edital de 2020 para vigência de 18 meses, o número total de bolsas foi de 30.096[III]. Houve uma redução significativa no número das bolsas. A diminuição do fomento financeiro também pode ter reflexos no processo formativo. No entanto, foi anunciado em abril de 2023 que o PIBID passou de 29.378 para 55.034 bolsas[IV], o que demonstra um retorno de investimento. Cumpre notar que atualmente também há o Residência Pedagógica (RP) que articula Universidade e Escola, sendo que este passou de 28.304 para 33.929 bolsas [IV] em 2023. Somados PIBID e RP o aumento foi de 31.231 bolsas em 2023. Os dois juntos no momento somam 88.963 bolsas, número inferior a somente o PIBID em 2014, mas o contexto atual parece acenar para modificações. O incentivo financeiro através da concessão de bolsas é um inegável atrativo do PIBID, somado à preocupação com a formação docente, conforme consta nos objetivos do programa:

> [...] Incentivar a formação de docentes em nível superior para a educação básica; contribuir para a valorização do magistério; elevar a qualidade da forma-

ção inicial de professores nos cursos de licenciatura, promovendo a integração entre educação superior e educação básica; inserir os licenciandos no cotidiano de escolas da rede pública de educação, proporcionando-lhes oportunidades de criação e participação em experiências metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar que busquem a superação de problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem; incentivar escolas públicas de educação básica, mobilizando seus professores como coformadores dos futuros docentes e tornando-as protagonistas nos processos de formação inicial para o magistério; e contribuir para a articulação entre teoria e prática necessárias à formação dos docentes, elevando a qualidade das ações acadêmicas nos cursos de licenciatura [...] (Brasil, 2013, p. 2-3).

O processo formativo é o destaque do programa, sobretudo para os/as licenciandos/as, já que a iniciação à docência é o aspecto central dessa política. Frente aos problemas na formação docente, especialmente na formação inicial, era latente a necessidade de um programa com as características do PIBID. Em depoimento, o professor Helder Eterno da Silveira, comenta a articulação entre teoria e prática, salientada nos objetivos do programa:

> [...] os estudantes da licenciatura têm conseguido alcançar a partir dessa indução que o programa faz da articulação da teoria e prática e do maior diálogo da educação básica com ensino superior em prol de um determinado conjunto de atividades de formação [...] (Silveira, 2014).

A afirmação é feita com base nos relatórios avaliativos e nas ações de acompanhamento do programa. Além disso, ao ser questionado se os objetivos eram suficientes, ressaltou que a portaria 096, de 18 de junho de 2013 (Brasil, 2013) foi elaborada coletivamente, com o auxílio de docentes coordenadores/as de área e pesquisadores/as renomados na área de formação docente, conforme argumenta:

> [...] esses objetivos todos aqui são o refinamento dos objetivos do PIBID ao longo dos últimos anos. Eles foram dialogados com os professores das universidades, com mais de dois mil professores que atuam como coordenadores de área, e esses objetivos, e a portaria nova, que é 096 de 2013, do dia 18 de junho de 2013, foi encaminhada a minuta de portaria para que todos pudessem opinar, sugerir, reformular o texto, que são pessoas da mais alta competência que têm atuado com formação de professores. É muito interessante que várias sugestões foram feitas com relação ao PIBID, mas nenhuma sugestão foi feita com relação aos objetivos do PIBID, o que nos faz entender que eles são suficientes para aquilo que o programa se propõe. Entendendo que o programa se propõe a fazer com que o estudante da licenciatura se aproprie de diferentes elementos da cultura da docência, enquanto a licenciatura tem que levar o sujeito a se sentir pertencente de uma cultura, produtor dessa cultura, reprodutor, crítico dessa cultura, reconstrutor dessa cultura. O PIBID tem que fazer com que o sujeito se aproprie de alguns elementos oriundos dessa cultura, e nesse sentido, os objetivos são tranquilamente alcançáveis e para além disso. [...] mas nós poderíamos elencar objetivos indiretos do PIBID, objetivos que não foram contabilizados e que hoje a gente tem que considerá-los e que não estão aqui colocados como, por exemplo, a formação continuada do professor da universidade e a formação continuada do professor da escola de educação básica. Não é objetivo direto do PIBID, mas é inegável que os professores universitários e os professores da educação básica têm se enriquecido do ponto de vista de sua formação com o programa do PIBID [...] (Silveira, 2014).

O foco do programa é a iniciação à docência, que entendemos ser legítimo, essa centralidade se fez e ainda se faz necessária, mesmo após 10 anos da portaria (Brasil, 2013) que lista os objetivos. Todavia, com o passar dos anos, outras necessidades emergem e precisam igualmente de investimento e explicitação, tais como o desenvolvimento profissional dos/as formadores/as de professores/as. Compreendemos que esse aspecto é algo tácito nos objetivos do PIBID, mas também enfatizar o foco no desenvolvimento profissional do/a formador/a de professor/a enriqueceria o potencial formativo do programa e coloca os/as formadores/as notoriamente como sujeitos que formam e se formam.

O foco do programa é a iniciação à docência, que entendemos ser legítimo, essa centralidade se fez e ainda se faz necessária, mesmo após 10 anos da portaria (Brasil, 2013) que lista os objetivos. Todavia, com o passar dos anos, outras necessidades emergem e precisam igualmente de investimento e explicitação, tais como o desenvolvimento profissional dos/as formadores/as de professores/as.

O PIBID, além de um programa pode ser visto como uma política pública com repercussões significativas na formação docente. Em seu depoimento, Silveira destaca que:

> O PIBID, nos últimos anos, tem se constituído como, talvez, uma das principais ações de valorização do magistério que nós temos no Brasil. Enquanto uma política pública, foi o programa que foi se consolidando [...]. Então, nós temos um período muito recente de um programa que tem apontado fortemente o estabelecimento de uma política pública de formação de professores. Podemos destacar que o PIBID, ele, por si só, não é

uma política de formação de professores, mas é um programa que auxilia a construção dessa política de formação de professores que está além. [...] ele induz as instituições a desenvolverem determinadas ações de formação de professores, mas a gente tem que entender que ele é uma ação indutora, um programa, ação indutora, para que as instituições façam aquilo que é da experiência delas, que é da "expertise" delas, que é atuar fortemente na formação, e ele tem como alguns princípios, algumas bases, uma formação referenciada no professor, na participação do professor de educação básica como coformador, na articulação teórica e prática, na aproximação universidade-escola, na valorização do magistério, no reconhecimento e fomento de ações que articulem esses dois campos de formação, na verdade, ampliando, inclusive, o campo, o espaço de formação para além dos muros da universidade. Então, o PIBID, enquanto um programa que dá caminhos para essa política pública de valorização do magistério, ele é fundamental do ponto de vista da sua estruturação, e é fundamental com relação à maneira com que ele foi estruturado hoje no Brasil [...] (Silveira, 2014).

Conforme ressaltado no depoimento, o PIBID, além de ser uma política de formação docente e valorização do magistério, também auxilia na construção dessa própria política, podendo induzir outras ações. Cabe destacar, que o depoimento de Silveira é datado de final de 2014 e que neste momento o programa estava em ampla expansão e com repercussões profícuas na formação dos envolvidos, explicitado no significativo número de trabalhos publicados em eventos e periódicos. No entanto, o cenário mudou consideravelmente com a implantação de outras políticas que enfraquecem tanto a formação inicial de professores/as, o desenvolvimento profissional do/a formador/a de professor/a e a Educação Básica como um todo, com sérias implicações na formação de um cidadão crítico e atuante na sociedade ao término da Educação Básica.

Para melhor compreender a estrutura do PIBID, é importante recorrer a aspectos históricos de sua criação. A esse respeito, em depoimento, a professora Helena Costa Lopes de Freitas discorre:

> Para recuperar a história do surgimento do PIBID, do programa como tal, porque na verdade ele tem uma configuração inovadora naquele momento em que ele surge, que é 2007, 2008, mas programas como esse já haviam acontecido inclusive na década de 90, no fim do século passado. É o PROLICEN [...], é o programa das licenciaturas. [...] Em 2007, o Conselho Nacional de Educação lança um documento sobre o apagão do ensino médio, e neste documento o Conselho Nacional de Educação vai analisar que havia falta de professores nas áreas das Ciências Biológicas, Física, Química, Matemática, as principais eram estas e que, portanto, havia de se implementar um programa de bolsas para os estudantes, a exemplo do PIBIC, que era um programa de sucesso da iniciação científica. Então, a SESU, que é a Secretaria de Ensino Superior do MEC, começa a pensar sobre esse programa, e o FORGRAD, Fórum de pró-reitores de graduação, também tem um papel muito importante neste programa, como havia tido já no PROLICEN nos programas quando surgiram em 94/95. [...] Em 2007, o Ministério decide passar a formação de professores para a CAPES, então, ela, de certa maneira, ela sai do Ministério pela preocupação como objeto de ação política do Ministério da Educação e vai para a CAPES, isso em 2007, a lei que altera as funções da CAPES. [...] Naquele momento também era criado o programa Compromisso Todos pela Educação que criou o índice do IDEB para avaliação da educação básica. Essas duas iniciativas, elas foram casadas no PIBID. Então, o PIBID nasce, na verdade, é para resolver ou, pelo menos tentar resolver, os problemas na área de Química, Física, Biologia e Matemática. Então, quando você olha no primeiro edital, você identifica isso. A gente identifica que ele nasce com essa cara, esse perfil e também tem uma indicação de que os estudantes fariam seus projetos, sua atuação das 20 horas semanais em escolas de baixo IDEB. Então, ele nasce com essa, digamos, uma aproximação, sim, da universidade com a educação básica para colocar os estudantes em contato com a realidade de escola pública [...] (Freitas, 2014).

O depoimento explicita que a criação do PIBID veio a partir da articulação de diferentes esferas. Igualmente, é possível apreender do relato as diferentes iniciativas que influenciaram o programa e a sintonia com outras políticas de formação docente. Nota-se que, antes da criação de um programa com a envergadura do PIBID, outras iniciativas de incentivo à docência já haviam sido pensadas e implementadas em menor proporção e repercussão.

Outro marco que impulsionou a elaboração do PIBID, de acordo com o depoimento de Freitas (2014), foi o documento intitulado "Escassez de professores no Ensino Médio: propostas estruturais e emergenciais", também conhecido como "Apagão do Ensino Médio", publicado em maio de 2007, no qual se afirmou que o déficit de docentes no Ensino Médio ampliaria nos próximos anos exigindo ações emergenciais (Brasil, 2007b).

O documento ressaltava ainda que o número de jovens interessados pela carreira do magistério na Educação Básica era cada vez menor em razão das condições de trabalho, baixos salários, violência nas escolas etc. Além disso, fez o alerta que o número de aposentadorias superava o número de formandos/as, que faltavam professores/as para as componentes curriculares de Ciências Exatas, apontando para o "apagão do Ensino Médio", e que para enfrentar tal problemática eram necessárias proposições a curto e longo

prazo (Brasil, 2007b). Nesta direção, o documento levanta proposições estruturais e emergenciais nas quais se pode perceber o embrião do PIBID. Diferentes proposições foram pensadas e impulsionaram o PIBID em termos de medidas estruturais, como a mencionada criação de programas de incentivo às licenciaturas; a oferta de bolsas de iniciação à docência semelhante ao da iniciação científica; a interação entre a Educação Superior e a Educação Básica e o incentivo a docentes da Educação Superior que se dedicam à Educação Básica (Brasil, 2007b).

A formação docente no contexto de diferentes políticas educacionais

De outra parte, o contexto atual da implementação de novas políticas parece ir de encontro com as ações e preocupações salientadas por Freitas (2014), pois a atual REM, por exemplo, divide o Ensino Médio em duas etapas, a saber: no primeiro bloco, estão presentes os diferentes componentes curriculares; e no segundo, serão ofertados itinerários formativos de interesse dos/as estudantes. No segundo bloco os/as estudantes optarão por uma área de conhecimento em detrimento de outras. No caso da escolha do itinerário de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, serão estudadas apenas Química, Física e Biologia, excluídos outros componentes curriculares como da área das Ciências Humanas, exceto Português e Matemática, que estarão presentes em todo o Ensino Médio.

Em linhas gerais, os estudantes deixam de ter no Ensino Médio, em sua totalidade, acesso a conhecimentos e discussões das diferentes áreas do conhecimento, restringindo seu espectro formativo. Além disso, a REM estabelece que no Ensino Médio podem atuar profissionais com notório saber, sem uma formação específica em cursos de licenciatura. Tais aspectos enfraquecem a formação ofertada no final da Educação Básica e desvaloriza os cursos de formação de professores/as ao permitir via política pública educacional a entrada de profissionais sem formação específica no exercício do magistério. Além disso, a nova BNC-Formação reforça a desvalorização dos cursos de licenciatura e pauta a formação em seguir os pressupostos da BNCC. Os livros didáticos da Educação Básica também foram estruturados em itinerários formativos e por unidades temáticas como proposto na BNCC. Para Costa e Gonçalves (2022, p. 15) a BNC-Formação constitui "um amoldamento dos currículos da formação inicial dos professores da Educação Básica ao viés pragmático e tecnicista presente na BNCC." As autoras destacam ainda que a BNC-Formação se distancia de uma formação social e humanística, desempenhando um papel tecnicista na preparação de uma mão de obra a adequar-se à precarização do trabalho.

Em síntese, atualmente há um conjunto de políticas públicas educacionais, a exemplo, da BNCC, REM e da BNC-formação de desvalorização da Educação Básica e Superior que parece estar a serviço dos interesses mercadológicos, caracterizando o verdadeiro apagão da educação e desvalorização da docência. Atualmente, há rumores de suspensão da nova estrutura do Ensino Médio, mas efetivamente não houve modificações e a nova estrutura em formato de itinerários formativos encontra-se em vigência.

Na área de Ensino de Química, por exemplo, que no Ensino Médio compõe o itinerário formativo de Ciências da Natureza, pode ter reflexos sérios, pois é uma área que é conhecida no senso comum como difícil e a baixa procura por este itinerário pode implicar em diminuição de docentes contratados nas escolas e enfraquecimento dos cursos de licenciatura em Química. Sem contar em como a formação inicial ainda disciplinar se articula no processo de ensino e aprendizagem diário para atender uma área mais macro. Tais aspectos podem repercutir no PIBID em especial na formação docente em Química através do efeito cascata. As políticas atuais e elementos históricos do início do programa auxiliam a uma compreensão mais ampla e seus possíveis desdobramentos.

Por meio de diferentes medidas, a CAPES avaliou o PIBID através de relatórios dos projetos e de encontros relacionados com o PIBID. A esse respeito, Silveira (2014) menciona:

> [...] a CAPES, ela avalia olhando os relatórios que foram enviados, fazendo videoconferência com nossos coordenadores, o nosso medidor, o nosso contato são os coordenadores institucionais que é, por sua vez, depois fazem também o acompanhamento nas suas instituições. Então, desde acompanhar os relatórios, dialogar com coordenadores institucionais, promover encontros aqui em Brasília [...] dialogar com o fórum que foi criado, induzido, inclusive, pela própria Capes,[...] para que as pessoas consigam se mobilizar em torno desse debate, em torno dessa discussão [...]. Então, nossa intenção é que nossos próprios coordenadores do PIBID, e outros formadores que não atuam no PIBID, possam ser as pessoas que vão fazer a visita *in loco*, mas não com uma prancheta, com uma planilha de indicadores para avaliação, mas no sentido de ajudar as instituições a repensar o programa e potencializar, dar visibilidade aquilo que já é bom, e do outro lado, ajudar as instituições a repensarem aquilo que possivelmente ainda esteja frágil no programa.

O trecho do depoimento aponta para a preocupação em avaliar o programa no sentido de melhorar a qualidade do processo formativo que propõe. O repensar o programa remete para uma avaliação dialógica que auxilie a identificar os limites, em nível nacional, que precisam ser enfrentados. Isso contribui para compreender que o PIBID não se trata apenas de um programa que distribui bolsas, mas um programa voltado à melhoria da qualidade da formação docente. A esse respeito, a CAPES, diante da necessidade de aperfeiçoar a continuidade do PIBID, publicou em 2014 um documento avaliativo sobre o programa contendo a análise dos dados

de um questionário submetido aos seus participantes. No documento foram elencadas categorias importantes do PIBID, a saber: a) valorização das licenciaturas e da profissão docente; b) revitalização das licenciaturas; c) efeitos colaterais dentro do curso e da instituição; d) contribuição formativa aos docentes da IES e à pesquisa educacional e didática; e) estímulo e favorecimento ao trabalho coletivo e/ou à interdisciplinaridade; f) retroalimentação dos participantes pelos impactos nas escolas (Brasil, 2014, p. 29). Nota-se as contribuições formativas múltiplas do PIBID para a formação docente naquele momento. Mas, passada uma década, as categorias a e b, em especial, podem ter implicações com as novas políticas com destaque para a REM e a BNC-formação.

O que se percebe com o passar do tempo representado pelo investimento com o benefício das bolsas, conforme números supracitados, é que o programa não manteve regularidade com as mudanças de governo. Atualmente, outros programas como o Residência Pedagógica coexistem com o PIBID, mas cada um tem seu papel formativo e a existência de um não pode significar a diminuição de outro. Todos os esforços via políticas públicas precisam ser empregados para potencializar a formação docente. Cabe destacar que, do contexto político de 2014 até o momento, ocorreram fatos marcantes. Passamos por um impeachment reconhecido como golpe em 2016 e um conturbado processo de eleição em final de 2018, com a eleição de propostas políticas com explícitas visões de redução dos recursos públicos[V], em especial nas Universidade Federais. O ano de 2022 também foi marcado por um processo eleitoral difícil e com ameaças a democracia. Sobre o PIBID nos diferentes cenários políticos, Silveira afirma:

> [...] nós trabalhamos muito nos últimos anos para que ele se tornasse uma política de estado e não política de governo [...]. Independente se o cenário, obviamente o cenário pode mudar com a permanência ou não do atual governo, mas independe disso, nós conseguimos colocar o PIBID modificando a Lei 93/94 como aditivo da lei que foi a Lei 12.796 que coloca no texto da LDB, que é a lei máxima da educação no Brasil, de 96, colocando nesse texto os programas de iniciação à docência, leia-se aí o PIBID, como ações prioritárias de qualquer governo com relação à formação de professores. Eu não digo que isso não pode ser mudado, mas para se mudar uma lei tem que se revogar essa lei, então, isso é uma etapa um pouco mais complexa, um pouco mais difícil. Por ora nós temos o PIBID bem resguardado pela 12.796 e pela LDB de 96 em função da modificação da lei, ela é uma política de estado mais do que uma política de governo (Silveira, 2014).

Todos os esforços via políticas públicas precisam ser empregados para potencializar a formação docente. Cabe destacar que, do contexto político de 2014 até o momento, ocorreram fatos marcantes. Passamos por um impeachment reconhecido como golpe em 2016 e um conturbado processo de eleição em final de 2018, com a eleição de propostas políticas com explícitas visões de redução dos recursos públicos, em especial nas Universidade Federais. O ano de 2022 também foi marcado por um processo eleitoral difícil e com ameaças a democracia.

O depoimento indica o PIBID como um programa de Estado e não de governo. Como ressalta Silveira, nada impede que a lei sofra outras modificações, embora, em certa medida, o programa esteja amparado legalmente. Já a lei 12.796, de 4 de abril de 2013, refere-se à lei que alterou a lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelecia as diretrizes e as bases da educação nacional para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências. No artigo 62, inciso 5º, há uma menção às políticas públicas de formação docente, leia-se o PIBID, conforme destacado no depoimento. O inciso 5º esclarece:

> A União, o Distrito Federal, os Estados e os Municípios incentivarão a formação de profissionais do magistério para atuar na educação básica pública mediante programa institucional de bolsa de iniciação à docência a estudantes matriculados em cursos de licenciatura, de graduação plena, nas instituições de educação superior (Brasil, 2013).

Cabe destacar que a lei menciona apenas bolsas aos estudantes de licenciatura, pois nesse contexto, não garante o envolvimento através de bolsas para docentes. De outra parte, caso ocorram reformulações no programa, muito pode ser perdido se o envolvimento docente for reduzido. O que chama atenção é que nos textos referência para Proposta para BNC-Formação (Brasil, 2018) é feita com recorrência menção ao RP e não ao PIBID. De acordo com o MEC, o RP[VI] constitui um programa para "induzir o aperfeiçoamento da formação prática nos cursos de licenciatura" com diferentes atividades no espaço escolar inclusive a regência de sala de aula. Cabe destacar dentre os objetivos salientados no programa RP, alguns aspectos preocupam em especial: induzir a reformulação da formação prática nos cursos de licenciatura, tendo por base a experiência da RP; a adequação dos currículos e propostas pedagógicas na formação inicial de professores e na educação básica às orientações da BNCC.

Curado Silva e Cruz (2018) reforçam que a RP mostra preocupação exacerbada na formação inicial para o trabalho, ao destacar a imersão na prática. As autoras supracitadas argumentam ainda que a RP fragmenta a unidade teoria e prática e coloca a prática na formação docente em uma perspectiva utilitarista. Outra preocupação é relacionar a RP

com os estágios supervisionados – componentes curriculares obrigatórios dos cursos de Licenciatura – com intenção de reformular os estágios (Curado Silva e Cruz, 2018). Soma-se a isso, o vínculo explicito com a BNCC que pregoa um currículo único para a Educação Básica. Segundo Carvalho *et al.* (2017), a BNCC possui um caráter controlador e regulador do currículo orientador de avaliações em larga escala e a serviço do mercado.

Em linhas gerais, o trabalho em tela não busca uma crítica ao RP, pois há instituições que apresentam reflexões formativas do seu desenvolvimento. Entendemos que tanto o RP quanto o PIBID podem coexistir a fim de fortalecer a formação docente. Mas, alertamos para o não enfraquecimento de um programa para potencializar outro. Nesta rota, Farias *et al.* (2020, p. 97) argumentam que o PIBID "enfrenta sucessivas manobras de fragilização por parte do governo federal, situação que desencadeou intensa mobilização social que ficou conhecida como #ficapibid", embora Silveira (2014) tenha destacado em seu depoimento a busca em colocar o PIBID como uma política de Estado e não de governo, aspecto que em certa medida, resguarda o programa. De 2014 para 2023 diferentes flutuações ocorreram materializadas pela distribuição do benefício das bolsas, apenas no ano de 2023 foram ampliadas 25.656 bolsas[IV]. As flutuações sinalizam as diferenças de investimento na formação docente relacionadas as propostas governamentais.

A respeito da importância da concessão de bolsas, Silveira (2014), em seu depoimento, afirma:

> A bolsa é fundamental. A CAPES, ela trabalha com esse tripé, indução, fomento e avaliação. Se nós não tivéssemos bolsa, a bolsa é sinônimo de reconhecimento, a bolsa é sinônimo de valorização, a bolsa é sinônimo de investimento em educação, ela significa tudo isso. Quando eu falo que o PIBID não é um programa de bolsas, não é um programa para distribuir bolsas em que a pessoa se matricula numa licenciatura logo tem bolsa PIBID, ele não é isso. [...] nós não podemos reduzir a formação de professores, um programa desta magnitude há uma distribuição de bolsas. Portanto, qualquer pessoa que mesmo que busque o PIBID em função de bolsa [...] mas ligadas a essa procura está atrelada um conjunto de atividades que ela terá de desenvolver obrigatoriamente [...] mas se não se envolver nestas atividades, ele não pode permanecer no PIBID.

As bolsas constituem uma forma de valorização e investimento na docência. O processo formativo é o destaque do programa e as bolsas são importantes para atrair e manter as pessoas.

O PIBID, enquanto uma política pública de formação docente necessita ser constantemente repensada para que, efetivamente, possa ter uma intervenção mais efetiva no processo de formação docente em especial no desenvolvimento profissional dos/as formadores/as, que pode sentir-se mais fortemente formando os demais participantes do que igualmente formando-se ao longo do processo. Ou seja, além da criação de políticas públicas destinadas à formação docente é preciso um investimento na manutenção e ampliação dessas políticas. Do mesmo modo, é preciso um investimento para a valorização dos/as docentes da Educação Básica passando pelas condições de trabalho e remuneração, aspectos que afastam os/as licenciados/as da atuação docente. O cenário atual é de fortalecimento do programa com a ampliação das bolsas depois de um longo período de enfraquecimento.

A literatura de Ensino de Ciências, por exemplo, apresenta uma quantidade significativa de trabalhos publicados em revistas e eventos que apontam para as contribuições do PIBID no processo de formação docente. Em especial a área de Ensino de Química apresentou expressividade em publicações relacionas ao PIBID em dois veículos importantes, a saber: a revista *Química Nova na Escola* (QNEsc) e o Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), entre outros meios de socialização de produções acadêmicas. Na QNEsc, por exemplo, até 2024 são mais de 40 trabalhos publicados. Além disso, há também trabalhos realizados no âmbito de programas de pós-graduação que resultaram em dissertações e teses que salientam as potencialidades formativas do PIBID. Pereira *et al.* (2020) analisaram 28 trabalhos entre dissertações e teses que articulam PIBID e ensino de Química até final de 2018, demonstrando a expressividade quantitativa relacionado as produções acadêmicas. As lacunas apontadas ao programa na literatura podem ser objeto de estudo para que essa política seja reestruturada, mas sem desconsiderar as conquistas alcançadas, conforme argumenta Freitas (2014) em seu depoimento: "ele é um programa muito bom, mas não podemos deixar de fazer uma análise para que ele melhore ainda mais, não para que ele acabe".

Considerações finais

Em linhas gerais, as políticas públicas exercem um papel central na definição de objetivos, metas e resultados, portanto devem, além de propor, estimular, acompanhar, avaliar e financiar programas de formação docente que possam favorecer o desenvolvimento profissional docente em suas diferentes esferas – um problema que é crônico no Brasil. Igualmente, as produções acadêmicas têm potencial para contribuir com reflexões que auxiliem na elaboração de políticas públicas, mas tal aspecto ainda é tímido, conforme destaca André (2013).

Conhecer a história da elaboração do PIBID e seus desdobramentos, atuais e futuros, são elementos que podem auxiliar os/as formuladores/as de políticas públicas, gestores/as, formadores/as de docentes a refletir sobre ações que potencializem o desenvolvimento profissional docente. Em suma, o PIBID, embora represente um avanço significativo nesse processo, ainda precisa de reformulações estruturais para enfrentar, de forma mais incisiva e exitosa, os problemas na formação docente. Além disso, a interlocução entre o PIBID e as demais políticas públicas de formação docente

efetivamente problematizadoras, pode auxiliar no fortalecimento desse processo nacionalmente.

O PIBID configura-se como um programa com potencial de articular diferentes conhecimentos, conforme se constatou nos trabalhos analisados na área de Ensino de Química (Fernandes, 2016). Silveira corrobora a respeito:

> O PIBID trabalha com diferentes fontes de saberes. O saber acadêmico, que é do professor da Universidade, e que é pautado na investigação, na pesquisa, na reflexão sobre o campo de atuação, no caso, a Escola, a formação de professores, a política pública, a didática dos conteúdos especificamente, então, esse saber é um saber necessário e importante porque ele vai a fundo na questão epistemológica do conhecimento, epistemologias da formação (Silveira, 2014).

O PIBID constitui um momento não só de aprendizagens metodológicas, como pode ser comumente entendido, mas também conceituais e epistemológicas, conforme destacado no depoimento. Isso não significa dizer que o programa deva tomar exclusivamente para si o papel que cabem aos diferentes componentes curriculares que compõem os cursos de licenciatura, mas sim, ser mais um espaço de problematização da docência nas diferentes dimensões que a constituem.

Na formação de professores/as de Química, por exemplo, o PIBID tem se mostrado profícuo, conforme destacam Lima *et al.* (2022, p. 300) "o PIBID interfere positivamente na evasão, permanência e formação no prazo regular. [...] o programa colabora com apoio financeiro, bem como em oportunizar experiências acadêmicas, fortalecendo a identidade com o curso". Em meio às atuais políticas de desvalorização da carreira docente ter um programa que auxilie na valorização docente e a fortalecer a formação inicial e continuada é salutar.

Apostamos em políticas públicas de formação docente em sintonia com uma perspectiva educacional emancipadora, parametrizada por pressupostos progressistas de educação capaz de libertar os sujeitos de todas as formas e as situações de opressão, e que estejam a serviço de uma educação libertadora com igualdade de condições entre as diferentes camadas da população. O investimento na formação docente e na escola pública se faz urgente para que se possa emergir de discursos fatalistas que desqualificam a juventude e a educação nacional e que verdadeiramente representam o atual apagão da educação pública brasileira.

Notas

[I]Os docentes supracitados concordaram com a utilização dos depoimentos como referencial a partir da assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido.

[II]Dados obtidos do site da capes em: www.capes.gov.br/educacao-basica/capespibid/relatorios-e-dados

[III]Dados obtidos de: https://www.capes.gov.br/images/novo_portal/editais/editais/anexos/PIBID/05032020_Edital_2_2-020_ANEXOS_-_p%C3%A1gina_Pibid.pdf

[IV]Dado disponível em https://www.gov.br/capes/pt-br/assuntos/noticias/formacao-de-professores-receberamais-31-milbolsas.

[V]https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-10/em-programa-de-governo-bolsonaro-fala-em-corte-de-gastos. https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2018-10/veja-propostas-de-governo-de-jair-bolsonaro.

[VI]As citações literais na sequência foram extraídas de: http://www.capes.gov.br/educacao-basica/programa-residencia-pedagogica.

Agradecimentos

Ao professor Helder Eterno da Silveira e à professora Helena Lopes pelos depoimentos cedidos.

Carolina dos Santos Fernandes (carolferquimic@hotmail.com) é licenciada em Química pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), mestra e doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Atualmente é professora adjunta do Centro de Ciências da Educação, departamento de Metodologia de Ensino da UFSC. Florianópolis, SC. **Carlos Alberto Marques** é licenciado, bacharel, mestre em Química pela UFSC (1991) e doutor em Ciências Químicas. Atualmente é professor titular do departamento de Metodologia de Ensino (MEN/CED/UFSC). Florianópolis, SC.

Referências

ANDRÉ, M. E. D. A. Políticas de apoio aos docentes em estados e municípios brasileiros: dilemas na formação de professores. *Educar em Revista*, v. 50, p. 35-49, 2013.

BALL, S. Performatividade, privatização e o pós-Estado. *Educação e Sociedade*, v. 25, n. 89, p. 1105-1126, 2004.

BRASIL. *Enciclopédia de Pedagogia Universitária*, vol. 2. Brasília: INEP/RIES, 2006.

BRASIL. Edital PIBID. MEC/CAPES/FNDE/PIBID 2007a. Disponível em: www.capes.gov.br/images/stories/download/editais/Edital_PIBID.pdf, acesso em mar. de 2016.

BRASIL. Escassez de professores no Ensino Médio: propostas estruturais e emergenciais. Relatório publicado pelo MEC em 2007b. CNE/CEB. Disponível em: http://portal.mec.goc.br/cne/arquivos/pdf.escassez1.pdf, acesso em out. de 2015.

BRASIL. Portaria nº 096 de 18 de Julho de 2013. Dispõe sobre o regulamento do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência. Disponível em: www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/Portaria_096_18jul13_AprovaRegulamentoPIBID.pdf, acesso em jun. de 2014.

BRASIL. *Um estudo avaliativo do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à docência.* São Paulo: FCC/SEP, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Proposta para Base Nacional Comum da Formação de Professores da Educação Básica. 2018.

CARVALHO, J. M.; SILVA, S. K. e DELBONI, T. M. Z. G. F. A Base Nacional Comum Curricular e a produção biopolítica da

educação como formação de “capital humano”. *Ecurriculum*, v. 15, n. 2, p. 481-503, 2017.

COSTA, C.D.; GONÇALVES, S. R. V. O Processo de construção da BNC-Formação a partir de seu contexto de influência. *Formação Docente*, v. 14, p. 13-24, 2022.

CURADO SILVA, K. A. P. C.; CRUZ, S. P. S. A Residência Pedagógica na formação de professores: história, hegemonia e resistências. *Revista Momento: diálogos em Educação*, v. 27, p. 227, 2018.

FARIAS, I. M. S.; CAVALCANTE, M. M. S. e GONÇALVES, M. T. L. Residência Pedagógica: entre convergências e disputas o campo da Formação de Professores. *FFormação Docente*, v. 13, p. 95-108, 2020.

FREITAS, H. C. L. Depoimento. 2014.

FERNANDES, C. S. *O desenvolvimento profissional dos formadores de professores de Química na interlocução entre Universidade e Escola: as potencialidades do programa institucional de bolsas de iniciação à docência*. Tese de Doutorado em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

LIMA, J. P. M.; SILVA, V. A. e FRANCISCO JUNIOR, W. E. Evasão e permanência em um curso de licenciatura em química: o que o PIBID tem a oferecer?. *Química Nova na Escola*, v. 43, p. 330-339, 2022.

PEREIRA, T. M.; RECEPUTI, C. C.; MARAGLIA, P. H.; VOGEL, M. e REZENDE, D. B. Contribuições do PIBID para a formação inicial de licenciandos em Química: análise de Teses e Dissertações. *Química Nova na Escola*, v. 42, p. 56-67, 2020.

REIS, A.T.; ANDRÉ, M. E. D. A. e PASSOS, L. F. Políticas de Formação de Professores no Brasil no período posterior a LDB 9.394/96. *Formação Docente*, v. 12, p. 33-52, 2020.

SILVEIRA, H. E. Depoimento. 2014.

SILVEIRA, H. E. Mas, afinal: o que é iniciação à docência? *Atos de Pesquisa em Educação* (FURB), v. 10, p. 354-368, 2015.

Abstract: *Professional development of teachers in Chemistry in the context of the Institutional Teaching Initiation Grant Program*. The paper focuses on discussing the importance of public policies for teacher training, especially the Institutional Program for Teaching Initiation Grants (PIBID) in the professional development of teachers, taking as reference two testimonies from individuals who were at the forefront of the process of genesis and development of PIBID. By looking at PIBID in the current context of implementation of new public policies, such as the High School Reform and the National Common Base for Teacher Training, we advocate strengthening the program given its distinctive potential for teacher training and its contribution to strengthening national public educational policies that problematize teaching. PIBID has also had a positive impact on teacher training in Chemistry and on the expansion of academic productions derived from experiences in partnership between University and School.
Keywords: behavioral skills, pedagogical project of the course, professional education

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160378

A expansão industrial química europeia: os processos Leblanc e Solvay

Ivo Bernardi de Freitas e Gildo Girotto Júnior

A história da expansão industrial nos séculos XVIII e XIX na Europa envolveu a ascensão de processos químicos como o da produção artificial de soda. Acreditamos que a narrativa do episódio histórico apresentada neste artigo tem potencial interdisciplinar, já que, segundo nosso entendimento, ao ser narrado a partir de uma perspectiva historiográfica próxima das ideias dos *science studies*, dialoga com conhecimentos que podem ser explorados por várias disciplinas. Dessa forma, objetivamos apresentar uma narrativa construída a partir de fontes históricas secundárias, mas que exploram contextos sociais, políticos, econômicos e ambientais, bem como conhecimentos que ultrapassam as fronteiras disciplinares da Química. Esperamos que, com essa abordagem, possamos estimular reflexões sobre a interdisciplinaridade na escola, permitindo que professores incorporem tais reflexões em seus diferentes contextos.

▶ fabricação de soda na Europa, processos Leblanc e Solvay, interdisciplinaridade ◀

Recebido em 07/02/2024; aceito em 16/07/2024

Introdução

Temos considerado que episódios históricos das ciências, quando analisados através do prisma de uma historiografia contemporânea, como da corrente de estudos denominada *science studies* (Bloor, 2009; Shapin, 2013), que contextualiza as ciências em seus aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais, podem tornar-se potencialmente interdisciplinares no contexto escolar por abordar contextos e conhecimentos de diferentes disciplinas escolares.

Neste trabalho, apresentamos uma narrativa histórica sobre a expansão industrial química europeia por meio do recorte do episódio histórico da produção artificial de soda (hoje conhecida como carbonato de sódio, Na_2CO_3), na Europa dos séculos XVIII e XIX, que envolveu a ascensão dos processos Leblanc e Solvay. O episódio envolve contextos que dialogam com diversas áreas do conhecimento, potencializando uma abordagem interdisciplinar no ensino escolar, já que consideramos que a compreensão das transformações químicas do processo não é suficiente para entender o surgimento e a consolidação das fábricas de soda no continente, exigindo uma análise integrada de fatores científicos, ambientais, econômicos, políticos e sociais.

Julgamos que a abordagem histórica das indústrias de soda, sob diferentes perspectivas, pode promover um entendimento mais crítico do mundo natural e social, na perspectiva de autores como Derek Hodson (2014), no que diz respeito à aprendizagem de ciências, compreensão das ciências e das práticas científicas. Isso porque acreditamos que, além das questões envolvendo o conhecimento de diferentes disciplinas escolares, o estudo da formação dessas indústrias revela questões e reflexões sobre as ciências, destacando a interrelação entre conhecimentos científicos e tecnológicos e contextos históricos importantes que moldaram o mundo contemporâneo.

Julgamos que a abordagem histórica das indústrias de soda, sob diferentes perspectivas, pode promover um entendimento mais crítico do mundo natural e social, na perspectiva de autores como Derek Hodson (2014), no que diz respeito à aprendizagem de ciências, compreensão das ciências e das práticas científicas.

A narrativa produzida neste artigo aborda diferentes domínios do conhecimento (Barbiéri e Francoy, 2020), favorecendo uma abordagem interdisciplinar e, além disso, segue uma trajetória que transita entre escalas, como nos inspira a abordagem da dialética interescalar da pedagogia do lugar/ambiente

CC BY NC ND

(Compiani, 2007), iniciando com uma visão macro do século XVIII na Europa Ocidental, passando pela escala micro nas fábricas e retornando à macro para explorar as relações entre Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) no entorno das fábricas de soda europeias.

Dessa forma, a partir de fontes secundárias de pesquisa, analisamos o episódio histórico da fabricação de soda e construímos uma narrativa procurando contextualizar os diferentes aspectos supracitados envolvendo o episódio. Como a principal pesquisa histórica que trata do processo Leblanc e da ascensão das fábricas de soda no continente europeu está em língua inglesa (Gillispie, 1957) e os textos originais estão em francês, tivemos como objetivo apresentar essa narrativa histórica para o contexto disciplinar de Química brasileiro, com a intenção de que professores possam entrar em contato com esse episódio e com as ideias de interdisciplinaridade a partir de episódios históricos das ciências. Por isso, a seguir serão discutidos esses diferentes aspectos do episódio.

Destacamos, portanto, possibilidades da utilização dessa narrativa em sala de aula para discutir questões relacionadas às ciências, CTSA e para o desenvolvimento de abordagens interdisciplinares em diversos contextos.

A Europa Ocidental no século XVIII – os domínios social, econômico e político

O episódio histórico da fabricação de soda, situado na Europa Ocidental do final do século XVIII e início do século XIX, é marcado pelas transformações sociais, políticas e econômicas decorrentes da Revolução Industrial e, especificamente, pela Revolução Francesa.

A Europa Ocidental do século XVIII era majoritariamente rural, feudal e agrária, com economia regional e centrada no campo e relações sociais marcadas pela exploração dos nobres sobre os camponeses. O feudalismo ainda organizava a estrutura política, apesar de seu declínio econômico. Apesar disso, o século XVIII não foi de estagnação agrícola, mas de expansão demográfica, urbanização, aumento do comércio, desenvolvimento de manufaturas e atividades científicas e tecnológicas. As rotas comerciais marítimas expandiam-se, marcando o comércio ultramarino, colonização e escravidão e as cidades portuárias na Inglaterra prosperavam com esse comércio (Hobsbawm, 2011; 2012).

O exemplo do salitre (mineral constituído principalmente por nitrato de potássio, KNO_3), ainda no século XVII na Inglaterra, ilustra o desenvolvimento científico e tecnológico no período. O insumo era importante na agricultura e na produção de pólvora, crucial para o poder militar inglês nos séculos XVII e XVIII. Uma próspera indústria nacional surgiu nesse período, mantendo infraestrutura e conhecimentos mesmo após declínio no contexto das importações da Índia. O conhecimento da época fundamentou a compreensão da Química mineral, revelando a interconexão entre conhecimento científico e tecnológico desde o século XVI, persistindo nos séculos XVII e XVIII. Os conhecimentos necessários para a exploração do salitre originaram-se de diversas fontes, como dos mineiros, metalúrgicos, engenheiros militares, trabalhadores das nitreiras, agricultores, botânicos e alquimistas (Niermeier-Dohoney, 2021).

Apesar da expansão da mineração e manufaturas, o capitalismo industrial ainda não se consolidava. A máquina a vapor já desempenhava suas funções e a agricultura era menos próspera que o comércio. Ideias iluministas influenciavam a Europa, porém, com exceção da Inglaterra, as monarquias absolutistas mantinham-se fortes (Hobsbawm, 2012).

Na França, palco do surgimento do processo Leblanc, no final do século XVIII, a estrutura social aristocrática cedia espaço à ascensão da burguesia. Esta, ao socorrer o tesouro real, assumia papel crucial, enquanto a nobreza perdia prestígio (Lefebvre, 2019).

Na França, palco do surgimento do processo Leblanc, no final do século XVIII, a estrutura social aristocrática cedia espaço à ascensão da burguesia. Esta, ao socorrer o tesouro real, assumia papel crucial, enquanto a nobreza perdia prestígio (Lefebvre, 2019). Essas condições de intensificação do comércio, das manufaturas e das ciências, ascensão da burguesia e ideias iluministas, que transcendiam a teoria, influenciando práticas sociais e políticas, e uma sociedade agrária e feudal em crise, prenunciaram a dupla revolução.

A Revolução Industrial não representou apenas um rápido avanço tecnológico, mas uma transformação econômica e social. A relação íntima entre lucro e inovação tecnológica na Inglaterra do século XVIII impulsionou o crescimento dos mercados interno e externo (Hobsbawm, 2011). Já a Revolução Francesa, enquanto política, ideológica e pautada fortemente nas ideias iluministas que questionavam o absolutismo monárquico, influenciou globalmente, proporcionando as bases do liberalismo (Hobsbawm, 2012) e estabelecendo direitos naturais e políticos (Grespan, 2003).

É diante deste cenário social, econômico e político que, na indústria Química, frequentemente subestimada antes de 1870, se alcançam avanços no período de 1790 a 1850, ligados à produção de ácidos, soda e outros produtos (Homburg, 2018). A Revolução Francesa demandou conhecimentos científicos para esforços de guerra e produção bélica, incentivando a educação técnica e científica. O estímulo pós-revolucionário resultou na criação de instituições educacionais e científicas na França, influenciando toda a Europa. O aumento do comércio, exploração e avanços industriais impulsionaram estudos científicos, especialmente em Química, conectados à prática industrial (Hobsbawm, 2012).

A compreensão da influência do contexto social, econômico e político nas práticas científicas e tecnológicas é crucial para um melhor entendimento das mesmas (Gavroglu, 2007). Além disso, como na realidade esses domínios não operam isoladamente, torna-se improvável ensinar e aprender ciências com um olhar crítico e contextualizado se cada domínio for abordado separadamente. No contexto escolar, consideramos que as diferentes disciplinas têm um papel importante em revelar esses domínios, e, portanto, a interdisciplinaridade emerge como necessária.

A Química nos séculos XVIII e XIX e os processos Leblanc e Solvay – os domínios científico e ambiental integrados aos domínios social, econômico e político

No final do século XVII, a Química estava associada à medicina e práticas artesanais, mas no século XVIII, tornou-se uma ciência autônoma com novas bases teóricas sólidas. Influenciados pelas ideias iluministas, os químicos desse período buscaram diferenciar as propriedades dos corpos, elaborar inventários e classificações, utilizando métodos de identificação laboratoriais (Bensaude-Vincent e Stengers, 1996). A Academia de Ciências de Paris estabeleceu programas de estudo como os dos *sais*, substituindo a visão de elementos-princípios pouco a pouco pela teoria das afinidades químicas, adotada também pela Academia de Ciências de Dijon liderada por Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816) (Mocellin, 2015).

A relação entre ciência e indústria no século XVIII foi marcada por uma interação dinâmica. A Química estava intrinsecamente ligada à técnica, tecnologia e indústria, envolvendo cientistas, artesãos e industriais e o estado francês começou a intervir na pesquisa científica e na aplicação social, mobilizando conceitos como o das afinidades químicas (Mocellin, 2015). Neste mesmo século, antes da expansão das fábricas de soda (Na_2CO_3) na Europa, a soda e a potassa (K_2CO_3) eram obtidas principalmente das cinzas de plantas e algas marinhas. Ambos os álcalis eram cruciais para indústrias como papel, sabão, vidro e têxteis. Até este período, a potassa era mais significativa, mas sua oferta diminuiu devido à expansão das indústrias metalúrgicas, enquanto a demanda aumentava em setores como comércio têxtil e manufatura de sabão e vidro (Gillispie, 1957; Bensaude-Vincent e Stengers, 1996).

A soda era obtida da incineração de plantas costeiras e era comercialmente essencial. A de qualidade superior, chamada barrilheira, era produzida na Espanha. O contexto da Revolução Industrial intensificou a necessidade de métodos sintéticos de produção de álcalis, diante do esgotamento das fontes tradicionais, como cinzas de madeira e barrilheira espanhola, e foi um catalisador importante para o estabelecimento da indústria Química na Europa. O crescimento das fábricas têxteis gerou uma demanda significativa por diversos produtos químicos utilizados no processamento de fibras. Esse cenário incluía a necessidade de álcalis, ácidos, agentes de branqueamento, cáusticos e corantes (Gillispie, 1957; Hudson, 1992).

Contudo, a complexidade da história revela que outros fatores contribuíram para o surgimento das fábricas de soda. Como já mencionado, antes da Revolução Industrial já se observava um aumento das atividades manufatureiras, expansão demográfica, crescimento do comércio têxtil e das manufaturas de sabão e vidro e a relação entre o estado e a política científica, exemplificada pelo caso da pólvora e do salitre, já se fortalecia no século XVIII.

A França, por exemplo, importava grande parte das matérias-primas, evidenciando a necessidade de métodos sintéticos para a produção de álcalis (Lehman, 2014). As relações entre governo, ciência, indústria e a política externa durante o século XVIII remontam ao século XVII, evidenciadas por regulamentos como o de 1699, que incumbiu a *Académie des Sciences* de avaliar novos maquinários industriais. Embora as atividades químicas ainda estivessem em estágios proto-industriais no final do século XVIII, setores como a produção de vidro, porcelana, siderurgia, ácidos e soda já empregavam processos complexos em oficinas organizadas (Lehman, 2018). Além disso, pode-se adicionar a criação da *Régie des Poudres et Salpêtres* e, em especial, sua administração por Antoine Lavoisier (1743-1794) entre 1775 e 1792, que evidencia tal aliança entre a química e o uso prático de seus produtos no programa francês para a produção de pólvora de alta qualidade (Bret, 1994).

Contrariando a ideia de estagnação industrial no século XVIII, a França demonstrou interesse na política industrial química, visando a independência estratégica em relação a produtos estrangeiros. Antes da Revolução Francesa, a importação maciça de cristal, vidro, aço, sal amoníaco, soda e chumbo branco revelava a necessidade do governo francês em buscar a autonomia econômica nesses setores. O interesse do governo francês em conquistar independência econômica em relação a esses produtos já existia antes da Revolução Francesa, e ambas as revoluções estimularam a produção industrial (Lehman, 2014). Assim, o estabelecimento das fábricas de soda no século XVIII foi resultado de uma complexa interação de fatores históricos, econômicos, sociais, científicos, políticos e ambientais.

No período de 1770 a 1830, o desenvolvimento da Química na França impactou a reorganização tecnológica e a governança ambiental do país. No início, práticas químicas potencialmente prejudiciais ao ambiente foram justificadas em nome da prosperidade nacional. Houve uma transformação conceitual sobre ácidos, inicialmente temidos por sua corrosividade, promovida por cientistas e governantes, que passaram a considerá-los benéficos para a saúde e o progresso industrial (Le Roux, 2016).

No período de 1770 a 1830, o desenvolvimento da Química na França impactou a reorganização tecnológica e a governança ambiental do país. No início, práticas químicas potencialmente prejudiciais ao ambiente foram justificadas em nome da prosperidade nacional.

Os profissionais da química assumiram papéis regulatórios e advogaram pela indústria, enquanto o liberalismo facilitava a abertura de fábricas, mesmo diante de problemas ambientais. Durante a Revolução Francesa, interesses industriais prevaleceram sobre preocupações ambientais, e os cientistas tornaram-se autoridades oficiais na avaliação da poluição. Após a paz em 1795, a indústria química impulsionou a economia francesa (Le Roux, 2016).

No entanto, a década de 1800 viu julgamentos contra fábricas acusadas de poluição, levando a legislações, como a lei de 1810 sobre indústrias insalubres, buscando equilibrar interesses industriais e locais (Le Roux, 2016).

Dado esse contexto, em 1781, a Academia Real das Ciências da França lançou um concurso com o objetivo de encontrar o

processo mais simples e econômico para decompor os sais do mar em grande escala, extrair o álcali (soda) de forma pura e liberá-lo de qualquer combinação ácida, sem exceder o preço daqueles obtidos das melhores fontes estrangeiras (Bensaude-Vincent e Stengers, 1996).

Nicolas Leblanc (1742-1806), em 1789, propôs um método que envolvia tratar o sal com ácido sulfúrico para produzir sulfato de sódio e ácido muriático. O sulfato de sódio era então fundido com calcário ($CaCO_3$) e carvão, produzindo cinza negra, contendo principalmente a soda (Bensaude-Vincent e Stengers, 1996).

$$2\ NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\ HCl$$
$$Na_2SO_4 + CaCO_3 + 2\ C \longrightarrow Na_2CO_3 + CaS + 2\ CO_2$$

Leblanc patenteou seu processo em 1790, destacando-se pela adição de calcário. Porém, antes do processo Leblanc, diversos métodos para converter o sal do mar em soda já haviam sido propostos e testados em larga escala, mas a produção era cara, e a soda artificial não podia competir com a natural da barrilheira espanhola (Gillispie, 1957).

O processo Leblanc foi precedido por métodos como o de Père Malherbe em 1777. Pierre-Joseph Macquer (1718-1784), do *Bureau du Commerce*, desempenhou um papel central supervisionando experimentos e autorizando a abertura de fábricas de soda. O processo Malherbe enfrentou desafios técnicos e concorrência, mas Macquer valorizou a competição entre as fábricas. Aspectos econômicos, como a localização na Bretanha devido ao baixo custo do sal, foram cruciais para Malherbe. Outros métodos, como o de Jean-Antoine Chaptal (1756-1832), exploravam reações com litargírio (o óxido de chumbo mais simples, PbO). Apesar dos incentivos do *Bureau*, nenhum processo antes de Leblanc teve sucesso comercial. Mesmo após a proposta de Leblanc, a situação persistiu por uma geração, com dificuldades para explorar o processo de forma lucrativa. Após a abolição de taxas sobre o sal em 1807, um ano após o suicídio de Leblanc, seu processo tornou-se finalmente competitivo (Gillispie, 1957).

As fábricas de soda Leblanc não surgiram de forma isolada em relação aos contextos da época e não foram independentes de outros processos nem do desenvolvimento científico e tecnológico dos séculos XVIII e XIX. Destacamos como exemplo, o desenvolvimento da câmara de chumbo para produção de ácido sulfúrico em larga escala, essencial para o processo, que só teve sua compreensão teórica posteriormente (Bensaude-Vincent e Stengers, 1996).

A expansão das indústrias Químicas, como a produção de ácido sulfúrico, ácido clorídrico e pó branqueador (em termos modernos, uma mistura de Cl_2 com $Ca(OH)_2$), é percebida no início do século XIX e evidencia o papel da Química acadêmica e a complexidade das relações entre ciências, tecnologia e outros fatores sociais e econômicos. A influência de cientistas, empresários e do poder público nesse processo de expansão pode ser exemplificada com o desenvolvimento da *torre de Gay-Lussac* e a aliança entre atores para interferir em decisões. Destaca-se a complexidade das relações entre ciências e tecnologia, considerando fatores como tecnologia, redes comerciais, fornecimento de matérias-primas, políticas governamentais e outros (Bensaude-Vincent e Stengers, 1996).

A interligação de indústrias junto a cooperação entre cientistas e o governo impulsionaram o desenvolvimento da química industrial na França no início do século XIX. Contudo, a competição com a Inglaterra, a escassez de recursos e os desafios logísticos nas regiões Norte e Leste levaram ao declínio das fábricas de soda no sul da França, consolidando a Inglaterra como a principal produtora de soda Leblanc após meados do século XIX (Bensaude-Vincent e Stengers, 1996).

Após o Comitê de Saúde Pública ter tornado público o processo Leblanc no contexto da Revolução Francesa, o processo foi instalado na Inglaterra por William Losh (1770-1861) em 1814. A abolição dos impostos sobre o sal marinho em 1823 possibilitou a exploração em larga escala e lucrativa por James Muspratt (1793-1886) em Liverpool. Com o tempo, a Inglaterra superou a França na produção de soda Leblanc (Oesper, 1943).

As instalações industriais evoluíram para grandes complexos capitalistas, demonstrando concentração técnica e financeira. Na Inglaterra, as fábricas de soda encontraram mercados na indústria têxtil, vidro, sabão, papel e adubos, impulsionando a demanda por seus produtos. O florescimento do pó branqueador, que exigia cloro barato, impulsionou o domínio externo inglês, enquanto avanços nos transportes e mudanças legislativas contribuíram para aprimorar os processos industriais. A exploração de pirita (FeS_2) na Irlanda e na Noruega e as inovações na produção de ácido sulfúrico, foram resultados desse desenvolvimento. A pirita é um sulfeto natural que pode ser usado na produção de enxofre e, consequentemente, do ácido sulfúrico. Um *Alkali Act* de 1863, que exigia a recuperação de 95% do ácido muriático liberado, incentivou a busca por novos processos na produção de cloro e pó de branqueamento (Bensaude-Vincent e Stengers, 1996).

Ainda na França, Philippe Lebon (1767-1804) propôs, no final do século XVIII, o uso de gases da queima de madeira para iluminação e aquecimento, inspirado pelos avanços na produção de gases na Inglaterra. Enquanto na França a ideia não foi bem recebida, na Inglaterra, empresas de iluminação produziam gás a partir do carvão mineral, resultando em poluição dos rios com resíduos de alcatrão e águas amoniacais (Bensaude-Vincent e Stengers, 1996).

A expansão dessas fábricas levou à busca de soluções para os resíduos, e a tentativa de usar águas amoniacais para a produção de soda foi proposta. Ernest Solvay (1838-1922), na década de 1860, enfrentou desafios técnicos para desenvolver um processo de produção de soda mais ambientalmente amigável, o processo Solvay, que acabou superando economicamente o processo Leblanc com o tempo. O processo Solvay tinha vantagens ambientais, permitindo a reciclagem de amônia e ácido carbônico, eliminando o uso do caro ácido sulfúrico e resolvendo problemas de poluição (Bensaude-Vincent e Stengers, 1996).

$$NaCl + NH_4HCO_3 \rightleftharpoons NaHCO_3 + NH_4Cl$$
$$2\ NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$
$$2\ NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2\ NH_3 + 2\ H_2O$$

O sucesso das fábricas Solvay na França foi impulsionado pelo declínio das fábricas Leblanc, enquanto na Inglaterra, as fábricas Leblanc resistiram à concorrência por um tempo (Bensaude-Vincent e Stengers, 1996).

A ascensão do processo Solvay não apenas impactou a indústria Química, mas também teve impactos na tecnologia, nas ciências físicas e em questões sociais e ambientais. O processo Solvay se expandiu internacionalmente, suplantando gradualmente o processo Leblanc. O fim das fábricas Leblanc na Inglaterra ocorreu em 1923, principalmente devido aos efeitos da Primeira Guerra Mundial (Bensaude-Vincent e Stengers, 1996).

Considerações finais

Ao concluirmos a narrativa histórica escolhida, percebemos sua complexidade. No entanto, acreditamos que ela possui o potencial de inspirar estudantes, em contextos de ensino e aprendizagem, a enxergar as ciências como atividades humanas, históricas, coletivas e socialmente construídas. Além disso, o tema está imerso em uma rede complexa de contextos, domínios, escalas e conhecimentos, sendo compreendido adequadamente apenas por meio da mobilização e diálogo entre diferentes disciplinas escolares.

Destacamos, como exemplos, além dos conhecimentos químicos, conhecimentos de fisiologia vegetal e biogeografia, termodinâmica e máquinas térmicas no contexto da Revolução Industrial, os contextos e desdobramentos do Iluminismo e da dupla revolução, bem como as transformações do espaço na sociedade urbano-industrial na Europa Ocidental, entre outros. As Figuras 1 e 2 ilustram a relação entre a demanda por soda e os processos Leblanc e Solvay em vários contextos, destacando a complexidade do episódio. Isso ressalta a importância de uma

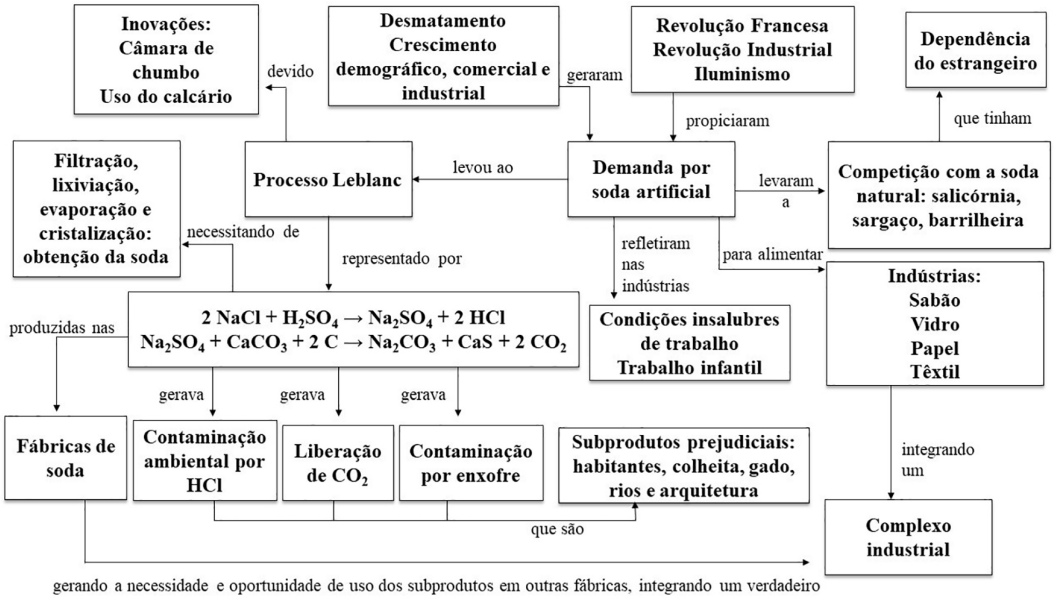


Figura 1: As relações do processo Leblanc com seus diversos contextos

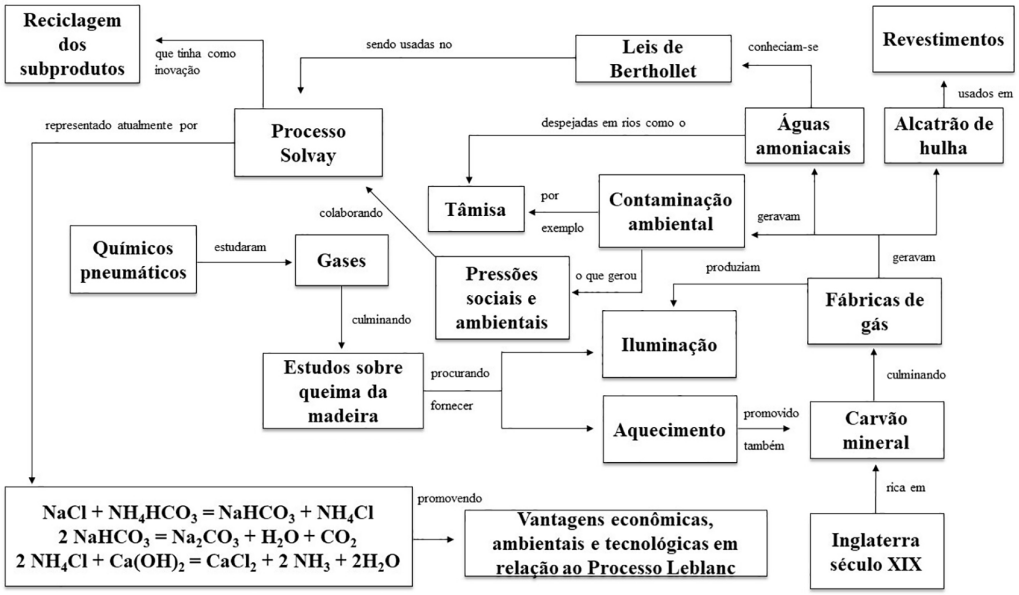


Figura 2: As relações do processo Solvay com seus diversos contextos

abordagem interdisciplinar e suas relações com a História das Ciências.

Tal análise nos leva a compreender como eventos globais, nos domínios econômico, social, político, científico e ambiental, se conectam aos acontecimentos locais. Essa abordagem, que considera as escalas macro e micro dos fenômenos naturais e sociais, ressalta a importância da dialética interescalar no Ensino de Ciências. A interdisciplinaridade é fundamental para explorar essas conexões, permitindo uma compreensão mais rica da realidade dos alunos. Ao examinar os múltiplos domínios envolvidos no episódio, reforçamos a necessidade de uma abordagem integrada no contexto escolar. Isso contribui para a formação científica e política dos alunos, preparando-os para participar do debate público sobre ciências e tecnologia e entender o mundo de forma reflexiva. Uma historiografia das ciências alinhada com os *science studies* é essencial para sustentar essa abordagem interdisciplinar. Embora o uso de fontes secundárias tenha limitações, a narrativa proposta nos aproximou das ideias de interdisciplinaridade e historiografia desejadas.

Dessa forma, esperamos gerar reflexões sobre o potencial interdisciplinar de episódios históricos das ciências, em especial do episódio histórico da fabricação de soda na Europa, e promover discussões interdisciplinares, discussões acerca da educação CTSA, bem como reflexões sobre as ciências em salas de aula que envolvam a História das Ciências.

Ivo Bernardi de Freitas (ivo.freitas@ueap.edu.br) é Bacharel e Licenciado em Química, Mestre em Química Inorgânica e Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Atualmente é professor da Universidade do Estado do Amapá (UEAP). **Gildo Girotto Júnior** (ggirotto@unicamp.br) é Licenciado em Química pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), Mestre em Ensino de Ciências e Doutor em Ciências pelo programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é professor da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Referências

BARBIÉRI, C. e FRANCOY, T. M. Modelo teórico para análise interdisciplinar de atividades humanas: A meliponicultura como atividade promotora da sustentabilidade. *Ambiente & Sociedade*, v. 23, p. e00202, 2020.

BENSAUDE-VINCENT, B. e STENGERS, I. *História da Química*. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

BLOOR, D. *Conhecimento e imaginário social*. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

BRET, P. Lavoisier à la Régie des Poudres: Le savant, le financier, l´administrateur et le pedagogue. *La Vie des Sciences*, Comptes rendus de l´Academie des sciences, série générale, tome 11, n. 4, p. 297-317, 1994.

COMPIANI, M. O lugar e as escalas e suas dimensões horizontal e vertical nos trabalhos práticos: implicações para o Ensino de Ciências e Educação Ambiental. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 29-45, 2007.

GAVROGLU, K. *O passado das Ciências como História*. Porto: Porto Editora, 2007.

GILLISPIE, C. C. The Discovery of the Leblanc Process. *Isis*, v. 48, n. 2, p. 152-170, 1957.

GRESPAN, J. *Revolução Francesa e Iluminismo*. São Paulo: Contexto, 2003.

HOBSBAWM, E. J. *A era das revoluções*: *1789-1848*. São Paulo: Paz e Terra, 2012.

HOBSBAWM, E. J. *Da Revolução Industrial inglesa ao imperialismo*. São Paulo: Forense Universitária, 2011.

HODSON, D. Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, v. 36, n. 15, p. 2534-2553, 2014.

HOMBURG, E. Chemistry and Industry: A Tale of Two Moving Targets. *Isis*, v. 109, n. 3, p. 565-576, 2018.

HUDSON, J. *The History of Chemistry*. Nova York: Macmillan, 1992.

LE ROUX, T. Chemistry and industrial and environmental governance in France, 1770-1830. *History of Science*, v. 54, n. 2, p. 195-222, 2016.

LEFEBVRE, G. *1789*: *o surgimento da Revolução Francesa*. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

LEHMAN, C. Pierre-Joseph Macquer: Chemistry in the French Enlightenment. *Osiris*, v. 29, p. 245-261, 2014.

LEHMAN, C. Relations between the State and the Chemical Industry in France, 1760-1800: The Case of Ceruse. In: ROBERTS, L. L.; WERRET, S. (eds.) *Compound Histories*: *Materials, Governance and Production, 1760-1840*. Leiden: Brill, 2018.

MOCELLIN, R. C. Estilo de raciocínio e capilaridade técnico-cultural na química no século XVIII. *Scientia Studia*, v. 13, n, 4, p. 759-780, 2015.

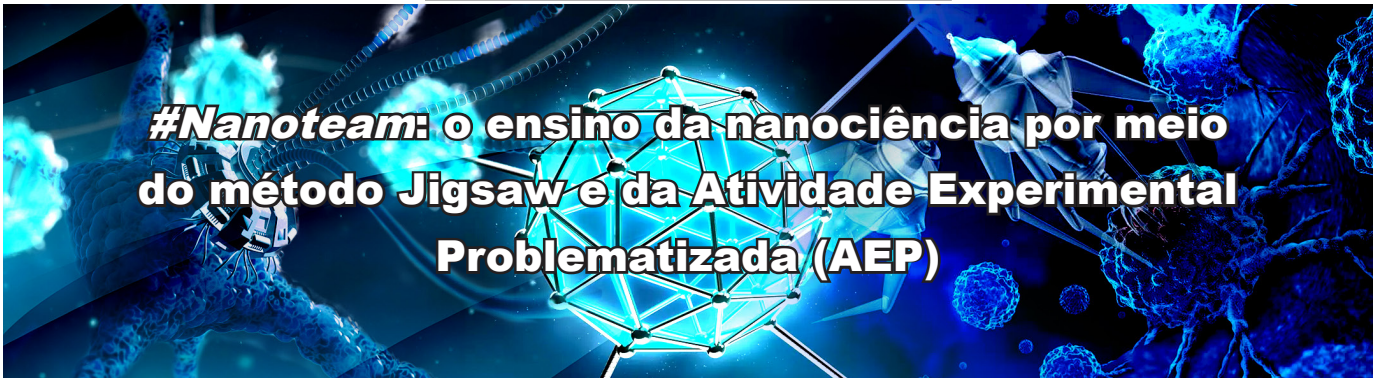
NIERMEIER-DOHONEY, J. "Rusticall chymistry": Alchemy, saltpeter projects, and experimental fertilizers in seventeenth-century English agriculture. *History of Science*, v. 60, n. 4, p. 1-29, 2021.

OESPER, R. E. Nicolas Leblanc (1742-1806). *Journal of Chemical Education*, v. 20, n. 1, p. 11-20, 1943.

SHAPIN, S. *Nunca Pura*: *Estudos Históricos de Ciência como se fora produzida por pessoas com corpos, situadas no tempo, no espaço, na cultura e na sociedade e que se empenham por credibilidade e autoridade*. Belo Horizonte: Fino Traço, 2013.

Abstract: *The European chemical industrial expansion: the Leblanc and Solvay processes.* The history of industrial expansion in the 18th and 19th centuries in Europe involved the rise of chemical processes such as the artificial production of soda. We believe that the narrative of the historical episode presented in this article has interdisciplinary potential, since, according to our understanding, when narrated from a historiographical perspective close to the ideas of science studies, it dialogues with knowledge that can be explored by various disciplines. Thus, our aim is to present a narrative constructed from secondary historical sources but that explores social, political, economic, and environmental contexts, as well as knowledge that transcends the disciplinary boundaries of Chemistry. We hope that, with this approach, we can stimulate reflections on interdisciplinarity in schools, allowing teachers to incorporate such reflections into their different contexts.
Keywords: soda manufacturing in Europe, Leblanc and Solvay processes, interdisciplinarity

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160374



#Nanoteam: o ensino da nanociência por meio do método Jigsaw e da Atividade Experimental Problematizada (AEP)

Carol de Souza Berger, Bruna Marine Damm, Paulo Rogerio Garcez de Moura e André Romero da Silva

O presente artigo descreve um relato de prática voltada para o ensino de Química, com enfoque na nanociência/nanotecnologia por meio do projeto denominado *#Nanoteam*. Os participantes foram discentes da terceira série do Ensino Médio de uma escola particular de Linhares, ES. As atividades do projeto aconteceram de forma remota e foram desenvolvidas com base no método *Jigsaw* e na Atividade Experimental Problematizada (AEP). Os conteúdos de Química (interações intermoleculares) foram mobilizados com a temática referente à nanotecnologia por meio de pesquisas, discussões em grupos, palestra com um especialista da área, experimentação e apresentações de produtos confeccionados pelos alunos. O projeto possibilitou aos alunos a construção e a apropriação de conceitos nanotecnológicos fundamentais para promoção da criticidade científica. Além disso, houve a participação dos alunos de forma ativa e colaborativa durante o processo de ensino-aprendizagem.

▶ nanotecnologia, interações intermoleculares, experimentação, Atividade Experimental Problematizada ◀

Recebido em 18/08/2023; aceito em 08/04/2024

Introdução

A Química está presente em vários processos naturais e tecnológicos, bem como em diversos avanços científicos diretamente associados à vida contemporânea da população (Shukla *et al.,* 2021; Adhikari, 2021; Pampa-Quispe e Torres-Acurio, 2023). Um desses avanços é a nanotecnologia, cujo manuseio da matéria em escala nanométrica tem favorecido o desenvolvimento de materiais com propriedades macroscópicas revolucionárias (Hudson-Smith *et al.,* 2023). A nanotecnologia tem aprimorado as funcionalidades dos dispositivos eletrônicos, cosméticos, ligas metálicas e tintas (Akinhanmi *et al.,* 2023; Ariga, 2023).

Embora a nanotecnologia esteja presente em diversos produtos que são consumidos pelas pessoas, os conceitos e inovações que a envolvem são pouco discutidos no ensino de Química (Ahmed *et al*., 2021; Pedrosa e Pinto, 2023). A inserção desse tema permite ao aluno reconhecer os potenciais benefícios e prejuízos que uma nova tecnologia pode trazer (Rebello *et al.*, 2012; Hudson-Smith *et al.,* 2023).

Embora a nanotecnologia esteja presente em diversos produtos que são consumidos pelas pessoas, os conceitos e inovações que a envolvem são pouco discutidos no ensino de Química (Ahmed *et al*., 2021; Pedrosa e Pinto, 2023). A inserção desse tema permite ao aluno reconhecer os potenciais benefícios e prejuízos que uma nova tecnologia pode trazer (Rebello *et al*., 2012; Hudson-Smith *et al*., 2023).

A abordagem da temática ligada à nanotecnologia no ensino de Química enriquece a contextualização e facilita a aprendizagem de conceitos químicos, já que se trata de um assunto próximo da realidade do estudante. Portanto, a formação do aluno é direcionada para que ele possa atuar como um cidadão mais responsável e comprometido frente à sociedade científico-tecnológica atual, na qual a Química aparece como relevante instrumento para investigação, produção de bens e desenvolvimento socioeconômico (Martins *et al*., 2003; Siqueira-Batista *et al.*, 2010; Tomkelski *et al*., 2019).

O contexto da nanotecnologia

O prefixo nano (do grego, *nánmos*, que significa anão, em português) é usado na notação científica para expressar um

CC BY NC ND

bilionésimo (10^{-9}). Assim, o nanômetro (*nm*) equivale a 10^{-9} *m*, ou seja, um bilionésimo de metro. Nessa escala de tamanho, um minúsculo vírus apresenta-se como uma entidade com cerca de 200 *nm* (Toma e Araki, 2005; Pampa-Quispe e Torres-Acurio, 2023).

Um fato interessante sobre a nanotecnologia é que o manuseio das partículas em escala nanométrica pode alterar suas propriedades macroscópicas. O ouro, por exemplo, é um metal nobre e pouco reativo; no entanto, em tamanho nanométrico, os átomos de ouro se transformam em catalisadores ativos em muitas reações. Suas partículas pequenas (1-20 *nm*) apresentam estruturas cristalinas com faces bem definidas, condição que minimiza a energia superficial e faz com que sua reatividade aumente (Somorjai, 1994; Akinhanmi *et al.,* 2023). De acordo com *The Royal Society and The Royal Academy of Engineering* (2004), existe uma grande variedade de técnicas que podem ser controladas em nanoescala. Esses métodos são comumente divididos em duas abordagens principais: (i) *top-down;* e (ii) *bottom- up.* A técnica conhecida como *top-down* objetiva reproduzir algo já existente, contudo, em escala menor que a original, sendo a mais tradicional no desenvolvimento de nanoestruturas. Já a técnica chamada de *bottom-up* consiste na criação de estruturas, átomo por átomo ou molécula por molécula. De qualquer modo, ambas estão diretamente ligadas a uma propriedade nanoparticulada muito importante: o tamanho.

Para que a sociedade possa compreender a importância da nanotecnologia atualmente, faz-se necessária uma maior disponibilidade de informações sobre os benefícios e os riscos dos produtos da nanotecnologia (Martins *et al.*, 2015). Dessa maneira, em busca de contextualizar e facilitar a aprendizagem da nanotecnologia no ensino de Química, recorreu-se ao método *Jigsaw* e à Atividade Experimental Problematizada (AEP). O uso dessas estratégias didáticas no projeto teve o intuito de engajar a participação dos alunos, potencializando suas capacidades de resolução de problemas, tomada de decisões, de se posicionar e argumentar sobre situações de forma crítica, além de trabalhar colaborativamente e articular a Química às situações próximas de sua realidade.

O método Jigsaw

O *Jigsaw*, traduzido livremente para sala de aula como quebra-cabeças, é um método de ensino cooperativo. Ele foi desenvolvido no início dos anos 1970 por Elliot Aronson na Universidade do Texas e na Universidade da Califórnia (Aronson, 2000). A dinâmica do *Jigsaw* exige que haja interdependência entre os grupos de alunos. É essa interdependência que proporciona aos alunos uma postura mais ativa, colaborativa, autônoma e responsável pela própria aprendizagem (Aronson, 2000). Assim, o professor deixa de ser o único detentor do saber e se torna um facilitador do processo de aprendizagem do aluno.

De maneira sistematizada, o método *Jigsaw* primeiramente distribui os alunos em grupos de base e um determinado tópico é discutido por todos de cada grupo (Figura 1). A quantidade de tópicos depende do número de alunos dentro de cada grupo. Em seguida, cada aluno estuda e discute com os membros dos outros grupos, que receberam o mesmo tópico, formando o chamado grupo de especialistas. Posteriormente, cada aluno retorna ao grupo de base e apresenta o que aprendeu sobre o seu tópico a seus colegas, de maneira que, após todos entregarem suas contribuições, reúne-se todo o conhecimento indispensável para a compreensão do conteúdo. Cada estudante precisa aprender a matéria para si e explicar a seus colegas, de forma clara, o que aprendeu (Fatarelli *et al*., 2010; Cochito, 2004).

A Atividade Experimental Problematizada (AEP) é uma estratégia didática que se desenvolve por meio do experimento e a partir da delimitação de um problema de natureza teórica (Silva *et al.*, 2017). Nessa direção, a AEP é uma opção metodológica que conduz o aluno a desenvolver habilidades de resolução de problemas, de forma autônoma, criativa e colaborativa (Gonçalves *et al.*, 2021).

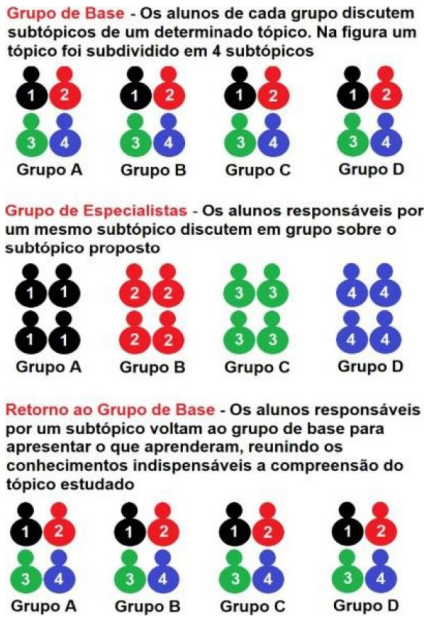


Figure 1. Representação esquemática de atividade baseada no método cooperativo de aprendizagem Jigsaw (adaptado de Fatarelli *et al*., 2010).

A experimentação a partir da Atividade Experimental Problematizada (AEP)

A Atividade Experimental Problematizada (AEP) é uma estratégia didática que se desenvolve por meio do experimento e a partir da delimitação de um problema de natureza teórica (Silva *et al*., 2017). Nessa direção, a AEP é uma opção metodológica que conduz o aluno a desenvolver habilidades de resolução de problemas, de forma autônoma, criativa e colaborativa (Gonçalves *et al*., 2021).

A AEP possui como base dois eixos norteadores, um que se refere à natureza teórica e o outro, metodológica. Em

síntese, observa-se na Figura 2, os fundamentos estruturantes da AEP, tratados como eixo teórico (o planejar) e eixo metodológico (o executar).

Figure 2. Esquema dos eixos estruturantes da AEP.

Com base nas premissas anunciadas, este trabalho relata o projeto *#Nanoteam*, que prezou pela abordagem contextualizada da nanotecnologia de forma integrada aos conceitos químicos trabalhados na 3ª série do Ensino Médio (interação intermolecular, proteínas e alimentos), por meio do método *Jigsaw* e da AEP.

Metodologia

O projeto *#Nanoteam* contou com a participação de 21 alunos da 3ª série do Ensino Médio, turno matutino, de uma instituição privada de ensino, localizada no município de Linhares, ES. A intervenção escolar ocorreu de forma remota, com início em outubro de 2021 e término em novembro de 2021, durante o distanciamento social devido à pandemia de covid-19. Os participantes eram 9 meninas e 12 meninos, com idades entre 16 e 18 anos. Este estudo trata-se de uma aplicação educacional planejada e desenvolvida no contexto de uma pesquisa de mestrado profissional em Química, vinculado ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). A escolha da turma foi devido ao formato de ensino dedicado à 3ª série, em que os discentes tiveram a oportunidade de revisar os conceitos trabalhados ao longo do Ensino Médio, com ênfase em uma temática da atualidade e próxima do dia a dia dos alunos, a nanotecnologia. Além disso, por conta do isolamento social, a escola se organizou para que fossem ofertadas aulas remotas. Dessa forma, o objetivo principal foi promover atividades capazes de gerar aprendizagem efetiva para explorar dimensões que vão além de assistir uma aula pela tela do computador.

Para a pesquisa, foram utilizados: diário de bordo da professora, gravação de áudio, formulários/questionários respondidos pelos alunos e produções confeccionadas por eles. O projeto *#Nanoteam* desenvolveu uma série de ações que intencionavam ensinar conteúdos de Química (interações intermoleculares) de forma contextualizada com a nanotecnologia e desenvolver competências gerais (criticidade, criatividade, colaboração e comunicação). Um esquema geral do projeto pode ser visto no Quadro 1.

Quadro 1: Esquema geral das ações do projeto *#Nanoteam*.

Momento 1 – Método *Jigsaw*
1ª aula: Contextualização e levantamento de concepções prévias. Explicação do método *Jigsaw* e divisão das equipes. Disponibilização de material de estudo às equipes.
2ª aula: Estudos individuais. Compartilhamento de ideias e discussões entre os grupos de especialistas.
3ª aula: Retorno à equipe de base e compartilhamento de ideias e discussões. Encaminhamentos, direcionamentos e *feedback*.
4ª aula: Compartilhamento de informações entre todos a partir da confecção de um mural (*padlet*).
Momento 2 – Aulas teóricas e palestra
5ª e 6ª aulas: Explicação sobre interações intermoleculares, geometria molecular e ligações químicas.
7ª aula: Palestra com especialista sobre nanotecnologia.
Momento 3 – AEP
8ª aula: Experimentação envolvendo diferentes maneiras de preparar uma omelete por meio de uma AEP.
Momento 4 – Finalização e produtos
9ª aula: Exposição e apresentação dos produtos.

Desenho do projeto #Nanoteam

Inicialmente foram feitas duas perguntas aos alunos para promover uma discussão e contextualizar o assunto. As perguntas foram as seguintes: "*1-Quais dos produtos listados, que são comumente comercializados, vocês utilizam?*" e "*2-Você já percebeu que nos produtos em que assinalou existe o termo nano*?" Em seguida, iniciou-se a aplicação do método *Jigsaw* com a divisão das equipes de base e entrega do material de estudo, envolvendo textos, artigos, vídeos e esquemas sobre o tema de trabalho.

O Quadro 2 mostra a organização de cada equipe. Cada aluno das equipes ficou responsável por um subtópico, sendo estes definidos como: 1) História da nanotecnologia; 2) O tamanho; 3) Produtos nanotecnológicos; 4) Educação e nanociência; e 5) Aplicação da nanotecnologia.

Quadro 2: Formação das equipes de base de acordo com o *Jigsaw*.

MATERIAL	BASE 1	BASE 2	BASE 3	BASE 4
PARTE 1	A1 (E1)	A6 (E2)	A11 (E3)	A16 (E4)
PARTE 2	A2 (E1)	A7 (E2)	A12 (E3)	A17 (E4)
PARTE 3	A3 (E1)	A8 (E2)	A13 (E3)	A18 (E4)
PARTE 4	A4 (E1)	A9 (E2)	A14 (E3)	A19 (E4)
PARTE 5	A5 (E1)	A10 (E2)	A15 (E3)	A20 (E4)

Cada aluno estudou individualmente para que, posteriormente, compartilhassem suas informações com a equipe especialista. Após essa etapa, houve o retorno às equipes de base. Cada um, em seu momento, expôs sua opinião sobre o que entendeu, o que achou mais significativo e o quanto a nanotecnologia é importante e se faz presente em nosso cotidiano. Ao término da atividade, cada equipe montou um mural *on line*, utilizando o aplicativo *padlet*. Para a construção do mural compartilhado, os grupos tiveram que organizar e sintetizar os conhecimentos que mais lhes chamaram a atenção durante as discussões sobre nanotecnologia.

Dando continuidade ao projeto, iniciaram-se as aulas teóricas sobre os conteúdos: ligação química, geometria molecular, polaridade e interação intermolecular. Para complementar, foi promovido um seminário *online* ministrado por um especialista com ampla experiência no campo da nanotecnologia. O especialista convidado é professor do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), possui mestrado e doutorado em Química e realiza pesquisas na área de Química com ênfase em formulações nano e microparticuladas.

Após esse momento, foi desenvolvido o experimento, conforme a metodologia AEP. A proposição do problema foi a seguinte: *"É possível compreender conceitos da nanotecnologia e de interação intermolecular ao preparar uma omelete?"*. De forma a atender a resolução do problema, os objetivos experimentais foram: relacionar as diferentes formas de agitação com o tamanho das gotículas de ar; observar a influência do tamanho das gotículas de ar sobre propriedades macroscópicas do alimento – sabor e textura; correlacionar conceitos nanotecnológicos associados ao conteúdo de interações intermoleculares; preparar uma omelete sob diferentes situações.

As diretrizes metodológicas foram repassadas aos alunos na forma de um roteiro semiestruturado e orientavam para os diferentes processos que poderiam ser executados para preparar a omelete. Para atender a AEP, no eixo do desenvolvimento, houve a discussão prévia e os alunos se organizaram para a execução do experimento. A partir dos objetivos, as equipes articularam-se para responder da melhor forma ao problema (Silva *et al*., 2017).

Na etapa seguinte, as equipes propuseram soluções ao problema, sem a interferência do professor, sendo as soluções partilhadas pelos discentes na etapa da socialização. Nesse momento, o professor conduziu a discussão dos resultados obtidos. Finalmente, na sistematização os alunos buscaram um produto que materializasse as discussões e os resultados experimentais, sendo produzidos murais, textos, desenhos, vídeos e música.

Como as atividades ocorreram remotamente, o preparo da omelete foi realizado pelos alunos em suas residências, utilizando-se *mixer* como agitador mecânico e a agitação manual. Todo o processo de preparo foi acompanhado e orientado pelo docente usando plataformas de comunicação por vídeo, como o *Google Meet*. A forma de avaliação do projeto deu-se ao longo de toda a aplicação, sendo observadas as respostas aos questionários e a interação dos discentes entre si e sua participação em todas as etapas do projeto.

Para garantia da privacidade e confidencialidade dos resultados do trabalho, os estudantes foram identificados com os códigos de A01 a A21, e as equipes, com os códigos E01 a E04. Os trechos com as falas dos alunos, da professora e do palestrante especialista citados no decorrer da discussão dos resultados, foram recolhidos durante as atividades por meio de gravações de áudio. Os conteúdos dispostos nos murais *online* preparados pelos estudantes foram analisados por meio da organização de categorias, tal como orienta Bardin (2016) para análise de conteúdo.

Resultados e discussão

Contextualização e concepções prévias

Para se inteirar do conhecimento prévio acerca do tema nanotecnologia, além de aproximar os alunos do assunto e demonstrar que a nanotecnologia está bem próxima deles de um modo que eles nem imaginam, os alunos foram questionados sobre a utilização de alguns produtos que são comumente consumidos por eles. As opções relacionadas à utilização do aparelho celular e do consumo de biscoito recheado e de protetor solar foram as mais citadas pelos alunos (100%), seguido da utilização do bebedouro (90,5%), do creme dental (90,5%) e da fita adesiva (85,7%). Percentuais significativos também foram obtidos para o sabonete de tratamento de acnes (76,2%), para o secador de cabelo (76,2%) e para o hidratante corporal (71,4%). Por último, 57,1% dos alunos citaram utilizar o tecido impermeável em casa.

[...] as equipes propuseram soluções ao problema, sem a interferência do professor, sendo as soluções partilhadas pelos discentes na etapa da socialização. Nesse momento, o professor conduziu a discussão dos resultados obtidos. Finalmente, na sistematização os alunos buscaram um produto que materializasse as discussões e os resultados experimentais, sendo produzidos murais, textos, desenhos, vídeos e música.

Para complementar, foi questionado aos alunos se já haviam observado a existência do termo nano em alguns desses produtos que marcaram. A Figura 3 mostra os itens marcados pelos alunos. Apenas o celular obteve mais respostas positivas (52,4%) do que negativas (47,6%). O destaque do aparelho celular em relação aos demais produtos se deve a difusão do nanochip pelo comércio desses aparelhos. O segundo produto com mais respostas afirmativas foi a do creme dental (42,8%), seguida da fita adesiva (33,3%). Apenas 1 (um) aluno indicou sobre a percepção do prefixo nano no secador de cabelo, sendo que a maioria dos discentes (76,66%), não percebeu esse termo nos produtos utilizados.

Embora a nanotecnologia seja uma temática da atualidade e esteja tão próxima da nossa realidade, ainda é assunto pouco discutido em sala de aula. No caso da presente aplicação,

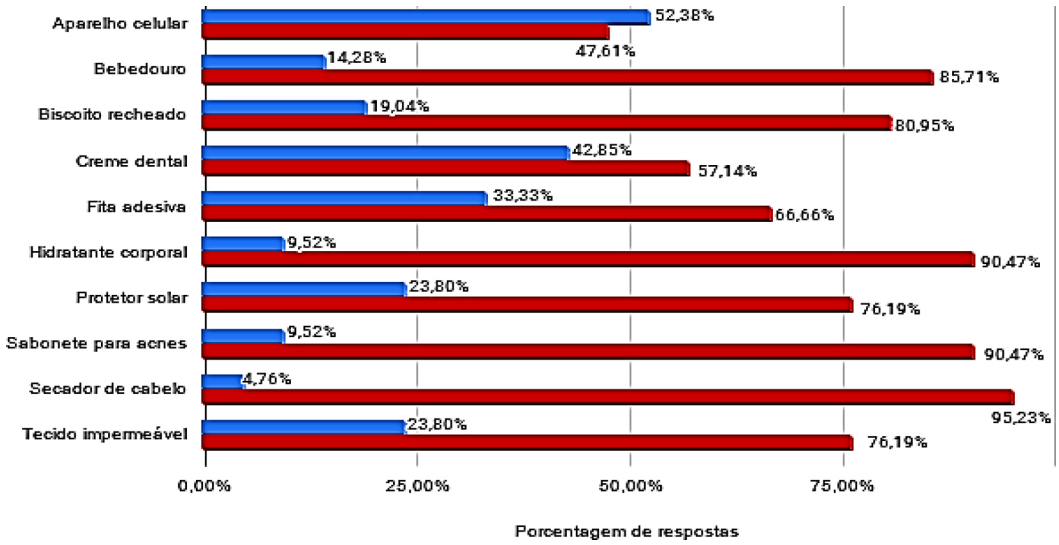


Figure 3. Respostas dos alunos à pergunta "Você já observou que no rótulo dos produtos que você listou aparece o termo nano?". Respostas: Sim ■ Não ■

foi possível perceber que, para a maioria dos alunos, o assunto a ser discutido durante as aulas seguintes seria algo novo e que eles ainda não conheciam, ainda que muitos produtos comercializados nos supermercados já possuam características nanotecnológicas. Cabe destacar que a nanotecnologia é uma ciência fundamental que permite discussões relevantes sobre a Química e outros assuntos, e que estas podem ser integradas às situações do dia a dia dos alunos.

Método Jigsaw

Em busca de consolidar e aprimorar o conhecimento sobre o assunto, os alunos foram encaminhados para pesquisarem sobre o assunto. Para maior aproveitamento da atividade, eles vivenciaram o método *Jigsaw* por meio da formação de equipes para buscarem informações sobre os tópicos relacionados à nanotecnologia a partir de materiais de suporte disponibilizados pela professora. Esse processo de ensino-aprendizagem contribuiu para que os alunos adquirissem autonomia, confiança e conhecimentos essenciais para as atividades seguintes do projeto.

O Quadro 3 sintetiza algumas contribuições das equipes de especialistas que foram reunidas quando os alunos estavam discutindo sobre seus temas (subtópicos), antes do retorno à equipe de base. Percebeu-se que alguns alunos conseguiram informações via seriados e documentários. No retorno à equipe base, notou-se que os alunos tiveram maiores capacidades de argumentação e comunicação acerca dos conteúdos que gostariam de compartilhar. As discussões dos grupos foram mais participativas e ficaram em torno da importância do tamanho e o quanto a nanotecnologia está presente nos cosméticos, vestuários, equipamentos de esportes, na farmacologia, medicina e no ramo alimentício.

No retorno à equipe base, notou-se que os alunos tiveram maiores capacidades de argumentação e comunicação acerca dos conteúdos que gostariam de compartilhar. As discussões dos grupos foram mais participativas e ficaram em torno da importância do tamanho e o quanto a nanotecnologia está presente nos cosméticos, vestuários, equipamentos de esportes, na farmacologia, medicina e no ramo alimentício.

Quadro 3: Reflexões dos discentes inseridos nas equipes de especialistas.

"Já pensou a inserção de nanorrobôs na corrente sanguínea para efetuar o combate contra microrganismos danosos e com transmissão por nanocâmeras na BAND!?" / "Potencial absurdo. Difícil de se acreditar. Mas é o futuro né." **(A1)**
"Hoje em dia já existe impressora 3D. De acordo com a série Grey's Anatomy, apresenta muito a tecnologia e a nanotecnologia na medicina assim como impressão de órgãos e o desenvolvimento de órgãos reais que possam ser utilizados." **(A2)**
"Eu achei interessante a parada da nanotecnologia ser aplicada ao esporte, porque pode tornar a vida do atleta melhor, disponibilizando equipamentos melhores, mais leves e eficazes." **(A3)**

Na etapa de finalização do método *Jigsaw*, foi utilizado o *padlet* para que cada equipe montasse um mural *online* e expusessem seus aprendizados para todos. A análise desse material possibilitou a estruturação de oito categorias *a posteriori* e a delimitação das habilidades atingidas pelos alunos. O Quadro 4 descreve essa análise e traz também as unidades de registro correspondentes a cada categoria/habilidade e alguns trechos dos conteúdos apresentados nos murais.

A partir da análise dessas categorias, é possível afirmar que as equipes expuseram conteúdos variados sobre o conceito, a história, curiosidades da natureza, aplicações e produtos da nanotecnologia. Dessa forma, foi possível identificar as principais características proporcionadas pelo método *Jigsaw* para

Quadro 4: Análise dos conteúdos dispostos nos murais produzidos pelas equipes (E01 a E04): categorias *a posteriori*, habilidades, unidades de registro e exemplos de conteúdos transcritos.

Categorias *a posteriori*	Habilidades	Unidades de registro	Transcrição do conteúdo do mural *Padlet*
(1) História da nanotecnologia	- Compreender a nanotecnologia como uma construção social, científica e histórica.	n = 4	"*A primeira vez que se falou em nanotecnologia foi em dezembro de 1959 pelo físico Richard Feynman [...]. Ele ressaltou a respeito da possibilidade na manipulação dos* átomos *e moléculas, o que resultaria em componentes tão pequenos que não seria possível visualizar a olho nu*." (E02)
(2) Observação e explicação do pequeno no mundo	- Dimensionar algo que não se pode visualizar a olho nu; - Estabelecer analogias para o entendimento de algo abstrato.	n = 7	"*Quando se fala da nanotecnologia, a primeira coisa a fazer é mudar a escala com a qual se vê o mundo. O que deve ser feito é mudar a maneira como o cérebro trabalha, assim entendendo o pequeno e grande no mundo da nanotecnologia.*" (E03)
(3) Nanotecnologia e sociedade	- Avaliar os aspectos éticos nas aplicações e relações da nanotecnologia com a sociedade, nos âmbitos sociais, ambientais e econômicos.	n = 16	"*No setor biológico, a nanotecnologia já oferece ferramentas para auxiliar na qualidade do tratamento da vida humana e promete oferecer ainda mais. A nanotecnologia vem ajudando na cura de doenças. Exemplo: câncer de pulmão*." (E01)
(4) Explicação de fenômenos da natureza	- Expandir o conhecimento para o entendimento de alguns fenômenos naturais.	n = 3	"*A nanotecnologia está presente na natureza, tanto em animais como nas plantas. Vale mencionar que os efeitos naturais, como iridescência na borboleta azul, ventosas nas patas da lagartixa, efeito lótus e resistência dos dentes, comprovam que a nanotecnologia está presente nos pequenos detalhes que não damos atenção*." (E01)
(5) Escalas de grandezas e tamanho	- Representar símbolos e grandezas numéricas.	n = 8	"*Um nanômetro (nm) é um metro dividido por um bilhão, ou seja, 1nm é igual a 10^{-9} m.*" (E02)
(6) Propriedades físicas e químicas das nanopartículas e interações atômicas e moleculares	- Compreender que as propriedades das nanopartículas são dependentes do seu tamanho. - Recorrer aos conhecimentos da Química para melhor entendimento do tema.	n = 4	"*[...] exibe propriedades físicas e químicas diferentes das de uma partícula maior, de idêntica composição*." (E02)
(7) Conceito de nanotecnologia	- Entender o conceito de nanotecnologia.	n = 8	"*A nanotecnologia é uma ciência que se dedica ao estudo da manipulação da matéria numa escala atômica e molecular lidando com estruturas entre 1 e 1000 nanômetros.*" (E02)
(8) Teorias atômicas	- Correlacionar a nanotecnologia a outros assuntos da Química.	n = 7	"*Leucipo, que desenvolveu uma teoria de que tudo seria composto de partículas minúsculas indivisíveis e invisíveis a olho nu. Os famosos* átomos. *Durante os anos, houve a contribuição de vários químicos como Dalton, Rutherford e Bohr.*" (E02).

promover resultados educacionais significativos em termos de aprendizagem, interação e envolvimento colaborativo (Santos *et al.*, 2020). As categorias indicaram que o método *Jigsaw* permitiu a aprendizagem e o desenvolvimento de diversas habilidades de forma compartilhada, transversal e contextualizada a outras situações e dimensões. A dinâmica evidenciou a importância do papel de cada aluno, ou seja, a contribuição de cada aluno foi indispensável para gerar uma compreensão abrangente da temática tratada (Santos *et al.*, 2021). Alguns grupos trouxeram algumas explicações dos conceitos da Química inseridos no tema que ainda seriam explicados pela professora nas atividades seguintes.

Aulas teóricas e palestra sobre nanotecnologia

Após esse processo de discussões relacionados ao tema, a professora ministrou três aulas teóricas abordando conceitos científicos da Química (ligação química, geometria molecular, interações intermoleculares e polaridade). A explicação dos conceitos foi realizada, sempre que possível, buscando resgatar e incluir as discussões que ocorreram até aquele momento sobre a nanotecnologia. Tais conhecimentos foram estruturantes e fundamentais para que os alunos entendessem os conhecimentos científicos, em níveis nanoscópicos, envolvidos nos produtos e aplicações da nanotecnologia.

Para enriquecer as discussões, um professor com experiência em pesquisas envolvendo a nanotecnologia foi convidado a ministrar uma palestra para a turma. A palestra contou com os pontos principais a respeito da nanotecnologia, como: conceitos básicos, preparo de partículas, problemas de escalonamento, propriedades nanoparticuladas, aplicações e investimentos. Em dado momento da palestra, quando o expositor falava sobre pontos de contato de animais, como o exemplo das lagartixas, que potencializam a interação destas com superfícies/paredes, um dos discentes (A05) levantou um questionamento: "*Como as pessoas que trabalham com nanotecnologia manuseiam essas partículas em nanoescala?*". Então, foi explicado que "*Não se consegue ver a olho nu, mas sim existe a visualização de uma espécie de "pó" e que só é confirmada a existência de nanopartículas devido a utilização de algumas técnicas que caracterizam o material*".

Ainda interessados em visualizar essas partículas a olho nu, o discente A10 complementou, questionando: "*E se tiver um grande conjunto desse material?*", então o palestrante mostrou e citou os microscópios capazes de permitir essa visualização. O mesmo aluno teve curiosidade em saber se a poeira que conseguimos visualizar no ar poderia estar em tamanho nanoparticulado, então o palestrante explicou que "*Possivelmente está em tamanho micrométrico, mas, caso exista um conjunto de tamanhos nanométricos agregados, o que você vai enxergar também será o conjunto, e não apenas uma unidade nanoparticulada*".

Durante a apresentação, também foi mostrado um sistema de laboratório capaz de preparar essas partículas. Um dos instrumentos mostrados foi o liofilizador, que é um equipamento responsável por evaporar suspensões nanoparticuladas. O palestrante contextualizou a discussão explicando como é produzido o leite em pó:

> O leite em pó é produzido pelo liofilizador, sendo a amostra congelada, inicialmente, antes de ser colocada no equipamento. Esse, por sua vez, por meio de alto vácuo, favorece o processo de sublimação, onde a água sai do estado sólido e passa direto para o estado gasoso, restando no equipamento, apenas a parte sólida constituinte do leite.

A explicação despertou interesse, pois muitos dos alunos relataram que não tinham ideia de como o leite em pó era preparado. O aluno A10 achava que o leite em pó era derivado do gelo ralado. Prosseguindo com a palestra, após ver algumas imagens de medicamentos encapsulados sendo carreados para células cancerígenas, o aluno A14 questionou sobre "*a existência ou não de máquinas que conseguiriam entrar no corpo humano e destruir as células de câncer*". Então, o professor explicou que:

> Os chamados nanorrobôs, na verdade, são as partículas manipuladas em escala nanométrica, capazes de serem introduzidas e monitoradas nas células tumorais. Ao manipular essa medicação em dimensões nanométricas, a fim de que adquiram propriedades favoráveis à aproximação e internalização do medicamento junto à célula doente, induzindo a morte da célula, pode-se dizer que um nanorrobô está sendo usado.

Por fim, mais algumas aplicações foram discutidas, além do potencial do mercado e a curva de investimentos na área da nanotecnologia, sendo finalizado o seminário *online*.

AEP

Em continuidade ao projeto, aplicou-se a experimentação no formato AEP. Os discentes aproveitaram bastante a aula, fizeram muitos questionamentos e tiraram conclusões próprias, em conformidade com a proposição do problema. Nessa dinâmica, os estudantes observaram que a omelete mais aerada foi a preparada com o *mixer*, em comparação com a agitação manual. Depois de preparada, a omelete com agitação manual foi caracterizada por apresentar maiores poros, conferindo uma textura mais leve e saborosa. Por outro lado, a omelete preparada pelo *mixer*, como apresentava muitas bolhas de tamanho pequeno, acabou sendo caracterizada pela presença de poros menores, fazendo com que a omelete ficasse mais rígida e menos saborosa.

Com as explicações aos questionamentos surgidos durante o experimento, os alunos entenderam a dependência e as relações dos inúmeros processos que podem ser empregados na preparação de uma simples omelete. A forma de preparo com a utilização de instrumentos e adição de ingredientes (sal, óleo, etc.), atrelada à composição química singular do material, irão influenciar diretamente no gosto, na textura e no sabor do alimento. Dessa maneira, a prática também possibilitou aos alunos fazerem analogias a outros contextos e alimentos, além de expandir suas formas de ver o mundo.

A partir do desenvolvimento da AEP, mesmo que remotamente, os alunos puderam compreender os conceitos químicos sobre as interações intermoleculares envolvidas na quebra da proteína ao preparar a omelete. De forma complementar, houve o aproveitamento em potencializar e mobilizar conceitos científicos dispostos no currículo formal da disciplina alinhada a uma simples situação corriqueira do dia a dia, de forma remota, dinâmica e contextualizada, enaltecendo o espírito científico do aluno. A AEP é privilegiada pelo problema, que, por sua vez, é a plataforma que conduz o aluno à busca por solução e às interpretações e significados das ciências (Silva *et al*., 2022).

Nessa perspectiva, as atividades remotas potencializaram a aquisição de habilidades e dos conceitos químicos. O conceito científico contextualizado com temáticas ligadas à realidade do aluno, que são problematizadas por meio de experimentos e com que os alunos trabalham de forma colaborativa, são condições favoráveis para o processo ensino-aprendizagem. Diante dessas condições, o aluno desenvolve habilidades cognitivas de ordem superior, como pensamento crítico, capacidade de resolução de problemas, criatividade e tomada de decisão (Damm *et al.,* 2023).

Figure 4. Mural produzido pela E01 sobre o conteúdo de nanotecnologia.

Produtos do projeto #Nanoteam

Na última ação do projeto, os grupos tiveram que produzir um material para explicar e demonstrar o que entenderam sobre as atividades que foram desenvolvidas. Em síntese, os discentes produziram resumos, vídeos, mapa mental, música, etc., com intuito de representar o conhecimento adquirido. Nesses materiais, os alunos explicaram alguns aspectos principais da nanotecnologia e como eles se relacionaram com as atividades realizadas. A Figura 4 mostra o mural confeccionado pela Equipe 1 (E01).

Conclusão

O projeto *#Nanoteam* mostrou algumas possibilidades de ensinar a nanotecnologia aliada aos conteúdos de ligações químicas e interações intermoleculares por meio do *Jigsaw* e da AEP. O conjunto de atividades tornou o discente protagonista no seu processo de aprendizagem, considerando que houve o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao trabalho colaborativo, visão crítica do assunto, criatividade, capacidade de síntese e avaliação para expor suas aprendizagens. O projeto foi desenvolvido exclusivamente de forma remota e, com a articulação da nanotecnologia, do *Jigsaw* e da experimentação com materiais do cotidiano, os discentes foram capazes de experimentar, estudar e aprender os conceitos químicos. O tema em geral não era de conhecimento por parte de nenhum aluno e, da forma com que foi tratado, se tornou menos abstrato, possibilitando ao aluno compreender os conceitos químicos sobre as interações intermoleculares envolvidas na quebra da proteína ao preparar a omelete.

Carol de Souza Berger (krol_jn@hotmail.com) é licenciada em Química pelo Instituto Federal do Espírito Santo, em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci e mestre em Química pelo Instituto Federal do Espírito Santo. Atualmente é docente na Rede Estadual de Educação do Espírito Santo. **Bruna Marine Damm** (bruna.damm@edu.ufes.br) é licenciada em Química pelo Instituto Federal do Espírito Santo e mestre em Química pela Universidade Federal do Espírito Santo. Atualmente é doutoranda pelo Programa de Pós-graduação de Química da Universidade Federal do Espírito Santo. **Paulo Rogerio Garcez de Moura** (paulo.moura@ufes.br) é licenciado em Química pela Universidade de Cruz Alta e doutor em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente é docente na Universidade Federal do Espírito Santo. **André Romero da Silva** (aromero@ifes.edu.br) é graduado em Química Tecnológica e doutor em Química pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente é docente e Pró-reitor de Pesquisa e Pós-graduação do Instituto Federal do Espírito Santo.

Referências

ADHIKARI, B. Roles of alkaloids from medicinal plants in the management of diabetes mellitus. *Hindawi Journal of Chemistry*, v. 2021, p. 1-10, 2021.

AHMED, H. W.; NABAVI, S. e BEHZAD, S. Herbal drugs and natural products in the light of nanotechnology and nanomedicine for developing drug formulation. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, v. 21, n. 3, p. 302-313, 2021.

AKINHANMI, F. O.; AYANDA, O. I.; AHUEKWE, E. F. e DEDEKE, G. A. Mitigating the Impacts of the COVID-19 Pandemic on Crop Farming: A Nanotechnological Approach. *Agriculture,* v. 13, n. 1144, p. 1-27, 2023.

ARIGA, K. Materials Nanoarchitectonics: Collaboration between Chem, Nano and Mat. *CheNanoMat,* v. 9, n. 7, e202300120, 2023.

ARONSON, E. *The Jigsaw Classroom*. Social Psychology Network, 2000. Disponível em: https://www.jigsaw.org/ , acesso em jun. de 2024.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.

COCHITO, M. I. S. *Cooperação e aprendizagem: educação intercultural*. Lisboa: ACIME, 2004.

DAMM, B. M.; SCHAFFEL, I. F.; SANTOS, G. F. S.; AZEVEDO, L. E. S.; FERREIRA, R. Q. e MOURA, P. R. G. Antioxidant Capacity of *Rhizophora mangle* Bark Extracts: A Contextualized Approach in the Teaching of Analytical

Chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 100, n. 11, p. 4449-4455, 2023.

FATARELLI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q. e QUEIROZ, S. L. Método Cooperativo de Aprendizagem Jigsaw no Ensino de Cinética Química. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 3, p. 161-168, 2010.

GONÇALVES, F. T.; CANTO-DOROW, T. S. e COUTINHO, C. Atividade Experimental Problematizada: uma metodologia fundamentada por narrativa autoral. *Reflexão e A*ção, v. 29, n. 3, p. 235-252, 2021.

HUDSON-SMITH, N. V.; ALVAREZ-REYES, W.; YAO, X.; HE, J.; RODRIGUEZ, R. S.; MITCHELL, S.; ABED, M. M.; SPANOLIOS, E.; KRAUSE, M. O. P. e HAYNES, C. L. Nanoadventure: Development of a Text-Based Adventure Game in English, Spanish, and Chinese for Communicating about Nanotechnology and the Nanoscale. *Journal Chemical Education,* v. 100, v. 6, p. 2269-2280, 2023.

MARTINS, A. B.; MARIA, L. C. S. e AGUIAR, M. R. M. P. As drogas no ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 18, p. 18-21, 2003.

MARTINS, V. C.; BRAGA, E. C. O.; GODOY, R. L. O.; BORGUINI, R. G.; PACHECO, S.; SANTIAGO, M. C. P. A. e NASCIMENTO, L. S. M. Nanotecnologia em alimentos: uma breve revisão. *Perspectivas da Ciência e Tecnologia*, v. 7, n. 2, p. 25-42, 2015.

PAMPA-QUISPE, N. B. e TORRES-ACURIO, J. Nanociencia y nanotecnología en la educación actual: una propuesta interdisciplinaria emergente poscovid-19. *Revista de Física,* n. 6, p. 90-109, 2023.

PEDROSA, M. B. A. O. e PINTO, E. S. Nanociência e nanotecnologia no Ensino Médio: abordagem no contexto do ensino remoto. *Dynamis*, v. 29, n. 1, p. 91-108, 2023.

REBELLO, G. A. F.; ARGYROS, M. M.; LEITE; W. L. L., SANTOS; M. M.; BARROS; J. C.; SANTOS, P. M. L. e SILVA, J. F. M. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 1, p. 3-9, 2012.

SANTOS, F. A. S.; CANTANHEDE, L. B.; CANTANHEDE, S. C. S. e FERREIRA, F. C. Método cooperativo no ensino de Química: uma abordagem do conteúdo soluções químicas através do método Jigsaw. *Revista Debates em Química,* v. 6, n. 2, p. 254-269*,* 2020.

SANTOS, W.; GRUNFELD DE LUCA, A. e MELO, M. O ensino da Química por meio da metodologia cooperativa Jigsaw: explorando o tema chás. *Revista Insignare Scientia*, v. 4, n. 4, p. 309-322, 2021.

SHUKLA, B. K.; TYAGI, H.; BHANDARI, H. e GARG, S. Nanotechnology-based approach to combat pandemic Covid 19: A Review. *Macromolecular Symposia*, v. 397, n. 2000336, p. 1-17, 2021.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G. e DEL PINO, J. C. Atividade Experimental Problematizada (AEP) como uma estratégia pedagógica para o ensino de ciências: aportes teóricos, metodológicos e exemplificação. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, v. 5, p. 177-195, 2017.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G. e DEL PINO, J. C. Atividade Experimental Problematizada (AEP): discussões pedagógicas e didáticas de uma asserção de sistematização voltada ao ensino experimental das ciências, *Contexto e Educação*, v. 37, n. 116, p. 130-144, 2022.

SIQUEIRA-BATISTA, R.; MARIA-DA-SILVA, L; SOUZA, R. R. M.; PIRES-DO- PRADO, H. J.; SILVA, C. A.; RÔÇAS, G.; OLIVEIRA, A. L. e HELAYËL-NETO, J. A. Nanociência e nanotecnologia como temáticas para discussão de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. *Ciência & Educação*, v. 16, n. 2, p. 479-490, 2010.

SOMORJAI, G. A. *Introduction to Surface Science Chemistry and Catalysis*. New York: Wiley, 1994.

THE ROYAL SOCIETY AND THE ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING. *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*. London: The Royal Society, 2004.

TOMA, H. e ARAKI, K. Nanociência e nanotecnologia: o gigantesco e promissor mundo do muito pequeno. *Ciência Hoje*, v. 37, n. 217, p. 1-25, 2005.

TOMKELSKI, M. L.; SCREMIN, G. e FAGAN, S. B. Ensino de nanociência e nanotecnologia: perspectivas manifestadas por professores da educação básica e superior. *Ciência & Educação*, v. 25, n. 3, p. 665-683, 2019.

Abstract: *#Nanoteam: teaching nanoscience through the Jigsaw method and Problematized Experimental Activity (PEA).* This article describes a report on a practice focused on teaching Chemistry, focusing on nanoscience/nanotechnology through the project called *#Nanoteam*. Participants were third-grade high school students at a private school in Linhares, ES. The project activities took place remotely and were developed based on the Jigsaw method and Problematized Experimental Activity (PEA). The contents of Chemistry (intermolecular interactions) were mobilized with the theme related to nanotechnology through research, group discussions, lectures with an expert in the area, experimentation and presentations of products made by the students. The project enabled students to build and appropriate fundamental nanotechnological concepts to promote scientific criticality. In addition, students participated actively and collaboratively during the teaching-learning process.
Keywords: nanotechnology, intermolecular interactions, experimentation, Problematized Experimental Activity

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160376

Fotografia como eixo integrador de Arte, Química e Física: desenvolvimento e contribuições do projeto "Ciência da Fotografia" na construção do protagonismo e conhecimento científico em estudantes do ensino médio

Majorie Mara Malacarne, Barbara Queiroz Guimarães, Luma Barbosa Magnago e Itamar Ferreira da Costa

Devido à importância da interdisciplinaridade, experimentação e protagonismo discente na melhoria do processo de aprendizagem, anualmente, é promovido um evento escolar no qual os alunos são protagonistas na elaboração dos trabalhos. O tema central de 2022 foi: *Tecendo novas manhãs - A vida devia ser bem melhor e será!* Diferentes componentes curriculares propuseram trabalhos relacionados à fotografia, dentre eles Arte, Química e Física com o trabalho "Ciência da Fotografia". O objetivo deste artigo é apresentar os resultados obtidos a partir deste projeto e discutir a sua contribuição na construção do conhecimento científico dos alunos. Nesta atividade, os estudantes construíram uma máquina fotográfica *pinhole*, fabricaram papel fotográfico e revelaram as fotos captadas, obtendo imagens nítidas e detalhadas. O engajamento dos alunos e suas percepções ao final do trabalho mostram a importância de estimular o protagonismo científico e instigar o docente a desenvolver metodologias diferenciadas de ensino.

▶ fotografia, protagonismo, interdisciplinariedade ◀

Recebido em 08/02/2024; aceito em 28/06/2024

Introdução

O ensino de Química tem se mostrado desafiador devido, principalmente, à dificuldade dos alunos em apropriar conhecimentos sobre os conteúdos abordados. A complexidade dos conceitos químicos, a desconexão entre teoria e prática e a utilização de métodos de ensino tradicionais são fatores que podem desencadear essa dificuldade. Para auxiliá-los na construção do conhecimento químico e científico, os professores utilizam estratégias de ensino que proporcionam uma visão da química que vai além dos conceitos estudados em sala de aula, como a experimentação.

A experimentação é uma estratégia de ensino que estimula os questionamentos e a investigação de um fenômeno, que permite ao aluno aprimorar suas concepções sobre ele, potencializando a aprendizagem, contribuindo com a superação de obstáculos cognitivos, ao tratar de conceitos científicos os quais podem ser abstratos quando abordados em teoria (Guimarães, 2009; Santos *et al.*, 2018; Silva e Moura, 2018).

Espera-se que nas aulas experimentais os alunos possam desenvolver "habilidades cognitivas importantes para o processo de aprendizagem" (Lima *et al.*, 2021, p. 800), como a criatividade, a capacidade de resolver problemas, raciocínio lógico e rápido, senso crítico, expor suas ideias, criar teorias e argumentar quanto aos resultados obtidos, além de proporcionar autonomia, permitindo que o aluno construa seu conhecimento de forma ativa (Stuart e Marcondes, 2008; Souza *et al.*, 2013; Santos *et al.*, 2018; Lima *et al.*, 2021). Nesse sentido, não basta apenas realizar o experimento, a atividade deve promover a investigação, por meio de discussões, análises de dados e interpretação de resultados (Stuart e Marcondes, 2008).

Essa estratégia de ensino pode, além de aumentar a motivação dos alunos, fazer com que o próprio docente reflita sobre o processo de ensino em relação às habilidades e competências que poderiam ser desenvolvidas (Lima *et al.*, 2021). O professor desempenha aqui um papel de mediador e busca planejar, orientar e incentivar os alunos a participarem e compreenderem os conceitos científicos, ao fornecer informações necessárias e apresentar questionamentos que auxiliam o aluno no caminho para avaliação do fenômeno (Stuart e Marcondes, 2008; Souza *et al.*, 2013).

A experimentação desenvolve um forte interesse nos alunos (Silva e Moura, 2018), principalmente por meio de desafios e descobertas, significando ainda mais o processo de aprendizagem (Cardoso e João, 2019). A experimentação

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons

unida à interdisciplinaridade, uma forma de integrar as disciplinas sem que existam fronteiras entre elas, proporciona o trabalho colaborativo entre professores de diferentes áreas e dá oportunidade aos alunos de vivenciarem aulas diferenciadas (Cardoso e João, 2019). Em resumo, trocam-se as disciplinas abordadas de maneira fragmentada e criam-se interconexões, proporcionando um saber mais abrangente ao aluno (Monteiro *et al*., 2013).

Devido à importância da interdisciplinaridade, da experimentação e do protagonismo discente para a melhoria do processo de aprendizagem, anualmente os integrantes do Núcleo de Arte e Cultura (NAC), programa escolar institucionalizado junto a coordenadoria de extensão de uma escola federal do Espírito Santo, coordenam e promovem a Semana de Arte e Cultura (SAC), que é um evento acadêmico interno no qual os alunos são os protagonistas na elaboração dos trabalhos, tendo estes um tema central. No ano de 2022 este tema foi "*Tecendo novas manhãs – A vida devia ser bem melhor e será!*". Entre os trabalhos propostos pelos organizadores do evento, para as turmas do ensino médio integrado ao técnico, estavam: "Evolução da fotografia", "Grandes fotógrafos locais, nacionais e internacionais", "Exposições fotográficas e de telas", entre outros, trabalhos estes que são orientados por alguns docentes que lecionam nas turmas. Com isso, visando promover a interdisciplinaridade entre a Arte, a Química e a Física, foi proposto a três turmas de segundo ano do ensino médio, o desenvolvimento de um trabalho sobre a ciência da fotografia, que visava explicar os conceitos teóricos de Química e Física envolvidos nos processos de: captação de imagens por câmeras fotográficas do tipo *pinhole*, funcionamento dos papeis fotográficos e revelação das fotos, além de executar na prática estes processos.

[...] anualmente os integrantes do Núcleo de Arte e Cultura (NAC), programa escolar institucionalizado junto a coordenadoria de extensão de uma escola federal do Espírito Santo, coordenam e promovem a Semana de Arte e Cultura (SAC), que é um evento acadêmico interno no qual os alunos são os protagonistas na elaboração dos trabalhos, tendo estes um tema central.

O desenvolvimento deste trabalho científico foi inovador, visto que não há publicações envolvendo o protagonismo estudantil de alunos do ensino médio na construção do conhecimento interdisciplinar (Química, Física e Arte) por meio da fotografia, e que desenvolvessem experimentalmente, em ambiente escolar, as três etapas descritas: captação das fotografias utilizando câmera *pinhole*, fabricação de papel fotossensível e revelação utilizando *caffenol*. Apesar de Neves *et. al* (2017) proporem a junção dos três processos apresentados neste trabalho, o objetivo deles foi verificar a viabilidade da união dessas técnicas para obtenção de fotografias analógicas para aplicação em oficinas, não havendo no trabalho publicado registros das fotos captadas por eles e um indicativo que estas oficinas foram desenvolvidas junto a estudantes. Além disso, os autores substituíram o papel caseiro fabricado por eles por chapas de raio X virgens por não terem obtido resultados satisfatórios no processo de fabricação do papel. Os autores Myczkowski *et al*. (2022) também propuseram a experimentação fotográfica como vértice do estudo de Química, Física e Arte, mas, assim como Neves *et. al*. (2017), não fabricaram o papel e utilizaram chapas de raio X virgens. Os demais autores, cujos trabalhos foram encontrados nos levantamentos bibliográficos, propuseram abordagens mais teóricas envolvendo a "Química da Fotografia" enquanto tema gerador para o ensino (Marques, 2012; Santos, 2016) ou substituíram apenas parte do processo (captação, revelação ou papel fotográfico) por um meio alternativo (Domingues *et al.*, 2016; Garcia, 2016; Giorgi, 2010).

A ciência da fotografia

A invenção da fotografia teve início com a descoberta da câmara escura, que era constituída por um quarto fechado, com paredes brancas, apresentando uma única abertura em uma das paredes que possibilitava a entrada de raios solares e, com isso, havia a projeção da imagem de um objeto externo à câmara na parede interna da mesma. A imagem projetada aparecia de forma invertida na parede oposta à parede que continha a abertura (Marques, 2012). Esta inversão pode ser explicada por um dos princípios fundamentais da óptica geométrica: "todo o raio de luz percorre trajetórias retilíneas quando em meios transparentes e homogêneos". Os princípios da óptica geométrica são apresentados aos discentes pelos professores de Física no segundo ano do ensino médio.

A câmara escura pode ser utilizada como máquina fotográfica ao substituir seu anteparo translúcido por uma substância fotossensível adequada, como filmes ou papéis fotográficos. Estas câmeras, conhecidas como *pinhole* (buraco de agulha), não possuem lentes, apresentando apenas um pequeno orifício que funciona como lente e diafragma fixo no lugar do sistema óptico a que estamos habituados nas câmeras convencionais e que correntemente designamos de objetiva (Boschi *et al*., 2004). Essas câmeras podem ser facilmente fabricadas com materiais alternativos encontrados em nosso cotidiano como: caixas de sapato, latas de refrigerante e de leite em pó, entre outros materiais (Manual do Mundo, 2023).

Para obtenção da fotografia é necessária a utilização de um papel fotográfico que é inserido na câmera *pinhole* na parede oposta ao orifício. O papel fotográfico consiste em uma emulsão gelatinosa de algum haleto de prata, na qual os íons prata irão sofrer redução devido a sua exposição à luz que é direcionada ao papel através do orifício (Peruzzo e Canto, 2006; Neves *et al.*, 2017). Os haletos de prata sofrem uma alteração mínima não perceptível a olho nu (visível somente no microscópio eletrônico), a qual é chamada de imagem latente (Schisler, 1995). À medida que a intensidade de luz recebida em uma região aumenta, mais escura essa área ficará após a revelação, pois um maior número de íons

prata terá sido sensibilizado naquela região do papel. Desse modo, a imagem formada no filme será "negativa", isto é, com os padrões de claro e escuro invertidos (Neves *et al.*, 2017). Isso ocorre porque, quando a luz incide sobre uma superfície, parte da sua energia é absorvida pelo material e parte é refletida. É essa parcela da luz refletida que irá adentrar a câmera *pinhole* e sensibilizar o papel fotográfico. A partir do estudo da reflexão da luz, no componente curricular de Física, sabe-se que quando um corpo de cor branca recebe luz branca ele reflete todas as cores que compõem essa luz. Por outro lado, um corpo negro absorve todas as cores e não reflete nenhuma delas. Logo, o corpo negro, por não refletir os raios luminosos, não causará a redução dos íons prata no papel fotográfico e esta região aparecerá como branca após a revelação. O inverso ocorre com a luz refletida pelo corpo branco.

Após a etapa de sensibilização do papel fotográfico durante o registro da foto, é realizado o processo de revelação, que consiste na transformação da imagem latente registrada no filme fotográfico em imagem visível por meio de um processo químico (Schisler, 1995). O procedimento envolve, na ausência de luz, mergulhar o papel fotográfico em uma solução aquosa de um agente redutor apropriado, normalmente a base de hidroquinona. A função do revelador é concluir a transformação dos haletos de prata contidos no papel fotográfico em prata metálica, através do processo de oxirredução. Durante esse processo, o agente revelador se oxida, "doando" seu elétron aos íons prata, o que os transforma em prata metálica negra (Peruzzo e Canto, 2006).

As regiões mais claras do objeto refletem mais luz, e o papel, ao entrar em contato com o revelador, reduz a prata, formando-se assim prata metálica, que é negra. As regiões mais escuras sensibilizam pouco ou não sensibilizam o papel, formando assim tons de cinza ou branco, quando a superfície é muito escura. Após a revelação, o papel apresenta áreas claras que contêm haletos de prata que não reagiram, pois não foram expostos à luz. Eles devem ser removidos para que o negativo final não fique fotossensível (Rossati *et al.*, 2009), sendo essa a função do fixador. A base das soluções fixadoras é o tiossulfato de sódio, pois esse composto reage com os cristais de prata formando complexos solúveis em água, provocando desta forma, a dissolução dos haletos de prata não expostos e a preservação da imagem, conforme a reação (1) (Domingues *et al.*, 2016).

$$2Na_2S_2O_3(aq) + 2AgX(s) \rightarrow NaX(aq) + Na_3[Ag(S_2O_3)_2](aq) \quad (1)$$

Por ser responsável pela preservação da imagem, deve-se estar atento a este processo, pois a permanência de resíduos desta reação, ao longo do tempo, provocam manchas na fotografia (Schisler, 1995). Para a eliminação destes resíduos, é realizada a etapa da lavagem do papel com água ou soluções à base de sulfito de sódio, que permite que apenas a prata metálica permaneça sobre o papel, garantindo a integridade do negativo da fotografia. Posteriormente, a secagem natural é realizada.

Após a obtenção do negativo, a positivação é feita por contato. O negativo é colocado sobre um papel fotográfico idêntico que não foi utilizado e ambos são colocados entre duas placas de vidro. Em seguida, incide-se, rapidamente, luz neste conjunto, sensibilizando o papel fotográfico. As áreas claras no negativo permitem a passagem da luz e causam uma maior sensibilização no papel fotográfico, deixando essas áreas mais escuras. Já áreas claras no negativo geram áreas escuras no positivo e vice-versa. As etapas seguintes (revelação e fixação) são as mesmas do negativo. Ressalta-se que a manipulação do papel fotográfico deve ser realizada em ambiente escuro com a utilização da lâmpada de segurança, que é vermelha e de baixa intensidade (Rossati *et al.*, 2009).

Observa-se que o processo de fabricação do papel fotográfico, a captação das fotos e o processo de revelação envolvem reações de oxirredução, conteúdo trabalhado no segundo ano do ensino médio no componente curricular de Química. Logo, verifica-se a viabilidade da execução da proposta de atividade interdisciplinar entre as áreas de Química, Física e Arte com os alunos desta série. Com isso, os objetivos deste trabalho são: detalhar as etapas de execução do trabalho científico interdisciplinar intitulado "Ciência da fotografia" desenvolvido por alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola federal do Espírito Santo; apresentar os resultados obtidos pelos alunos nas diversas atividades realizadas neste projeto, que envolveram desde a fabricação de máquinas fotográficas antigas, do tipo *pinhole*, a captação de imagens, a fabricação do papel fotográfico, até a revelação das fotos; e discutir a contribuição deste trabalho na construção do conhecimento científico dos alunos envolvidos. Além disso, visa-se fornecer material instrucional para docentes do componente curricular Química para o desenvolvimento de uma metodologia diferenciada de ensino.

Observa-se que o processo de fabricação do papel fotográfico, a captação das fotos e o processo de revelação envolvem reações de oxirredução, conteúdo trabalhado no segundo ano do ensino médio no componente curricular de Química. Logo, verifica-se a viabilidade da execução da proposta de atividade interdisciplinar entre as áreas de Química, Física e Arte com os alunos desta série.

Planejamento das atividades

Após a definição do tema da SAC, três turmas do segundo ano do ensino médio (média de 35 alunos) foram designadas a desenvolver o trabalho "Ciência da fotografia". O tema geral foi desmembrado em três subtemas e cada turma ficou responsável pela execução de um deles sob orientação e supervisão das professoras.

Figura 1: Ambientação dos espaços para exibição do tema.

A primeira turma recebeu como proposta de atividade "a construção de uma câmera *pinhole* para captação de imagens no contexto escolar", sendo responsável pela fabricação da câmera, captação das fotos e explicação dos fenômenos óticos envolvidos nesse processo. A segunda turma ficou responsável pela fabricação do papel fotográfico e por explicar, de forma simples, as reações químicas envolvidas nos registros fotográficos. A terceira turma ficou responsável por pesquisar, explicar e realizar o processo de revelação fotográfica. As três turmas trabalharam de forma conjunta no desenvolvimento e na apresentação do trabalho nas salas temáticas, visto que o trabalho de cada uma dependia das demais.

Resultados e discussão

Ambientação e processo de captação das fotos

A SAC é um evento anual no qual são apresentados os trabalhos desenvolvidos pelos alunos do ensino médio integrado ao ensino técnico de uma escola federal. Este evento é marcado pela interdisciplinaridade dos trabalhos e pelo protagonismo estudantil, visto que os alunos são os responsáveis pelo desenvolvimento, montagem e apresentação dos trabalhos, com a orientação e supervisão dos docentes. Na Figura 1 é possível observar alguns recursos utilizados para ornamentação da sala temática "Ciência da fotografia".

Inicialmente, os grupos de visitantes que adentravam a sala temática eram apresentados à evolução das máquinas fotográficas no decorrer dos tempos. Posteriormente, os discentes mostravam o passo a passo que eles usaram para fabricação da câmera do tipo *pinhole* e ensinavam como utilizá-la para captação de fotografias. Para a fabricação da câmera do tipo *pinhole*, os alunos utilizaram como referência o vídeo do Manual do Mundo denominado "Câmera na Lata" (Manual do Mundo, 2023). O resultado da câmera produzida pelos alunos e apresentada aos espectadores pode ser observado na Figura 2.

Figura 2: Câmera *pinhole* construída pelos alunos.

Para realizar a captação das fotos, os alunos levaram a câmera *pinhole* para um ambiente escuro (almoxarifado) iluminado por uma lâmpada de LED vermelha, de baixa intensidade, e inseriram o papel fotográfico fabricado na lateral oposta ao orifício da câmera. Para garantir que este ficaria fixo, utilizou-se fita crepe na parte posterior desse papel. O orifício foi fechado com uma fita isolante e a câmera foi levada para a parte externa do prédio de laboratórios, onde o registro que resultou na primeira imagem visível foi realizado (Figura 3a). Para tal, posicionou-se a câmera sobre um banco alto a uma distância de aproximadamente 30 metros do prédio e descobriu-se o orifício. Como o dia estava

Figura 3: (a) Negativo da fotografia; (b) Positivo deste registro (feito por FOTO EFEITOS); (c) Fotografia digital no mesmo local.

nublado, manteve-se o orifício aberto por 10 minutos para sensibilização do papel fotográfico. Em seguida, o mesmo foi fechado e a câmera foi levada para um ambiente escuro, local em que o papel pôde ser levado para o processo de revelação. Este processo de registro fotográfico foi repetido diversas vezes, em diferentes localidades da escola. Antes de fixar o tempo de exposição em 10 minutos, foram realizados testes com diferentes intervalos. No entanto, em nenhum desses experimentos foram obtidas imagens visíveis após o processo de revelação.

No primeiro registro visível obtido com a câmera *pinhole*, é possível observar os diferentes formatos dos telhados que compõem o prédio. Observa-se também que o céu ficou com a coloração mais escura, devido à maior incidência de raios luminosos na região, gerando uma maior sensibilização dos íons prata. Além disso, as paredes dos prédios ficaram mais claras. Apesar desta fotografia não ter registrado os diferentes detalhes da fachada do prédio, os alunos e as professoras ficaram entusiasmados com este registro, pois representou a primeira imagem visível obtida por eles. Além disso, este registro demonstrou que os processos de construção da máquina fotográfica *pinhole*, de fabricação do papel e do processo de revelação com o uso de materiais alternativos estavam sendo realizados de forma correta.

Para explicar aos espectadores do evento sobre o funcionamento deste tipo de câmera para captação de imagens e sobre os princípios físicos que norteiam sua utilização, os alunos convidavam os visitantes para adentrarem na câmara escura construída por eles e que estava posicionada no pátio da escola. Dentro desta, os últimos conseguiam visualizar a imagem de um dos alunos, presente no pátio, projetada de forma invertida, conforme exemplificado na Figura 4, e, por meio desta visualização, com o apoio de cartazes, explicavam o conceito da propagação retilínea da luz e da formação da imagem no interior da câmera.

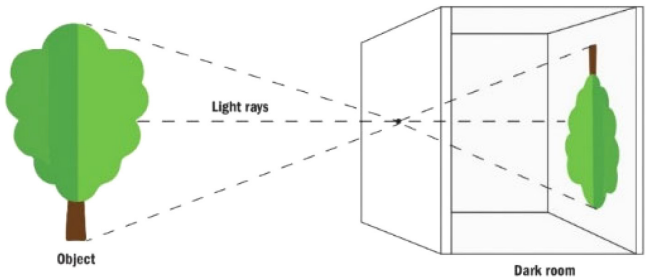


Figura 4: Inversão da imagem devido à propagação retilínea da luz (CÂMERA OBSCURA & WORLD OF ILLUSIONS, 2020).

Importante ressaltar a necessidade de colocar a câmara escura em um ambiente bem iluminado para que ela funcione. Para construção desta câmara escura, os alunos utilizaram como referência o vídeo do Manual do Mundo denominado "Cinema na Caixa" (Manual do Mundo, 2023).

Fabricação e fotossensibilidade do papel fotográfico

Na sequência, os visitantes foram direcionados ao grupo de estudantes da segunda turma para que estes pudessem abordar os aspectos químicos do funcionamento dos papeis fotográficos que devem ser inseridos nestas câmeras. Inicialmente, foi explicado o passo a passo de como o papel fotográfico fotossensível foi fabricado pelos próprios alunos a partir do espalhamento da emulsão de cloreto de prata sobre a superfície de um papel sulfite.

Para a fabricação do papel fotográfico caseiro foi utilizada uma receita publicada em um *blog* de fotografia cuja publicação foi intitulada: Alternativa fotográfica - Processos fotográficos históricos e alternativos por Fabio Giorgi (Giorgi, 2023). Este procedimento foi realizado pelos estudantes do ensino médio, no laboratório de Química da escola, com o auxílio de um técnico de laboratório, no período noturno. Posteriormente, o recipiente contendo a emulsão foi envolvido em um saco plástico preto e armazenado em geladeira.

A fabricação do papel fotográfico foi realizada no dia seguinte e consistiu na aplicação, de forma homogênea, da emulsão preparada na superfície do papel sulfite, utilizando uma esponja limpa. Para tal, foi preciso aquecer a emulsão em banho-maria para sua completa liquefação. O papel fotográfico fabricado foi colocado para secar dentro de uma caixa de papelão, com um varal improvisado em seu interior, que foi mantida em um ambiente com baixa iluminação. Após secagem, este papel foi armazenado em um envelope pardo e dentro de uma pasta preta para que não reagisse com a luz.

Para demonstrar a fotossensibilidade do papel, os visitantes eram direcionados para a parte externa da sala temática, onde um pequeno pedaço deste papel foi exposto ao sol. Foi observado o escurecimento do papel, devido à ação da luz que adentraria pelo pequeno orifício, formando uma imagem. Para explicar o porquê deste escurecimento, que envolve um processo de oxirredução, os alunos executaram o experimento denominado "árvore de prata" (Canal do Educador, 2023), que consiste na inserção de um pedaço de fio de cobre em uma solução de nitrato de prata 2% m/v. Neste experimento, pode ser observada a formação de um depósito escuro sobre a superfície do fio de cobre que ocorre devido à redução dos íons prata presentes na solução. Com esse experimento, os alunos explicaram aos visitantes os conceitos de oxirredução e correlacionaram estes processos com a redução que os íons prata sofrem no papel fotográfico a partir da exposição aos raios luminosos. Vale ressaltar que os alunos que estavam

Para demonstrar a fotossensibilidade do papel, os visitantes eram direcionados para a parte externa da sala temática, onde um pequeno pedaço deste papel foi exposto ao sol. Foi observado o escurecimento do papel, devido à ação da luz que adentraria pelo pequeno orifício, formando uma imagem. Para explicar o porquê deste escurecimento, que envolve um processo de oxirredução, os alunos executaram o experimento denominado "árvore de prata" (Canal do Educador, 2023)

executando este experimento usaram equipamentos de proteção individual adequados, como jaleco, luvas e óculos, visto que a solução de nitrato de prata, quando em contato com a pele, provoca manchas escuras de cor marrom.

Em seguida, os alunos explicaram o porquê de as imagens formadas após o processo de revelação, se apresentarem com a coloração invertida (negativo). Para tal, foi apresentado aos visitantes alguns negativos antigos de câmeras fotográficas analógicas e os negativos obtidos com a câmera *pinhole* com a foto digital original para efeito de comparação (Figura 5). Para visualização das fotos positivas (com a coloração correta), os alunos baixaram um aplicativo para *smartphones* com efeito negativo (*Photo Negative Scanner: View &* oferecido por Frapplabs) e apontavam para as fotografias durante a apresentação.

Revelação fotográfica

A primeira etapa da revelação fotográfica consiste na adição de uma substância capaz de reduzir a prata, formando a prata metálica, que possui cor escura. Geralmente como revelador fotográfico pode ser usado metol ou hidroquinona (Puppi, 2022; Cavalcante, 2023), materiais os quais não estavam disponíveis no laboratório para o uso.

Os alunos foram motivados a buscar procedimentos e materiais alternativos para a revelação de fotos, e para tal, usaram como referência o trabalho de Neves *et al.* (2017), que utiliza o café solúvel e outros compostos como reveladores. Essa técnica em que o café solúvel é utilizado como revelador é conhecida como "Caffenol" e foi desenvolvida por um professor e sua turma de Fotografia Técnica, Scott A. Williams (PhD), em 1995, no Instituto de Tecnologia de Rochester (Garcia, 2016). O café possui o ácido cafeico ($C_9H_8O_4$) que atua como agente redutor da prata, conforme mostrado na reação (2) (Domingues *et al.*, 2016), na qual pode-se observar prata metálica, de coloração escura, como produto.

$$2AgX(s) + C_9H_8O_4(aq) \rightarrow 2Ag(s) + C_9H_6O_2(aq) + 2HX(aq) + O_2(g) \quad (2)$$

Para que o processo de revelação ocorra, há a necessidade de adição de uma substância que aumente o pH e contribua com a ação do revelador, para isso, foi adicionado carbonato de sódio (Scott, 1995). A vitamina C, que contém o ácido ascórbico, atua como um segundo agente revelador (Garcia, 2016). O "Caffenol" foi disposto na primeira bandeja de laboratório e o papel fotográfico foi imerso nesse por 9 minutos, sendo agitado constantemente durante o primeiro minuto e depois 3 vezes a cada minuto.

Utilizou-se uma segunda bandeja contendo água destilada para remoção do caffenol da superfície do papel fotográfico. Já a terceira foi usada para o processo de fixação com a solução de tiossulfato de sódio, na qual o papel foi submerso por 5 minutos, sendo agitado 3 vezes a cada minuto. Após esta etapa, uma nova lavagem do papel, com água destilada, foi realizada para eliminação dos resíduos da etapa de fixação. Por fim, a fotografia foi pendurada, com o auxílio de um pregador, em um barbante dentro de uma caixa escura para secagem. Os tempos e procedimentos utilizados nos processos de revelação e fixação foram otimizados após diversos testes em laboratório.

Para apresentação dos processos de revelação na SAC, a turma utilizou uma sala com baixa luminosidade e barbantes com fotografias expostas, fazendo referência às salas escuras utilizadas para revelação fotográfica. Nessa sala, os alunos dispuseram as bandejas utilizadas no processo de revelação, com as quais explicaram seus passo a passos e as reações químicas envolvidas.

No decorrer dos testes, o detalhamento das fotografias captadas foi melhorando, devido aos ajustes realizados em todas as etapas do processo, como: aplicação mais uniforme da emulsão de prata no papel sulfite, aumento no tempo de exposição durante a captação dos registros com a câmera *pinhole*, ajustes nos tempos de revelação e fixação das fotos e ambientação correta da sala de revelação. Esta melhoria torna-se notória ao compararmos a primeira foto captada (Figura 3), na qual registraram-se apenas os diferentes formatos dos telhados do prédio, com os últimos registros nos quais é possível observar o detalhamento da fachada do ginásio (Figura 6) e as árvores, os coqueiros e até o reflexo na represa (Figura 7).

Além destes, outros registros foram obtidos e apresentados pelos alunos, conforme pôde ser observado nas Figuras 1 e 5. As diferenças que podem ser observadas entre as fotos captadas pela câmera *pinhole* e pela digital devem-se ao fato de que os registros foram realizados em datas bem distintas.

Contribuições da atividade para o ensino de Química

Foi possível observar que houve grande engajamento

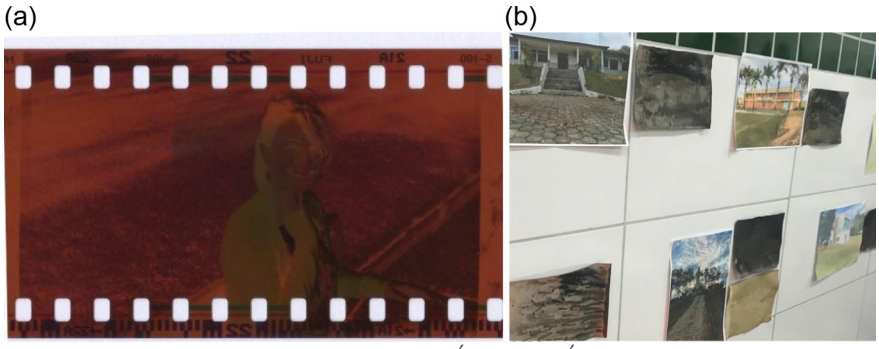


Figura 5: (a) Negativos de câmeras fotográficas analógicas (BLOG É DA SUA ÉPOCA); (b) Negativos obtidos com câmera *pinhole*.

Figura 6: (a) Positivo; (b) Foto digital - retiradas do ginásio poliesportivo.

Figura 7: (a) Negativo; (b) Positivo; (c) Foto digital - retiradas na represa da escola.

por parte dos alunos para execução da atividade proposta. As professoras atuaram como mediadoras e orientadoras do processo, fornecendo informações e materiais necessários para o desenvolvimento da atividade, ao passo que os alunos foram os protagonistas, buscaram resolver os problemas que surgiram, pesquisaram, elaboraram, analisaram e aprimoraram os procedimentos. Assim, como resultado, observou-se uma considerável melhoria na qualidade das fotos captadas.

A atividade envolveu a participação ativa do estudante, uma característica de atividade experimental investigativa que, aliada ao aprender a fazer ciência (Souza *et al.*, 2013; Lima *et al.*, 2021), pode trazer grandes contribuições no processo de ensino-aprendizagem e na construção de saberes científicos. Além disso, a atividade permitiu o uso de algumas habilidades como o planejamento e pensamento crítico, a argumentação científica, relatar os resultados baseados em evidências científicas e comunicar à comunidade escolar sobre seu projeto, o que mostra a construção de conhecimento voltado para o campo científico (Souza *et al.*, 2013; Lima *et al.*, 2021). Essa ação permitiu que os alunos construíssem conhecimentos sobre a propagação da luz, sobre reações de oxirredução e percebessem a Química como uma ciência prática e aplicável no seu cotidiano. Geralmente os alunos têm dificuldade ao serem apresentados a esse conteúdo, por isso, essa atividade pôde auxiliá-los e motivá-los a tornarem-se mais receptivos para compreender e explicar os conceitos científicos apresentados (Lima *et al.*, 2021). Esta melhor compreensão se refletiu também em uma excelente avaliação quantitativa realizada pela banca avaliadora do evento. As declarações dos alunos, conforme apresentadas no Quadro 1, mostram como foi importante estimular o protagonismo científico e como eles apreciaram o processo de colocar a mão na massa e refletir sobre a ciência por eles estudada.

Quadro 1: Declarações dos alunos sobre o protagonismo científico desenvolvido durante a atividade.

Aluno A: "[...] foi o contato mais intenso e profundo que tive com a prática da ciência. [...] o processo de realização do trabalho permitiu a aplicabilidade do conteúdo, em algo prático e tangível. Além disso, tal metodologia permitiu o protagonismo dos alunos no processo de aprendizagem, já que fomos os responsáveis por buscar fontes, realizar tentativas, adaptações, encarar as frustrações, comemorar as conquistas e explicar os processos [...]. Por ter sido algo desafiador, saímos completamente de nossas zonas de conforto."
Aluno B: "[...] foi algo super produtivo para o aprendizado de todos os alunos envolvidos, principalmente a fabricação do papel fotográfico. Você poder presenciar a reação química no papel é algo surreal para um aluno que está vendo a matéria no ensino médio."
Aluno C: "[...] foi muito difícil pensar por onde começar e ao longo do trabalho vimos que a Química surpreende e nos pega muito de surpresa nos seus resultados. [...] o mais legal era saber explicar e ver as pessoas admiradas com todo aquele processo. [...]"
Aluno D: "[...]. No início foi difícil de compreender e acreditar como funcionaria, todavia, com os materiais disponibilizados, dúvidas sanadas, laboratório supervisado e alunos curiosos, foi possível tornar algo inacreditável em acreditável. Foi *necessária muita criatividade* para inibir a luz do ambiente e expor o papel ao ar para secar. Muitas tentativas foram fracassadas [...]. O projeto foi de suma importância para minha formação acadêmica, pois explorou a persistência e ensinou sobre experiências fáceis e verídicas, mostrando que a química é uma realidade acessível a todos!

Considerações finais

A atividade foi bem desenvolvida pelos estudantes, que se dedicaram para resolver os problemas que surgiram durante o processo, estimulando o fazer científico e o seu protagonismo, por proporcionar momentos de análise de resultados, criação de hipóteses, resolução de problemas e trabalho em equipe. Os diversos testes realizados permitiram diferentes ajustes nas etapas de captação das fotos, preparo do papel e revelação fotográfica, o que levou a uma melhoria notória na qualidade e resolução das fotos captadas.

O processo foi desafiador para os professores e alunos, visto que demandou recurso, tempo e participação ativa dos estudantes. Por ter utilizado reagentes de uso comum em laboratório e outros materiais de fácil acesso, este projeto possibilita sua replicação em outros espaços e localidades.

O engajamento dos alunos durante o desenvolvimento do trabalho e as suas declarações ao final mostram a importância de o docente realizar atividades diferenciadas de ensino, visando facilitar o processo educacional e estimular o protagonismo científico do aluno. Geralmente os discentes possuem dificuldades em visualizar o funcionamento dos processos envolvidos nas ciências da natureza e, ao possibilitar a eles a participação ativa na execução das reações, observando de perto sua ocorrência, o processo torna-se mais palpável e aproxima o aluno da Química e das Ciências em geral.

Majorie Mara Malacarne (majorie.malacarne@ifes.edu.br) possui Licenciatura e Bacharelado em Química pela UFES. É Mestre em Química pela UFES. Atualmente é professora do IFES - Campus Itapina. **Barbara Queiroz Guimarães** (bqguimaraes@gmail.com) é Licenciada em Química pela UFES e Mestre em Química pela UFES. **Luma Barbosa Magnago** (luma.magnago@ifes.edu.br) é Doutora em Química pela UFES. Atualmente é técnica de laboratório do IFES - Campus Itapina. **Itamar Ferreira da Costa** (itamar.fcosta.ifes@gmail.com) é Técnico em Agropecuária pelo IFES - Campus Itapina.

Referências

Blog *é da sua época*. Disponível em: https://edasuaepoca.blogspot.com/2012/11/1980-negativo-de-filme.html, acesso em dez. 2023.

BOSCHI, A. S.; ALVES, B.; MENDES, T. e BARJA, P. R. *Pin-Hole: uma forma alternativa de fotografar*. In: VIII Encontro Latino Americano De Iniciação Científica e IV Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 2004. Disponível em: < https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2004/trabalhos/inic/pdf/IC3-46.pdf>, acesso em fev. 2024.

CAMERA OBSCURA & WORLD OF ILLUSIONS. *What is a camera obscura?* Disponível em: https://www.camera-obscura.co.uk/article/what-is-a-camera-obscura, acesso em dez. 2023.

CANAL DO EDUCADOR. *Árvore de prata*. Disponível em: https://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/Arvore-prata.htm#:~:text=Procedimento%20experimental%3A%20Antes%20de%20tudo%20coloque%20as%20luvas,uma%20estrela%2C%20uma%20lua%2C%20uma%20flor%2C%20alguma%20palavra, acesso em dez. 2023.

CARDOSO, J. M. e JOÃO, J. J. Contextualização e experimentação: Uma abordagem interdisciplinar de química e física utilizando experimentos de simulação de um motor a vapor. *Revista Virtual de Química*, v. 11, n. 1, p. 339-352, 2019.

CAVALCANTE, M. V. V. *Fotografia analógica e digital voltada ao ensino de química. Química, luz, câmera, ação! Oxidando e reduzindo memórias*. Trabalho de Conclusão de Curso de Química Licenciatura – Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2023.

DOMINGUES, C. A. P.; IZIDORO, G.; IZIDORO, N.; LARA, N.; LEE, L. e NISHIMURA, A. Café solúvel como revelador de fotos analógicas. In: 56º Congresso Brasileiro de Química, 2016. Disponível em: https://www.abq.org.br/cbq/2016/trabalhos/14/8834-21688.html, acesso em fev. 2024.

FOTOEFEITOS. Disponível em: https://www.fotoefeitos.com/, acesso em dez. 2023.

GARCIA, A. M. *Caffenol*. 2016. Disponível em: www.caffenol.com.br, acesso em dez. 2023.

GIORGI, F. *Alternativas Fotográficas: Papel Fotográfico Caseiro*. 2010. Disponível em: https://alternativafotografica.wordpress.com/2010/08/28/papel-fotografico-caseiro/, acesso dez. 2023.

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.

LIMA, F. R. G.; MAZZE, F. M. e PONTES, A. C. F. B. Utilização de experimentos investigativos para a identificação de competências e habilidades em alunos de uma escola de ensino médio do Estado do Ceará. *Revista Virtual de Química*, v. 13, n. 3, p. 799-811, 2021.

MANUAL DO MUNDO. *Câmera fotográfica* pinhole *de lata (experiência de Física) - How to make pinhole camera*. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Xt3Cdq0qOns, acesso em dez. 2023.

MANUAL DO MUNDO. *Como fazer cinema na caixa | câmara escura – (experiência de Física)*. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=9JBs4T-sd6E, acesso em dez. 2023.

MARQUES, F. N. *Química da fotografia na perspectiva CTS de ensino*. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

MYCZKOWSKI, R. S.; DE LIMA, I.; CARVALHO, C. W.; OLIVEIRA, W. C. e GELLER, A. M. A experimentação fotográfica como vértice do estudo de química, física e arte. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 8, n. 3, p. 82-96, 2022.

MONTEIRO, M. A. A.; SAMPAIO, M. M. e CODARO, E. N. Determinação de sacarose no xarope artificial de groselha por medidas de viscosidade: uma abordagem interdisciplinar. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 30, n. 3, p. 566-578, 2013.

NEVES, T. A.; SANTOS, E. K. L.; NASCIMENTO, D.; ASSAI, N. D. S. e MACIEL, J. M. Verificação da união de técnicas diferentes para obtenção de fotografias analógicas de maneira alternativa visando aplicação em oficinas. In: Práticas de Iniciação à Docência na Região Sul Enfoques, Avaliação e Perspectivas, 2017. Disponível em: http://repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/7974/7487-10106-1-DR.pdf?sequence=1, acesso em fev. 2024.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. *Química na abordagem do cotidiano*, *vol. 2*. 4ª ed. São Paulo: Moderna, 2006.

PUPPI, J. *A Química na Revelação Fotográfica*. 2022. Disponível em: https://www.jovenscientistasbrasil.com.br/post/a-qu%C3%ADmica-na-revela%C3%A7%C3%A3o-fotogr%C3%A1fica, acesso dez. 2023.

ROSSATI, C; MANTOVANI, M. S. M. e MURAMATSU, M. Oficina de fotografias com câmara escura: uma atividade multidiciplinar. *Revista de Cultura e Extensão USP*, v. 2, p. 33-39, 2009.

SANTOS, A. R. *A química da fotografia e a fotografia da química*. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SANTOS, T. N. P.; BATISTA, C. H.; OLIVEIRA, A. P. C. e CRUZ, M. C. P. Aprendizagem ativo-colaborativo-interativa: inter-relações e experimentação investigativa no ensino de eletroquímica. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 4, p. 258-266, 2018.

SCHISLER, M. W. L. *Revelação em preto-e-branco: a imagem com qualidade*. São Paulo: SENAC, 1995.

SCOTT, W. *A Use for that Last Cup of Coffee: Film and Paper Development*. 1995. Disponível em: https://people.rit.edu/andpph/text-coffee.html, acesso em dez. 2023.

SILVA, A. L. S. e MOURA, P. R. G. *Ensino Experimental de Ciências - uma proposta: Atividade Experimental Problematizada (AEP)*. São Paulo: Livraria da Física, 2018.

SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H., MARCONDES, M. E. R. e CARMO, M. P. *Atividades experimentais investigativas no ensino de química.* São Paulo: CETEC Capacitações, 2013.

STUART, R. C. e MARCONDES, M. E. R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 8, n. 2, 2008.

Abstract: *Photography as an integrating axis of Art, Chemistry and Physics: development and contributions of "Photography Science" project in the protagonism and scientific knowledge construction of high school students.* Due to the importance of interdisciplinarity, experimentation and student leadership in improving the learning process, there is a school event, promoted annually, in which students are protagonists in the preparation of work. The central theme of 2022 was: Weaving new mornings -Life should be much better and it will be! Different curricular components proposed work related to photography, including art, chemistry and physics, with the Science of Photography work. This article aims to present the results and discuss the project's contribution to students' scientific knowledge. In this activity, students built a pinhole camera, made photographic paper and revealed the photos captured, obtaining clear and detailed images. The students' engagement and their perceptions at the end of the work show the importance of stimulating scientific protagonism and encourage teachers to develop different teaching methodologies.
Keywords: photography, protagonism, interdisciplinarity

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160373

Reflexões de práticas docentes no contexto do estágio supervisionado envolvendo ensino de funções orgânicas oxigenadas

Mara Célia Rodrigues da Costa, Márcia Tallia de Lima Santiago, Damião Sampaio de Sousa, Márcia Jean de Amorim Batista, Zilvanir Fernandes de Queiroz e Francisco Ranulfo Freitas Martins Júnior

O estágio supervisionado em cursos de Licenciatura pode ser uma etapa formativa para (re)pensar a docência na educação básica. Este artigo objetiva refletir sobre práticas docentes no estágio de regência realizado por três licenciandos em Química que ensinaram funções orgânicas oxigenadas para alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública cearense. Considerando o método reflexivo com uso de imagens, alinhou-se tal estágio com as três fases da ação do professor reflexivo (*reflexão-na-ação*, *reflexão-sobre-a--ação* e *reflexão sobre a reflexão-na-ação*) para coleta e análise de dados em fotos, vídeos e diálogos sobre momentos de aulas práticas laboratoriais ministradas pelos três sujeitos da pesquisa. Os resultados reportam dois pontos de reflexão: 1) *A planaridade de moléculas de funções orgânicas oxigenadas*, observada por meio de modelagem molecular analógica e em perspectiva tridimensional, o que facilitou o aprendizado de conceitos químicos; 2) *A proatividade e interação dos alunos na aula*, sendo estimulada pela mediação do professor/estagiário, o que pode potencializar a prática docente futura deste sujeito.

▶ formação inicial de professores, professor reflexivo, ensino de Química ◀

Recebido em 23/11/2023; aceito em 13/05/2024

Introdução

A formação inicial de professores de Química é ofertada por Instituições de Ensino Superior (IES), de acordo com marcos legais educacionais brasileiros (leis, diretrizes, resoluções, pareceres, etc.). No entanto, convém destacar que ela deva ser encontrada na escola de educação básica, quando esta instituição dispõe de infraestrutura e condições adequadas para o desempenho de práticas docentes em Química. Atendendo a esse quesito, tal formação pode ser pensada, refletida e problematizada em momentos oportunos de discussão, envolvendo diferentes atores que exercitam a docência, como o licenciando estagiário, o pibidiano, o residente, o professor da educação básica que atua como supervisor ou preceptor e o professor orientador que atua, principalmente, na universidade.

Pensar a formação docente como preparação e execução de ações docentes resultantes da reflexão como método investigativo (Ghedin e Franco, 2011) é entendê-la como processo dinâmico, complexo e específico da profissão docente, com demandas a serem respondidas, sobretudo, pelo professor – profissional devidamente habilitado e capacitado para essa missão. Essa conotação remete ao pensamento de Maldaner (2013) sobre a investigação de como professores de Química ensinam e pensam suas ações, seja em formação inicial ou continuada, envoltos, assim, em comunidades de pesquisadores da atividade pedagógica que exercem.

Essa configuração para a formação docente em Química pode ser desencadeada no estágio supervisionado, atividade na qual sujeitos (professores de Química em formação) vislumbram o ensino e a aprendizagem em Química. Pimenta e Lima (2017) endossam essa assertiva informando que, se licenciandos estagiários não encararem o estágio como oportunidade de estudar a epistemologia da prática docente, fundada nos preceitos de Dewey (1959) e Schön (2000), tendem a imitar irrefletidamente práticas docentes (boas ou más) de seus professores, seja no nível básico ou superior.

Contrapondo-se ao modelo formativo por imitação e sem intencionalidade pedagógica, as autoras citadas defendem que práticas docentes desempenhadas no contexto do estágio devem subsidiar o professor (em formação ou graduado) com intelectualidade, procedimentos técnicos, pensamentos e ações reflexivas e atitudes que estimulem o aprendizado.

O estágio supervisionado é um momento oportuno para

CC BY NC ND

que os sujeitos envolvidos saibam que podem mobilizar saberes docentes diversos inerentes ao ensino (formação profissional, pedagógicos, curriculares, experiências, etc.). A compreensão da mobilização de saberes docentes no exercício da profissão docente, por meio de processos reflexivos e sistematizados, contribui com o desenvolvimento da identidade profissional do professor. Ela ainda permite que sejam pensados novos tipos de atividades destinadas à docência, nos cursos de formação de professores (Pimenta, 1996).

Absorvendo as premissas expostas, a motivação deste trabalho é compreender o estágio supervisionado como ação formativa indispensável para concessão de práticas docentes em Química inovadoras e ocorrentes nos seios escolar e acadêmico, suportando-as por meio de estudo dirigido sobre professor reflexivo (Schön, 2000), saberes docentes (Tardif, 2014), estágio como campo de conhecimento e sala de aula como *locus* de investigação da docência (Pimenta e Lima, 2017). Sendo assim, uma disciplina de estágio supervisionado em Química, ministrada para três licenciandos em Química de uma das unidades da Universidade Estadual do Ceará (UECE), foi sistematizada em pesquisa sobre o estágio realizado em curso de Licenciatura com base nos três momentos reflexivos do professor que investiga sua própria prática docente, de acordo com a arquitetura de Schön (1992).

O objetivo do trabalho é refletir sobre práticas docentes desempenhadas no estágio supervisionado, durante o estágio de regência realizado por três licenciandos em Química, envolvendo o conteúdo de Funções Orgânicas Oxigenadas (FOO). A próxima seção anuncia possibilidades de reflexões sobre o trabalho docente em Química no estágio. A seção seguinte expõe os procedimentos metodológicos empregados nas ações do professor prático-reflexivo, buscando constituí-lo nos três sujeitos de pesquisa que participaram dos trabalhos desenvolvidos no contexto do estágio aludido. As considerações finais relatam o desfecho dos momentos reflexivos vivenciados na investigação.

Pensando a docência em Química no estágio

A formação inicial de professores tem se mostrado uma tarefa complexa se a intenção é capacitá-los para formar alunos de acordo com suas demandas pessoais, originadas da evolução social que é impactada pela ciência, tecnologia, economia, cultura, ética, gestão de relacionamentos humanos, etc. Tendo por base o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), Santos e Schnetzler (2010) defendem que o ensino de Química deve ser orientado para a formação integral do aluno que atue na sociedade com uso da educação química e compromissado com a cidadania. Nas últimas décadas, tem-se pensado em atividades formativas de professores na Licenciatura a partir do que se exerce na prática, no contexto dos ambientes de educação básica, envolvendo diferentes saberes docentes mobilizados rotineiramente, considerando as relações sociais estabelecidas por alunos que estudam Química, dentro e fora do ambiente escolar.

Vários autores têm contribuído com a explicação do modo como saberes docentes são mobilizados no ensino e, logo, repercutem na aprendizagem docente, superando a visão fragmentada de que ensinar é tarefa fácil, para a qual não se faz necessária profissionalização e profissionalismo. Tardif (2014) acredita que o ensino deva ser profissionalizado, tendo um local específico para isso (Universidade), que, de modo legítimo, concede formação profissional (específica e pedagógica), constituída de saberes disciplinares (específicos da área de conhecimento), curriculares (dos currículos/matérias das instituições de ensino básico) e, ainda, da experiência (tácito do professor, a partir de suas vivências profissionais).

Essa confluência de saberes docentes, cujas aplicações práticas são vigorosas em Tardif (2014), pode gerar implicações e desafios nas propostas de formação de professores como práticos reflexivos, como alegam Almeida e Biajone (2007). Os autores destacam a importância de se constituir, na prática docente, um conhecimento profissional (*knowledge base*) a ser utilizado nos cursos de formação, dimensionando a profissão docente nos termos pessoal, profissional e organizacional. Além de desenvolver um conhecimento específico da docência, a mobilização de saberes docentes confere sentido e rigor às práticas pedagógicas (Tardif, 2014).

O desenvolvimento de um corpo de conhecimento acerca da docência, fundado em ações docentes promovidas constantemente no contexto escolar, foi capaz de engendrar uma nova concepção para a formação docente, a racionalidade prática, que se contrapõe à racionalidade técnica. Desse modo, o professor quando se forma aprendendo a investigar a própria prática por meio da reflexão, pode vivenciar ações formativas reflexivas da prática pedagógica

O desenvolvimento de um corpo de conhecimento acerca da docência, fundado em ações docentes promovidas constantemente no contexto escolar, foi capaz de engendrar uma nova concepção para a formação docente, a racionalidade prática, que se contrapõe à racionalidade técnica. Desse modo, o professor quando se forma aprendendo a investigar a própria prática por meio da reflexão, pode vivenciar ações formativas reflexivas da prática pedagógica, o que de acordo com Zeichner (1993), são momentos denominados de *practicum*. A reflexão de ações docentes é sistêmica, visando o desenvolvimento profissional do professor pelo entendimento do exercício de sua profissão, principalmente quando discutido entre seus pares (Hobold, 2018).

O professor reflexivo pensa e analisa o que faz durante a atuação (Schön, 2000), sendo capaz de falar sobre isso e, ainda, descrever criticamente tais processos. Zeichner (1993) sublinha o professor como produtor de conhecimento sobre e para o ensino, chamando atenção ao inusitado e, assim,

permitindo que sejam produzidos pontos de investigação sobre suas práticas docentes. Por esses motivos, a formação docente deve ser pensada, gestada e executada tendo por cerne a racionalidade prática, de modo crítico-reflexivo (Santos, 2019), problematizando o exercício docente como um todo, ou seja, o próprio professor, suas práticas pedagógicas, seu modo de pensar, etc. (Zeichner, 1993). No processo de aperfeiçoamento da reflexão da prática docente, Santos (2019) enfatiza a importância do uso da linguagem, destacando-a como instrumento no qual o professor reconstrói a sua ação com base em teorias que suportam seus saberes e fazeres.

O intercâmbio de práticas docentes ocorrentes nos seios acadêmico e escolar é uma atividade inerente ao estágio supervisionado, na qual diferentes agentes envolvidos nessa etapa formativa (orientador, supervisor e licenciando-estagiário) mobilizam e discutem diferentes saberes no ensino (Tardif, 2014). Carvalho (2012) defende que a docência deve permear todo o curso de Licenciatura, aproximando, proficuamente, disciplinas específicas e pedagógicas, para reflexão crítica, tanto do trabalho realizado pelo professor como do estágio realizado pelo licenciando.

Tendo vivido amplamente uma história de formação na formação de professores de Química, Schnetzler (2020) observou que, no bojo das particularidades do ensino de Química, nas quais se inserem atividades formativas, formar e formar-se são conjugações exaradas em relações sociais atinentes a diferentes espaços educativos. Tal experiência foi um dos fatores preponderantes para a criação da área de Educação em Química no Brasil

Pimenta e Lima (2017) enfatizam que o estágio supervisionado pode ser uma atividade teórico-prática de construção de saberes peculiares em quaisquer áreas de conhecimento, a exemplo da Química, que, possuindo didática própria e sendo passível de investigação em termos cognitivos, sociais e afetivos, pode contribuir com o fomento de conhecimento profissional acerca do ensino dela (Maldaner, 2013). A contextualização da Química com o cotidiano dos aprendizes, algo a ser realizado por profissional competente (professor), pode ser uma atividade engendrada no estágio supervisionado. Tal conjectura é factível no pensamento de Pimenta e Lima (2017), que aludem tanto às questões da vida como do trabalho docente, contribuindo para a evolução da identidade docente de modo coletivo, tendo como preocupação pedagógica premente a problemática educativa em sua totalidade e historicidade.

Ao constatar que a investigação sobre o ensino é capaz de gerar possibilidades na formação de professores de Ciências, Rosa (2004) tece uma série de contribuições em relação à parceria colaborativa entre professores e estagiários, como concepções de ensino e relações pedagógicas, pesquisa e investigação educativa, prática auto-reflexiva e validação do conhecimento produzido entre pares. Silva *et al*. (2010) entendem que o trabalho coletivo de professores em prol da formação docente em Química produz uma dimensão prática que deve permear sistematicamente todo o currículo formativo, pois:

> A reflexão que possibilita a conscientização requer categorias em que se apoiar, pois só é possível refletir sobre aquilo que a teoria permite observar. Ou seja: a conscientização da prática é de ordem teórica, o que possibilita a transformação dessa prática e o avanço da teoria com a qual se articula (p. 97).

Tendo vivido amplamente uma história de formação na formação de professores de Química, Schnetzler (2020) observou que, no bojo das particularidades do ensino de Química, nas quais se inserem atividades formativas, formar e formar-se são conjugações exaradas em relações sociais atinentes a diferentes espaços educativos. Tal experiência foi um dos fatores preponderantes para a criação da área de Educação em Química no Brasil, que influencia a formação docente por meio da promoção de atividades reflexivas sobre "[...] reformas curriculares (1960-1970), concepções alternativas e de mudança conceitual (1980-1990) e das relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (desde 1970) [...]" (Schnetzler, 2020, p. 21); e atualmente, se atém às demandas socioeducacionais advindas do mundo contemporâneo.

Sobre o contexto atual do estágio curricular desenvolvido no âmbito da universidade, e, ainda, o campo de iniciação profissional nas escolas, Maldaner (2014) adverte que o professor de Química, em formação ou formado, deve se indagar continuamente acerca de seu papel de ensinar e produzir aprendizagem em Química. Para o autor, a resposta a esse tipo de perscrutação poderá redundar em conhecimento específico de professor, advindo das diferentes vozes de seus alunos que ecoam durante a interação em sala de aula e em outros espaços de formação. Portanto, é necessário refletir sobre práticas docentes que permitam ao professor contatar os alunos, principalmente nos espaços escolares, pois estes são responsáveis por impactar profundamente sua vida pessoal e profissional (Maldaner, 2014).

Trazendo o que ocorre no ambiente escolar para a universidade, no sentido de o discutir em espaço privilegiado de análise, Maldaner e Frison (2014) destacam a sistematização das "Rodas de Formação", processos colaborativos entre professores de Química, formandos ou formados. Nesses espaços são evocadas discussões em torno de conhecimentos de professor em situação prática de escola, dos tipos: a) autonomia para aprendizagens em processos educacionais; b) autonomia docente e mudanças curriculares no ensino de Química; c) desenvolvimento profissional do professor articulado à produção de currículo; d) professor de Química como sujeito produtor de currículo e saberes docentes (Maldaner e Frison, 2014).

Procedimentos metodológicos

A pesquisa envolve a compreensão de práticas docentes em estágio supervisionado em Química no ensino médio, por meio do método reflexivo, proposto por Ghedin e Franco (2011), como sendo capaz de objetivar ações docentes para, então, interpretá-las em fenômeno educativo subjetivo.

A sistematização da reflexividade docente, em termos descritivos, ocorreu mediante uso de linguagem proveniente de imagens estáticas (fotos), dinâmicas (vídeos) e diálogos entre pesquisadores, considerando as seguintes fases da ação do professor reflexivo (Schön, 1992, 2000): 1) *Reflexão-na-ação*: pensar sobre o que se faz durante a atuação; 2) *Reflexão-sobre-a-ação*: análise posterior do indivíduo sobre sua conduta durante a ação; 3) *Reflexão sobre a reflexão--na-ação*: meta-reflexão sistematizadora das aprendizagens ocorridas, um olhar retrospectivo sobre as ações vivenciadas, exigindo o uso de palavras (descrição).

Os processos reflexivos foram produzidos em contextos inerentes ao município de Limoeiro do Norte-CE, onde estão localizados os dois *locus* de pesquisa, a Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos (FAFIDAM) e a Escola de Ensino Médio em Tempo Integral (EEMTI) Arsênio Ferreira Maia.

Essa pesquisa foi aprovada por Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), de acordo com o Parecer Nº 6.510.019. Ela teve início mediante leitura, assinatura e carimbo do Termo de Anuência Institucional (TAI) pelo(a) Diretor(a) de cada instituição mencionada, dando ciência ao objetivo da pesquisa e, assim, a necessidade da coleta de dados. Em seguida, todos os sujeitos participantes (alunos da educação básica, licenciandos estagiários e professor orientador) leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), autorizando o uso de suas imagens e diálogos.

Nas duas instituições educacionais, foram realizadas duas classes de atividades da disciplina de estágio supervisionado para o 3º ano do ensino médio, quais sejam: 1) ambientação, estágio de observação e estágio de regência (EEMTI); 2) discussão das experiências vivenciadas (FAFIDAM). Três licenciandos-estagiários em Química, da FAFIDAM, realizaram atividades da primeira classe mencionada em três turmas do 3º ano (A, C e D), perfazendo uma carga horária de 20 horas.

Ademais, eles discutiram, de modo reflexivo, suas regências em estágio, nos encontros presenciais na FAFIDAM, totalizando 36 horas. O restante da carga horária da disciplina (46 horas) foi utilizado para estudo da temática em tela e, por conseguinte, a escrita deste trabalho, envolvendo os seguintes assuntos: Formação Profissional, Plano de Estágio, Estudo de Campo, Estágio e Docência, Estágio em Disciplinas Específicas, Formação de Professores como Profissionais Reflexivos e FOO. A referida disciplina de estágio foi ministrada para os três licenciandos estagiários no primeiro semestre letivo do ano de 2023 da UECE, entre os meses de fevereiro e junho, nos turnos matutino e vespertino.

A intenção da metodologia da pesquisa foi conceber a formação docente de modo reflexivo, ratificando a função do estágio supervisionado para futuros professores de Química, e induzindo-os a vivenciarem a docência nos dois principais ambientes de atuação profissional: escola e universidade. Nesse sentido, para executar as três fases do professor como prático reflexivo (Schön, 1992), considerando também os preceitos de Franco (2008, 2016) sobre lógicas de práticas de ensino, inicialmente, foi necessário a gravação e a captura de imagens de trechos de duas das aulas dos sujeitos sobre FOO e envolvendo modelagem molecular, ocorridas no dia 08 de maio de 2023 (das 07h às 11h30), no laboratório de Ciências da escola.

Em seguida, na FAFIDAM, os três licenciandos estagiários e o professor orientador contemplaram as 19 fotos e assistiram aos trechos dos 17 vídeos para leitura e interpretação das imagens gravadas, etapa significativa para o desvendamento do que é ser professor naquelas situações transmitidas. Ensejando a *reflexão-na-ação* e *reflexão--sobre-a-ação* como processos alusivos à ação docente em análise na formação (Franco, 2008; Franco, 2016), houve discussões coletivas no sentido de reinterpretação das imagens analisadas, realizada em diálogo entre os pesquisadores participantes do grupo de professores reflexivos.

A intenção da metodologia da pesquisa foi conceber a formação docente de modo reflexivo, ratificando a função do estágio supervisionado para futuros professores de Química, e induzindo-os a vivenciarem à docência nos dois principais ambientes de atuação profissional: escola e universidade.

Por fim, antes de iniciar a última fase da ação investigativa escolhida (*reflexão sobre a reflexão-na-ação*), foram selecionadas quatro fotos (Figuras 1, 2, 3 e 4) e dois vídeos [Vídeo 1 (1min e 30s) - Apresentação realizada pela Equipe 1 e Vídeo 2 (1min e 1s) - Apresentação realizada pela Equipe 4], dos quais derivaram-se imagens condizentes com o objeto em estudo, bem como transcrições de trechos das aulas gravadas, atentando-se às indagações que acarretam recorte em conformidade com Franco e Gilberto (2011): O que chamou a atenção? Qual ponto será objeto de reflexão? Em sequência, foi possível elaborar as categorias de análise da pesquisa, pressupondo descrições derivadas de interpretações dos sujeitos sobre sua própria prática, como exposto a seguir.

Reflexões no estágio sobre o ensino de funções orgânicas oxigenadas

No dia 11 de maio de 2023, em sala de aula da FAFIDAM, o professor orientador questionou os licenciandos estagiários acerca do que chamou a atenção deles durante as duas regências que eles ministraram no Laboratório de Ciências da EEMTI Arsênio Ferreira Maia. É importante destacar que

essa interação entre eles expressa as duas primeiras fases da investigação sistêmica acerca do professor prático reflexivo (Zeichner, 1993; Schön, 1992, 2000) (*reflexão-na-ação e reflexão-sobre-a-ação*). Os três licenciandos responderam assim:

> Estagiária 1: *Os alunos esperavam que a cadeia carbônica tivesse estrutura linear, da mesma forma como eles desenhavam-nas em seu caderno. Porém, quando eles montaram as cadeias com o kit molecular, observaram que elas possuíam locais de encaixe específico para formar uma estrutura tridimensional. Isso causou surpresa na maioria deles.*

> Estagiário 2: *A participação efetiva de uma minoria dos alunos, enquanto outros estavam dispersos ou esperavam os estagiários se aproximarem para levantar questionamentos sobre a atividade de Química para, então, iniciarem a atividade.*

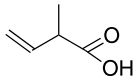
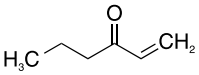
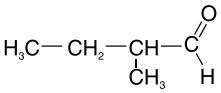
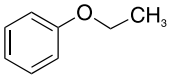
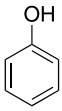
> Estagiária 3: *O que chamou a minha atenção foram as interações alunos-conteúdo, aluno-professor e aluno-estagiário. Também o interesse em sempre buscar o nome correto da estrutura, trazendo uma aprendizagem ativa para a aula, com base na investigação.*

Com base nas falas deles, foi possível elaborar dois pontos de reflexão distintos que explicam suas ações docentes junto aos 94 alunos do 3º ano que eles atenderam no estágio, assim distribuídos: Turma A: 33 alunos, Turma C: 25 alunos e Turma D: 28 alunos. Em cada uma das três turmas, os alunos foram divididos em sete equipes, de aproximadamente cinco integrantes, para explicação dos conteúdos de FOO. É importante destacar que as análises desta seção são respectivas às Equipes 1 (3º C) e 4 (3º D) devido à seleção das imagens estáticas (fotos) e dinâmicas (vídeos). As funções trabalhadas no laboratório de Ciências, entre as equipes de alunos, estão descritas na Tabela 1.

Cada equipe recebeu um cartão com nomenclatura específica, sendo orientada a identificar a função oxigenada correspondente e, em seguida, montar a estrutura com o kit molecular. Foi permitida a consulta em anotações registradas no caderno, bem como a consulta no livro didático. Os resultados desta aula prática, juntamente com as discussões entre os pesquisadores (professor orientador e estagiários), serviram de insumo para elaboração dos dois pontos de reflexão compreendidos em categorias de análise que expressam a *reflexão sobre a reflexão-na-ação*.

A ideia de planaridade molecular, no contexto desta pesquisa, afluiu no diálogo quando os graduandos explicaram que os alunos de educação básica, para os quais desempenharam à docência em Química no estágio, entendiam o formato estrutural das moléculas pelo que viam desenhado em seus livros didáticos ou no quadro branco (feito pela professora supervisora) e, por isso, reproduziam as estruturas em seus cadernos.

Tabela 1: Distribuição das equipes por Função Orgânica Oxigenada

Função	Fórmula Geral	Exemplo e Nomenclatura	Equipe
Éster	R-COO-R'	etanoato de metila	1
Ácido Carboxílico	R-COOH	 ácido 2-metil-but-3-enóico	2
Cetona	R-C (= O)-R	 hex-1-en-3-ona	3
Aldeído	R-C (= O)-H	 2-metil-butanal	4
Éter	R-O-R	 etoxibenzeno	5
Fenol	C_6H_5OH	 hidroxibenzeno	6
Álcool	R-OH	2-metil-propan-2-ol	7

1º Ponto de reflexão: a planaridade de moléculas de funções orgânicas oxigenadas

A ideia de planaridade molecular, no contexto desta pesquisa, afluiu no diálogo quando os graduandos explicaram que os alunos de educação básica, para os quais desempenharam à docência em Química no estágio, entendiam o formato estrutural das moléculas pelo que viam desenhado em seus livros didáticos ou no quadro branco (feito pela professora supervisora) e, por isso, reproduziam as estruturas em seus cadernos.

Iniciar este ponto de reflexão com este pensamento permitiu valorizar, na prática, a observação dos comportamentos dos alunos em sala de aula, realizada pelo professor, quando se atenta às nuances do ensino de Química como *práxis* (Silva *et al.*, 2010). Tal atividade reflexiva possibilitou aos estagiários confirmarem a adequação do uso de modelagem molecular

como recurso didático nos processos de ensino e aprendizagem em Química, como defende Maldaner (2014), ao compreender a escola como terreno fértil para aprendizagens significativas em Química, tanto na vida das novas gerações de aprendizes como na vida dos(as) professores(as).

Como os alunos tiveram contato com estruturas carbônicas somente em aulas teóricas ministradas em sala de aula, eles não estavam acostumados a trabalhar com as estruturas de Lewis que foram utilizadas nas atividades experimentais. No entanto, eles tiveram oportunidade de praticar a modelagem molecular com uso do kit didático (Figura 1). A maioria deles esperava que as estruturas fossem lineares, mas, ao montarem estruturas moleculares, verificaram, na prática, a não planaridade e, dessarte, se surpreenderam com esse acontecimento inusitado. Os alunos visualizaram as moléculas e identificaram os grupos funcionais das funções oxigenadas, em estruturas tridimensionais e, assim, puderam ampliar o seu conhecimento sobre o assunto.

É importante destacar que foi possível perceber a habilidade prática dos alunos pelo fato de a observação desta tarefa ter sido realizada pelos estagiários no ambiente escolar, comprovando que o estágio permite que o professor em formação contate seu futuro ambiente de atuação profissional, estudando e investigando seu exercício docente em situações reais (Pimenta e Lima, 2017). A Figura 1 exemplifica esse tipo de percepção por parte dos estagiários.

Figura 1: Aluna da Equipe 1 segurando o modelo de molécula do Éster

Na imagem é possível visualizar uma aluna segurando a estrutura do etanoato de metila ($C_3H_6O_2$), em perspectiva tridimensional. Nessa molécula identificam-se os elementos químicos carbono e oxigênio. Os hidrogênios não foram representados, pois não havia bolas suficientes disponíveis no kit utilizado.

Esse resultado foi contextualizado no primeiro vídeo, algo factível pela análise reflexiva com uso de imagens (Franco, 2008), ao assistir à realização da atividade sobre a identificação e montagem das moléculas envolvidas no experimento. Os alunos perceberam a diferença entre as estruturas de Lewis, as quais estavam acostumados a visualizar em formato bidimensional, e a estrutura modelada em perspectiva tridimensional. Isso foi reforçado durante a apresentação da molécula, momento no qual uma aluna da turma se dirigiu até a estagiária, que estabeleceu o seguinte diálogo:

Estagiária 1: *Atenção gente!*

Aluna: *O nome da estrutura* é *etanoato de metila. No primeiro lado tem dois carbonos, com a dupla ligação com o oxigênio. Do outro lado tem um oxigênio e um carbono.* É *um* éster.

Estagiária 1: *Por que tem esse nome?*

Aluna: *Por que tem dois carbonos de um lado, a ligação dupla com o oxigênio e um carbono do outro lado.*

Estagiária 1: *Muito bem!*

Nota-se que a aluna entendeu o sentido de a molécula ter sido montada com aquele formato, pois ela identificou a localização das ligações e dos elementos. Aprofundando o aprendizado, a estagiária indagou a aluna sobre o porquê do nome da função orgânica que ela segurava, incentivando-a a pensar. Tal prática docente está em conformidade ao que estabelece Carvalho (2012) para o uso pedagógico de perguntas pelo professor, como forma de interação com os alunos.

A Figura 2 representa um dos momentos de interação entre estagiários e alunos, destacando a Estagiária 1 e uma das alunas das equipes do 3º Ano C. Esse momento serviu para tirar dúvidas dos alunos com relação à estrutura, pois observando a Figura 2, distingue-se um caderno dos alunos que continha anotações sobre o conteúdo abordado na regência, segundo relato da estagiária envolvida na atividade.

Figura 2: Interação entre alunos e estagiária

A estagiária chama a atenção dos alunos com explicações gestuais, articulando com as mãos, e de modo visual, ao olhar para os alunos e a sua produção no laboratório, ou seja, a montagem da molécula, expressa tanto nas bolas espalhadas na bancada como na qual a aluna está segurando. Em discussão em sala de aula na FAFIDAM, foi possível compreender que a estagiária refletiu sobre a preocupação de cessar dúvidas dos alunos durante a modelagem molecular, motivando-os a permanecerem atentos às práticas e explicações derivadas dos experimentos. Percebeu-se, nitidamente, que em tal prática docente estão imbricadas as duas primeiras fases do prático reflexivo de Schön (1992), a *reflexão-na-ação* (atenção ao aluno) e a *reflexão-sobre-a-ação* (o pensar

o professor em ação quando responde dúvidas dos alunos).

O aprofundamento reflexivo do momento da aula ministrada pelos estagiários ocorreu no dia 01 de junho de 2023, ao ser estabelecido um diálogo entre professor orientador e estagiários, para melhor compreensão das ações destes últimos quando explicaram a estrutura das moléculas para os alunos.

> Professor Orientador: *Então nessa aula que vocês planejaram e executaram, no laboratório; nessa parte que chamou atenção de vocês, na linearidade (planaridade) das moléculas, como se deu a interação com os alunos para explicar que as moléculas não são necessariamente lineares/planares? Como foi que vocês perceberam isso na hora da apresentação deles?*
>
> Estagiária 1: *Durante a prática eles perceberam que as estruturas não eram lineares/planares; pegando e fazendo, porque eles já tinham o conhecimento da quantidade de carbonos e prefixos, da nomenclatura…*
>
> Estagiária 3: *Das funções…*
>
> Estagiária 1: *Das funções. E no momento da prática, em que eles colocaram a mão na massa através da investigação. Onde só com o nome, eles buscaram qual era a função correspondente, quantos carbonos eram e como seria a estrutura. A partir dessa prática, eles perceberam que a estrutura era diferente daquela que eles desenhavam nos exercícios feitos no caderno, que eram as estruturas de Lewis, diferente da estrutura em 3D.*
>
> Professor Orientador: *E você viu isso na hora da apresentação deles ou quando eles montavam as moléculas?*
>
> Estagiária 1: *Na hora da montagem.*

O professor orientador questionou, constantemente, os estagiários no sentido de refletirem sobre o desempenho de suas práticas docentes para explicação da não planaridade das moléculas orgânicas. Os estagiários fizeram o exercício mental de lembrar suas ações durante os momentos vivenciados no laboratório, por isso recorreram às duas imagens e ao vídeo, previamente selecionados. A Estagiária 1 enaltece a importância da experimentação em Química, pois os alunos visualizaram as estruturas moleculares de modo não convencional. Ela (estagiária) tem o pensamento similar ao da professora pesquisadora Schnetzler (2020), quando esta estudiosa discorre assim:

> Nesse sentido, lembro-me de ficar, por horas, manuseando o modelo de varetas para representar ligações entre os átomos de uma molécula, adquirindo a necessária visão espacial que todo químico ou professor(a) de Química deveria ter aprendido, diferentemente da representação bidimensional em equações ou fórmulas químicas nos quadros-negros das nossas aulas na Graduação (p. 47).

Algumas das situações pontuais expostas nesta subseção também abrangeram alguns alunos de outras equipes das Turmas A, C e D do 3º ano do ensino médio da EEMTI Arsênio Ferreira Maia. Embora as imagens referentes a esta conclusão não tenham sido colocadas no texto, por restrições impostas ao seu tamanho, é possível atestar que as atividades experimentais realizadas pelos próprios alunos da educação básica, promoveram investigação ativa, diálogo e interação entre eles e os estagiários. Sendo assim, afirma-se que a formação inicial de professores de Química, em perspectiva reflexiva, pode facilitar a abordagem de conteúdos químicos conceituais e procedimentais e o uso prático de ações multimodais aprendidos no ambiente acadêmico, como alegam Mortimer e Quadros (2018).

Concluída as discussões reflexivas referentes ao primeiro ponto de reflexão, as reuniões entre os pesquisadores, na FAFIDAM, conduziram ao segundo ato desta pesquisa, substanciado na reflexão de práticas docentes que estimularam a atividade proativa e interativa dos alunos durante a experimentação com modelagem no laboratório. Isto aumentou o aprendizado deles sobre os conceitos químicos inerentes às funções orgânicas oxigenadas estudadas em sala de aula, pelo aumento da compreensão de estruturas moleculares, fazendo uso dos sentidos visão, audição e tato.

2º Ponto de reflexão: a proatividade e a interação dos alunos na aula

Emergidos de ações docentes promovidas pelos estagiários, os conceitos de proatividade e interação compreendidos nesta seção, referem-se às suas definições no dicionário: *Proatividade* - Característica de quem busca identificar ou resolver os problemas por antecipação, com antecedência; presteza, diligência; *Interação* - Influência recíproca e/ou diálogo entre pessoas que se relacionam em convivência. O primeiro conceito, que permite investigar o ensino em práticas reflexivas (Rosa, 2004), vem ganhando destaque no meio educacional, nas metodologias ativas de ensino (Santos e Castaman, 2022) que conferem protagonismo e, assim, responsabilidade ao alunado em relação ao seu aprendizado (Bacich e Moran, 2018). O segundo conceito está ancorado em Tardif (2014),

Emergidos de ações docentes promovidas pelos estagiários, os conceitos de proatividade e interação compreendidos nesta seção, referem-se às suas definições no dicionário: *Proatividade* - Característica de quem busca identificar ou resolver os problemas por antecipação, com antecedência; presteza, diligência; *Interação* - Influência recíproca e/ou diálogo entre pessoas que se relacionam em convivência.

o qual entende que um dos saberes docentes do professor é materializado no trabalho humano, ou seja, o trabalhador (professor) se relaciona com o seu objeto de trabalho (aluno) por meio de interação humana.

Frisa-se que a metodologia reflexiva para análise de atividades docentes é fecunda para aperfeiçoá-las, quando feito o resgate do acontecimento com uso de vídeo (Ghedin e Franco, 2011). Esse tipo de tarefa pode ser plenamente desenvolvido no estágio supervisionado quando encarado como arcabouço de experiências de estagiários, como enfatiza Carvalho (2012) sobre possibilidades para regências gravadas em estágio como experimentação didática, pesquisando o exercício docente para mudanças potenciais no ensino.

As múltiplas possibilidades de aprendizado docente em estágio de disciplinas específicas, a exemplo da Química, também se faz presente nas reflexões de Pimenta e Lima (2017), no que diz respeito à Didática Específica, que possui o ensino como seu objeto de investigação, entendendo-o em contexto singular e repleto de práticas educacionais peculiares. Um exemplo que embasa este enredo foi a identificação da proatividade e interação entre professores e alunos do 3º Ano D da EEMTI Arsênio Ferreira Maia.

Pela ação e mediação didática na aula de laboratório, verificou-se evolução do segundo ponto de reflexão deste trabalho (expresso no título desta subseção). Entre as falas dos residentes proferidas em um dos encontros presenciais da disciplina de estágio, realizado na universidade, sobre reflexões de suas ações na docência, foi observado que os alunos da educação básica saíram de uma posição de insegurança e inibição e se sentiram mais confortáveis durante os exercícios práticos.

Convém destacar que o êxito no trabalho coletivo para realização dos experimentos foi alcançado, também, por meio de incentivos e orientações mediados por alunos que tomaram a liderança entre as equipes, como se observa na Figura 3.

Figura 3: Alunos conversando sobre a atividade proposta

Na imagem é possível observar uma aluna, posicionada no centro), que tomou a liderança do grupo e explicou a montagem da molécula aos três alunos presentes na Figura 3. Segundo a Estagiária 1, durante a conversa entre os alunos desta equipe, ouviu-se um diálogo acerca de características da molécula que eles estavam responsáveis por montar e apresentar, tais como ligação dupla e grupo funcional.

Essa estagiária relatou que o diálogo entre os integrantes da equipe se processou do seguinte modo: *aluna líder*: "a dupla e o grupo funcional determinam o nome da molécula!"; *aluno com óculos* (na extremidade esquerda da foto): "devemos localizá-los na molécula?" *aluna com óculos* (na extremidade direita da foto): "Isso mesmo! Após identificá-los, devemos enumerar os carbonos da molécula!". As premissas do diálogo foram asseguradas pela conferência de informações conteudistas no caderno, ministradas anteriormente pela professora supervisora.

As observações atentas e registradas dos estagiários, bem como as análises reflexivas das mesmas, demonstram a importância desse tipo de movimento nas ações formativas de professores, algo defendido por Tardif (2014), quando aponta que iniciativas semelhantes a esta, denotam profissionalização do ensino por meio da mobilização de saberes docentes.

Os movimentos de idas e vindas pela via da reflexão da prática docente podem ser frutíferos na potencialização da identidade docente (Pimenta, 1996), pois estes injetam subsídios teórico-práticos nas ações formativas, envolvidas pelo conhecimento profissional específico de professor (Almeida e Biajone, 2007), contribuindo com atividades colaborativas desempenhadas por professores em formação (Santos, 2019).

Um desses movimentos ficou nítido quando os licenciandos estagiários selecionaram duas imagens referentes à Figura 4, que suscitam proatividade e interatividade de alunos durante aula ministrada no laboratório de Ciências. As imagens demonstram uma visão panorâmica de todos os alunos do 3º Ano D (esquerda) e um diálogo entre estagiária e alunos (direita), em atividade anterior à montagem das moléculas, em que o trabalho em equipe resultou na definição de quem se deslocava até o local destinado à retirada de bolas e varetas utilizadas no experimento; e ainda quem permanecia na bancada, revisando conteúdos e fazendo anotações pertinentes à prática em execução.

Ressalta-se que os estagiários refletiram sobre suas posições no espaço em que atuavam, sendo estratégicas para facilitar o bom desempenho dos alunos na realização das atividades práticas. A Estagiária 3 (blusa escura, a direita e ao lado de uma aluna) permanecia na bancada orientando os alunos que lá se encontravam. O Estagiário 2 (oculto nas fotos) observava o andamento das tarefas e fazia o registro fotográfico dos momentos em análise. E a Estagiária 1 (blusa florida, entre alunas) mediava o diálogo junto aos alunos, sanando, instantaneamente, dúvidas do que era feito.

No dia 01 de junho de 2023, em sala de aula da FAFIDAM, os professores pesquisadores se reuniram para conversar sobre o ocorrido nas aulas, visando a compreensão detalhada

Figura 4: Alunos realizando a atividade no laboratório de ciências e atuação dos estagiários

da proatividade e interação nas aulas na escola-campo do estágio. A suma do ocorrido é expresso pelo seguinte diálogo entre professor orientador e uma das estagiárias:

> Professor Orientador: *Bom, então vocês perceberam que houve proatividade dos alunos em apresentar funções orgânicas montadas, assim como teve interação entre as equipes. Isso ficou claro nas fotos e vídeos que vocês selecionaram. Como vocês agiram perante a proatividade e interação deles?*
>
> Estagiária 1: *Antes de tudo, orientamos eles, para que não ficassem perdidos, pois não adianta pedir que eles façam grupos sem que saibam o objetivo disso. Eles receberam um cartão com a nomenclatura de uma função oxigenada, tendo que descobrir qual era a função e montar a estrutura utilizando o kit (bolas e varetas).*
>
> Professor Orientador: *Você considera que a preparação prévia condicionou a proatividade e interação deles?*
>
> Estagiária 1: *Isso, pois sem a orientação, eles não conseguem ser proativos na realização da atividade. Se eu somente mostrar o kit e dizer para eles fazerem estruturas moleculares, poderia haver dúvidas como "Quais estruturas moleculares?"* É *preciso dizer, antes, quais são as funções oxigenadas, que são as que eles estão estudando.*

O diálogo entre professor orientador e os outros dois estagiários ocorreu com sentido semelhante, com um adicional para clarificação dos papéis atribuídos a eles durante a execução das atividades práticas no laboratório.

> Professor Orientador: *E vocês dois (Estagiários 2 e 3), só observaram as práticas docentes da Estagiária 1 ou chegaram junto aos alunos também?*
>
> Estagiária 3: *A gente sempre andava pela sala, indo de equipe em equipe, para verificar se eles já tinham terminado. Muitos deles tiravam dúvidas, perguntando se estava tudo certo; pedindo para explicar de novo; iam até a professora (supervisora) e perguntavam se ela concordava.*
>
> Professor Orientador: *E essa interação ocorria entre eles, entre eles e vocês ou entre eles e a professora supervisora?*
>
> Estagiário 2: *A interação era mútua. Tinha momentos que eles tiravam dúvidas com a gente. Mas quando eles não se sentiam confortáveis, eles chamavam a professora supervisora.*
>
> Professor Orientador: *Vocês consideraram os alunos proativos pelo fato de procurar ajuda?*
>
> Estagiário 2: *Exatamente. Tanto em procurar ajuda, como em tentar fazer a atividade sozinhos, a que foi proposta pelos estagiários.*
>
> Estagiária 3: *A comunicação entre eles também revelou a proatividade e a interatividade.*

Ambos os diálogos explicitam a necessidade de orientação para os alunos, por parte do professor, uma espécie de condução guiada rumo ao aprendizado do conteúdo estudado. Essa alusão foi feita por todos os estagiários, indicando que a formação inicial de professores pode ser pensada na concepção do *practicum* (Zeichner, 1993), ocorrente em diferentes espaços formativos que impulsionam a resolução de problemas referentes aos processos de ensino e de aprendizagem (Hobold, 2018).

Após o planejamento da montagem da molécula e sua execução, os alunos foram orientados pelos estagiários a apresentar sua produção. Na apresentação de uma das equipes (diálogo abaixo), os estagiários perceberam que os alunos estavam agitados e conversando bastante, alguns dos próprios alunos pediram silêncio e atenção para o início das apresentações. A necessidade de concentração na realização das práticas foi algo vital para a percepção da interatividade e proatividade percebidas na dinâmica da aula de laboratório, tanto entre alunos como entre alunos e estagiários.

> Aluno da equipe: *Bora, Fulano!* (aluno responsável pela apresentação).
>
> Estagiária 1: *Equipe do Fulano!*
>
> Outra aluna da equipe: *Psiu! Vai começar!*
>
> Aluno: *O nome desse composto* é *2-metil-butanal. Ele tem…* é *composto por quatro carbonos. E tem aqui… no segundo carbono da cadeia principal, por*

causa do oxigênio na extremidade; tem um metil no segundo carbono.

Estagiária 1: *Qual é a função?*

Aluno: *A função?!*

Estagiária 3: *Qual o grupo funcional?* (perguntando ao aluno que está apresentando).

Aluno: *Sim… Aldeído.*

Estagiária 1: *Aldeído, né?*

Aluno: *Por causa do carbono, né! Só carbono não…*

Estagiária 1: *O Aldeído tem um oxigênio na extremidade, né? A cetona tem o oxigênio lá no meio da cadeia. Isso mesmo, parabéns!*

Nas entrelinhas do diálogo, percebe-se que a atividade de mediação dos estagiários induziu o envolvimento de toda a turma com as atividades propostas, mesmo que alguns dos conceitos químicos não tenham sido diferenciados de modo apropriado durante a aula (grupo funcional e função orgânica). Os alunos se mostraram proativos em evitar a dispersão de atenção durante a aula e, a depender da equipe, colaborar com a formulação de respostas corretas no ato da apresentação. O final do diálogo, entre as Estagiárias 1 e 3 e o apresentador (representante da equipe), ilustra a construção da elaboração correta da resposta, pois se confirmou a produção em aldeído e não em cetona.

Como foi feito no final da descrição do primeiro ponto de reflexão deste trabalho, é possível extrapolar os achados da investigação entre as duas Equipes (1 - 3º C e 4 - 3º D) para a maioria dos 94 alunos que foram atendidos pelos três estagiários. Em exercício reflexivo constante na formação inicial, os estagiários rememoraram os momentos vivenciados com os alunos em contexto escolar, no ensino de funções oxigenadas.

Na medida em que os estagiários tiveram algumas de suas necessidades formativas supridas, eles mediaram aprendizados atitudinais (proatividade, interação, liderança, etc.) junto aos alunos do 3º ano, fatos percebidos em suas falas nas reuniões sobre reflexão da prática docente, endossadas entre outras imagens não selecionadas para compor este relatório. Neste sentido, os professores em formação identificaram líderes de equipe entre os alunos, que se colocaram espontaneamente nessa condição e, desse modo, agiram como monitores enquanto explicavam conteúdos químicos aos demais membros do grupo.

Esse modelo de formação docente cunhado na racionalidade prática vem ocorrendo mais intensamente nas últimas duas décadas, na incorporação da dimensão sociointeracionista, em que práticas discursivas de negociação de significados dão a tônica na construção de conhecimentos científicos (Schnetzler, 2020). A título de exemplo neste trabalho, as discussões para a descrição e discussão dos resultados outrora expostos, ocorreram em momentos de trânsito pelos *locus* da pesquisa. O último deles ocorreu no dia 21 de junho de 2023, quando os professores pesquisadores (estagiários, orientador e supervisora) visitaram o laboratório de Ciências da EEMTI Arsênio Ferreira Maia para rememorar e, consequentemente, refletir, discutir e descrever o que foi vivenciado nas regências do estágio em tela.

Considerações finais

Três licenciandos em Química realizaram atividades de docência junto a alunos do 3º ano do ensino médio da EEMTI Arsênio Ferreira Maia, refletindo sistematicamente sobre suas ações enquanto ensinavam e em momentos posteriores ao ensino. Em essência, foi cumprida uma das principais atribuições pertinentes ao estágio supervisionado como decurso da formação profissional: corroborar reflexões sobre práticas docentes, que inclui prática pedagógica, currículo, gestão escolar, interações no ambiente escolar entre professor e conteúdo, professor e aluno, aluno e aluno e aluno e conteúdo.

A arquitetura das três fases da ação do professor reflexivo foi executada durante o estágio supervisionado dos três sujeitos, principalmente nas regências que eles ministraram sobre sete funções orgânicas oxigenadas, conteúdos ensinados por eles e aprendidos pelos alunos. Desse modo, ensejou-se a captura e análise de imagens, vídeos e diálogos, fomentando discussões reflexivas acerca dos dois pontos de reflexão tratados. Os pontos foram compreendidos em descrições sobre a capacidade do professor propor atividades práticas para estimular a modelagem de estruturas de substâncias e no modo como isso pode ser alcançado em coletividade, sendo formado grupos de alunos como comunidade de aprendentes.

Convém destacar que o primeiro ponto de reflexão (planaridade de moléculas) abordou os três níveis de representação da Química, pois o trabalho coletivo entre estagiários e alunos permitiu a promoção do ensino desta ciência com abordagem macroscópica (bolas, varetas e modelos de moléculas), submicroscópica (formação de ângulos entre ligações químicas) e simbólica (representação das fórmulas das funções em estudo). O segundo ponto de reflexão endossou a materialidade do objeto de trabalho da profissão docente, ou seja, as interações humanas. Elas foram realçadas quando os alunos se mostraram proativos e interativos em construir conhecimento químico por meio de orientações dos professores em formação.

Depreenda-se que o professor orientador supervisionou quase todo o estágio curricular obrigatório (ensino médio) dos três estagiários participantes desta pesquisa. Sendo assim, foi possível verificar a evolução da identificação com a docência apresentada por eles, quando superaram seus anseios e dificuldades ao propor o ensino de Química nas três disciplinas de estágio distintas, ocorrentes em diferentes instituições educacionais (instituto, escola regular e escola em tempo integral), localizadas no município de Limoeiro do Norte-CE e, por conseguinte, em turmas distintas, quais sejam: 1) Estágio Supervisionado I no Ensino Médio (ESEM I) – Para turmas de 1º ano de Ensino Médio, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE); 2) ESEM II - Para turmas de 2º ano de Ensino Médio, da

São múltiplas as possibilidades de reflexão sobre a docência em Química durante o estágio supervisionado, sabendo que cada sujeito investigador de suas práticas docentes realiza um exercício subjetivo e passível de pesquisa empírica, o que pode redundar em conhecimento palpável na área de Ensino de Química. Isso pode ser conseguido de modo coletivo, como foi ao longo deste texto, ou de modo individual, quando o estágio de regência não for conduzido em grupo de licenciandos.

Escola de Ensino Médio Lauro Rebouças de Oliveira; 3) ESEM III – Para turmas mencionadas neste trabalho.

Outro desafio na consecução do estágio supervisionado como momento de pesquisa para investigação da prática docente em momentos reflexivos foi sistematizar tal processo junto aos estagiários e à professora supervisora de estágio, haja vista que o próprio professor orientador participava pela primeira vez desse tipo de ação. Então, foram necessários vários estudos e discussões sobre isso durante as orientações nos encontros presenciais na universidade, do mesmo modo que durante as supervisões realizadas no ambiente escolar.

São múltiplas as possibilidades de reflexão sobre a docência em Química durante o estágio supervisionado, sabendo que cada sujeito investigador de suas práticas docentes realiza um exercício subjetivo e passível de pesquisa empírica, o que pode redundar em conhecimento palpável na área de Ensino de Química. Isso pode ser conseguido de modo coletivo, como foi ao longo deste texto, ou de modo individual, quando o estágio de regência não for conduzido em grupo de licenciandos.

É possível dar continuidade a esta pesquisa aplicando-a novamente em disciplinas de estágio curricular e em outros componentes curriculares/atividades que dialoguem com o ensino, tanto em cursos de Licenciatura como em cursos de Pós-Graduação (Ensino ou Educação), a exemplo de Subprojeto do Programa de Residência Pedagógica e do Estágio de Docência.

Mara Célia Rodrigues da Costa (mara.celia@aluno.uece.br) é graduanda em licenciatura em Química pela Universidade Estadual do Ceará (UECE), unidade Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos (FAFIDAM). **Márcia Tallia de Lima Santiago** (tallia.santiago@aluno.uece.br) é licenciada em Química pela Universidade Estadual do Ceará (UECE), unidade Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos (FAFIDAM). **Damião Sampaio de Sousa** (damiao.sampaio@aluno.uece.br) é mestrando em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Possui graduação em licenciatura em Química pela Universidade Estadual do Ceará (UECE), unidade Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos (FAFIDAM). **Márcia Jean de Amorim Batista** (marcia.batista@convenio.uece.br) é especialista em Educação Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Atualmente é professora na Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC). **Zilvanir Fernandes de Queiroz** (zilvanir.queiroz@uece.br) é doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é professora na Universidade Estadual do Ceará (UECE), unidade Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos (FAFIDAM). **Francisco Ranulfo Freitas Martins Júnior** (ranulfo.freitas@uece.br) é doutor em Educação pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Atualmente é professor na Universidade Estadual do Ceará (UECE), unidade Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos (FAFIDAM).

Referências

ALMEIDA, P. C. A. e BIAJONE, J. Saberes docentes e formação inicial de professores: implicações e desafios para as propostas de formação. *Educação e Pesquisa*, v. 33, n. 2, p. 281-295, 2007.

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

CARVALHO, A. M. P. *Os estágios nos cursos de licenciatura*. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

DEWEY, J. *Como pensamos*. São Paulo: Editora Nacional, 1959.

FRANCO, M. A. R. S. Entre a lógica da formação e a lógica das práticas: a mediação dos saberes pedagógicos. *Educação e Pesquisa*, v. 34, n. 1, p. 109-126, 2008.

FRANCO, M. A. R. S. Prática pedagógica e docência: um olhar a partir da epistemologia do conceito. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 97, n. 247, p. 534-551, 2016.

FRANCO, M. A. R. S. e GILBERTO, I. J. L. A prática docente e a construção de saberes pedagógicos. *Revista Teias*, v. 12, n. 25, p. 212-224, 2011.

GHEDIN, E. e FRANCO, M. A. R. S. *Questões de método na construção da pesquisa em Educação*. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.

HOBOLD, M. S. Desenvolvimento profissional dos professores: aspectos conceituais e práticos. *Práxis Educativa*, v. 13, n. 2, p. 425-442, 2018.

MALDANER, O. A. *A formação inicial e continuada de professores de Química*: *professores/pesquisadores*. 4ª ed. Ijuí: Editora da Unijuí, 2013.

MALDANER, O. A. Formação de professores para um contexto de referência conhecido. *In*: NERY, B. e MALDANER, O. A. (Orgs.). *Formação de professores*: *compreensões em novos programas e ações*. Ijuí: Editora da Unijuí, 2014.

MALDANER, O. A. e FRISON, M. D. Constituição do conhecimento de professor de Química em tempos e espaços privilegiados na Licenciatura. *In*: NERY, B.; MALDANER, O. A. (Orgs.). *Formação de professores*: *compreensões em novos programas e ações*. Ijuí: Editora da Unijuí, 2014.

MORTIMER, E. F. e QUADROS, A. L. (Orgs.). *Multimodalidade no Ensino Superior*. Ijuí: Editora da Unijuí, 2018.

PIMENTA, S. G. Formação de professores - saberes da docência e identidade do professor. *Revista da Faculdade de Educação*, v. 22, n. 2, p. 72-89, 1996.

PIMENTA, S. G. e LIMA, M. S. L. *Estágio e Docência*. 8ª ed. São Paulo: Cortez, 2017.

ROSA, M. I. P. *A investigação e ensino*: *articulações e possibilidades na formação de professores de Ciências*. Ijuí: Editora da Unijuí, 2004.

SANTOS, J. O. C. Perspectiva crítico-reflexiva e colaboração na formação do professor. *Revista Internacional de Formação de Professores (RIFP)*, v. 4, n. 1, p. 85-99, 2019.

SANTOS, D. F. e CASTAMAN, A. S. Metodologias ativas:

uma breve apresentação conceitual e de seus métodos. *Revista Linhas*, v. 23, n. 51, p. 334-357, 2022.

SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química*: *compromisso com a cidadania*. 4ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. *In*: NÓVOA, A (org.) *Os professores e a sua formação*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992.

SCHÖN, D. A. *Educando o profissional reflexivo*. São Paulo: Artmed, 2000.

SCHNETZLER, R. P. *Uma história de formação na formação de professores de Química*. Ijuí: Editora da Unijuí, 2020.

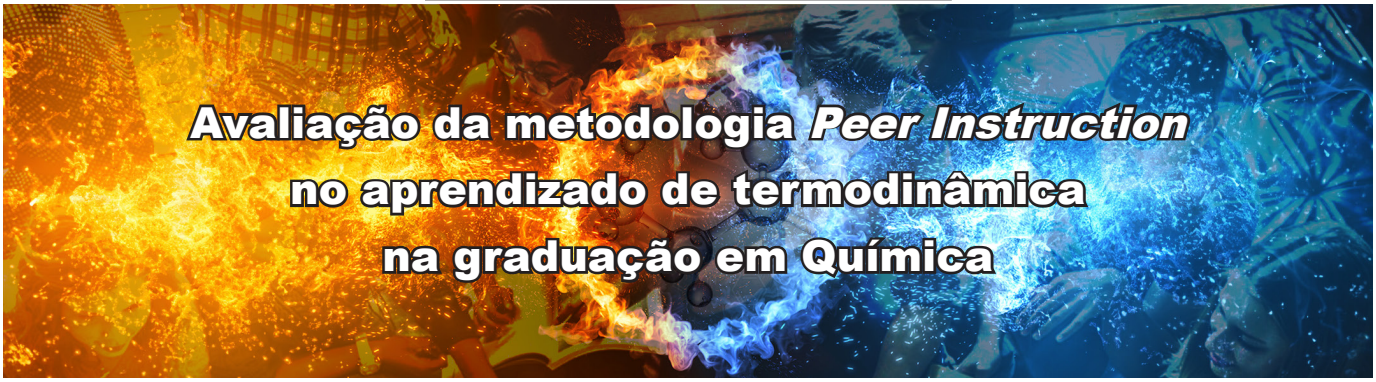
SILVA, J. L. P. B.; MORADILLO, E. F.; PENHA, A. F.; PIMENTEL, H. O.; CUNHA, M. B. M.; OKI, M. C. M.; BOTELHO, M. L.; BEJARANO, N. R. R. e LÔBO, S. F. A dimensão prática da formação na licenciatura em Química da Universidade Federal da Bahia. *In*: ECHEVERRÍA, A. R. e ZANON, L. B. (org). *Formação Superior em Química no Brasil*: *Práticas e Fundamentos curriculares*. Ijuí: Editora da Unijuí, 2010.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis-RJ: Vozes, 2014.

ZEICHNER, K. *Formação reflexiva de professores*. Lisboa: Educa, 1993.

Abstract: *Reflections on teaching practices in the context of supervised internship involving teaching of oxygenated organic functions.* The supervised internship in undergraduate courses can be a formative step to (re)think about teaching in basic education. This paper aims to reflect on teaching practices during the internship conducted by three Chemistry undergraduates who taught oxygenated organic functions to third- year high school students at a public school in Ceará. Considering the reflective method using images, this stage was aligned with the three phases of the reflective teacher's action (reflection-in-action, reflection-on-action and reflection on reflection-in-action) for collecting and analyzing data in photos, videos and dialogs about moments of practical laboratory classes taught by the three research subjects. The results report two points of reflection: 1) *the planarity of molecules with oxygenated organic functions*, observed through analog molecular modeling and in a three-dimensional perspective, which facilitated the learning of chemical concepts; 2) *the proactivity and interaction of students in class*, stimulated by the mediation of the teacher/intern, which can enhance the future teaching practice of this subject.
Keywords: initial teacher education, reflective teacher, Chemistry teaching

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160380



Avaliação da metodologia *Peer Instruction* no aprendizado de termodinâmica na graduação em Química

Geraldo Novaes Tessaro, Antoni Guilherme Souza Silva, Roberto Pereira Santos e Denise Rocco de Sena

Estudantes frequentemente carregam interpretações equivocadas acerca de conceitos da termodinâmica. Em virtude disso, o presente trabalho propôs a aplicação da metodologia *Peer Instruction* durante um semestre na disciplina de Físico-química I. Esta metodologia ativa de ensino é caracterizada pelo estímulo da interação e da discussão entre os estudantes, promovendo maior participação nas aulas. Os resultados sugerem que os alunos tendem a aprimorar seus hábitos de estudo, o aprendizado sobre conceitos da termodinâmica, a interação entre si e a participação durante as aulas. Foi observada uma alteração no comportamento dos estudantes, que evoluíram de ouvintes passivos para agentes ativos de seus aprendizados, desenvolvendo mais autonomia em seus estudos, utilizando o conhecimento em maturação para discutir ideias com os colegas e aprender em um ambiente de socialização dos saberes. Conclui-se que a metodologia *Peer Instruction* é passível de aplicação e adaptação no ensino de Química.

▶ *peer instruction,* termodinâmica, metodologias ativas ◀

Recebido em 30/11/2023; aceito em 30/07/2024

Introdução

Ao iniciar o estudo da termodinâmica química na graduação, estudantes normalmente carregam consigo equívocos conceituais sobre os fenômenos fundamentais relacionados aos conceitos de calor, temperatura, entalpia, entropia, aos critérios de espontaneidade e à compreensão da natureza particulada da matéria (Mortimer e Amaral, 1998; Cavalcanti *et al.*, 2018). Um equívoco comum, por exemplo, é a compreensão de que entalpia e calor são equivalentes independentemente das condições, quando esta igualdade se torna verdadeira apenas sob pressão constante. Em geral, é recorrente observar dificuldade na aplicação da matemática como uma maneira de descrever e representar os fenômenos da natureza. A metodologia predominante no ensino de termodinâmica é a tradicional, ou seja, primeiro o professor transmite a teoria e depois o aluno a aplica durante a resolução das listas de exercícios. Esse tipo de abordagem pedagógica, apesar de ser importante em momentos específicos, não deve ser a única proposta metodológica, pois estudos apontam que quando se aplica apenas esse tipo de metodologia, os alunos tendem a se sentir frustrados e desmotivados em seu aprendizado (Bain *et al.*, 2014; Saricayir *et al.*, 2016).

A metodologia predominante no ensino de termodinâmica é a tradicional, ou seja, primeiro o professor transmite a teoria e depois o aluno a aplica durante a resolução das listas de exercícios. Esse tipo de abordagem pedagógica, apesar de ser importante em momentos específicos, não deve ser a única proposta metodológica, pois estudos apontam que quando se aplica apenas esse tipo de metodologia, os alunos tendem a se sentir frustrados e desmotivados em seu aprendizado

As metodologias ativas de aprendizagem são centradas na experiência e no desenvolvimento da autonomia do aluno em ambientes colaborativos, motivadores, incentivando a criatividade, a proatividade e a comunicação (Diesel *et al.*, 2017). Assim, o professor atua como mediador motivando, questionando, orientando e promovendo a participação ativa do estudante no processo de aprendizagem (Bacich e Moran, 2018).

O *Peer Instruction* (PI) é uma metodologia ativa que incentiva a aprendizagem colaborativa a partir das discussões

CC BY NC ND

entre pares, promovendo a autonomia por meio de leituras prévias. É uma metodologia que altera a dinâmica na sala de aula, onde os alunos realizam reflexões durante as discussões e elaboram argumentações acerca dos conceitos estudados, diferente dos métodos não ativos no quais os estudantes assistem passivamente as exposições orais realizadas pelos professores (Araujo e Mazur, 2013).

Desenvolvida por Eric Mazur, professor da Universidade de Harvard, para uma disciplina introdutória de Física, a metodologia PI surgiu a partir da percepção de que os alunos realizavam exercícios de física sem compreender os conceitos relacionados, apenas seguindo as etapas para chegar no resultado. Mazur (2015) também afirmou que a forma tradicional de apresentar o conteúdo para os alunos era pouco eficiente, já que se tratava de uma apresentação resumida do livro e de suas notas de aula (Mazur, 2015).

Os passos de aplicação do PI são descritos na Figura 1. Em uma aula-exemplo, o estudante realiza um estudo prévio utilizando o material disponibilizado pelo professor; em seguida, é aplicado um teste de leitura, em sala, com a finalidade de verificar se o estudo prévio foi feito ou não, seguido de uma breve explicação do conteúdo realizada pelo professor e, por fim, aplica-se um teste conceitual. A partir do resultado do teste é determinado o próximo passo. Se o resultado do teste for superior a 70%, é possível dar continuidade à matéria e abordar o próximo tópico. Para valores entre 30 e 70%, formam-se duplas e os alunos discutem o teste conceitual, utilizando as justificativas das suas respostas individuais para convencer um ao outro. Após alguns minutos, o professor repete o teste. Nos casos em que o resultado da turma for menor do que 30%, é aconselhado revisar o conceito novamente através de uma nova explicação detalhada e aplicar um novo teste conceitual, reiniciando o processo (Mazur, 2015).

Mazur (2015) destaca ainda que as discussões entre os estudantes os fizeram permanecer ativos durante a aula, em oposição à passividade e monotonia relatada durante as aulas expositivas. Segundo o autor, a experiência de explicar para os colegas torna as ideias mais claras, fazendo com que o estudante organize seus pensamentos e aprofunde sua compreensão sobre os conceitos. Existe um aumento de autoconfiança quando os estudantes interagem entre si e apresentam respostas semelhantes. Além disso, o PI é uma metodologia flexível que permite a combinação com outras metodologias de ensino e também adaptações, podendo ser utilizado com ou sem recursos tecnológicos, a depender da infraestrutura de cada local de ensino.

Brooks e Koretsky (2011) aplicaram o PI na disciplina de Termodinâmica Química e observaram que a interação entre os pares desenvolveu nos estudantes compreensões mais aprofundadas sobre os conceitos termodinâmicos, bem como justificativas melhores em suas respostas.

Dumont *et al*. (2016) verificaram a aplicabilidade do PI no ensino médio abordando tópicos de estequiometria. A participação dos alunos durante as aulas foi satisfatória e as discussões foram frutíferas. É interessante observar que as atividades de leitura prévia foram recebidas pelos estudantes com certa resistência, pois estavam habituados a estudar o conteúdo após aulas expositivas. O estudo constatou que as etapas de leitura prévia e discussão em duplas estão relacionadas com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e a teoria socioconstrutivista de Vygotsky, utilizando a prática docente somada à revisão bibliográfica para inferir tal associação. Os autores concluem que o PI se mostrou eficiente para utilização no ensino de Química e destacam a escassez de estudos sobre esta metodologia no Brasil.

Uma combinação das metodologias ativas PI e *Just in Time Teaching* foi aplicada em três aulas no ensino de Química no ensino médio (Silva e Bedin, 2020), utilizando o *Plickers* para coletar as respostas dos testes conceituais. Os autores relataram enfrentar dificuldades com a metodologia *Just in Time Teaching*, que utiliza atividades assíncronas para preparar a aula com base nas dificuldades dos alunos, devido ao baixo índice de realização da atividade de leitura e exercícios. Contudo, a etapa de discussão do PI foi realizada apenas duas vezes, as poucas ocasiões nas quais o índice de acertos ficou entre 30 e 70%; nas demais, o resultado era superior a 80%. Nesse estudo, os autores destacam que os alunos estavam motivados e entusiasmados em atingir 100% e apresentavam uma participação mais efetiva nessas aulas do que em aulas tradicionais. Ao final, é ressaltada a importância de adotar metodologias ativas que promovam atividades extraclasse, incentivando o aluno a desenvolver seu hábito de estudo.

Belmonte *et al.* (2022) modificaram o PI para a aplicação de forma remota durante a pandemia de covid-19. O

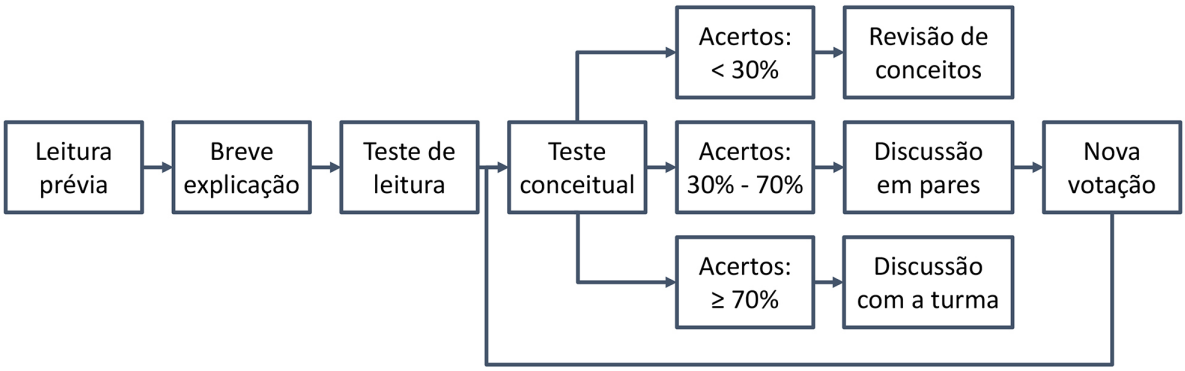


Figura 1: Diagrama da metodologia PI

conteúdo apresentado foi de cinética química, presente na disciplina de Físico-química III. Primeiro, os estudantes tiveram 1h30 para responder testes conceituais em duplas e, duas semanas depois, um segundo teste foi aplicado para resolução individual. Na aplicação única do método, os autores destacaram o desenvolvimento do pensamento crítico e a aquisição de *soft skills* (por exemplo, socialização e tomada de decisões em grupo).

Em virtude das dificuldades dos alunos no entendimento dos conceitos fundamentais para o aprendizado da termodinâmica e tendo em vista a escassez de estudos relativos à utilização do PI em nível superior de Química, o presente estudo teve como objetivo principal responder a seguinte questão: a metodologia PI é capaz de tornar a aula mais dinâmica e atrativa, influenciando os hábitos de estudo de forma a auxiliar os estudantes a superar as dificuldades inerentes à aprendizagem de termodinâmica? Para isso, foram estipulados os objetivos específicos a seguir: I) Avaliar a aprendizagem dos conceitos abordados na disciplina; II) Identificar o impacto da discussão por pares na socialização entre os alunos; III) Investigar o potencial da metodologia de influenciar os hábitos de estudo dos alunos.

Percurso metodológico

Participantes e contexto

O presente trabalho é um estudo de caso realizado por meio da integração entre pesquisa qualitativa e quantitativa, buscando uma complementação a partir da união de diferentes perspectivas metodológicas para melhor compreender as múltiplas facetas dos fenômenos aqui observados (Flick, 2009; Souza e Kerbauy, 2017). A pesquisa foi realizada no Ifes – Campus Vila Velha, durante a disciplina de Físico-química I com 60h de carga horária e 4 créditos, que compõe o 4º semestre dos cursos de Química. A duração das aulas era de 2h, duas vezes por semana e, até então, a disciplina era realizada de modo tradicional, sendo ministrada pelo mesmo docente. No semestre da aplicação da presente pesquisa (2022/2), a turma era composta por 13 (treze) alunos, sendo 8 (oito) estudantes do curso de Licenciatura em Química e 5 (cinco) do curso de Química Industrial. Uma apresentação sobre o PI foi realizada para a turma pelo pesquisador e os alunos foram convidados a participar do estudo. Todos os alunos concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

A idade dos estudantes variava de 19 a 28 anos, e 80% não estava periodizado em seu curso. Além disso, os indivíduos relataram ter experienciado dificuldades tanto na disciplina de Química Geral II quanto na de Cálculo II, ambas pré-requisitos da disciplina Físico-química I. A maioria dos estudantes relatou não manter horários regulares de estudo e manifestou interesse por disciplinas que utilizam metodologias ativas de ensino.

Modificações e implementação do PI

O processo de aplicação da metodologia estudada em sala de aula foi realizado conforme o apresentado na Figura 2. A principal modificação realizada na metodologia PI foi relativa às discussões entre os alunos, que, no presente trabalho, ocorreram independentemente do resultado do teste inicial, com o objetivo principal de incentivar a interação entre os alunos em discussões conceituais que estimulam o estudante a ensinar e aprender com o outro, desenvolvendo argumentação científica relacionada aos conceitos estudados. Para que isso ocorresse em tempo hábil para uma aula de 2 horas, incorporamos nos testes conceituais questões com baixo nível de dificuldade para verificar a leitura prévia, e questões com médio a alto nível de dificuldade, para verificar o aprofundamento da aprendizagem dos conceitos envolvidos nos tópicos trabalhados. Optou-se também pela aplicação de uma sequência de perguntas conceituais, ao invés de realizar a aplicação de questão por questão separadamente, tendo em vista que perguntas que abordam o mesmo tópico aplicadas de maneira sucessiva demonstram ser benéficas para o aprendizado (Smith *et al*., 2009).

Durante o semestre de estudo foram aplicados 9 testes conceituais abordando os seguintes tópicos: gás ideal; gás real; energia, calor e trabalho; calorimetria; calor e transformações adiabáticas; entropia e energia de Gibbs, totalizando 50 questões conceituais de múltipla escolha e verdadeiro ou falso, com uma média de 5 questões em cada teste.

Durante o semestre de estudo foram aplicados 9 testes conceituais abordando os seguintes tópicos: gás ideal; gás real; energia, calor e trabalho; calorimetria; calor e transformações adiabáticas; entropia e energia de Gibbs, totalizando 50 questões conceituais de múltipla escolha e verdadeiro ou falso, com uma média de 5 questões em cada teste. Os testes conceituais foram desenvolvidos com base na metodologia PI, sendo compostos por questões que, segundo Mazur (2015), devem estimular os estudantes a compreender conceitos fundamentais, utilizando em suas alternativas de resposta exemplos de equívocos conceituais recorrentes.

Para a elaboração das questões conceituais, foram utilizados os livros de Atkins e Paula (2012) e Levine (2012). Antes da aplicação dos testes conceituais, os alunos receberam indicações de leituras prévias referentes aos capítulos do

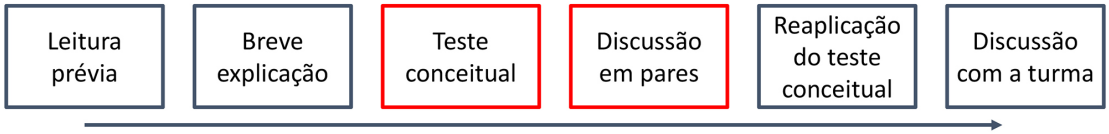


Figura 2: Percurso de aplicação da metodologia PI modificada

livro Atkins e Paula (2012), bem como com alguns artigos publicados na revista *Química Nova na Escola* (Mortimer e Amaral, 1998; Oliveira e Santos, 1998; Rocha, 2001; Cavalcanti *et al*., 2018), disponibilizados para os alunos através da plataforma *Moodle*.

O artigo de Rocha (2001) sobre interações intermoleculares foi indicado como leitura prévia para o teste conceitual sobre gases reais, assim como os capítulos 1.3 e 1.4 de Atkins e Paula (2012). A aplicação do teste contendo 5 questões foi realizada de forma individual na primeira aplicação, solicitando que os alunos assinalassem sua confiança na alternativa fornecida. Os estudantes também receberam uma folha com as questões conceituais para justificar suas respostas por escrito. Nas formações das duplas para discussão, os alunos eram incentivados a evitar repetir a dupla das discussões passadas, com o objetivo de fazê-los interagirem com uma maior quantidade de colegas ao longo do semestre.

O tempo de aplicação de cada questão conceitual foi calculado conforme a complexidade do conteúdo e ao modelo da questão. Questões de verdadeiro ou falso, em geral, foram respondidas mais rapidamente do que questões com múltiplas alternativas. Neste estudo, as aplicações dos testes conceituais duraram de 25 a 45 minutos e, somando ao tempo da explicação inicial e discussão final com a turma, as 2h de aula eram utilizadas em sua totalidade.

Coleta e análise de dados

Os participantes foram analisados e tiveram o seu desenvolvimento acompanhado ao longo de um semestre letivo com os seguintes instrumentos: diário de bordo; dois testes sobre termodinâmica - no início e no final do semestre -; testes conceituais sobre os assuntos abordados na disciplina; e um questionário final.

O diário de bordo foi utilizado para anotar as percepções do pesquisador durante as aulas e acerca da utilização da metodologia PI. O questionário final era composto por perguntas abertas e fechadas, com o intuito de obter o *feedback* dos estudantes sobre os impactos da metodologia pela ótica discente. Os relatos de experiência com a metodologia PI foram analisados com o suporte do *software Iramuteq* (http://www.iramuteq.org/) versão 0.7 alpha 2 (2020), para construir o diagrama de similitude e a nuvem de palavras. Camargo e Justo (2013, p. 516) descrevem o diagrama de similitude e suas funcionalidades como algo que "possibilita identificar as co-ocorrências entre as palavras e seu resultado traz indicações da conexidade entre as palavras, auxiliando na identificação da estrutura de um corpus textual". A nuvem de palavras é uma forma mais simples de se obter uma análise textual, sendo elaborada com base na frequência das palavras utilizadas no texto, possibilitando a fácil identificação de palavras-chave (Camargo e Justo, 2013).

As respostas aos testes conceituais e a confiança atribuída foram coletadas por meio do aplicativo *Plickers* (www.plickers.com) a partir dos cartões-resposta distribuídos para cada estudante. Optou-se por sua utilização devido aos seguintes benefícios: a) flexibilidade de não depender dos estudantes possuírem acesso à *internet,* visto que somente o aplicador do teste precisa ter conexão com a *internet* para computar as respostas com um *smartphone;* b) os resultados da turma são fornecidos de forma imediata e são gerados relatórios individuais, viabilizando uma compreensão mais exata das dificuldades de cada aluno. O *Plickers* possui a limitação de até quatro alternativas de resposta, o que inviabilizou a utilização da escala de Likert na coleta da confiança relativa aos testes conceituais. Portanto, a atribuição da confiança foi estipulada como baixa, média ou alta.

O ganho normalizado (Hake, 1998) representado pela Equação 1, foi adotado para analisar o progresso da aprendizagem dos estudantes entre as aplicações dos testes conceituais.

$$g = \frac{pós - pré}{100 - pré} \quad (1)$$

onde g representa o ganho normalizado, *pré* refere-se ao percentual de acerto da turma no teste conceitual respondido individualmente, e *pós* é o percentual médio de acertos da turma após a discussão em duplas. O ganho normalizado é utilizado para avaliar a evolução da turma entre as votações, utilizando o desempenho na primeira votação como conhecimento prévio. Na Equação 1, o numerador representa o ganho adquirido pelo aluno e o denominador, a máxima evolução possível. Sendo tradicionalmente normalizado, o valor de g deve representar valores entre 0 e 1, onde o ganho é classificado como baixo para valores menores que 0,3, médio para valores entre 0,3 e 0,7, e alto para valores acima de 0,7 (Muller *et al*., 2017).

Neste estudo, foram mantidos para análise tanto os testes em que o percentual de acerto do aluno foi maior na primeira aplicação do que na segunda, ou seja, $g < 0$, que denominamos de "perda de Hake", quanto a análise do percentual nos casos em que as duas aplicações tiveram o mesmo resultado.

Foi desenvolvido um teste sobre Termodinâmica com base em estudos da literatura (Kamcharean e Wattanakasiwich, 2016; Brown e Singh, 2021) que abrangem os tópicos investigados no presente trabalho. O teste era composto por 20 questões, sendo aplicado no início e no final do semestre através do *Google Forms*, com o objetivo de mensurar o ganho de aprendizagem a longo prazo, conforme realizado por Mazur (2015) no campo da Física. A escala de *Likert* foi utilizada para analisar o grau de confiança das respostas, 1 sendo "Sem confiança" e 5, "Muito confiante".

O ganho normalizado foi aplicado como base para avaliar a aprendizagem entre as aplicações do teste de termodinâmica. O valor de g foi 0,48 para estudantes que tiveram aulas com metodologias ativas e 0,23 em casos onde a metodologia tradicional foi adotada (Hake, 1998). Mazur (2015) também utilizou o ganho normalizado, caracterizando como 0,25 o valor associado aos ensinos tradicionais e o intervalo entre 0,36 e 0,68 às metodologias ativas.

Resultados e discussão

Análise da compreensão conceitual

O desenvolvimento dos conceitos sobre gás real é aqui apresentado de forma detalhada, pois, além de ser muito representativo da forma que a metodologia foi aplicada durante toda a disciplina, esse conteúdo refletiu muito contundentemente os desafios iniciais que professores podem enfrentar ao aplicar a metodologia PI em suas disciplinas.

Testes conceituais sobre gases reais

Em sala, a leitura prévia sobre gases reais foi discutida brevemente, porém sem grande participação dos estudantes. Quando questionados sobre a leitura, poucos disseram tê-la realizado por completo, mas esta resistência inicial às leituras prévias era esperada devido aos relatos iniciais que apontavam a ausência de uma rotina de estudos.

O desenvolvimento dos conceitos sobre gás real é aqui apresentado de forma detalhada, pois, além de ser muito representativo da forma que a metodologia foi aplicada durante toda a disciplina, esse conteúdo refletiu muito contundentemente os desafios iniciais que professores podem enfrentar ao aplicar a metodologia PI em suas disciplinas.

Na primeira aplicação do teste conceitual foi observado 49% de acertos. Em seguida, foi solicitado que a turma discutisse entre si, para que os alunos tentassem argumentar suas respostas com seus colegas, bem como as justificativas que os levaram a escolher determinadas respostas. O percentual de acertos da segunda aplicação do teste conceitual foi de 51%, uma variação considerada baixa e que não apresenta um ganho significativo de aprendizagem. As porcentagens de acertos das 5 questões em ambas as aplicações estão presentes no Gráfico 1.

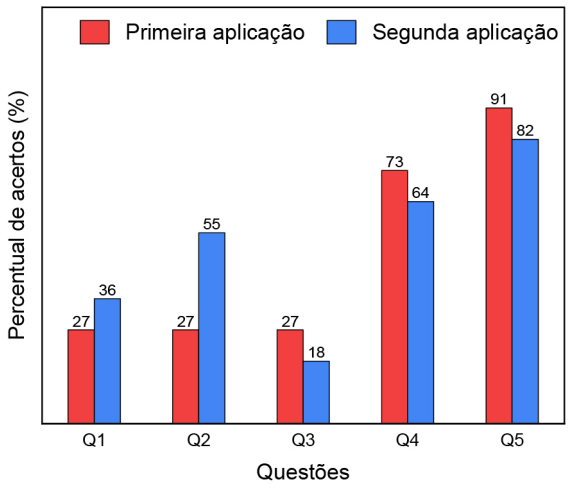


Gráfico 1: Resultados das aplicações do teste de gás real A

Os estudantes demonstraram, de fato, possuir as dificuldades relatadas no início da disciplina, já que a temática de gás real teria sido abordada de forma introdutória na disciplina de Química Geral II. Somado ao fato da maioria dos alunos não ter realizado a leitura prévia nessa etapa inicial, poucos utilizaram o campo de justificativa da resposta, indicando que responderam sem compreender precisamente a razão de estarem assinalando tal alternativa, impactando negativamente o resultado da aplicação do PI. O estudo prévio é uma etapa importante, uma vez que interfere tanto no entendimento quanto no diálogo com o professor durante a etapa de explicação do tema, assim como na argumentação dos estudantes durante a etapa de discussão.

Realizar um estudo prévio é uma proposta que tende a ser recebida com certa resistência, pois não é habitualmente realizada pelos estudantes (Dumont *et al.*, 2016; Silva e Bedin, 2020). Adotar formas variadas de estudo prévio como vídeos (Pereira *et al.*, 2021), *podcasts* (Leite, 2023), documentários e artigos que discutam os conceitos químicos de forma contextualizada (Mortimer e Amaral, 1998; Oliveira e Santos, 1998; Rocha, 2001; Cavalcanti *et al.*, 2018) pode auxiliar os alunos nesta mudança de hábito.

No que tange à confiança dos alunos ao responderem o teste conceitual, o Gráfico 2 apresenta a quantidade de respostas (certas ou erradas) combinadas à confiança atribuída (baixa, média ou alta) à resposta. É interessante observar que os estudantes reportaram estar confusos na maioria de suas respostas, sendo a confiança distribuída entre os três graus aqui propostos. A frequência teve uma pequena variação na segunda aplicação, novamente demonstrando que o potencial da discussão em dupla foi impactado pela falta de leitura prévia.

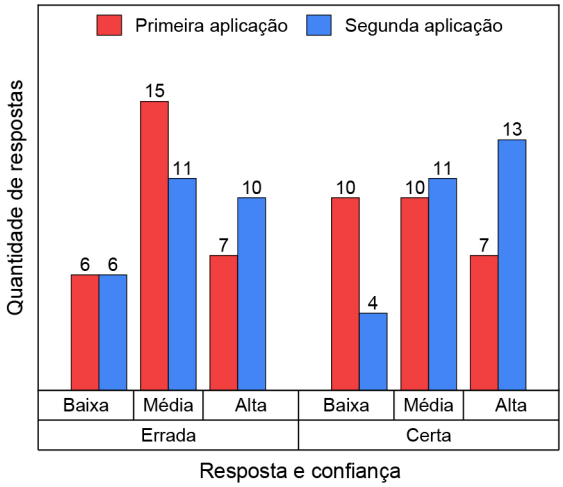


Gráfico 2: Relação entre resposta e confiança no teste de gás real A

A Questão 3 (Q3) enunciava que:

> *Os gases em geral, mesmo a baixas pressões têm as interações intermoleculares atuando e se comportam como gases reais.*
> *a) Verdadeiro*
> *b) Falso (correta)*

Esta questão foi formulada para avaliar a realização da leitura prévia, pois este conceito é abordado no texto de

forma enfática e repetitiva. Como pode ser observado no gráfico 1, a Q3 teve o menor percentual de acertos na segunda aplicação. Alguns exemplos das justificativas coletadas estão transcritas no Quadro 1.

Quadro 1: Exemplos de justificativas utilizadas na Q3 do teste de gás real A

Estudante	Resposta	Transcrição da justificativa	Confiança
1	Verdadeiro	Altas pressões = ideais	Alta
2	Verdadeiro	Os desvios ocorrem com o aumento da pressão	Média

O Estudante 1 apresentou um equívoco conceitual correlacionando a idealidade do gás com a condição de altas pressões. O Estudante 2, por sua vez, justificou sua resposta com a utilização de conceitos coerentes, mas assinalou a alternativa errada, sugerindo uma interpretação incorreta da questão. Caso os estudantes não houvessem verbalizado sobre a não realização completa da atividade prévia, o baixo percentual de acertos da Q3 indicaria que a turma não completou a leitura prévia, ou que leu o material de forma superficial.

Mesmo com resultado insatisfatório, o teste teve importância para a identificação dos equívocos conceituais dos estudantes, proporcionando um *feedback* ao professor, possibilitando assim a elaboração de uma aula específica para sanar dúvidas e realizar uma discussão sobre os conceitos equivocados, conforme sugerido por Pereira e Ribeiro (2023). Ao final da aula, foi solicitado aos estudantes que fizessem a leitura prévia de modo mais aprofundado.

Em outra aula, foi promovido um debate sobre o tema entre o professor e os alunos em que as dificuldades apresentadas no teste foram esclarecidas. Além disso, foi indicado aos estudantes o uso de uma simulação interativa denominada "Propriedades dos Gases" desenvolvido no projeto *PhET* da Universidade do Colorado em Boulder (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/gas-properties). A utilização desse recurso proporcionou uma representação visual das propriedades dos gases em nível microscópico. Essa representação visual favorece o ensino de conceitos abstratos, que é uma das dificuldades comumente enfrentadas na disciplina de Físico-química (Bain *et al*., 2014). É importante ressaltar que o PI é uma metodologia ativa que permite adaptações e combinações com outras metodologias e recursos, viabilizando sua aplicação de acordo com a realidade individual de cada instituição de ensino (Dumont *et al*., 2016; Silva e Bedin, 2020; Petter *et al*., 2021; Belmonte *et al*., 2022).

Uma lista de exercícios foi distribuída para que os estudantes aplicassem os conceitos em maturação em problemas numéricos, tendo em vista que o aprendizado de Química também passa pelo desenvolvimento de tais habilidades. Essa abordagem não descaracteriza a metodologia ativa em questão e é abordada em estudos sobre o PI como parte integrante do processo de aprendizado (Araujo e Mazur, 2013).

No segundo teste sobre gases reais, denominado gases reais B, obteve-se 72% de acerto na primeira aplicação, resultado que, segundo o método PI original, não demandaria a discussão em pares. Entretanto, partindo do pressuposto de que a troca de conhecimento entre os estudantes era válida em todos os cenários, manteve-se a etapa de discussão. Após o diálogo entre as duplas, uma nova votação foi realizada, sendo obtido 92% de acertos. Em contraste com o teste aplicado anteriormente, foi observado que quando a leitura prévia foi realizada de modo eficiente, o diálogo entre as duplas proporcionou um enorme benefício aos estudantes, estimulando a socialização do conhecimento, gerando maturação e internalização dos conceitos.

Mesmo que o PI não seja fundamentado na teoria socioconstrutivista (Vygotsky, 1998), diversos estudos utilizam os pressupostos de Vygotsky para explicar a eficácia dessa metodologia (Lenaerts, 2003; Araujo e Mazur, 2013; Dumont *et al*., 2016; Muller *et al*., 2017; Paula *et al*., 2020). Na etapa de discussão entre os estudantes durante a aplicação do PI, os alunos demonstram níveis diferentes de desenvolvimento real e potencial, consequentemente, conhecimentos distintos em maturação estão na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) de cada aluno. A interação através da argumentação possibilita uma colaboração mútua, na qual os alunos agem como mediadores, auxiliando no processo de internalização do conhecimento (Rego, 1995).

Os resultados das aplicações do teste sobre gases reais B (Gráfico 3) demonstraram que a metodologia PI foi eficaz em possibilitar que os estudantes recuperassem conceitos importantes deficitários de disciplinas anteriores, como o conceito por trás dos desvios de idealidade. A lei dos gases ideais é uma lei limite, que funciona a altas temperaturas e baixas pressões. Os desvios da idealidade ocorrem porque as moléculas interagem entre si e tais interações são mais efetivas quando as moléculas estão próximas, ou seja, em casos de baixas temperaturas e altas pressões (Atkins e Paula, 2012). Um equívoco conceitual recorrente é pensar que existem moléculas caracterizadas como gás ideal e outras como gás real.

No segundo teste sobre gases reais, denominado gases reais B, obteve-se 72% de acerto na primeira aplicação, resultado que, segundo o método PI original, não demandaria a discussão em pares. Entretanto, partindo do pressuposto de que a troca de conhecimento entre os estudantes era válida em todos os cenários, manteve-se a etapa de discussão.

A Questão 4 (Q4) foi construída a partir de conceitos apresentados na bibliografia de estudo, com a intenção de avaliar a realização da leitura prévia. A Q4 enunciava:

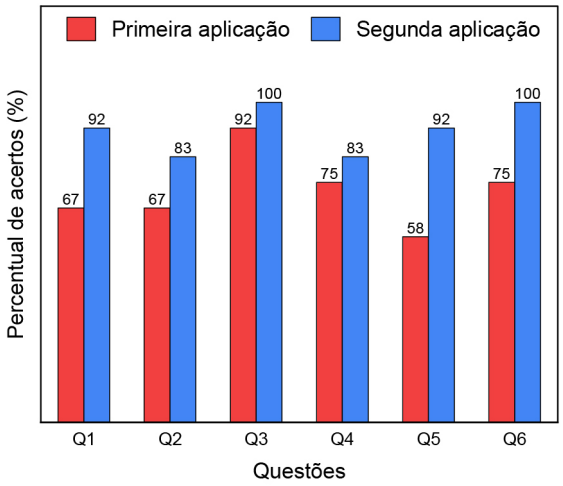


Gráfico 3: Resultados das aplicações do teste de gás real B

A constante 'a' de Van der Waals possui um significado físico. Com base nesse significado, qual das moléculas abaixo provavelmente possuirá maior valor de 'a'.

a) H_2
b) H_2O *(correta)*
c) O_2
d) CH_4.

A partir de algumas justificativas aqui transcritas (Quadro 2), é possível constatar que o acerto da questão estava correlacionado à compreensão de que a constante "a" é responsável por corrigir os desvios da idealidade ocasionados pelas interações atrativas das moléculas, que são uma característica de cada gás (Atkins e Paula, 2012). Esse resultado indica que as leituras prévias haviam sido realizadas de forma adequada.

Ademais, destacamos que a aplicação do PI com uma etapa de discussão entre pares, realizada independentemente do percentual de respostas corretas alcançado, possibilita que os estudantes aprofundem a compreensão conceitual, aumentando a confiança em suas respostas. Isso se deve ao fato de que explicar ao colega exige que o conceito abordado esteja bem esclarecido para si próprio, do contrário, a dupla irá perceber inconsistências no raciocínio adotado (Paula *et al*., 2020).

O Gráfico 4 ilustra o aumento na confiança das respostas entre a primeira e a segunda aplicação, indicando que o conhecimento está sendo internalizado. É importante enfatizar que a aprendizagem não se resume a apenas acertar o teste conceitual. Quando o estudante é solicitado a indicar sua confiança na resposta, ocorre um processo de reflexão acerca do que realmente se sabe e o que ainda não foi aprendido, e essa reflexão é uma etapa essencial para o processo de aprendizagem (Bunce *et al*., 2023).

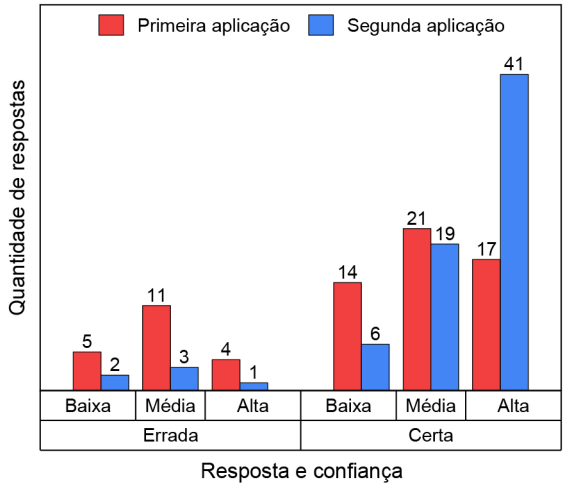


Gráfico 4: Relação entre resposta e confiança no teste de gás real B

Comparando as aplicações do teste sobre gases reais A e B, utilizando como base os valores de ganho normalizado calculados para cada questão conceitual (Gráfico 5), a evolução da turma na compreensão dos conceitos de gás real é perceptível, visto que as questões conceituais pontuaram ganhos médios e altos na aplicação do teste B. Este resultado demonstra que a metodologia PI foi efetiva na construção e reconstrução do conhecimento dos estudantes (Paula *et al.*, 2020).

Demais testes conceituais

Com o intuito de apresentar um panorama geral da pesquisa, o Gráfico 6 ilustra a dispersão dos ganhos normalizados observados nas 50 questões conceituais aplicadas durante o semestre letivo. Os pontos em vermelho são questões que obtiveram um valor de $g < 0$ e indicam as perdas de Hake. Esses pontos não representam um resultado negativo, e sim indicativos das dificuldades e equívocos conceituais. Em verde, os pontos marcam as questões conceituais que tiveram $g \geq 0$, contabilizando 84% das aplicações. Os pontos que sobrepõem a linha cinza correspondem aos valores de $g = 0$, em que, na maioria das situações, ambas as aplicações obtiveram altos percentuais de acerto. Todos os demais pontos demonstram que a discussão em duplas promoveu um aumento na porcentagem de acertos dos estudantes

Quadro 2: Exemplos de justificativas utilizadas na Q4 do teste de gás real B

Estudante	Resposta	Transcrição da justificativa	Confiança
3	B	*"Levou-se em consideração as força das interações. A ligação de hidrogênio é a mais forte."*	Alta
4	B	*"H_2O, devido a ligação de hidrogênio fortalecer a interação da molécula."*	Média

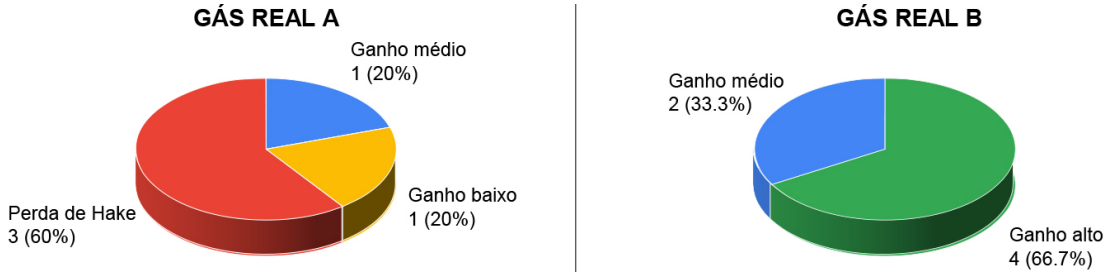


Gráfico 5: Distribuição do ganho normalizado para os testes de gás real

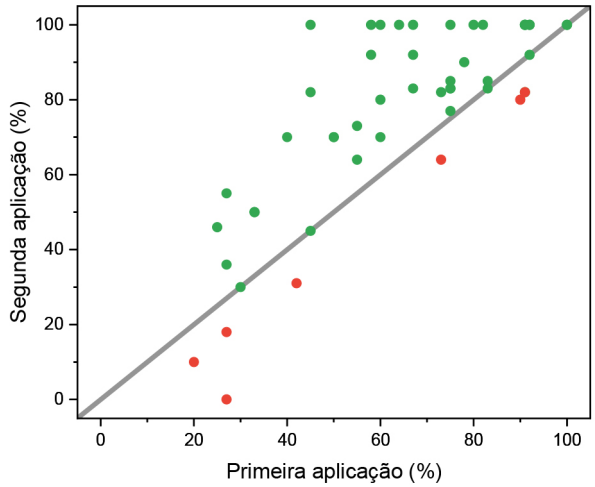


Gráfico 6: Dispersão para as questões conceituais (n=50)

(Mazur, 2015; Paula *et al.*, 2020; Camillo e Graffunder, 2022), sinalizando uma evolução da compreensão dos conceitos abordados em sala.

Os testes conceituais aplicados ao longo do semestre letivo possibilitaram que fosse realizada uma avaliação contínua da turma, disponibilizando um *feedback* em tempo real sobre as dificuldades conceituais dos estudantes. Essas informações foram levadas em consideração para a elaboração das aulas seguintes, proporcionando ao professor a possibilidade de resgatar os conceitos equivocados, viabilizando discussões mais efetivas. A socialização entre os estudantes foi estimulada durante as discussões por meio do esquema de rotatividade entre as duplas e, com a metodologia PI, os estudantes deixaram de lado a passividade durante as aulas, começando a interpretar, analisar e discutir os resultados da resolução dos problemas numéricos. Essa mudança de comportamento dos alunos também foi observada por Camillo e Graffunder (2022) em sua pesquisa sobre o PI no ensino de ciências.

Os testes conceituais aplicados ao longo do semestre letivo possibilitaram que fosse realizada uma avaliação contínua da turma, disponibilizando um *feedback* em tempo real sobre as dificuldades conceituais dos estudantes. Essas informações foram levadas em consideração para a elaboração das aulas seguintes, proporcionando ao professor a possibilidade de resgatar os conceitos equivocados, viabilizando discussões mais efetivas.

Teste geral de termodinâmica

O ganho normalizado obtido para o teste geral de termodinâmica foi 0,46 (Tabela 1). Esse valor é compatível com os resultados encontrados nos estudos internacionais de Hake (1998) e Mazur (2015), demonstrando que a metodologia PI desenvolveu significativamente a compreensão de conceitos de termodinâmica nos estudantes de Físico-química I.

Tabela 1: Resultados do teste de termodinâmica

Teste conceitual	Primeira aplicação (%)	Segunda aplicação (%)	Ganho normalizado
Termodinâmica	33,75	64,38	0,46

Foi possível verificar a progressão simultânea de acertos e confiança entre as aplicações (Gráfico 7). A ocorrência de acertos e confiança máxima entre estudantes cresceu 256% entre a primeira e a segunda aplicação do teste sobre termodinâmica, sendo possível obter uma avaliação positiva desta mudança expressiva em relação à evolução dos alunos na compreensão dos conceitos estudados.

Percepção dos estudantes em relação a metodologia PI

Alguns dos relatos coletados no questionário final foram transcritos no Quadro 3. Optou-se por agrupar os relatos em um corpus textual e representá-los de modo visual, em benefício da presente discussão. O diagrama foi gerado pelo *software* (Figura 3) e apresenta 4 regiões com palavras em seu interior. Essas palavras foram utilizadas em relatos com co-ocorrência, ou seja, palavras que estiveram vinculadas umas às outras com mais frequência (por exemplo, "leitura prévia", presente na região vermelha).

A interpretação do diagrama deve ser feita utilizando como base a espessura da linha que liga uma palavra a outra. A variação da espessura demonstra a intensidade com que as palavras foram utilizadas em consonância nos relatos. Na região roxa, as palavras "estudar", "melhor", "bom", "entender" e "discussão" demonstram que as discussões foram associadas pelos alunos como uma boa forma de estudar, permitindo uma melhor compreensão do conteúdo. Na região azul ciano, a palavra "matéria" é centralizada e conectada com "rendimento", "disciplina", "conseguir" e "entender", ilustrando os relatos em que os estudantes descreveram

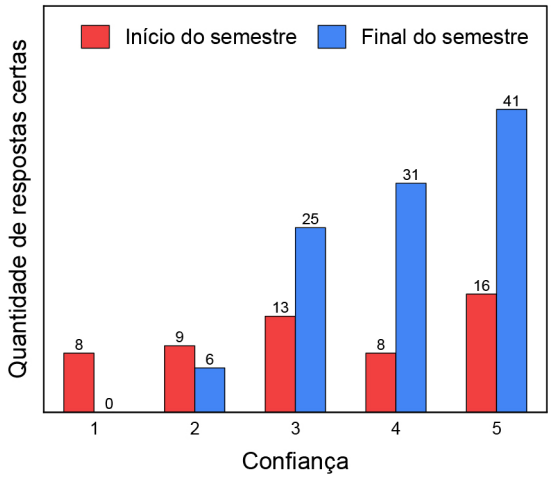


Gráfico 7: Quantidade de respostas certas e grau de confiança atribuído

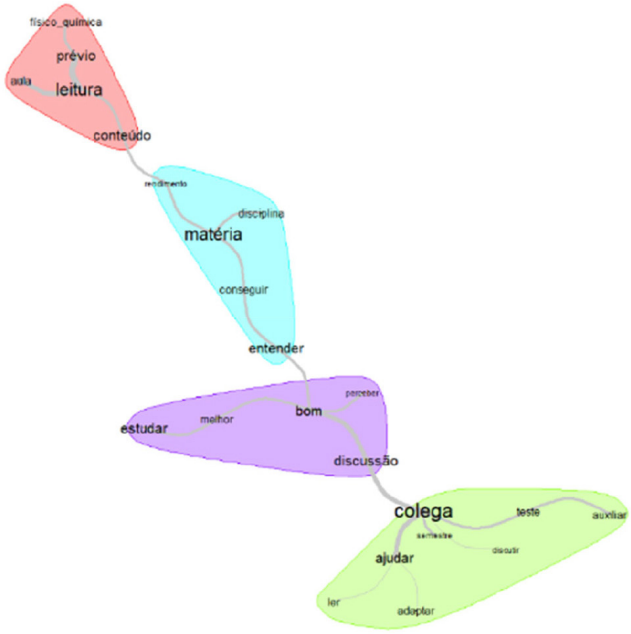


Figura 3: Diagrama de similitude gerado a partir do *feedback* dos alunos

conseguir entender a matéria, obtendo um rendimento melhor na disciplina. De modo geral, a conectividade entre as palavras "discussão", "colega" e "ajudar" indicam que os alunos compreenderam a metodologia PI como uma possibilidade de discutir em dupla e se ajudarem.

A nuvem de palavras demonstrada na Figura 4 indica as palavras utilizadas com mais frequência pelos alunos, sendo essas: "leitura"; "prévio"; "matéria"; "ajudar" e "colega". Essa representação mostra a frequência e a importância dessas palavras dentro dos relatos, sugerindo que os alunos entenderam a necessidade de realizar as leituras prévias.

Observações do pesquisador e do professor sobre a metodologia

O pesquisador manteve um diário de bordo durante o semestre, no qual foram registradas as percepções do pesquisador e do professor, apresentadas nos seguintes tópicos: i) a adaptação da turma na realização das leituras prévias

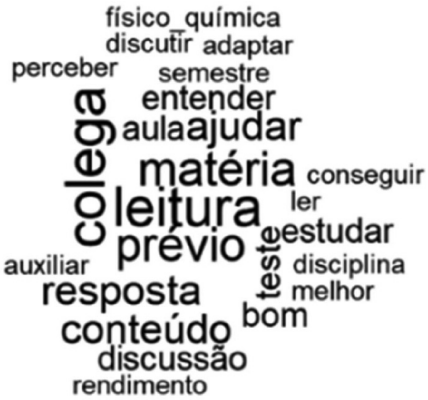


Figura 4: Nuvem de palavras gerada a partir do *feedback* dos alunos

ocorreu de forma gradual; ii) os estudantes se tornaram mais reflexivos na avaliação dos resultados obtidos na resolução dos problemas termodinâmicos, conseguindo identificar equívocos matemáticos através da comparação do resultado numérico encontrado com o conceito trabalhado no problema; iii) a socialização entre estudantes aumentou, inclusive entre cursos diferentes; iv) a sala de aula se tornou um ambiente de discussão, com estudantes mais ativos e participativos. Essas observações podem ser confirmadas através dos relatos dos próprios estudantes, transcritos no Quadro 3.

Quadro 3: Transcrição de relatos dos estudantes

Estudante A: *Físico-Química 1 foi a primeira aula que tive com métodos não tradicionais e foi importante, pois pude compreender a importância da leitura prévia e discussão com outros alunos.*
Estudante B: *A dinâmica de rotatividade entre as duplas auxiliou no entrosamento e comunicação na turma.*
Estudante C: *Gostei de discutir o assunto estudado com a dupla de sala, me fez entender melhor meus próprios raciocínios.*
Estudante D: *A aplicação dessa metodologia fez total diferença nessa matéria, eu sempre tive dificuldades em ter uma rápida associação nas aulas, me perdia com facilidade nos conteúdos. Com a leitura prévia eu sabia pontuar minhas dificuldades e a discussão em pares me ajudou ainda mais em identificar meus erros.*

Considerando o *feedback* dos estudantes e as observações realizadas ao longo do semestre letivo, foi possível verificar a aprovação da metodologia PI pelos estudantes e estabelecer a alta importância das etapas de leitura prévia, teste conceitual e discussão em dupla para a aprendizagem dos conceitos de termodinâmica, impactando positivamente na mudança dos hábitos de estudo dos alunos. Com a aplicação dessa metodologia, foi possível acompanhar o desenvolvimento da turma e intervir quando necessário, esclarecendo dúvidas dos estudantes e motivando o estudo contínuo.

Conclusões

A partir da análise do teste de termodinâmica, verificou-se

a evolução da compreensão dos conceitos de termodinâmica na disciplina de Físico-química I. O ganho normalizado obtido no valor de 0,46 é satisfatório e comparável a estudos similares realizados por Mazur (2015) e Hake (1998). Esse resultado demonstra que o PI é uma opção interessante para auxiliar os alunos na superação de dificuldades relacionadas à disciplina de Físico-química I e no desenvolvimento de uma compreensão conceitual mais aprofundada da termodinâmica.

Os resultados sugerem que os momentos de discussão aumentaram a socialização entre os estudantes, sendo enfatizada pelos alunos em suas avaliações sobre a metodologia. Além disso, a aplicação do PI promoveu a criação de um ambiente de discussão e debates sobre os saberes, no qual os estudantes atuavam como atores centrais da própria aprendizagem, propiciando a maturação e internalização de novos conhecimentos. Os conceitos mais complexos, em que a maioria dos alunos apresentavam dificuldades, foram revisados e discutidos novamente em sala. Tal ação só foi possível devido à implementação da metodologia PI, que possibilitou o desenvolvimento de uma avaliação processual e contínua ao longo do semestre.

A implementação do PI foi positiva para além dos ganhos normalizados obtidos quantitativamente. Os estudantes demonstraram satisfação e aprovação da metodologia, a classificando como uma estratégia pedagógica valiosa para o processo de aprendizagem, destacando as etapas centrais da metodologia PI: leitura prévia; testes conceituais; e discussões em dupla, o que sugere que a metodologia influenciou nos hábitos de estudo dos estudantes.

Cabe ressaltar que os alunos demonstraram certa resistência inicial à uma etapa fundamental deste método, que é a realização de leituras prévias. Não obstante, com a continuidade na aplicação da metodologia, os alunos compreenderam a importância de criar uma rotina de leitura e mudaram seus hábitos de estudo. Tais observações demonstram que os benefícios da aplicação do PI vão além da disciplina de Físico-química I, sendo possível desenvolver uma autonomia de estudo prévio no aluno, essencial para o seu percurso acadêmico.

Cabe ressaltar que os alunos demonstraram certa resistência inicial à uma etapa fundamental deste método, que é a realização de leituras prévias. Não obstante, com a continuidade na aplicação da metodologia, os alunos compreenderam a importância de criar uma rotina de leitura e mudaram seus hábitos de estudo.

Em uma perspectiva futura, recomenda-se realizar novos estudos explorando a combinação do PI com outras metodologias e diversificando os tipos de materiais disponibilizados para a leitura prévia. O PI é uma metodologia ativa que permite ao professor, acostumado à utilização exclusiva do método tradicional, realizar avanços significativos em suas aulas.

Agradecimentos

Ao Ifes pela bolsa de iniciação científica e aos alunos que tornaram este estudo possível.

Geraldo Novaes Tessaro (geraldolq@gmail.com) é licenciado em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) - Campus Vila Velha. Atualmente é mestrando no Instituto de Química de São Carlos (IQSC) – USP, São Carlos, SP - BR. **Antoni Guilherme Souza Silva** (antoniguilherme79@gmail.com) é licenciado em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) - Campus Vila Velha. Atualmente é mestrando na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Guarapari, ES - BR. **Roberto Pereira Santos** (roberto.santos@ifes.edu.br) é bacharel em Química pela UFJF, mestre e doutor em Química Orgânica pela UFRJ. Atualmente é professor titular do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) - Campus Vila Velha. Vila Velha, ES - BR. **Denise Rocco de Sena** (denisesena@ifes.edu.br) é bacharel em Química, mestre e doutora em Físico-Química pelo Instituto de Química de São Carlos (IQSC) - USP. Atualmente é professora titular no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) - Campus Vila Velha. Vitória, ES - BR.

Referências

ARAUJO, I. S. e MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

ATKINS, P. W e PAULA, J. *Físico-química*. 9ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

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

BAIN, K.; MOON, A.; MACK, M. R. e TOWNS, M. H. A review of research on the teaching and learning of thermodynamics at the university level. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 15, n. 3, p. 320-335, 2014.

BELMONTE, I. S.; BORGES, A. V. e GARCIA, I. T. S. Adaptation of physical chemistry course in covid-19 period: reflections on peer instruction and team-based learning. *Journal of Chemical Education*, v. 99, n. 6, p. 2252-2258, 2022.

BROOKS, B. J. e KORETSKY, M. D. The Influence of Group Discussion on Students Responses and Confidence during Peer Instruction. *Journal of Chemical Education*, v. 88, n. 11, p. 1477-1484, 2011.

BROWN, B. e SINGH, C. Student understanding of the first law and second law of thermodynamics. *European Journal of Physics*, v. 42, n. 6, p. 1-24, 2021.

BUNCE, D. M. *et al*. Impact of Clicker and Confidence Questions on the Metacognition and Performance of Students of Different Achievement Groups in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 100, n. 5, p. 1751-1762, 2023.

CAMARGO, B. V. e JUSTO, A. M. IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. *Temas em Psicologia*, v. 21, n. 2, p. 513-518, 2013.

CAMILLO, C. M. e GRAFFUNDER. Contribuições do *Peer Instruction* para o ensino de ciências: uma revisão sistemática de literatura. *Pesquisa e Debate em Educação*, v. 12, n. 2, p. 1-20, 2022.

CAVALCANTI, H. L. B.; FERREIRA, E. A.; ABRANTES, P.

G. e CAVALCANTI, G. N. As muitas interpretações da entropia e a criação de um material didático para o ensino da interpretação probabilística da entropia. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 3, p. 169-177, 2018.

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

DUMONT, L. M. M.; CARVALHO, R. S. e NEVES, Á. J. M. O *peer instruction* como proposta de metodologia ativa no ensino de química. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, v. 2, n. 3, p. 107-131, 2016.

FLICK, U. *Introdução a pesquisa qualitativa*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

HAKE, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, v. 66, n. 1, p. 64-74, 1998.

KAMCHAREAN, C. e WATTANAKASIWICH, P. Development and Implication of a Two-tier Thermodynamic Diagnostic Test to Survey Students' Understanding in Thermal Physics. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, v. 24, n. 2, p. 14-36, 2016.

LEITE, B. S. *Podcasts* para o ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 45, n. 2, p. 101-108, 2023.

LENAERTS, J.; WIEME, W. e ZELE, E. V. Peer Instruction: a case study for an introductory magnetism course. *European Journal of Physics*, v. 24, p. 7-14, 2003.

LEVINE, I. N. *Físico-química*. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MAZUR, E. *Peer Instruction*: A revolução da aprendizagem ativa. Porto Alegre: Penso, 2015.

MORTIMER, E. F. e AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica. *Química Nova na Escola*, v. 7, n. 1, p. 30-34, 1998.

MULLER, M. J.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. e SCHELL, J. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino *Peer Instruction* (1991 a 2015). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 39, n. 3, p. e3403, 2017.

OLIVEIRA, R. J. e SANTOS, J. M. A Energia e a Química. *Química Nova na Escola*, v. 8, n. 8, p. 19-22, 1998.

PAULA, J.; FIGUEIREDO, N. e FERRAZ, D. P. A. *Peer Instruction* e Vygotsky: uma aproximação a partir de uma disciplina de astronomia no ensino superior. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, p.127-145, 2020.

PEREIRA, A. S. M. e RIBEIRO, A. J. A. Metodologias ativas: relato da prática docente utilizando o método *peer instruction*. *Conexões ciência e tecnologia*. v. 17, p. 1-9, 2023.

PEREIRA, W. G.; NASCIMENTO, R. J. M. e NASCIMENTO, T. L. O uso da metodologia ativa instrução por pares assistida pelo aplicativo *plickers*: uma experiência no ensino de química. *Conexões Ciência e Tecnologia*, v. 15, p. 1-10, 2021.

PETTER, A. A.; ESPINOSA, T. e ARAUJO, I. S. Inovação didática no Ensino de Física: um estudo sobre a adoção do método Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*) no contexto de mestrados profissionais em ensino no Brasil. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 43, e20210070, 2021.

REGO, T. C. *Vygotsky*: *uma perspectiva histórico-cultural da educação*. Petrópolis: Vozes, 1995.

ROCHA, W. R. Interações Intermoleculares. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, v. 4, p. 31-36, 2001.

SARICAYIR, H.; AY, S.; COMEK, A.; CANSIZ, G e UCE, M. Determining students' conceptual understanding level of thermodynamics. *Journal of Education and Training Studies*, v. 4, p. 1-11, 2016.

SMITH, M.K.; WOOD, W. B.; ADAMS, W. K.; WIEMAN, C.; KNIGHT, J. K.; GUILD, N. e SU, T. T. Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. *Science*, v. 323, p. 122-124, 2009.

SILVA, F. B. e BEDIN, E. *Peer instruction* e *just in time teaching* e suas atribuições ao Ensino de Química. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 3, p. 394-421, 2020.

SOUZA, K. R. e KERBAUY, M. T. M. Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. *Educação e Filosofia*, v. 31, p. 21-44, 2017.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

Abstract: *Evaluation of the Peer Instruction methodology in thermodynamics learning in a chemistry undergraduate program.* Students often have misconceptions regarding thermodynamic principles. With that in mind, the present study investigates the application of Peer Instruction during one semester in the Physical Chemistry I course. This active instructional strategy is characterized by the promotion of interaction, stimulating discussion among students and encouraging a greater participation in class. The results suggest that students improved their study habits, learning more about thermodynamics principles, with a better interaction and participation in the classroom. There was a development in the students' performance, going from passive listeners to active agents of their learning, presenting more autonomy in their studies, using maturing knowledge to discuss ideas with colleagues and learn in an environment of knowledge socialization. In conclusion, the findings herein indicate that the Peer Instruction methodology can be successfully applied and adapted to the teaching of Chemistry.
Keywords: peer instruction, thermodynamics, active methodologies

 http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160371

Uma revisão bibliográfica sobre a Divulgação Científica em eventos da área de Ensino de Química

A bibliographical review on Scientific Dissemination at events in the area of Chemistry Teaching

Bruna Gabriele Eichholz Vieira, Roger Bruno de Mendonça, Bruno dos Santos Pastoriza, Alessandro Cury Soares

Resumo: Assumindo a relevância e o crescimento de pesquisas no campo da Educação Química, emerge a necessidade de entender a divulgação científica (DC) como uma estratégia com grande potencial educativo para o Ensino de Química, a medida que permite a compreensão pública de conhecimentos científicos para a sociedade. Este trabalho tem como objetivo apresentar um mapeamento de trabalhos publicados e direcionados a discussões da DC em dois eventos reconhecidos pela comunidade da área do Ensino de Química, o Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e o Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ) de 2012 a 2023. Como metodologia de análise, foram utilizadas discussões pautadas na revisão da literatura, que envolveu a seleção dos trabalhos publicados nos anais desses eventos. Com base nas análises realizadas, foi possível traçar uma visão geral sobre como se constituem e como as práticas de DC são apropriadas por diferentes pesquisadores do campo do Ensino de Química. Diante disso, a pesquisa apresenta a evolução temporal das publicações nos dois eventos, o percentual das temáticas abordadas, as metodologias de pesquisa, os referenciais teóricos e os principais pesquisadores no campo da DC.

Palavras-chave: Divulgação da ciência; revisão da literatura; ENEQ, EDEQ.

Abstract: Scientific communication and dissemination (SCD) have emerged as a prominent practice for sharing scientific and technological culture. Recognizing the relevance and growth of research in the field of Chemical Education, there is a need to understand SCD as a strategy with great educational potential for teaching Chemistry, as it allows for the public understanding of scientific knowledge for society. This study aims to present a mapping of published works focused on SCD discussions at two events recognized by the Chemistry Education community, the Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) and the Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ) over a period of eleven years, from 2012 to 2023. Literature review discussions were used as the analysis methodology, which involved the selection of works published in the proceedings of these events. Based on the analyses performed, it was possible to provide an overview of how SCD practices are structured and how they are appropriated by different researchers in the field of Chemistry Education. Temporal evolution of publications in the two events, percentage of topics covered, research methodologies, theoretical references and the main researchers in the field of CD are discussed in the text.

Keywords: Science dissemination; literature review; ENEQ; EDEQ.

Bruna Gabriele Eichholz Vieira (bruna.gabriele.22@gmail.com) é licenciada em Química pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel), técnica em Multimeios Didáticos pelo programa ProFuncionário do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense (IFSul) e mestranda em Química pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel). **Roger Bruno de Mendonça** (rogerbruno2009@gmail.com) é licenciado em Química pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel). **Bruno dos Santos Pastoriza** (bspastoriza@gmail.com) é licenciado em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), mestre e doutor em Educação em Ciências: Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atualmente é professor na Universidade Federal de Pelotas (UFPel). **Alessandro Cury Soares** (alessandrors80@gmail.com) é bacharel e licenciado em Química pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel), mestre e doutor em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente é professor da Universidade Federal de Pelotas e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
Data de Submissão: 27/11/2023; Data de Aceite: 01/04/2024

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.

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons

Introdução

Dentre as diferentes possibilidades de discussão no Ensino de Química, a temática da Divulgação Científica (DC) ganha espaço nas pesquisas do campo do Ensino de Química em geral (Bueno, 1985; Brás e Freitas, 2018). Nesse contexto, Nascimento (2015) destaca a importância da DC como uma prática de comunicação da cultura científica e tecnológica, entretanto, externa aos círculos dos especialistas e dos quadros formais de ensino. Tal característica a faz emergir como uma estratégia com potencial educativo na compreensão pública de conhecimento científico e tecnológico para a sociedade.

Ainda que seja possível evidenciar na literatura diferentes terminologias para expressar os processos de compreensão e comunicação pública da Ciência, como Vulgarização (Massarani, 1998), Popularização (Mora, 2003; Germano e Kulesza, 2007), Letramento (Mamede e Zimmermann, 2005; Santos e Mortimer, 2001), Alfabetização (Brandi e Gurgel, 2002; Chassot, 2003) e a própria Divulgação da Ciência (Bueno, 2010; Cunha, 2019; Zamboni, 2001), no Brasil, o termo Divulgação Científica é o mais utilizado em pesquisas, destacando-se como designação hegemônica em discussões nesse campo (Germano e Kulesza, 2007). Além da análise da literatura, quando utilizados os recursos de ferramentas digitais, como o Google Trends, é possível evidenciar uma maior centralidade da designação "Divulgação Científica" para expressar a cisão entre Ciência e o Público em questões de comunicação e divulgação de informações, validando, assim, a sua abundância em pesquisas brasileiras. Entre pesquisadores, as discussões acerca da DC se destacam como possível estratégia de minimizar os efeitos causados pela falta de acesso às informações científicas à sociedade em geral (Bueno, 2010).

Diante desses apontamentos, algumas pesquisas (Caldas, 2010; Torresi *et al.,* 2012) discutem as potencialidades de atividades de DC pensadas do ponto de vista educacional. Caldas (2010) trata a Divulgação Científica como instrumento educador para a formação do cidadão crítico e analítico frente à ciência. Semelhante a esse viés, Torresi *et al.* (2012), apontam objetivos para a DC que vão ao encontro do uso de instrumentos de interesse dos alunos sobre ela, de forma a auxiliar as atividades educacionais. Para isso, os autores fazem uso de artigos e textos diversos com a finalidade de promover ações de DC e discussões acerca da natureza da ciência.

Assim, utilizar a DC como instrumento motivador ou pedagógico (Marandino *et al*., 2003) pode ser uma estratégia que pode permitir a apropriação e produção de um conhecimento que seja mais complexo a partir de seu intercruzamento com o científico por um viés diferente daquele que busca a formação de especialistas na área, possibilitando a formação de novas relações de conhecimento entre Ciência e público.

Apoiado nessas discussões, este trabalho tem como objetivo apresentar um mapeamento de trabalhos publicados sobre a DC em dois eventos reconhecidos pela comunidade dessa área. Para isso, o *corpus* de pesquisa será o Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e o Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ), uma vez que representam e se constituem como espaço de diálogo e de divulgação das pesquisas na área de Ensino de Química, a fim de encaminhar contribuições para o Ensino de Química e demais ciências (Schnetzler, 2002).

Aporte teórico e metodológico

A pesquisa apresentada neste trabalho tem como principal aporte teórico-metodológico a pesquisa qualitativa do tipo Revisão da Literatura (RL). A metodologia baseada em RL é definida de caráter bibliográfico. Em geral, consiste em um texto analítico e crítico baseado na compilação de documentos e pesquisas sobre uma temática em diferentes campos do conhecimento, tentando responder aos aspectos e às dimensões que vêm sendo destacados em diferentes lugares e épocas, as formas e as condições que essas produções têm sido produzidas (Brizola e Fantin, 2016).

Para compor o *corpus* da pesquisa, foram selecionados os anais de dois eventos do campo do Ensino de Química, sendo um com edições anuais e outro bienais. Foram analisados trabalhos publicados e apresentados no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e no Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ) no ínterim de onze anos (2012-2023), a fim de analisar as discussões e as ações desenvolvidas voltadas ao campo da DC. Foi possível localizar 109 trabalhos publicados no ENEQ, sendo estes representados pelos códigos TN (número) e 33 no EDEQ representado pelo código TD (número). Para a busca das pesquisas publicadas nos anais do EDEQ foi utilizado o endereço eletrônico dos Portais dos Encontros de Debates sobre o Ensino de Química (http://edeq.com.br/ediccedilotildees-anteriores-do-edeq.html), que apresenta um compilado com todas as edições, cidades sedes e os anais de cada ano. Ainda, foi utilizado o site da Sociedade Brasileira de Ensino de Química (SBEnQ) (https://sbenq.org.br/evento-sbenq/eneqs/) para a busca dos materiais publicados no ENEQ. Nos dois sites foram coletadas informações referentes aos eventos realizados desde o ano de 2012 até o ano de 2023.

Os trabalhos analisados consistiram em resumos e trabalhos completos. Para a inclusão do texto no *corpus* foi considerada a identificação do termo "Divulgação Científica" ou "Divulgação da Ciência" no título do trabalho, nas palavras-chave e/ou nos resumos. Ainda que sejam viáveis outros termos, é inegável a preponderância e aceitação que o termo "Divulgação Científica" (e suas variações) têm no contexto brasileiro. Tal percepção é corroborada tanto por referenciais (Cunha, 2019; Fioresi, 2020; Araújo e Francisco Junior, 2022) quanto pela comparação de termos relacionados a esse campo a partir de ferramentas de quantificação e tendência de uso de termos, como o *Google Trends*.

Essa delimitação permitiu uma análise mais refinada, permitindo a seleção de trabalhos mais centrados sobre como a temática DC e suas práticas vêm sendo compreendidas,

desenvolvidas, como ocorrem e quais seus contextos de aplicação. Os trabalhos selecionados (resumos e trabalhos completos) foram lidos na íntegra e posteriormente organizados em planilhas, separados em trabalhos completos e resumos, assunto discutido, metodologia aplicada para apresentação da DC e local de realização do trabalho.

Nos resultados, apresentamos cinco seções. Em algumas delas as análises são remetidas a códigos de textos.

Discussão

Quantitativo de pesquisas em Divulgação Científica no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)

Neste subtópico são apresentados o quantitativo e evolução temporal das pesquisas, contextos de análise adotados nos trabalhos e o percentual de pesquisas de DC nas edições do evento.

Para expressar os resultados obtidos pela busca/seleção dos trabalhos publicados nos anais do ENEQ, foi utilizada a Tabela 1 que demonstra a quantidade de trabalhos encontrados por evento e sua relação com o formato de escrita, categorizados como trabalhos completos ou resumos.

Tabela 1: Relação entre quantidade de trabalhos publicados em edições do ENEQ

Ano	Quantidade de trabalhos completos	Quantidade de trabalhos resumos	Total
2012	4	6	10
2014	13	12	25
2016	10	14	24
2018	4	8	12
2020	11	13	24
2023	8	6	14
Total	50	49	109

Analisando os dados obtidos, evidencia-se uma oscilação entre as quantidades de trabalhos publicados nos últimos anos. Entre os anos de 2012 e 2014 percebe-se um crescimento considerável de trabalhos com a temática e discussões acerca da DC. Em 2014, nota-se o dobro de publicações em relação ao ano de 2012. Enquanto na edição seguinte, realizada no ano de 2016, o crescimento de pesquisas desse campo se manteve. No ano de 2018, a publicação e divulgação de pesquisas decresce, diminuindo menos da metade da edição passada. Já na edição seguinte, realizada no ano de 2020, o número de publicações obteve um aumento, impulsionando o índice de trabalhos voltados a DC para mais que o dobro da edição anterior, atingindo um volume de textos coerente com os anos anteriores. Já em 2023, há, novamente, uma diminuição dos trabalhos voltados à DC, porém se mantendo na média quando comparado com as edições anteriores.

Assumindo o crescimento de pesquisas voltadas à temática da Divulgação Científica como instrumento de acesso público da ciência (Brás e Freitas, 2018), compreende-se a relevância de tais apontamentos sobre a importância da disseminação do conhecimento científico para a sociedade e para a formação da visão crítica, pautada em pesquisas de ponta ao invés do senso comum.

Em relação ao crescimento de pesquisas voltadas à DC, foi possível compreender e mapear os contextos e meios utilizados para o desenvolvimento dessas pesquisas. Sendo assim, as Tabela 2 e 3 demonstram uma visão sobre a relação entre a quantidade de trabalhos sobre DC de acordo com seus contextos de aplicações e a relação entre a quantidade total de trabalhos submetidos no ENEQ e a porcentagem que diz respeito às pesquisas voltadas à DC.

Com relação às pesquisas envolvendo a DC em espaços não formais, localizamos 29 pesquisas, as quais traziam discussões da DC através de feiras, oficinas, mostras, podcasts e redes sociais como o *Instagram*, assim como, também, por intermédio do teatro e de museus. Ao discutir sobre esses espaços, Martins *et al*. (2020) enfatizam o uso de oficinas e demais espaços temáticos como potentes ferramentas metodológicas que permitem a contextualização do conhecimento científico de modo a contribuir na construção ativa do aluno no seu processo de ensino e aprendizagem. Ademais, a partir desses trabalhos percebemos discussões voltadas às potencialidades do uso do teatro como espaço para promoção da DC, assim como também relatos de atividades realizadas e posicionamentos sobre o Ensino de Química através de peças teatrais e a situação de museus de ciência brasileira.

Tabela 2: Categorias dos trabalhos analisados sobre DC publicados no ENEQ

Contexto utilizado	Quantidade de de trabalhos	Contexto utilizado	Quantidade de trabalhos
Espaços não formais	29	Materiais didáticos	10
Programas/Projetos	24	Trabalhos de revisão/pesquisas bibliográficas	9
Textos de Divulgação Científica	16	Histórias em quadrinhos	7
Avaliação/Percepção	13	Experimentação	1
		Total	**109**

Tabela 3: Relação entre quantidade de trabalhos publicados em edições do ENEQ

Ano	Quantidade de trabalhos de todos os eixos temáticos	Porcentagem de trabalhos sobre DC
2012	932	1,1%
2014	1000	2,5%
2016	1514	1,6%
2018	371	3,2%
2020	703	3,4%
2023	426	3%

Dos dados acima é possível perceber que grande parte dos trabalhos (24 pesquisas) sobre DC está inserida em contextos de atividades desenvolvidas em programas ou projetos de ensino e extensão. Nesses trabalhos foram apresentados aspectos sobre as contribuições, divulgação de projetos, bem como discussões sobre atividades desenvolvidas através desse espaço que as universidades permitiram. Dentre alguns dos trabalhos analisados, encontramos pesquisas voltadas à apresentação do Laboratório de Divulgação Científica (LADIQ) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Laboratório de Ensino, Pesquisa e Divulgação da Ciência (QUIMIDEX), da Universidade de Santa Catarina, que discutiram sobre as contribuições do espaço para a formação de graduandos em Química e também a divulgação de espaços não formais de educação, como a "Sala Mendeleev" localizada no Instituto de Química da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Também houve divulgação de projetos com um enfoque mais tecnológico, envolvendo a criação e elaboração de vídeos de alfabetização científica, projetos itinerantes, etc.

Em sequência, encontramos 16 atividades que articulam discussões em torno do uso de TDC, apontando sobre seu uso, potencial e sua inserção em livros didáticos no Ensino de Química. Segundo Rocha e Martins (2001) e Rocha (2010), o uso de TDC como recurso didático apresenta contribuições para o Ensino de Química, provocando uma quebra na rotina escolar e a introdução de componentes de uma nova cultura, com discussões voltadas à ciência e seus entornos para e na sociedade. A compreensão dessa ciência como cultura possibilita caminhos para o ensino de uma ciência "radicada numa solidariedade de saberes e de racionalidades" (Santos, 2009, p. 532), não no sentido de incorporar outras racionalidades, mas sim de questionar e dialogar com as diferentes culturas. Sua imersão no ambiente escolar valoriza tanto a dimensão formativa quanto a cultural da dimensão científica. Assim, trabalhar com textos voltados à divulgação científica surge como estratégia que permite interação e complementação com outros textos, tais como aqueles apresentados nos livros didáticos, em discussões conceituais, etc.

Ainda com relação às pesquisas envolvendo discussões sobre a avaliação e percepção de alunos sobre o desenvolvimento de práticas de DC, localizamos 13 trabalhos. Nesse contexto, evidenciamos a presença de trabalhos com apontamentos sobre a Olimpíada Regional de Química (ORQ) no contexto de promoção da DC, os impactos da DC no nível acadêmico e profissional de ex-alunos atuantes em projetos que realizavam práticas de DC e relatos de professores sobre o apoio e o suporte de projetos voltadas à DC em suas aulas.

Sobre materiais didáticos, foram localizados 10 trabalhos apresentando propostas de instrumentos e recursos acessíveis para utilização em sala de aula. Desses, destacam-se a produção de jogos, instrumentos interativos, materiais audiovisuais, dentre outros.

Com relação às pesquisas de cunho teórico, foram contabilizados 9 trabalhos, abordando discussões voltadas a revisões da literatura e estudos sobre a DC e suas diferentes perspectivas conceituais. Nessas pesquisas percebemos um apelo à questões pautadas em pesquisas bibliográficas, discutindo e trazendo relações entre os diferentes posicionamentos e perspectivas articulados à divulgação científica.

Outros trabalhos apresentaram abordagens sobre a DC em histórias em quadrinhos (HQs). Das 7 pesquisas que abordavam as HQs, evidenciamos discussões acerca do uso e da produção dessas histórias no Ensino de Química, discussões sobre a cultura da ciência, influência do discurso da mídia sobre as tirinhas, etc. Ainda, observamos a presença de pesquisas com discussões mais direcionadas ao nível da linguagem, apresentando uma análise sobre como as informações eram utilizadas e transmitidas por meio das HQs. Por outro lado, percebemos discussões direcionadas à compreensão da natureza da ciência baseada na percepção de Sidney Harris. Conforme Leite (2017), as HQs são recursos constitutivos de textos e, quando articuladas no contexto escolar, podem ser utilizadas como instrumento de aprendizagem. Seu caráter informativo, seu aspecto ficcional e particularidades de sua linguagem possibilitam diversas articulações com contextos e personagens de modo a permitir a compreensão de conceitos científicos de modo interdisciplinar e ilustrativo.

Ainda, localizamos uma pesquisa relacionada ao campo da experimentação como espaço para a divulgação da ciência. Frozza e Pastoriza (2021), ao discutir sobre a relevância da experimentação, enfatizam a relação entre os conhecimentos químicos e as práticas experimentais no Ensino de Química. Assim, assumindo essas concepções, torna-se importante trazer essas articulações para o ensino e utilizá-las como auxílio para a promoção do conhecimento.

Quantitativo de pesquisas em Divulgação Científica no Encontro e Debates no Ensino de Química (EDEQ)

Neste subtópico serão apresentados dados quantitativos acerca da evolução temporal das pesquisas no evento, o

percentual de pesquisas que versam sobre a DC nas edições analisadas e os contextos de análise adotados em cada trabalho.

Nos anais do EDEQ foram encontrados 33 trabalhos tratando sobre a DC, sendo 30 completos e apenas 3 no formato de resumo. Conforme demonstra a Tabela 4, a publicação de trabalhos e pesquisas voltadas à DC nas edições do EDEQ nos onze anos do recorte apresentou um crescimento de publicações. No entanto, ainda é um número baixo comparado à análise dos anais do ENEQ do mesmo período.

Nas edições dos anos de 2014 a 2016 não foi encontrado nenhum trabalho que atendesse à delimitação da pesquisa, isto é, nenhuma pesquisa que tivesse, em seu título ou palavras-chave, o termo "Divulgação Científica" ou "Divulgação da Ciência". Nesse sentido, foi utilizado tracejado para representar a falta de trabalhos nestas edições e demonstrar a ausência de discussões e apresentações diretamente relacionadas ao termo "Divulgação Científica".

Já no ano de 2020, 40° edição, o evento foi suspenso devido ao crescimento da pandemia do COVID-19. Nesse sentido, por razões de segurança sanitária e isolamento de prevenção contra o vírus, o comitê de organização da 40° edição transferiu o evento para o ano seguinte, ocorrendo em 2021.

Nas edições analisadas, foi possível perceber que os trabalhos envolvendo a DC apresentaram uma discussão mais ampla, trabalhando, principalmente, apontamentos da DC em espaços não formais de ensino, considerações sobre a linguagem e os saberes científicos e o papel de materiais didáticos e outros recursos para o Ensino de Química. Partindo dessa percepção, observamos que a maioria dos autores que publicaram nos anais do EDEQ, nesse período, não trouxeram claramente uma apropriação conceitual da DC, centrando suas discussões num sentido voltado à práticas de divulgação. Entendemos que o evento, por se destacar como um espaço de "encontro", cujas características tradicionais são de uma primeira inserção de novos sujeitos atuantes na área e de interação entre pesquisadores já nela inseridos, busca proporcionar uma troca de conhecimento, permitindo divulgar à comunidade as ações desenvolvidas e suas implicações na educação e no Ensino de Química. Sendo assim, os trabalhos analisados trouxeram uma preocupação quanto à apresentação de atividades, bem como suas interferências e influências no processo de ensino e aprendizagem, distanciando-se, em alguns casos, de uma compreensão mais teorizada de como a divulgação científica é pensada e como os autores se apropriam dela para realizar suas atividades.

Fazendo uma análise geral de todos os trabalhos publicados em cada edição, e considerando todas as áreas temáticas abordadas pelo evento, é possível observar, na Tabela 5, um crescimento de pesquisas publicadas/apresentadas da edição 32 a 42 do EDEQ que discutem e se apropriam das práticas de DC.

Com relação aos contextos nos quais as pesquisas foram desenvolvidas no EDEQ, a Tabela 6 expressa esses quantitativos.

Foi possível observar um número significativo de trabalhos

Tabela 4: Relação entre quantidade de trabalhos publicados em edições do EDEQ voltados a Divulgação Científica

Ano	Quantidade de trabalhos completos	Quantidade de trabalhos resumos	Total
2012	1	1	2
2013	0	1	1
2014	-	-	0
2015	-	-	0
2016	-	-	0
2017	4	0	4
2018	2	0	2
2019	8	0	8
2021	3	0	3
2022	4	1	5
2023	8	0	8
Total	30	3	33

Tabela 5: Relação entre quantidade de trabalhos publicados em edições do EDEQ

Ano	Quantidade de trabalhos de todos os eixos temáticos	Porcentagem de trabalhos sobre DC
2012	348	0,6%
2013	256	0,4%
2014	160	0%
2015	170	0%
2016	214	0%
2017	167	2,3%
2018	215	0,9%
2019	226	3,5%
2021	72	4,1%
2022	126	3,9%
2023	159	5,03%

(14) para o EDEQ voltados ao uso de TDC como recurso didático. Assim como discutido anteriormente, os TDC apresentam um grande potencial como recurso didático (Rocha, 2010). Sua utilização no contexto escolar permite a promoção de espaços para motivar os alunos, possibilitando criar neles o interesse por temas científicos a partir do contato com discursos e linguagens diferentes dos habituais (Ribeiro, 2007). Na sequência, observamos 4 trabalhos voltados à discussões sobre o uso da TICs para a promoção da DC e 4 relacionados ao desenvolvimento de ações como oficinas, gincanas e/ou olimpíadas. Com relação aos trabalhos voltados a mapeamentos e análises de textos, artigos e anais de eventos, havendo uma preocupação em observar como as pesquisas estavam trabalhando com DC e como esse processo estava acontecendo, localizamos 3

Tabela 6: Categorias dos trabalhos analisados sobre DC publicados no EDEQ

Contexto utilizado	Quantidade de trabalhos	Contexto utilizado	Quantidade de trabalhos
Textos de Divulgação Científica	14	Experimentação	2
TICs	4	Avaliação/Percepção	2
Oficinas/Gincanas/Olimpíadas	4	Histórias em quadrinhos	1
Trabalhos de revisão/pesquisas bibliográficas	3	Paródia	1
Materiais didáticos	2	**Total**	**33**

trabalhos, além de 2 pesquisas sobre materiais didáticos e 2 trabalhos sobre avaliação de atividades e percepções de alunos ou professores. Ainda que pouco explorado, percebemos pesquisas envolvendo o uso de paródias para a promoção de ações alusivas à divulgação da ciência.

As relações entre EDEQ e ENEQ em termos das publicações voltadas à DC em seus eixos temáticos

O EDEQ e o ENEQ podem ser considerados potentes eventos, visto que contam com uma vasta participação da comunidade da Educação Química de diversos espaços do país (e até mesmo de outros países). Ambos os encontros permitem espaços de socialização, de planejamento, avaliação e desenvolvimento de ações voltadas a trocas de experiências, saberes e conhecimentos entre seus sujeitos (Porto *et al.*, 2015). Entendendo esses espaços de socialização e de divulgação de pesquisas, torna-se importante compreender o status e as tendências das pesquisas na área de modo a contribuir no aprimoramento das publicações e na trajetória dessas discussões no Ensino de Química ao longo dos anos (Alexandrino, 2019).

Analisando os dados apresentados até o momento, percebe-se que ao longo dos anos houve um aumento considerável no número de trabalhos com o termo "Divulgação Científica" e correlatos como "Divulgação da Ciência" entre suas palavras-chave ou títulos (comparando-se os anais do EDEQ e ENEQ de 2012 até 2023). O crescimento de discussões voltadas à temática de apropriação e compreensão pública da ciência pode ser articulada devido a uma crescente valorização em torno do uso da divulgação científica no Ensino de Química ao longo desse período.

Em termos de abrangência, é relevante destacar que até 2012 não havia, entre os eixos temáticos do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), a "divulgação científica", a qual foi inserida apenas em 2014, embora compartilhando o mesmo eixo com a "educação em espaços não formais" (EFD). Por outro lado, mesmo com o crescimento do campo da DC, no Encontro de Debates de Ensino de Química (EDEQ), por exemplo, ainda se percebe a falta de uma linha temática voltada especialmente para esse tipo de discussão, mesmo que articulada aos espaços não formais de ensino, como é o caso da linha temática do ENEQ.

Considerando os trabalhos analisados em ambos os eventos no ínterim de 11 anos, foi construída a Figura 1, na qual estão listados e quantificados os eixos temáticos envolvendo discussões de DC nas edições analisadas do ENEQ e EDEQ.

Considerando os trabalhos analisados e as linhas temáticas às quais as pesquisas foram direcionadas, agrupamos as linhas/eixos temáticos em grandes focos de discussão, que foram organizados considerando seu propósito de pesquisa, contemplando, em alguns casos, mais de um eixo temático oriundo dos dois eventos. Tendo em vista esse formato de organização, iremos considerar 11 grandes focos que foram sintetizados da seguinte maneira:

a) Atividades em espaços não formais de ensino e educação em espaços não formais e divulgação científica: neste grupo foram consideradas atividades que tratam sobre a utilização de práticas de divulgação da ciência em espaços não formais de ensino como ferramenta para promoção do ensino e aprendizagem de estudantes e da comunidade em geral. Foram localizados 63 trabalhos no eixo temático "Educação em espaços não formais", 8 trabalhos em "Temas contemporâneos" e 11 no eixo temático "Ensino em espaços não formais", totalizando 78 trabalhos, e, portanto, aparecendo de forma majoritária;
b) Propostas e materiais didáticos: grupo centrado em construções e propostas de atividades e materiais para trabalhar a DC em sala de aula, agrupando 7 pesquisas no eixo "Materiais didáticos" e 1 pesquisa no eixo "Criação, criatividade e propostas didáticas", totalizando 8 trabalhos com esse foco;
c) Apropriação da linguagem em textos de DC: discussões em torno da apropriação da leitura em textos de DC e seus efeitos na compreensão da ciência, com 8 trabalhos no eixo "Linguagem e cognição";
d) Formação docente: grupo com contribuições da DC na formação inicial e continuada de professores, composto de 8 trabalhos no eixo "Formação de professores";
e) Processos de ensino: grupo com produções que discutem sobre a avaliação e análise de ações de DC em espaços formais e não formais de ensino no processo de ensino e aprendizagem, composto por 4 trabalhos no eixo "Ensino e aprendizagem" e 1 no eixo "Ensino";
f) Aspectos da natureza e cultura da ciência: grupo que

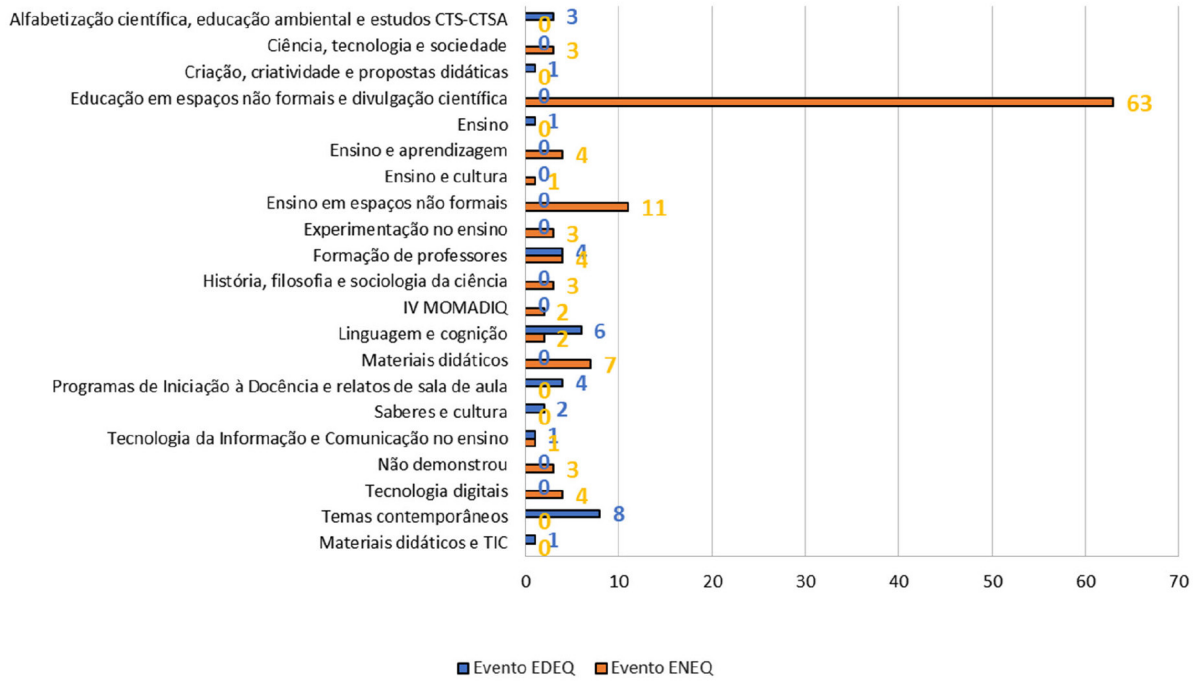


Figura 1: Eixos temáticos dos trabalhos do ENEQ e EDEQ envolvendo discussões sobre DC.

discute a percepção e valorização da ciência e da cultura no ambiente escolar. Foram classificadas 3 pesquisas no eixo "História, filosofia e sociologia da ciência", duas no eixo "Saberes e cultura" e 1 no eixo "Ensino e cultura";

g) Ciência na sociedade: grupo que identifica e discute sobre a relevância da DC nas vivências formativas de licenciados e da comunidade, com posto de 3 trabalhos no eixo "Ciência-Tecnologia-Sociedade" e 3 no eixo "Alfabetização científica, educação ambiental e estudos CTS-CTSA";
h) Uso da experimentação para o ensino: abordagem de estratégias didáticas de investigação, permitindo o protagonismo e o despertar para o interesse pela ciência, com 3 pesquisas no eixo "Experimentação no ensino";
i) DC em programas de incentivo à docência: grupo que congrega propostas de realização de oficinas temáticas e ações voltadas a projetos de ensino e incentivo à formação docente, com 4 trabalhos no eixo temático "Programas de Iniciação à Docência e Relatos de sala de aula";
j) Tecnologias na DC: enfatizam o uso das tecnologias e da imagem na promoção da DC e na propagação do alcance da ciência para a sociedade, com 2 trabalhos no eixo "Tecnologia da informação e Comunicação no ensino", 3 trabalhos no eixo "Tecnologias digitais" e 1 trabalho em "Materiais didáticos e TIC";
k) Mostra de materiais didáticos de Química: eixo especial do ENEQ com 2 trabalhos no eixo "IV MOMADIQ".

Entendendo os 11 grandes focos localizados como diferentes estratégias e meios de promover a DC, partimos da hipótese de que a divulgação científica é um campo de estudo ainda em crescimento, com potencialidades que percutem espaços de compreensão histórica, formativa, social e educacional. Sendo assim, encontramos diferentes linhas de discussão e apropriação desse campo em eventos destinados e produzidos pela comunidade do Ensino de Química.

Ao comparar os eixos temáticos majoritários de trabalhos que enfatizam as tendências de Ensino de Química voltadas a DC, destacam-se: Espaços não formais e divulgação científica, Espaços não formais de ensino, Materiais didáticos, Temas contemporâneos e Linguagem e cognição. Dessas, podemos desconsiderar o eixo temático "IV MOMADIQ", proveniente de um evento específico (Mostra de materiais didáticos de Química) que ocorreu em paralelo com a edição do Encontro Nacional de Ensino de Química. Ainda, vale ressaltar o crescimento de trabalhos envolvendo tecnologias digitais, a partir do ano de 2020, apesar de não estar claro graficamente, já que estes trabalhos estão mesclados entre os eixos temáticos "Tecnologias digitais" e "Educação em espaços não formais e DC". É perceptível o crescimento da utilização de redes sociais, como o *Instagram*, para a divulgação da ciência ou ainda trabalhar temáticas científicas em diferentes espaços.

Comparando a divulgação científica no ENEQ e EDEQ

Tomando como base os dois cenários de análise, neste subtópico é apresentado um panorama sobre as metodologias de pesquisa adotadas nos trabalhos.

Considerando que o EDEQ é um evento regional e de menor proporção, em comparação ao ENEQ, por exemplo, esperava-se uma quantidade menor, mas ainda assim, razoável de pesquisas voltadas à DC. Entretanto, analisando os dados obtidos e relacionando com a quantidade de trabalhos voltadas

a Divulgação Científica, foi possível observar que, de 2113 trabalhos publicados nas edições analisadas, apenas 1,6% (30 trabalhos) corresponderam a pesquisas direcionadas a práticas e discussões sobre a DC. Esse percentual permite demonstrar a baixa adesão de pesquisas de DC no Rio Grande do Sul e, ainda que em pequena escala, o apelo de outros trabalhos de nível nacional nesse espaço.

Ao comparar com os trabalhos publicados no ENEQ no mesmo período, por exemplo, é possível evidenciar o dobro de publicações voltadas à divulgação da ciência. Com base nos dados, foi possível observar que, de 4946 trabalhos publicados nas edições analisadas do ENEQ (seja no formato de resumo e/ou artigos completos), 2,2% (109 trabalhos) correspondiam a pesquisas sobre o campo da DC. Comparando os dois eventos (ENEQ e EDEQ), evidenciamos uma maior adesão de publicações sobre práticas e discussões de DC no ENEQ no período de 2012-2023 comparado ao EDEQ. Entendemos essa disparidade de publicações justamente pelo caráter de cada evento, que, por sua vez, concentram pesquisadores de diferentes locais.

Diante dos dois cenários de análise, situados entre os trabalhos publicados no EDEQ e ENEQ, foi realizado um estudo mais aprofundado, observando como esses trabalhos costumam apresentar as ações de DC desenvolvidas nos eventos. Para isso, observamos quais as metodologias os autores utilizaram para apresentar suas propostas, seja através de relatos, de estudos mais teóricos, dentre outros.

Nesse sentido, através da Figura 2, evidenciamos os resultados obtidos sobre os principais tipos de metodologias que foram empregadas nas pesquisas, apontando, com maior frequência, para trabalhos de caráter qualitativo. Em virtude de os eventos permitirem momentos de socialização entre diferentes pesquisadores, e supondo que, em eventos desse estilo, normalmente os trabalhos são frutos de projetos ou programas, esperávamos, como demonstra a figura, uma maior centralidade de pesquisas com caráter de relato de experiência, discutindo as ações desenvolvidas por grupos, resultados de algum estudo, validação de algum material, etc.

Nesse contexto, pela figura é possível observar que, dentre todos os trabalhos analisados, totalizando 142 pesquisas, 61%

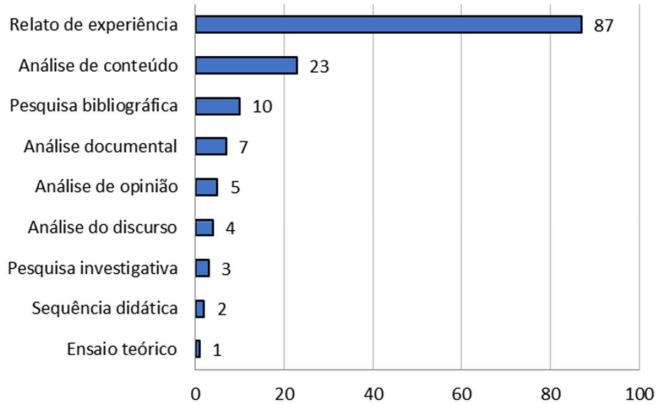


Figura 2: Quantidades absolutas das metodologias aplicadas nos trabalhos analisados no EDEQ e ENEQ.

eram relacionadas a pesquisas com a metodologia de relatos de experiência, discutindo e apresentando relatos de atividades e propostas de DC desenvolvidas em espaços formais e não formais de ensino. Em algumas pesquisas, evidenciamos discussões voltadas à avaliação das atividades desenvolvidas, isto é, discussões pautadas em como o público (seja de alunos, professores ou demais sujeitos) perceberam e entenderam a relevância das atividades realizadas. Sendo assim, foram mapeados 16% de trabalhos que buscaram analisar essas percepções, utilizando como estratégia a análise de conteúdo; 7% com discussões de análises bibliográficas; 5% com uma perspectiva voltada à análise documental; 3,5% pesquisas relacionados à análise de opinião, discutindo percepções e opiniões de diferentes públicos; 2,8% voltados à análise do discurso, enfatizando a linguagem da ciência e sua percepção; 2,1% sobre pesquisa investigativa; 1,4% de sequência didática e 0,7% envolvendo ensaios teóricos.

Partindo dessa análise, foi possível construir uma visão geral de como discussões acerca da produção do conhecimento são compartilhadas em espaços, como aqueles que eventos e encontros entre pesquisadores proporcionam.

Avaliando a grande quantidade de trabalhos com caráter de relato, a qual chamou atenção nesta pesquisa, uma vez que contemplou 61% dos trabalhos publicados no ínterim de onze anos do EDEQ e ENEQ, podemos estabelecer algumas relações quanto à compreensão dos autores sobre a divulgação científica e seus processos.

Podemos entender o relato de experiência como uma discussão de cunho mais pessoal, que por sua vez envolve a narração de acontecimentos, a relação de um sujeito em um espaço, a sua intervenção e o seu processo de aprendizagem (Suárez e Flores, 2017). Nos trabalhos classificados como "relato de experiência" foi possível observar que os autores não apresentaram um aprofundamento sobre a DC, assim como também não explicaram como se apropriaram de seu conceito. Na maioria dos relatos foi possível enfatizar a escassez de discussões voltadas à apropriação de referências para embasamento nas atividades. Situando os eventos como um espaço de trocas de conhecimentos e experiências entre pesquisadores, estudantes, professores e a comunidade atuante no Ensino de Química, notamos que os trabalhos voltados a relatos de experiência abordaram, na maioria dos casos, a aplicação de alguma atividade enfatizando seus resultados e implicações na sociedade, além de também trazerem relatos de avaliações e percepções de sujeitos sobre o uso de oficinas, utilização de recursos tecnológicos, ações e demais meios para promover a DC. Entretanto, é válido destacar que a falta de articulação e a falta de apropriação de uma visão sobre o que é a divulgação científica ficou implícito e não visível em algumas pesquisas, isto é, os trabalhos trouxeram um aprofundamento mais voltado ao modo como que a DC foi produzida e pouco sobre como a DC é compreendida pelos autores.

Por outro lado, nas demais categorias de metodologias,

evidenciamos a presença de discussões e reflexões direcionadas a possíveis impactos, a influência, percepção e a relação entre as atividades desenvolvidas e o processo de divulgação do conhecimento científico. Nesse sentido, foram mapeados 16% de trabalhos envolvendo a análise de conteúdo como suporte metodológico para compreender a influência e a relação da DC nessas ações.

Pautada nessas percepções, e entendendo a dimensão dos eventos, que permitem a socialização e compartilhamento de experiências e ações, nas próximas seções serão encaminhadas discussões voltadas ao modo com que a DC é compreendida, além de também investigar sobre os principais autores de referência que embasam o conceito de DC.

Modos de compreensão sobre o conceito de DC nos trabalhos do EDEQ e ENEQ: os referenciais utilizados

Ao refletir acerca da Divulgação Científica, entendemos a vasta gama de referenciais e linhas teóricas que discutem sua definição no campo das Ciências. A análise permitiu evidenciar as definições atribuídas à DC pelos autores, vislumbrando os pesquisadores de referência utilizados para embasar as pesquisas e ações apresentadas nos eventos selecionados. Sendo assim, neste subtópico são apresentados os principais referenciais teóricos/conceitos de DC adotados nas pesquisas, além de também destacar um panorama acerca dos principais autores que participam e colaboram para as discussões no campo da divulgação da ciência em ambos os eventos.

O referencial e a perspectiva que é abordada nesta pesquisa se deu através da compilação e da relação que os autores trazem acerca da DC no seu contexto de estudo. A síntese das perspectivas e referenciais identificados podem ser vistos na Tabela 7.

Em concordância a Marandino (2005), TN6, ao implementar espaços itinerantes para estimular e promover a popularização científica e tecnológica, os processos de transformação do conhecimento científico em divulgação são entendidos não como simplificações de discursos, mas apoiados em uma transposição didática, entendendo-a como a prevenção da especulação, a representação positivista e descontextualizada do conhecimento científico.

Por outro lado, ao discutir sobre a produção de matérias de divulgação científica em rádios e pela internet, em TN4, os autores se firmam na perspectiva construtivista de Valério e Bazzo (2006), entendendo a divulgação científica como uma exposição pública, contemplando não apenas os conhecimentos, mas também os valores, atitudes e linguagens da Ciência e Tecnologia (C&T). Para isso, compreendem a DC diante da necessidade de uma formação científica que permita, mesmo que minimamente, condições para que os indivíduos exerçam sua cidadania plenamente com base nos pressupostos da ciência/tecnologia.

Considerando a relação entre a ciência e a tecnologia, algo crescente nos anais dos eventos nos últimos anos, é a presença da utilização de redes sociais para a DC. Neste contexto, TN105 explora a utilização do *TikTok* para o processo de DC. Para tanto, traz o referencial pautado em Gouvêa (2015), o qual discute este processo realizado através de diferentes meios de comunicação, traduzindo a linguagem científica para um público com pouco ou nenhum conhecimento sobre esse universo.

Similar a essa perspectiva, TN75, ao desenvolver um programa de visitação à universidade oferecendo exposições científicas interativas para a comunidade, compreende a DC baseado em Rendeiro e Gonçalves (2019), na qual compreende a realização de atividades em espaços destinados a exposição ao público não especializado a ciência em uma perspectiva diferenciada e compreensível.

Conforme TN107 aponta, atualmente, os temas científicos e a educação científica invadem o cotidiano da população, seja através da escola, universidade ou até mesmo por ações em espaços não formais. Ao compreender o avanço que vem se instalando hoje, os autores assumem a DC por uma perspectiva semelhante à de Rendeiro e Gonçalves (2019), ao entenderem a DC como ações que se prestam a comunicar a ciência em ambientes não formais, tais como museus, teatro e em redes sociais, haja vista que esses meios de comunicação (sejam físicos ou digitais) podem ser explorados de variadas formas e apresentam potencialidades para a divulgação da Ciência.

Uma outra discussão presente nos artigos como em TN32, ao discutir sobre o uso de textos de DC em aulas de Química, e TN46, que aborda o uso de laboratórios de DC para Ensino de Química, é a partir da epistemologia de Fleck, caracterizando a divulgação científica como uma prática produzida por círculo esotérico, isto é, formado por especialistas, enquanto o público leigo constitui um círculo exotérico. Nesse cenário, a pesquisa enfatiza a transposição da linguagem especializada para uma acessível que se dá como algo dinâmico, isto é, do saber especializado (esotérico), nasce o popular (exotérico) de forma a garantir a veiculação das informações para o público em geral (Nascimento, 2005).

Ainda que não explorando um referencial específico do campo da DC, TN108 reflete sobre os processos da DC como sendo uma "propagação de conteúdos científicos de uma forma que estes cheguem no máximo de pessoas possível que tenham ou não conhecimento acerca de algo relacionado à Ciência ou não" (TN108, p. 4). A partir de tal posicionamento, os autores utilizam a ferramenta dos *podcasts* como alternativa para abordar a Ciência e romper com a concentração de informações que normalmente se localizam exclusivamente em centros de pesquisa ou universidades (Chaves *et al.*, 2020).

Outra proposta com grande potencial para a DC é através de ações de extensão universitária. Diante disso, TD32 assume a extensão como meio de conexão entre comunidade-academia que permite a discussão de problemas de cunho científico sem que haja necessariamente uma tradução teórica do conhecimento, mas sim um "arcabouço" para instigar o olhar crítico

Tabela 7: Síntese das perspectivas e referenciais identificados nas pesquisas

Referencial utilizado	Trabalhos codificados	Síntese da perspectiva de DC
Marandino (2005)	TN6	DC como a prevenção da especulação, da representação positivista e descontextualizada do conhecimento científico, apoiada em uma transposição didática
Valério e Bazzo (2006)	TN4	DC em uma perspectiva construtivista, entendendo-a como uma exposição pública, contemplando não apenas os conhecimentos, mas também os valores, atitudes e linguagens da Ciência e Tecnologia (C&T)
Gouvêa (2015)	TN105	DC feita em diferentes meios de comunicação, traduzindo a linguagem científica para um público com pouco ou nenhum acesso a esse universo
Rendeiro e Gonçalves (2019)	TN75, TN107	DC como prática que envolve a realização de atividades em espaços destinados a exposição ao público não especializado a ciência em uma perspectiva diferenciada e compreensível
Fleck (1986) e Nascimento (2005)	TN32 e TN46	DC como transposição da linguagem especializada (esotérica) para a popular (exotérica), de forma a garantir a veiculação das informações para o público em geral.
Candotti (2002)	TN9, TN25, TN26, TN96	DC como estratégia de divulgação de pesquisas, resultados e ideias de cientistas para a sociedade de forma clara e objetiva
Ferreira e Queiroz (2012)	TD22, TD24, TD26, TD27, TD31	DC como forma de auxiliar na incorporação do saber científico, a partir do uso de TDC como importantes ferramentas nesse processo
Cunha e Giordan (2015)	TD23, TD25, TD30, TD33, TN69, TN103	DC como uma prática social que pode ser utilizada em diferentes contextos educacionais a fim de promover a aculturação do público
Albagli (1996)	TD8, TD17, TD18, TD19, TN5, TN36, TN76, TN78 e TN79	DC como uma prática histórico-social que busca a comunicação de conhecimentos da ciência para um público não especializado de modo a permitir a democratização do acesso ao conhecimento científico para a alfabetização científica
Bueno (2010)	TD10, TD11, TN41, TN45, TN74, TN77, TN100, TN101 e TN84	DC no nível do discurso ao propor a tradução de uma linguagem, isto é, uma releitura que reescreve a linguagem da ciência para uma mais simples, permitindo o entendimento básico pessoas leigas
Zamboni (2001)	TD4, TD5, TD6, TD7, TD9, TD12, TD13, TD14, TD15, TD16, TD20, TD22, TD24, TD27, TN17, TN38 e TN87	DC como um processo que envolve a diferenciação da linguagem da ciência da cotidiana

da sociedade para a ciência. Sendo assim, a DC surge como uma ferramenta que auxilia na compreensão do processo científico e na desmistificação de informações falsas (Silva e Sasseron, 2021).

Ao discutir sobre a linguagem da DC utilizada em artigos da revista Mundo Estranho, TN9 se apropria de Candotti (2002), por entender a DC como uma estratégia de divulgação de pesquisas, resultados e ideias de cientistas para a sociedade de forma clara e objetiva. Para isso, o autor usa como referência o *Pequeno Manual de Divulgação Científica* de Vieira (2007). Similar a essa pesquisa, TN25 e TN26 em seus trabalhos também se embasam em Vieira (2007) ao considerar a DC como uma prática que se apropria de uma linguagem simplista e objetiva, sendo esta crucial em textos de DC.

Similar à concepção de Candotti (2002), TN96, ao discutir sobre o papel da Química Verde em uma revista de divulgação, assumem a DC como uma necessidade de divulgar o que a Ciência produz. A partir disso, atribui-se à DC a responsabilidade de permitir que a área da Química (e outras áreas) não fique restrita apenas aos pares, mas que seja disponibilizada à população de modo geral.

Outras pesquisas como TD23, TD25, TD30, TD33, TN103 e TN69, compreendem a DC como uma prática social que pode ser utilizada em diferentes contextos educacionais a fim de promover a aculturação do público. Assumindo essa vertente teórica, os autores se apoiam em Cunha e Giordan (2015), ao compreenderem a DC como um complemento à educação escolar, uma vez que, além dos conhecimentos, são apresentados os pensamentos da cultura científica por meio de uma reelaboração do discurso científico.

Já os autores de TN109 irão trazer a perspectiva de a própria escola estar inserida no contexto de "meios de comunicação" e, portanto, se faz presente no papel da divulgação científica. Além disso, enfatizam esse processo de DC por diferentes meios como algo que irá:

> influenciar diretamente a estrutura da sociedade, pois uma vez que permitem a comunicação direta entre seres humanos separados por milhares de quilômetros de terra ou água, propiciam uma observação de novas perspectivas e realidades anteriormente impossíveis devido às limitações físicas do ser humano (TN109, p. 1).

Nesse sentido, pesquisas como TN98 e TN102 discutem sobre a inserção dos TDC no meio educacional, pois apresentam uma linguagem mais acessível, mesmo que apresentando diferentes conhecimentos científicos. Sendo assim, as autoras irão entender o processo de DC, em especial do TDC analisado, como uma forma de "disseminar informações relativas às pesquisas científicas[...]" (TN98, 2023). Isso faz com que temáticas envolvendo conceitos químicos sejam abordados de forma interdisciplinar e contextualizado, indo ao encontro da formação de indivíduos sensíveis e com o senso de pertencimento. TN102 irá explorar seu referencial com base na relevância da divulgação científica na formação inicial de professores de química, através dos TDC, onde irá inferir que "[...] a divulgação científica configura-se como uma estratégia para levar conhecimento científico para a sala de aula e para a sociedade".

Ainda, ao pensar em atividades com TDC, TD22, TD24, TD26, TD27 e TD31 trazem o papel da DC como uma forma de auxiliar na incorporação do saber científico. A partir disso, caracterizam os TDC como importantes ferramentas nesse processo, suprindo e complementando materiais tradicionais utilizados em sala de aula como o livro didático (Ferreira e Queiroz, 2012).

Em uma perspectiva mais sociocultural, algumas pesquisas, como TD8, TD17, TD18, TD19, TN5, TN36, TN76, TN78 e TN79, enfatizam a DC como uma prática histórico-social que busca a comunicação de conhecimentos da ciência para um público não especializado de modo a permitir a democratização do acesso ao conhecimento científico para permitir a alfabetização científica (Albagli, 1996). Apoiado em Bueno (2010), associam à DC a missão de permitir a comunicação e o acesso aos novos conhecimentos e aos resultados das pesquisas através de processos de recodificação, tornando o discurso acessível.

Com relação ao nível do discurso, TD10, TD11, TN74, TN100 e TN101 se firmam em Bueno (2010) ao propor a tradução de uma linguagem, isto é, uma releitura que reescreve a linguagem da ciência para uma mais simples, permitindo um entendimento básico a pessoas leigas. Entendendo essa compreensão de DC, podemos relacioná-la às concepções de Authier-Revuz (1999; 1998), ao constituí-la como uma reelaboração discursiva. Perspectivas como essa encaminham uma ideia de DC como: "uma tradução ou simplificação discursiva, que tem origem em um discurso fonte (discurso da ciência) e é destinada à produção de uma linguagem familiar" (Lima e Giordan, 2021, p. 376). Nesse sentido, ao tratar da DC, evidenciamos que os autores dos trabalhos enfatizam a prática de divulgação como uma estratégia de aproximação e de compreensão do discurso científico, produzido na ciência, com a comunidade externa fazendo uso de processos de transposição entre linguagens.

Ao desenvolver uma atividade temática com estudantes de Ensino Fundamental, TN41 corrobora Bueno (1985) ao considerar a DC como uma prática que abrange não apenas a imprensa, mas também livros didáticos, aulas de ciências, textos, feiras, museus, etc. Nessa mesma concepção, TN45, TN77 e T104 se apoiam nela ao vislumbrar a "utilização de recursos, técnicas, processos e produtos (veículos ou canais) para a veiculação de informações científicas, tecnológicas ou associadas a inovações ao público leigo" (Bueno, 2010, p. 2).

Ainda no que diz respeito ao discurso da divulgação científica, foram encontrados trabalhos que se baseiam na proposta teórica de Zamboni (2001), sendo evidenciada em TD4, TD5, TD6, TD7, TD9, TD12, TD13, TD14, TD15, TD16, TD20, TN17, TN38 e TN87. Tais textos assumem a DC como um processo que envolve a diferenciação da linguagem da ciência cotidiana. Wenzel (2013), ao trabalhar com textos de divulgação científica como estratégia de promover condições para a chamada alfabetização científica, envolve o discurso da divulgação científica (DDC) com uma nova estruturação, de um novo gênero no qual a base da informação provém do discurso científico (Cunha e Giordan, 2015). Nesse sentido, ao trabalhar com o DDC, Zamboni (2001) enfatiza a DC como um processo de reformulação da informação, em que ocorre a transformação da linguagem direcionada a especialistas para uma linguagem mais simples, com o objetivo de tornar o conteúdo acessível a um público heterogêneo e distinto da comunidade científica. Segundo a autora, o discurso de divulgação científica possui recursos lexicais específicos que se diferenciam do discurso científico, como a presença de analogias, comparações, exemplificações e emprego de metáforas que aproximem e auxiliem na compreensão das informações, permitindo sua utilização com um público que não se encontra imerso em um contexto científico.

Além dos diferentes aportes teóricos apresentados, localizamos 52 pesquisas (TD3, TD21, TD28, TD29, TN1, TN2, TN3, TN7, TN8, TN10, TN19, TN21, TN22, TN24, TN28, TN29, TN30, TN31, TN33, TN34, TN35, TN39, TN40, TN42, TN43, TN47, TN48, TN49, T50, TN51, TN52, TN53, TN54, TN55, TN56, TN57, TN58, TN59, T60, TN61, TN62, TN63, TN64, TN66, TN68, TN80, TN85, TN86, TN88, TN92, TN94, TN97, TN99, TN104, TN106) que não exploraram ou apresentaram os referenciais que embasaram as pesquisas sobre a concepção de

DC. Dentre essas pesquisas se destacam, com grande frequência, trabalhos publicados no formato de resumos. Sendo assim, supõe-se que, devido ao pouco espaço de escrita que esse tipo de trabalho permite (sendo normalmente no máximo uma página), as informações teóricas foram organizadas sistematicamente e, (in)felizmente, priorizando apenas os resultados da pesquisa. Mesmo que em pequena escala, foi possível perceber que alguns trabalhos completos não demonstraram sua concepção de DC e trouxeram discussões voltadas à apresentação da pesquisa, seu desenvolvimento e resultados, não discutindo ou trazendo indícios sobre seu ponto de vista do que seria divulgar a ciência. Por outro lado, em alguns trabalhos como TD17, TD19, TN93 e TN95, mesmo não pontuando um referencial a partir de como entendem a DC, foi possível compreender que os autores enfatizam as práticas de DC como ações que buscam, prioritariamente, promover a alfabetização científica, sendo esta realizada através de atividades em espaços não formais de ensino.

Compreendendo a pluralidade em torno do conceito de Divulgação Científica e assumindo as diferentes bases teóricas apoiadas pelos autores dos trabalhos analisados, Nascimento (2008) aponta que o significado do que é ou não a Divulgação Científica varia de acordo com a posição dos meios acadêmicos e, também, daqueles que realizam sua divulgação. Assumir uma definição sobre DC decorre de como a instituição (ou pessoa) entende o que é fazer a divulgação da ciência, seja ela um representante de pesquisas científicas, um jornalista, um professor, etc. Ainda, depende da concepção de quem a realizará, pois é ele quem deverá direcionar seu público e como essa divulgação irá ocorrer, por meio de textos, de jornais, pela televisão ou durante uma atividade em espaços formais ou não formais de ensino.

De modo a especificar a análise dos referenciais, é imprescindível evidenciar também os próprios sujeitos que têm publicado nesses eventos, haja vista que sua vinculação teórica contribui nos quantitativos obtidos nesta RL.

Podemos evidenciar a presença de pesquisadores ainda em graduação e outros com titulação de doutor nas publicações do EDEQ e ENEQ. Entretanto, foi possível evidenciar uma baixa adesão de publicação em mais de uma edição do evento, isto é, notamos que alguns autores não mantiveram a constante participação e publicação nas edições dos eventos ao longo dos anos. Por outro lado, localizamos três autores que apresentaram maior quantidade de publicação entre os trabalhos analisados. Desta forma, destacamos Márcia Borin da Cunha, com 10 publicações (4 trabalhos no EDEQ e 6 no ENEQ), que atua nas linhas de pesquisa voltadas à educação em Ciências e Química, divulgação científica, discurso da ciência baseado em Bakhtin, dentre outras. Voltado a pesquisas relacionadas à linguagem e ao uso de textos para a promoção da divulgação científica, encontramos 10 pesquisas de Judite Scherer Wenzel. Ainda, trabalhando com recursos midiáticos para divulgação científica, ensino não formal de Ciências e alfabetização, localizamos 7 trabalhos de autoria de Karina Omuro Lupetti.

Essas autoras, assim como outros que apresentaram uma menor quantidade de trabalhos, participaram e publicaram suas pesquisas nos dois eventos, divulgando assim, seus estudos em eventos com um público e amplitudes diferentes entre si. É relevante destacar que essa análise foi importante, permitindo visualizar as concepções que delimitaram o entorno de como a divulgação científica é pensada nas pesquisas publicadas nesses dois eventos significativos à comunidade da Educação Química. Sendo assim, assumindo as análises feitas, é possível traçar noções que encaminham para um posicionamento que reflete na presença que pesquisadores têm apresentado diante de eventos, como o ENEQ e o EDEQ.

Considerações finais

O campo de discussão pautado em ações de divulgação do conhecimento científico vem se desenvolvendo ao longo do tempo. Entendendo seu potencial para a apropriação pública da ciência e seus interesses de formação, a partir das diferentes perspectivas encontradas nos trabalhos, nesta pesquisa fica marcada uma visão majoritária de DC pautada no gênero de discurso próprio (Zamboni, 2001), que assume caminhos e meios quanto a sua intencionalidade, discurso, público e meios de divulgação (Bueno, 2010). Nessa concepção, assumimos seu potencial de permitir o acesso ao conhecimento científico, estabelecendo condições, mesmo que mínimas, para a alfabetização científica (Chassot, 2003), de modo a dialogar e se aproximar da sociedade.

Com as análises, percebemos que a Divulgação Científica ainda é um campo de estudo que vem crescendo e ganhando espaços em pesquisas de divulgação e democratização do conhecimento científico. Conforme Nascimento (2008), as práticas de DC podem ser realizadas em vários espaços como nos formais e não formais de ensino. Nas pesquisas analisadas observamos a presença de discussões voltadas à sala de aula, feiras de ciências, olimpíadas, museus, teatros, uso de recursos didáticos como textos de divulgação científica, histórias em quadrinhos, paródias, jogos, vídeos, dentre tantos outros.

Com os resultados é possível induzir a hipótese de que a inserção de eixos temáticos voltados à DC aumentou significativamente a presença e deu mais visibilidade às atividades destinadas à promoção do acesso da população à informação científica, com o despertar do interesse pela ciência. Essa influência pode ser evidenciada considerando que quando há a existência do eixo temático centrado na "divulgação científica" notamos uma maior concentração de pesquisas. Por essa razão, podemos entender que a implementação de espaços destinados a discussões de divulgação científica, como rodas de conversa, inserção de eixos temáticos, linhas de pesquisas, etc., permitem um maior incentivo de novas pesquisas voltadas à divulgação da ciência, e, consequentemente, potencializam o crescimento desse novo campo que aos poucos vem conquistando seu espaço no Ensino de Química.

Com isso, esperamos que, a partir das reflexões teóricas e das análises desenvolvidas ao longo deste trabalho, docentes e pesquisadores possam incorporar em suas práticas o uso da DC de modo mais bem delimitado, teorizado e produtivo. De modo geral, os diferentes trabalhos a colocam como uma prática que permite o acesso ao conhecimento científico em suas aulas, de maneira a explorar os potenciais educativos da DC e da formação de cidadãos críticos e reflexivos, algo que é possível considerar como importância à produção de conhecimentos científicos, sociais e escolares relevantes. Ainda, nutrimos a expectativa de instigar novas pesquisas direcionadas à Divulgação Científica, impulsionando e crescendo cada vez mais essas discussões no ambiente escolar.

Referências

ALBAGLI, S. Divulgação científica: informação científica para a cidadania? *Ciência da Informação*, v. 25, p. 396-404, 1996.

ALEXANDRINO, D. *Educação em química no Brasil: o que nos revelam os anais dos Encontros Nacionais de Ensino de Química (1982-2010).* Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

ARAÚJO, J. P. A. e FRANCISCO JUNIOR, W. E. Participação em atividades de divulgação científica e interrelações com a formação docente em química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, v. 52, p. 249-266, 2022.

AUTHIER-REVUZ, J. A encenação da comunicação no discurso de divulgação científica. *In*: J. AUTHIER-REVUZ. *Palavras incertas: as não coincidências do dizer* (E. Orlandi, Trad.). Campinas: UNICAMP, 1998.

AUTHIER-REVUZ, J. Dialogismo e divulgação científica. *RUA*, v. 5, p. 9-15, 1999.

BRANDI, A. e GURGEL, C. A alfabetização científica e o processo de ler e escrever em séries iniciais: emergências de um estudo de investigação-ação. *Ciência & Educação*, v. 8, p. 113-125, 2002.

BRÁS, J. e FREITAS, D. Evolução da pesquisa em educação não-formal e divulgação científica no Brasil: um meta-estudo. *Educação: Teoria e Prática*, v. 28, p. 241-261, 2018.

BRIZOLA, J. e FANTIN, N. Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. *Revista de Educação do Vale de Arino*, v. 3, n. 2, p. 23-39, 2016.

BUENO, W. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. *Revista Informação & Informação*, v. 15, p. 1-12, 2010.

BUENO, W. Jornalismo científico. *Ciência e Cultura*, v. 37, p. 1420-1427, 1985.

CALDAS, G. Divulgação científica e relações de poder. *Informação & Informação*, v. 15, p. 31-42, 2010.

CANDOTTI, E. Ciência na educação popular. *In*: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. *Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil*. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, v. 22, p. 89-100, 2003.

CHAVES, P. E. E.; SACHET, L. N.; LOPEZ, D. R.; MELO, C. A. R.; MACHADO, M. M. e FARIAS, F. M. O uso do podcast como ferramenta de divulgação científica. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 11, n. 3, p. 1-1, 2020. Disponível em: https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/107656, acesso em abr. 2024.

CUNHA, M. *Divulgação científica*: *diálogos com o ensino de ciências*. Curitiba: Editora Appris, 2019.

CUNHA, M. e GIORDAN, M. *A divulgação científica na sala de aula*: *perspectivas e possibilidades*. Ijuí: Editora Unijuí, 2015.

FERREIRA, L. N. A. e QUEIROZ, S. L. Textos de divulgação científica no ensino de ciências: uma revisão. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia,* v. 5, n. 1, p. 3-31, 2012.

FIORESI, C. A. *Circulação da divulgação científica em livros didáticos de química:* a textualização da radioatividade enquanto fato científico. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

FROZZA, E. e PASTORIZA, B. Discursos sobre a experimentação na formação de professores de química. *Interfaces da Educação,* v. 12, p. 64-90, 2021.

GERMANO, M. e KULESZA, W. A popularização da ciência: uma revisão conceitual. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 24, p. 7-25, 2007.

GOUVÊA, G. A Divulgação da ciência, da técnica e cidadania e a sala de aula. *In*: CUNHA, M. e GIORDAN, M. *A divulgação científica na sala de aula:* perspectivas e possibilidades. Ijuí: Editora Unijuí, 2015.

LEITE, B. Histórias em quadrinhos e ensino de química: propostas de licenciados para uma atividade lúdica. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, v. 1, p. 58-74, 2017.

LIMA, G. e GIORDAN, M. Da reformulação discursiva a uma práxis da cultura científica: reflexões sobre a divulgação científica. *História, Ciências, Saúde*, v. 28, p. 375-392, 2021.

MAMEDE, M. e ZIMMERMANN, E. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de física. *In*: 16º Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Paulo: SBF, 2005.

MARANDINO, M. A pesquisa educacional e a produção de saberes nos museus de ciência. *História, Ciências, Saúde*, v. 12, p. 161-181, 2005.

MARANDINO, M.; SILVEIRA, R.; CHELINI, M.; FERNANDES, A.; RACHID, V.; MARTINS, L.; LOURENÇO, M.; FERNANDES, J. e FLORENTINO, H. A educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz? *In*: *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Bauru: ABRAPEC, 2003.

MARTINS, J.; BAPTISTA, B.; OLIVEIRA, V.; MARTINEZ, A.; KRINDGES, M. e BRAIBANTE, M. Oficina temática: a química presente nos aparelhos eletrônicos. *Research, Society and Developmen*, v. 9, n. 7, p. 1-22, 2020.

MASSARANI, L. *A divulgação científica no Rio de Janeiro: algumas reflexões sobre a década de 1920*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

MORA, A. M. S. *A Divulgação da ciência como literatura.* Rio de Janeiro: UFRJ, 2003.

NASCIMENTO, S. S. *O* gênero radiofônico e a divulgação da ciência e da tecnologia. *In*: GIORDAN, M. e CUNHA, M. B. *Divulgação científica na sala de aula*: *perspectivas e possibilidades*. Ijuí: Editora da Unijuí, 2015.

NASCIMENTO, T. Definições de divulgação científica por jornalistas, cientistas e educadores em ciências. *Ciência em Tela*, v. 1, n. 2, p. 1-8, 2008.

NASCIMENTO, T. G. Contribuições da análise do discurso e da epistemologia de Fleck para a compreensão da divulgação científica e sua introdução em aulas de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 7, n. 2, p. 127-144, 2005.

PORTO, P. A.; QUEIROZ, S. L. e SANTOS, W. L. O ENEQ e a pesquisa em ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 37, p. 1, 2015.

RENDEIRO, M. F. e GONÇALVES, C. B. Divulgação científica no favorecimento do aprendizado de matemática no ensino médio, no projeto presencial e mediado por tecnologia da Seduc-AM. *In*: GONÇALVES, C. B.; MAGALHÃES, C. E. e ARAÚJO, C. S. *Divulgação científica: teorias e práticas para o ensino de ciências no Amazonas.* Manaus: UEA, 2018.

RIBEIRO, R. A. *Divulgação científica e ensino de física: intenções, funções e vertentes*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ROCHA, M. e MARTINS, I. O professor e a divulgação científica na sala de aula*. In:* III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. São Paulo: ABRAPEC, 2001.

ROCHA, M. Textos de divulgação científica na sala de aula: a visão do professor de ciências. *Revista Augustus*, v. 14, n. 29, p. 24-34, 2010.

SANTOS, M. Ciência como cultura - paradigmas e implicações epistemológicas na educação. *Química Nova*, v. 32, n. 2, p. 530-537, 2009.

SANTOS, W. e MORTIMER, E. Tomada de decisão para ação social responsável no Ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2002.

SCHNETZLER, R. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química Nova*, v. 25, n. 1, p. 14-24, 2002.

SILVA, M. B. e SASSERON, L. H. Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 23, 2021.

SUÁREZ, D. e FLORES, J. La investigación narrativa, la formación y la práctica docente. *Revista del IICE*, v. 42, p. 5-14, 2017.

TORRESI, S. I. C.; PARDINI, V. e FERREIRA, V. Sociedade, divulgação científica e jornalismo científico. *Química Nova*, v. 35, n. 3, p. 447, 2012.

VALÉRIO, M. e BAZZO, W. O papel da divulgação científica em nossa sociedade de risco: em prol de uma nova ordem de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. *Revista Ibero Americana de Ciência, Tecnologia, Sociedad e Inovación*, v. 25, n. 1, p. 31-39, 2006.

VIEIRA, C. L. *Pequeno manual de divulgação científica: dicas para cientistas e divulgadores de ciência*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2007.

WENZEL, J. *A significação conceitual em química em processo orientado de escrita e reescrita e a significação da prática pedagógica.* Tese de Doutorado. Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2013.

ZAMBONI, L. M. *Cientistas, jornalistas e a divulgação científica: subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica*. Campinas: Autores Associados, 2001.

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160375

A Etnoquímica na produção de cerâmica tradicional: interseções entre Saberes Ancestrais e a Química Moderna

Ethnochemistry in traditional ceramic production: intersections between Ancestral Knowledge and Modern Chemistry

Samuel Antonio Silva do Rosario

Resumo: A integração de conhecimentos tradicionais com conceitos científicos modernos tem se mostrado valiosa em diversos campos de estudo. Neste artigo, investigam-se as interseções entre os saberes ancestrais e a Química moderna dentro do contexto da produção cerâmica na Vila Cuera, localizada em Bragança, Pará, Brasil. O foco recai sobre como práticas tradicionais de seleção e manipulação da argila, enriquecidas pelo uso de aditivos naturais como o caraipé e o chamote, estão intrinsecamente ligadas a conceitos químicos, influenciando as propriedades físico-químicas e térmicas dos artefatos cerâmicos. Através de uma abordagem metodológica etnográfica, envolvendo observação participante, entrevistas semiestruturadas e análise fotográfica, o estudo destaca a Etnoquímica como um campo que une saberes tradicionais e ciência da Química. Os resultados demonstram que a aplicação de técnicas hereditárias na cerâmica da Vila Cuera não apenas reflete uma compreensão empírica das propriedades da argila, mas também ressoa com os princípios da Química moderna, afetando diretamente a plasticidade, resistência, porosidade e durabilidade dos produtos cerâmicos. Pretende-se que este artigo evidencie a importância de integrar os saberes tradicionais ao ensino, aprendizagem e à prática da Química contemporânea, argumentando que tal integração oferece uma perspectiva educacional mais rica e inclusiva, essencial para o avanço da disciplina e para o desenvolvimento de profissionais de Química e educadores com uma compreensão abrangente e multicultural da ciência.

Palavras-chave: cerâmica tradicional, etnoquímica, química, educação em química, saberes tradicionais.

Abstract: The integration of traditional knowledge with modern scientific concepts has been proved valuable in various fields of study. This article investigates the intersections between ancestral knowledge and modern chemistry within the context of ceramic production in Vila Cuera, located in Bragança, Pará, Brazil. The focus is on how traditional practices of selecting and manipulating clay, enriched by the use of natural additives such as *caraipé* and *chamote*, are intrinsically linked to chemical concepts, influencing physicochemical and thermal properties of the ceramic artifacts. By means of an ethnographic methodological approach involving participant observation, semi-structured interviews and photographic analysis, the study highlights Ethnochemistry as a field that unites traditional knowledge and chemical science. The results demonstrate that the application of hereditary techniques in the ceramics of Vila Cuera not only reflects an empirical understanding of the properties of clay but also resonates with the principles of modern Chemistry, directly affecting the plasticity, strength, porosity, and durability of the ceramic products. This article aims to highlight the importance of integrating traditional knowledge into the teaching, learning, and practice of contemporary Chemistry, arguing that such integration provides a richer and more inclusive educational perspective, essential for advancing the discipline and for developing Chemistry professionals and educators with a comprehensive and multicultural understanding of science.

Keywords: traditional ceramics, ethnochemistry, chemistry, chemistry education, traditional knowledge.

Samuel Antonio Silva do Rosario (samuel.rosario@ifpa.edu.br) é Doutor em Educação em Ciências e Matemáticas pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Pós-Doutorando em Agriculturas Amazônicas pela UFPA. Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Marabá, PA-BR.
Data de Submissão: 26/09/2023; Data de Aceite: 24/06/2024

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.

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons

Introdução

A Química, tradicionalmente entendida como um dos pilares da ciência moderna, tem suas raízes profundamente entrelaçadas com as práticas e tradições de diferentes comunidades ao longo da história humana. Longe de ser apenas uma coleção de reações e equações isoladas dos contextos humanos, a Química é, em sua essência, uma resposta cultural aos desafios e curiosidades que as sociedades enfrentam ao interagir com o mundo natural.

Conforme Atkins *et al.* (2018), a Química opera em três níveis: macroscópico, microscópico e simbólico. No nível macroscópico, se ocupa das transformações visíveis da matéria, como a queima de um combustível ou a alteração da cor de uma folha no outono, por exemplo. Contudo, por trás dessas mudanças evidentes, há um universo microscópico em constante evolução, decifrados pela Química com base no rearranjo dos átomos. O terceiro nível é o simbólico, no qual os fenômenos são representados através de símbolos químicos e equações matemáticas. O químico concebe ideias no plano microscópico, realiza experimentações no plano macroscópico e traduz ambos os planos, utilizando a linguagem simbólica.

O desenvolvimento da Química não se dá em um vácuo isolado, mas é intrinsecamente entrelaçado com os contextos socioculturais que o moldam. Nesse contexto, surge a Etnoquímica, um campo emergente de interseção da Química acadêmica com as práticas socioculturais e tradicionais de diferentes comunidades ao redor do mundo. Essa perspectiva é especialmente valiosa na era da globalização e dos avanços científicos acelerados, em que a diversidade de saberes e práticas oferecem diferentes racionalidades sobre um mesmo tema.

Entendendo a Química em suas múltiplas dimensões, a noção de alfabetização científica, delineada por Chassot (2003; 2018), ganha proeminência. Ele argumenta que a ciência, e a Química em particular, não deve ser percebida meramente como um conjunto isolado de verdades. Em vez disso, está profundamente enraizada e influenciada por nosso patrimônio social e cultural. Assim, a educação científica precisa ir além de simplesmente transmitir conceitos, envolvendo a integração de saberes com ênfase na contextualização e no rigor metodológico.

Tal abordagem possibilita a formação de indivíduos verdadeiramente alfabetizados em ciência, que são capazes de apreciá-la e valorizá-la não apenas por seu conteúdo técnico, mas também por seu impacto e relevância na história e cultura humanas. Essa visão mais abrangente e enriquecedora posiciona a ciência como uma parte integral da experiência humana, destacando sua relevância e importância no tecido mais amplo da sociedade e da cultura.

Nesse contexto, a compreensão dos povos tradicionais e seu conhecimento sobre a natureza, conforme descrito por Toledo e Barrera-Bassols (2015), revela-se fundamental. Os autores salientam que essas comunidades, especialmente os povos indígenas, possuem uma "memória biocultural", rica em práticas e conhecimentos sobre a coexistência sustentável com a natureza. Tal patrimônio de saberes, enraizado em uma profunda conexão com o meio ambiente, oferece compreensões valiosas para o enfrentamento de desafios ecológicos contemporâneos, evidenciando a relevância da interação entre conhecimentos científicos modernos e tradições ancestrais.

Ao expandir essa compreensão, as contribuições de acadêmicos como Ubiratan D'Ambrosio e Paulus Gerdes tornam-se relevantes, mesmo para o campo da Química. D'Ambrosio (2011) discute a inter-relação entre conhecimento cultural e respostas adaptativas aos ambientes, sugerindo que o conhecimento tradicional, incluindo aquele relacionado à Química e à Etnociência, é construído em resposta a desafios ambientais e sociais específicos. Essa abordagem ressalta a importância de entender os sistemas de conhecimento tradicionais como uma resposta adaptativa complexa, que inclui, mas não se limita, a conhecimentos matemáticos.

Similarmente, Gerdes (2007) oferece contribuições para a compreensão do conhecimento tradicional, especialmente em contextos africanos, que iluminam a profundidade e a riqueza dos sistemas de saberes dessas culturas. O autor destaca como essas tradições, que se estendem além dos limites convencionais da ciência ocidental, podem oferecer perspectivas valiosas e inovadoras em diversas áreas do conhecimento, incluindo a Química. Sua análise sublinha a importância de reconhecer e integrar esses conhecimentos tradicionais, não apenas como uma rica fonte de dados históricos e culturais, mas também como recursos para o avanço científico contemporâneo e para o desenvolvimento de soluções sustentáveis.

Ao englobar essas perspectivas mais amplas, este artigo realça que a "memória biocultural" dos povos tradicionais é um conjunto complexo que transcende o conhecimento ecológico. Ela engloba um espectro amplo de saberes, incluindo aqueles que são pertinentes à Química. Esse entendimento revela que os sistemas de saberes tradicionais são mais do que apenas respostas adaptativas a desafios ambientais; eles representam um conjunto integrado de práticas e compreensões que têm aplicações vitais na solução de questões contemporâneas (Snively e Corsiglia, 2001).

Segundo Almeida (2017), esses saberes tradicionais se distinguem do senso comum por seu embasamento em métodos sistemáticos e experiências controladas. Assim, os saberes referentes à Química, observados durante esta pesquisa, são analisados a partir da complementaridade entre os saberes da tradição e os científicos com a intenção de articular a dupla face do conhecimento, científico e tradicional, estabelecendo um diálogo entre os dois.

Ambas as formas de conhecimento embasam-se em atributos e mecanismos cognitivos inerentes ao pensamento humano, no entanto, diferenciam-se em suas abordagens epistemológicas. O conhecimento tradicional é fundamentado na "lógica do sensível", dando ênfase à percepção sensorial direta e à vivência

empírica. Por outro lado, o modelo científico se inclina para uma visão mais abstrata, ancorada na elaboração teórica e no rigor metodológico (Lévi-Strauss, 2012).

Nessa perspectiva, sociedades imersas em seu ambiente natural, empregam uma "metarracionalidade" para entender e explicar o mundo ao seu redor. Esse conhecimento é baseado em observações e experimentações com resultados práticos, utilizando artefatos disponíveis para realizar tarefas com auxílio de atributos ligados à sensibilidade no que se refere à visão, à audição, ao paladar, ao olfato e ao tato, constituindo, assim, com base em Lévi-Strauss (2012), uma ciência do sensível ou Ciência Primeira.

A documentação e divulgação de múltiplas racionalidades existentes em uma comunidade representam um enriquecimento de seu patrimônio cultural. Compreender como os membros de uma cultura articulam seus conhecimentos pode abrir portas para a integração mais eficaz de saberes científicos e tradicionais no contexto sociocultural em questão (Mendes e Farias, 2014).

Um exemplo dessa interseção é a produção de cerâmica na Vila Cuera, localizada no espaço rural do município de Bragança, Pará, Brasil. Segundo a história divulgada pelos meios oficiais, como o IBGE (2021), e pelos próprios moradores locais, foi nesse espaço que, aproximadamente 400 anos atrás, iniciou o que hoje conhecemos como município de Bragança. Por esse motivo, a comunidade também é conhecida como "Vila Que Era" Bragança (Loureiro, 1987).

As técnicas adotadas pelos ceramistas da Vila têm suas raízes em antigas tecnologias indígenas que foram desenvolvidas e transmitidas pelas civilizações que anteriormente habitaram a Amazônia (Rosario, 2018; 2023). A prática mobiliza saberes que dialogam com a termodinâmica e com a Química dos materiais, mais especificamente na utilização de substâncias de origem animal e vegetal, como o caraipé, para aprimorar a qualidade da cerâmica (Rosario e Silva, 2023; 2024).

O caraipé (*Licania octandra*) também é conhecido como caraiperana, caripé, cariperana, uxi-do-igapó e uxirana (Serviço Florestal Brasileiro, 2023). É um derivado das cinzas da casca e entrecasca de plantas do gênero *Licania* e representa uma inovação notável das comunidades indígenas da região amazônica. Conforme Barreto *et al*. (2016), o caraipé é utilizado em diversas proporções e granulações, desempenhando um papel crucial na melhoria das propriedades físicas das cerâmicas, como textura, porosidade e resistência. Ele contribui para a modulação da plasticidade da argila e melhora a resistência mecânica e térmica dos artefatos cerâmicos, que afetam positivamente o processo de sinterização durante a queima.

A utilização do caraipé na produção cerâmica amazônica, conforme documentado por Hepp (2021), possui uma tradição que se estende por aproximadamente 4.000 anos. A detecção desse componente em artefatos cerâmicos das culturas marajoara e tapajônica, conforme indicado por pesquisas arqueológicas (Schaan, 2009; Guapindaia, 1993; Hepp, 2021), não somente comprova a manutenção dessa prática, mas também sua efetividade e relevância no contexto ancestral. Tal prática revela um conhecimento expressivo por parte dos povos originários da Amazônia acerca das propriedades químicas e físicas dos materiais, desafiando visões eurocêntricas sobre a complexidade e sofisticação tecnológica dessas culturas.

Esse reconhecimento contribui significativamente para uma reavaliação das capacidades tecnológicas e de engenharia dos povos pré-coloniais amazônicos (Rosario e Rosario, 2018), sugerindo sociedades com estruturas sociais e tecnológicas mais avançadas do que previamente reconhecido. Rostain *et al.* (2024), por exemplo, descrevem sistemas urbanos pré-hispânicos na região do Vale Upano, na Amazônia equatoriana, que evidenciam um cenário de desenvolvimento urbano e agrícola datado de mais de 2.000 anos, comparável em complexidade aos sistemas urbanos dos maias no México e na Guatemala.

Tais descobertas enfatizam a necessidade de revisitar e valorizar o conhecimento dos povos originários, integrando-o ao *corpus* científico contemporâneo. A prática do uso do caraipé na cerâmica não é apenas um exemplo da aplicação prática de conhecimentos químicos ancestrais, mas também um testemunho da capacidade inovadora dos povos da Amazônia em adaptar e transformar tecnologicamente os recursos naturais disponíveis. Portanto, a análise etnoquímica dessas práticas tradicionais ilumina a contribuição indelével dos saberes ancestrais para a Química moderna, ressaltando o valor inestimável dessas tradições no enriquecimento da educação e da pesquisa em Química.

Mais do que artefatos meramente utilitários, as cerâmicas produzidas são uma expressão material da cultura e tradição de toda uma comunidade. Cada peça encapsula aspectos multifacetados da sociedade que a produziu, desde a racionalidade e mitologia, até as esferas sociais, políticas e religiosas (Simões, 1981; Guapindaia, 1993; Schaan, 2009). Essa é uma manifestação vívida da "ciência do sensível", uma forma de racionalidade química que está intrinsecamente conectada às práticas socioculturais e que subsiste até hoje.

Dessa forma, investigar a multiplicidade de abordagens para compreender fenômenos naturais é crucial para valorizar e integrar a rica diversidade cultural da humanidade em sua ampla gama de contextos geográficos e socioculturais. Essa premissa serve como um alicerce para estabelecer interações frutíferas entre o conhecimento tradicional e os avanços científicos, ambos articulados nas práticas socioculturais.

Nessa perspectiva, esta investigação almejou compreender como as práticas ancestrais, enraizadas em conhecimentos etnofísicos e etnoquímicos se entrelaçam com princípios químicos modernos para criar cerâmicas tradicionais. A Vila Cuera, com sua longa história de produção cerâmica, serve como um estudo de caso emblemático, destacando como o conhecimento indígena, transmitido ao longo de gerações, contribui para o desenvolvimento de técnicas sofisticadas.

A questão central de pesquisa deste artigo é: "Como os processos de extração, seleção e preparação de argilas na Vila Cuera demonstram a integração dos saberes etnoquímicos com os princípios da Química moderna e de que maneira essa integração impacta na produção de artefatos cerâmicos?".

Nessa perspectiva, a descoberta de conhecimentos etnoquímicos desenvolvidos pelos povos originários da Amazônia, manifestados em cerâmicas arqueológicas, reforça a percepção de que a Etnoquímica constitui um elemento intrínseco à história da Química.

Ao abordar a interseção entre os saberes tradicionais e a Química moderna, descortina-se uma oportunidade singular de compreender a complexidade dos sistemas de conhecimento humano. Essa análise revela como práticas ancestrais de manufatura cerâmica, longe de serem obsoletas ou distantes da Química acadêmica convencional, são intrinsecamente complementares e essenciais para um entendimento mais rico da ciência. Tal abordagem não apenas expande os horizontes da disciplina de Química, mas também sublinha a crucialidade de englobar a diversidade cultural humana no desenvolvimento científico, ilustrando como as técnicas tradicionais estão intrinsecamente ligadas a uma compreensão abrangente de ciência, natureza, história, cultura e tradição.

Metodologia

Para desvelar a Etnoquímica vinculada à produção cerâmica da Vila Cuera, optou-se por uma metodologia qualitativa, delineada por Oliveira (2016). A escolha metodológica emergiu de sua notória aptidão para uma interação e imersão profunda com a comunidade, proporcionando um entendimento mais abrangente e enraizado do fenômeno sob investigação, como ilustram Taquette e Borges (2019) e Latour (2006). Nesse contexto, o conhecimento é percebido não como uma entidade isolada, mas como um conjunto socialmente construído, emergindo das interações diárias dos indivíduos com o ambiente que os cerca.

Além do estudo empírico em campo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em trabalhos acadêmicos sobre a Etnoquímica, que contribuiu para a base teórica sobre esse tema. Para compreender melhor como o conceito de Etnoquímica tem sido abordado, realizou-se um levantamento de pesquisas catalogadas no Catálogo de Teses e Dissertações (CTD) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), assim como em outras plataformas acadêmicas relevantes. A investigação visou identificar trabalhos que abordam a interconexão entre conhecimentos acadêmicos em Química e saberes oriundos de contextos socioculturais específicos.

É pertinente observar que a nomenclatura "Etnoquímica" frequentemente emerge em estudos que abordam temas convergentes ao deste artigo como um termo agregador para trabalhos que analisam a interseção entre a Química e as práticas socioculturais ou os saberes tradicionais.

De acordo com o levantamento realizado até o ano de 2023 no CTD da CAPES, identificaram-se um total de cinco dissertações de mestrado e uma tese de doutorado que empregam o termo "Etnoquímica" em categorias de "título", "resumo" e "palavra-chave". Em uma análise cronológica, os autores desses trabalhos são Francisco (2004), Luna (2019), Medeiros (2020), Carvalho (2022), Almeida (2023) e Borba (2023).

Na pesquisa de campo, foi utilizado o método etnográfico para descrever e interpretar os dados registrados, de acordo com as recomendações de Perinelli Neto (2019), Oliveira (2016) e Latour (2006). Esse método possibilitou compreender o fenômeno estudado, levando em consideração a complexidade e singularidade da mobilização de saberes relacionados à Química na produção de cerâmicas tradicionais.

Este artigo é parte de uma extensa pesquisa iniciada em 2016, focada na interseção entre saberes tradicionais e a educação em ciências na produção de cerâmica. A metodologia adotada combina três abordagens complementares: observação participante, entrevistas semiestruturadas e registros fotográficos, proporcionando uma visão mais abrangente e profunda do fenômeno estudado.

Cabe ressaltar que em todas as etapas da investigação foi solicitada a autorização da participação dos artesãos por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, mantendo, desse modo, os cuidados éticos da pesquisa com pessoas. O documento esclarecia os objetivos, a metodologia e solicitava, ainda, a autorização para o uso de imagens e informações dos artesãos que participaram da pesquisa de campo.

A observação participante, conforme delineada por Oliveira (2016) e Faermam (2014), foi empregada como estratégia inicial. Essa técnica envolveu uma imersão na comunidade de ceramistas da Vila Cuera, facilitando a compreensão das práticas e tradições locais. As interações com os artesãos ocorreram entre 2016 e 2023. As atividades incluíram desde a coleta de matérias-primas, como argila e caraipé, até a observação de métodos de preparação e mistura desses materiais e o acompanhamento dos processos de modelagem e queima. Com o intuito de aprofundar o entendimento químico dos processos observados, foram realizadas pesquisas bibliográficas e estabeleceu-se diálogos com especialistas, enriquecendo, assim, a análise dos saberes tradicionais dos artesãos.

Durante a observação, foram feitas anotações detalhadas, com foco nas técnicas utilizadas e na interação dos ceramistas com seus materiais. Atenção particular foi dada ao manejo da argila, às variações em sua composição e ao controle da temperatura durante a queima, fatores cruciais para a qualidade do produto final. A observação também proporcionou um entendimento do contexto cultural em que essas práticas estão inseridas, incluindo o papel da cerâmica na vida comunitária e as tradições a ela associadas.

A imersão permitiu ainda a identificação de detalhes sutis, que poderiam não ser perceptíveis em visitas breves ou entrevistas isoladas. Por exemplo, foi observado como pequenas

alterações na preparação da argila impactam significativamente a qualidade da cerâmica e como os ceramistas ajustam suas técnicas baseados em experiências acumuladas. Essas observações forneceram informações valiosas sobre a interação entre os saberes ancestrais e as práticas contemporâneas, fundamentais para entender a Etnoquímica envolvida na produção de cerâmica tradicional.

Na sequência da observação participante, procedeu-se à realização de entrevistas semiestruturadas, conforme as diretrizes estabelecidas por Oliveira (2016). Essa etapa metodológica foi empregada com o objetivo de aprofundar a compreensão acerca das percepções e do conhecimento dos artesãos locais sobre a produção de cerâmica. Participaram das entrevistas diversos membros da comunidade, desde ceramistas experientes até aprendizes e outros indivíduos envolvidos no trabalho.

As entrevistas foram desenhadas para serem flexíveis, permitindo uma discussão aprofundada sobre temas como a seleção e o tratamento de materiais naturais, as técnicas de modelagem e a queima, além da transmissão de conhecimentos e habilidades através das gerações. As entrevistas permitiram identificar padrões e temas recorrentes, ressaltando o papel fundamental do conhecimento tradicional nas escolhas e usos de materiais, na manipulação de técnicas de queima e no *design* final das peças cerâmicas.

De forma complementar, foi utilizado o registro fotográfico, fundamentado nas técnicas e sugestões de Rocha e Eckert (2014) da antropologia visual. Esse método foi adotado para complementar as informações obtidas por meio da observação participante e das entrevistas, proporcionando uma dimensão visual ao estudo.

O registro fotográfico atuou como uma importante ferramenta, capturando aspectos específicos e momentos significativos do processo cerâmico, que poderiam ser omitidos na descrição textual (Rosario e Silva, 2020b). As fotografias registraram detalhes como as técnicas de modelagem, os padrões encontrados, a configuração e o manejo dos fornos e as características finais das peças. Essas imagens ofereceram uma narrativa visual que ilustra a complexidade das técnicas empregadas, evidenciando a estética e a qualidade dos produtos finais, além da interação dos artesãos com materiais e ferramentas (Rosario e Saraiva, 2018).

Além disso, o registro fotográfico foi fundamental para captar variações sutis nos materiais e nas técnicas ao longo do tempo, aspecto particularmente relevante para estudos longitudinais. As fotografias também revelam a atmosfera e o contexto cultural em que a cerâmica é produzida, proporcionando compreensões sobre a influência do ambiente e das tradições locais no processo cerâmico.

A combinação desses instrumentos de pesquisa permitiu compreender de forma aprofundada a interseção entre os saberes tradicionais e o conhecimento científico, especificamente, neste artigo, no que se refere as interseções entre saberes ancestrais e a Química moderna.

Etnoquímica

A Etnoquímica é um campo em ascensão no Brasil que busca integrar a Química acadêmica aos saberes tradicionais de diversos grupos socioculturais. Refere-se à focalização de saberes de indivíduos situados em cenários culturais, históricos e sociais específicos. Inspira-se na Etnomatemática, que ultrapassa os limites numéricos para incluir a interação entre a matemática e a cultura, conforme delineado por D'Ambrosio (2011) e Gerdes (2007). Essa abordagem indica um caminho para a Etnoquímica, analisando como conhecimentos químicos acadêmicos e práticas tradicionais se conectam.

Os estudos nessa área são promissores, oferecendo diversas perspectivas sobre a interseção da Química com os saberes tradicionais. A análise bibliográfica realizada identificou trabalhos significativos que contribuem para um entendimento mais amplo da Etnoquímica, que reflete como ela pode enriquecer o campo da Química com abordagens culturalmente enraizadas.

Assim, a presente seção visa elucidar a importância da Etnoquímica na pesquisa da Química contemporânea e para o ensino dessa área de conhecimento, destacando a relevância de integrar saberes tradicionais e acadêmicos. Esse enfoque interdisciplinar promove uma visão mais abrangente da Química, considerando a diversidade de contextos socioculturais e enriquecendo o campo científico com novas perspectivas.

Em sua tese de doutorado, Francisco (2004) conceitua a Etnoquímica como um campo que se situa entre a Antropologia cultural e a ciência, que envolve o estudo de como diferentes culturas utilizam e transformam materiais, contribuindo para a base científica da Química. A autora argumenta que, ao longo da história, a Química se desenvolveu a partir de práticas que não eram estritamente "científicas" para uma disciplina com uma metodologia de pesquisa avançada, destacando que essa evolução sempre esteve intrinsecamente ligada à vida humana e as suas práticas culturais. Tal evolução, documentada ao longo do tempo, permite que sociedades transmitam seus conhecimentos e cultura para gerações futuras.

A relevância de conectar o conhecimento tradicional com a Química é corroborada por diversos estudos, incluindo a dissertação de mestrado de Luna (2019), um estudo exploratório de natureza qualitativa, que aborda a relação entre os saberes populares e a Etnoquímica em um clube de mães em Campina Grande, Paraíba, focando na prática cultural de produção de chás. A pesquisa identificou que essas mulheres utilizam cerca de 30 plantas medicinais diferentes para fazer chás, um conhecimento transmitido de geração a geração. A autora destaca a preocupação emergente quanto à erosão desses saberes tradicionais face à predominância do conhecimento científico formal. Também pontua que a Etnoquímica pode ser um caminho promissor para o resgate e a valorização dos conhecimentos populares, ressaltando seu papel na conservação e valorização do patrimônio cultural.

Similarmente, Medeiros (2020) investigou em sua dissertação de mestrado a relevância da Etnoquímica na educação básica. Realizado em uma comunidade especializada no beneficiamento artesanal de peles de animais em Jardim do Seridó-RN, o estudo procura entender os métodos e desafios dos artesãos locais. Medeiros argumenta que integrar esses conhecimentos culturais na educação formal de Química não apenas amplia o entendimento da disciplina, mas também leva a uma pedagogia eficaz. Para o autor, a Etnoquímica é uma área de pesquisa que visa buscar e investigar os conhecimentos, os saberes e as práticas, no que concerne às diversas culturas de povos tradicionais, relacionando-as aos conhecimentos químicos.

De modo análogo, Carvalho (2022) discute em sua pesquisa o potencial da Etnoquímica para contextualizar e tornar mais inclusivo o ensino de Química. Para o autor, a Etnoquímica busca compreender as relações entre os saberes da natureza e as coisas que cercam e moldam os povos, grupos e indivíduos. Utilizando a "cultura da banana" como estudo de caso, Carvalho demonstra como a Etnoquímica pode ser aplicada tanto na pesquisa quanto na pedagogia. O autor sugere duas perspectivas metodológicas para a Etnoquímica: uma voltada para a pesquisa científica com abordagem etnográfica e outra com foco no ensino e aprendizagem de cunho didático-pedagógico.

Em um estudo mais recente, Almeida (2023) aborda a aplicação da Etnoquímica no ensino de Química Orgânica, utilizando plantas medicinais para contextualizar o conteúdo. O estudo destaca como a contextualização prática facilita a aprendizagem, reforçando a importância da Etnoquímica como uma estratégia pedagógica eficiente.

Borba (2023), em sua pesquisa, também aborda a integração da Etnoquímica no currículo escolar. Focando na cultura local da uva Isabel, Borba examina como a Etnoquímica pode tornar o ensino de Química mais relevante, ao mesmo tempo em que aumenta a consciência crítica dos alunos acerca de questões sociais. Dessa forma, a pesquisa sugere que a Etnoquímica pode servir como uma ferramenta eficaz para tornar o ensino de Química mais relevante e contextualizado, contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes.

Nessa perspectiva, argumenta-se que a Etnoquímica emerge como campo acadêmico e pedagógico que almeja a integração de saberes tradicionais e científicos, no qual se busca investigar os fenômenos relacionados à matéria e suas mudanças em contextos socioculturais específicos, abordando temas como mudanças de estado físico, ligações químicas, reações e quantidades estequiométricas, entre outros.

Outras dissertações de mestrado adicionais foram analisadas para compreender a amplitude e profundidade deste tema emergente na educação em ciências, reforçando, assim, o levantamento bibliográfico anteriormente citado.

Por exemplo, Gondim (2007) realizou um estudo etnográfico no Triângulo Mineiro sobre a tecelagem em tear de quatro pedais. A investigação demonstrou que a tecelagem constitui uma fonte rica de princípios químicos que podem ser integrados ao currículo do Ensino Médio, funcionando como uma interface entre saberes populares e conhecimentos científicos formais.

Anastácio (2015) centrou sua dissertação na amalgamação do conhecimento tradicional e científico em educação em Química, abordando especificamente a história da borracha extraída de seringueiras no Acre. Seu estudo evidenciou que tal abordagem pedagógica não apenas enriqueceu a formação de futuros professores, mas também permitiu que o conhecimento tradicional fosse traduzido em saber acadêmico.

Em consonância com as diretrizes nacionais para a formação de professores, Assis Junior (2017) investigou a interseção entre Etnoconhecimento e Educação Química na Amazônia brasileira. Os resultados corroboraram a integração viável de práticas tradicionais amazônicas, ricas em conhecimentos químicos, na formação inicial de professores da região, destacando a relevância desse paradigma em um contexto culturalmente diverso.

Santos (2018) aplicou uma abordagem de pesquisa participante para estudar como saberes tradicionais quilombolas poderiam ser integrados ao currículo de Química. Os achados indicam que essa integração não só valoriza o conhecimento tradicional, mas também facilita o aprendizado de princípios científicos dos alunos, tornando o ensino mais inclusivo e contextualizado.

Por sua vez, Barbosa (2019) propôs a integração do conhecimento popular de agricultores familiares sobre o uso de agrotóxicos no ensino de Química, baseando-se nos Parâmetros Curriculares Nacionais e na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Os resultados ressaltaram o desenvolvimento da capacidade dos alunos de resolver problemas químicos, bem como uma compreensão mais profunda das implicações sociais e ambientais associadas ao uso inadequado de agrotóxicos.

Por fim, Gomes (2021) focou em interligar o ensino de Química com saberes populares e científicos, usando a "palma forrageira" como tema gerador. Esse estudo resultou em um enriquecimento mútuo entre saberes populares, científicos e escolares e permitiu uma abordagem educativa mais contextualizada e relevante.

Além das dissertações e da tese previamente referenciadas, executou-se um levantamento bibliográfico de artigos relacionados ao campo da Etnoquímica, abrangendo publicações em periódicos e capítulos de livros. Entre os autores consultados, estão Barros e Ramos (*apud* Gerdes, 1994), Chassot (2008), Gondim e Mól (2008), Prigol e Del Pino (2009), Pinheiro e Giordan (2010), Resende *et al.* (2010), Venquiaruto *et al.* (2011), Marasinghe (2016), Singh e Chibuye (2016), Ajayi, Achor *et al.* (2017), Ajayi, Agamber *et al.* (2017), Rosario *et al.* (2018), Melo (2020), Siwale *et al.* (2020), Ugwu (2020), Sutrisno *et al.* (2020), Abumchukwu *et al.* (2021), Pinto *et al.* (2021), entre outros.

Após uma análise detalhada dos trabalhos relacionados à Etnoquímica, emergem considerações críticas significativas.

Apesar da diversidade de abordagens teóricas e metodológicas, identifica-se uma tendência na pesquisa sobre Etnoquímica que se concentra em torno de três eixos principais: (1) a construção de uma base teórica e conceitual para a Etnoquímica; (2) a interação entre o ensino e a aprendizagem de Química e as práticas socioculturais de grupos diversos; e (3) a utilização de métodos antropológicos para facilitar o diálogo entre o conhecimento químico acadêmico e as epistemologias de várias comunidades socioculturais.

O primeiro eixo se concentra no estabelecimento de uma base teórica e conceitual sólida para a Etnoquímica como campo de estudo. Isso sugere um esforço coletivo para dar ao tema uma fundamentação acadêmica robusta, permitindo que seja abordado com o rigor e a profundidade que merece.

O segundo eixo de convergência diz respeito à interligação entre o ensino e a aprendizagem de Química e o rico mosaico cultural dos diferentes grupos sociais estudados. Os trabalhos desse eixo não apenas reforçam a importância da Química dentro de um contexto sociocultural diversificado, mas também abordam a possibilidade dessa ciência de ser mais eficaz e significativa quando contextualizada nas tradições e práticas socioculturais específicas de cada comunidade, considerando perspectivas didáticas e pedagógicas.

O terceiro eixo envolve a adoção de métodos de pesquisa antropológicos, com o intuito de promover um diálogo produtivo entre a Química acadêmica e os sistemas de conhecimento de diferentes grupos socioculturais. Essa abordagem enriquece a compreensão da Química, tornando-a mais inclusiva e abrangente, ao mesmo tempo que respeita e valoriza os conhecimentos tradicionais.

Coletivamente, esses três eixos direcionam a Etnoquímica para ser uma área cientificamente atenta às complexidades culturais que influenciam a aquisição, aplicação e transmissão do conhecimento químico em diversos contextos socioculturais. Isso inclui o reconhecimento e a documentação de conceitos, práticas, técnicas e tecnologias utilizadas por diversos grupos socioculturais para explicar, entender e adaptar materiais de acordo com suas necessidades e contextos.

A transmissão de conhecimento nas comunidades tradicionais constitui um sistema complexo de sabedoria e experiência, em que o conhecimento é passado de geração para geração de forma empírica, predominantemente, por meio da oralidade e da vivência cotidiana, através de mestres experientes que compartilham seus saberes com os aprendizes mais jovens. De acordo com Rosario e Silva (2020a), tal diálogo intergeracional não apenas perpetua as tradições, mas facilita a formação de concepções de mundo individuais, representando uma jornada de mobilização cognitiva, definição de valores e compreensão dos processos que sustentam a comunidade.

Nesse contexto, é fundamental destacar que o conhecimento humano, desde tempos imemoriais, tem construído um complexo mosaico epistemológico que tanto influencia quanto é influenciado pelas práticas e crenças das sociedades através da história. Domínios como o "senso comum", "saberes populares" e "saberes tradicionais" desempenham papéis essenciais na construção do conhecimento e na interação com o mundo. Embora o senso comum abranja crenças e opiniões amplamente aceitas sem reflexão crítica profunda, os saberes populares referem-se a conhecimentos compartilhados dentro de uma sociedade ou comunidade, baseados em observação e experiência. Em contraste, os saberes tradicionais, arraigados nas tradições ancestrais de comunidades específicas, refletem uma profunda relação com os contextos cultural e ambiental, transmitidos através de gerações, que, em alguns aspectos, se aproximam do rigor científico devido ao seu embasamento em métodos sistemáticos e experiências controladas.

Nessa perspectiva, a Etnoquímica emerge como uma área de pesquisa que investiga a relação entre os saberes tradicionais e a ciência química. Dedica-se a estudar as práticas, os conhecimentos e as crenças associados à Química em diferentes culturas, evidenciando a complementaridade entre os saberes tracionais e os científicos. Essa interação visa articular a dupla face do conhecimento – científico e tradicional – estabelecendo um diálogo frutífero entre os dois.

A Etnoquímica também apresenta um potencial didático valioso. A introdução de conceitos etnoquímicos no currículo educacional pode proporcionar aos alunos uma compreensão mais profunda e contextualizada da ciência. Ao aprender sobre como diferentes culturas percebem, utilizam e interagem com substâncias e materiais, os alunos podem desenvolver uma apreciação mais rica da diversidade humana e da ciência como um todo.

Dessa maneira, a Etnoquímica instiga a olhar além das fronteiras tradicionais da ciência, a reconhecer e a valorizar o conhecimento que vem da observação, da experiência e da tradição. Em um mundo que está rapidamente se tornando globalizado, onde a uniformidade muitas vezes ofusca a singularidade, a Etnoquímica nos lembra da diversidade, do valor inestimável da sabedoria ancestral e da necessidade de abordar a ciência de uma maneira inclusiva e colaborativa.

Assim, a Etnoquímica pode ser conceituada como um campo de estudo que se dedica à análise das interações entre práticas, conhecimentos e crenças de grupos socioculturais distintos em relação à observação, experimentação, compreensão e manipulação de fenômenos químicos, bem como da matéria e de suas respectivas transformações no contexto de suas atividades diárias e tradições ancestrais.

O radical "etno" se relaciona ao fato de que cada grupo cultural distinto ser caracterizado por tradições, linguagens, mitos e símbolos próprios, desenvolvendo um modo particular de produzir sua ciência. O complemento "química" revela a relação dos seres humanos com os fenômenos químicos, com a matéria e as mudanças que ela sofre, ao passo de observar para aprender, experimentar para criar, entender para compartilhar, utilizar para vivenciar e manipular para melhorar. Isso engloba desde o uso de plantas medicinais e a produção de tinturas e

corantes até os métodos de conservação de alimentos e a produção de cerâmica, entre outros.

Ao integrar os saberes tradicionais à ciência moderna, a Etnoquímica oferece uma abordagem abrangente que pode levar a descobertas e compreensões inovadoras em diversas áreas do conhecimento. Além disso, ao aprofundar os estudos em Etnoquímica, contribuímos para o reconhecimento e a valorização dos conhecimentos e das práticas de comunidades frequentemente marginalizadas, que têm sido guardiãs da natureza, desenvolvendo soluções e técnicas resultantes de observações aprofundadas e experiências contínuas em seu ambiente. A integração desses saberes tradicionais tem o potencial de desencadear inovações significativas na ciência, como o desenvolvimento de novos medicamentos ou métodos de produção sustentáveis.

A Etnoquímica, portanto, emerge não apenas como um campo de estudo, mas também um apelo ético para uma maior inclusão e um maior respeito pelas diversas maneiras como a humanidade interage com o mundo da Química. Ela nos desafia a transcender os limites convencionais da ciência, reconhecendo que a diversidade de abordagens para compreender e manipular a matéria constitui uma riqueza cultural e científica inestimável, digna de ser valorizada e preservada.

Figura 1: (A) Vaso caeteuara centenário; (B) Vaso caeteuara moderno; (C) Peças em estágio de secagem, preparando-se para a etapa de queima; (D) Cerâmica caeteuara pós-queima. Fonte: Acervo da pesquisa, 2016-2023.

A Etnoquímica da cerâmica caeteuara

A produção de cerâmica na comunidade Vila Cuera (Figura 1), majoritariamente conduzida pela família Furtado, exemplifica um patrimônio dinâmico de conhecimento empírico e práticas ancestrais. A presente pesquisa contou com a participação de membros remanescentes da família, especificamente Dona Maria Furtado e seu filho Josias Furtado, que são os atuais guardiões das técnicas tradicionais de produção cerâmica na comunidade. Esse conjunto de conhecimentos mobiliza saberes transmitidos intergeracionalmente, bem como inovações individuais desenvolvidas pelos artesãos ao longo do tempo.

Fazer cerâmica com caráter caeteuara é uma forma simbólica de demonstrar a relação entre os ceramistas e o rio Caeté, elemento significativo tanto da história quanto da geografia do estado do Pará. Historicamente, o rio Caeté foi ponto de acesso para exploradores ingleses, franceses e portugueses ao município de Bragança há mais de 400 anos e influencia diretamente a nomenclatura da Região de Integração Rio Caeté (IOEPA, 2015). A coleta de argila, recurso primordial para a cerâmica, é realizada nas margens desse rio, frequentemente exigindo travessia por canoa.

O método de produção de cerâmica compreende quatro fases fundamentais: extração da argila, modelagem, secagem e queima da peça. A interligação dessas etapas, superficialmente simples, revela complexidades e nuances que permitem uma discussão com relação à Química e à Termodinâmica das etapas de extração e modelagem da argila, focos deste artigo.

A argila é uma matéria-prima natural caracterizada por sua textura terrosa e fina granulação. É composta principalmente de silicatos de alumínio hidratados, e sua aparência reflete sua estrutura interna, formada por folhas. É, predominantemente, formada por argilominerais, que são silicatos de alumínio e ferro hidratados, com estrutura cristalina em camadas bem definidas (Atkins *et al.,* 2018).

Essa estrutura é composta por unidades estruturais tetraédricas e octaédricas (Figura 2). Nas folhas de tetraedros, o cátion predominante é o silício (Si^{4+}), podendo ser substituído por alumínio (Al^{3+}) e ocasionalmente por ferro (Fe^{3+}). Nas unidades octaédricas, os cátions mais comuns são alumínio (Al^{3+}), magnésio (Mg^{2+}) e ferro (Fe^{2+} ou Fe^{3+}), conforme Prado (2011). As dimensões e simetrias dos tetraedros e octaedros permitem o compartilhamento de átomos de oxigênio entre as folhas, podendo uma folha octaédrica compartilhar átomos de oxigênio com uma ou duas folhas tetraédricas (Aranha, 2007).

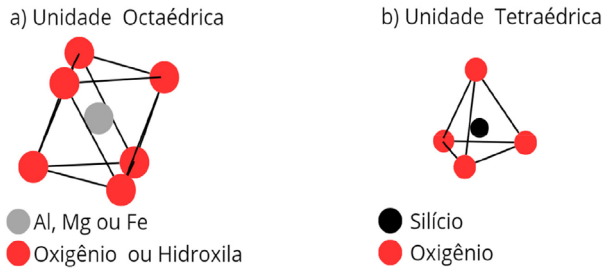


Figura 2: Representação esquemática de estruturas poliédricas: (a) Unidade Octaédrica: Alumínio (Al), Magnésio (Mg) ou Ferro (Fe) em cinza, cercados por Oxigênio (O) ou Hidroxila em vermelho; (b) Unidade Tetraédrica: Silício (Si) em preto no centro com Oxigênio (O) em vermelho nos vértices. Fonte: Elaboração própria.

É importante salientar que esses cátions passam frequentemente por substituições isomórficas, em que cátions de maior valência são trocados por aqueles de valência mais baixa. Por exemplo, o silício (Si^{4+}) pode ser substituído pelo alumínio (Al^{3+}) ou o alumínio (Al^{3+}) pelo magnésio (Mg^{2+}). Essa substituição gera um desequilíbrio de cargas que é neutralizado por diversos íons intercalados entre as camadas (Alves, 1990).

Na prática ceramista tradicional, a análise sensorial da argila é uma manifestação de conhecimento químico aplicado, apesar de muitas vezes não ser reconhecido formalmente como tal. Os artesãos avaliam a qualidade da argila por meio de mudanças na coloração, que podem indicar a presença e concentração de certos elementos químicos. Por exemplo, uma coloração vermelha ou marrom pode ser atribuída a níveis mais altos de óxidos de ferro, enquanto tons mais claros podem sugerir maior presença de silicatos de alumínio. Essas observações empíricas estão alinhadas com a compreensão científica de que a cor da argila está diretamente relacionada à sua composição mineral e às alterações isomórficas que ocorrem em sua estrutura cristalina.

A textura da argila, outra característica avaliada pelos ceramistas, está intrinsecamente ligada à sua composição química e ao tamanho dos grãos. Argilas que apresentam uma textura mais fina e homogênea tendem a ter uma maior plasticidade e são preferidas para técnicas de modelagem detalhada. Isso pode ser correlacionado com a presença de minerais como a caulinita, que possui partículas de menor tamanho e uma estrutura cristalina que promove a plasticidade da argila.

Nessa perspectiva, os ceramistas, ao manipular e selecionar argilas, mobilizam a Etnoquímica, o que reflete uma compreensão da interação entre a composição química do material e de suas propriedades físico-químicas. O reconhecimento e a exploração dessas relações entre a composição química da argila e suas características observáveis são vitais para o tema central deste artigo, que aborda as interseções entre os saberes ancestrais e a química moderna na produção de cerâmica tradicional.

Dentro dos argilominerais frequentemente utilizados ou encontrados em cerâmicas, a caulinita, a montmorilonita, a illita, a esmectitas e a clorita são proeminentes. A caulinita (Figura 3), tem uma estrutura cristalina primária distinta, constituída por uma folha octaédrica ligada a uma folha tetraédrica. Essa estrutura é marcada por uma distância interplanar basal de cerca de 7Å (Prado, 2011). Em termos químicos, a unidade estrutural fundamental da caulinita pode ser exemplificada pelas fórmulas $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ ou $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$, podendo ser observadas pequenas variações em sua composição (Sampaio *et al.*, 2008).

Devido aos argilominerais, as argilas possuem várias propriedades, como plasticidade, resistência mecânica úmida, retração linear de secagem, compactação, tixotropia e viscosidade, o que explica sua ampla variedade de usos tecnológicos (Abceram, 2022). O entendimento detalhado da composição química e estrutura cristalina dos argilominerais é essencial para compreender essas propriedades distintas.

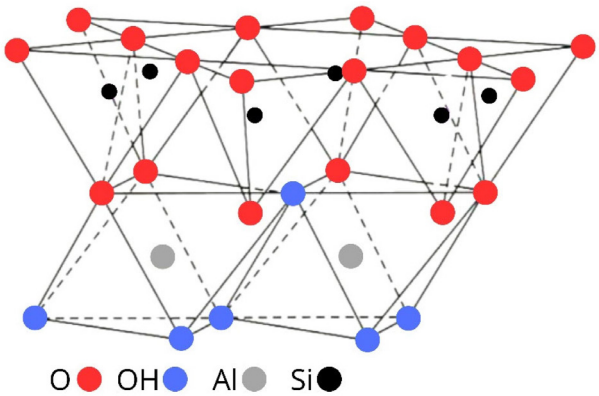


Figura 3: Exemplo de estrutura cristalina da caulinita. Fonte: Elaboração própria.

Os diferentes grupos de argilominerais, como caulinita, ilita e esmectitas, são distinguíveis pela sua estrutura e possíveis substituições atômicas, como a troca de alumínio (Al) por magnésio (Mg) ou ferro (Fe). Essas nuances estruturais influenciam diretamente as propriedades e aplicações das argilas. Por exemplo, argilas ricas em caulinita são mais refratárias, graças à sua predominância de sílica (SiO_2) e alumina (Al_2O_3), enquanto outras, devido à presença de potássio, ferro e outros elementos, têm a refratariedade sensivelmente reduzida. Impurezas em argilas também podem influenciar suas características, sendo por vezes eliminadas através de técnicas de beneficiamento (Garcez, 2011).

Abundantemente presentes na natureza, as argilas são encontradas em locais como margens de rios e manguezais, e podem ser transformadas em cerâmica mediante a retirada da umidade e aplicação de calor (Curado, 2012). Chama-se de cerâmica a peça artificial obtida pela modelagem, secagem e cozimento de argilas ou misturas argilosas (Leggerini, 2010).

De acordo com o ceramista Josias Furtado, a seleção da argila adequada é uma etapa crítica que leva em consideração tanto as características físico-químicas do material quanto as finalidades específicas do objeto que será produzido. A identificação da qualidade da argila envolve fatores como textura, consistência e composição mineralógica (informações retiradas de entrevista realizada em abril de 2023).

Antes da extração da argila, o ceramista já sabe as peças que serão construídas e planeja o local ideal para retirar a matéria-prima. Em anos anteriores, a argila era extraída pelos ceramistas da Vila Cuera, predominantemente, da margem direita do rio Caeté, próximo ao pequeno porto da comunidade (Figuras 4 e 5). No entanto, a qualidade da argila nessa localidade foi comprometida, possivelmente, devido a contaminações por substâncias poluentes como plásticos e outros materiais. Atualmente, a extração é, majoritariamente, realizada na margem esquerda do rio, em áreas menos habitadas e mais isoladas.

É importante destacar que a contaminação ambiental pode induzir a alterações significativas na composição química da argila. Contaminantes como polímeros plásticos, quando

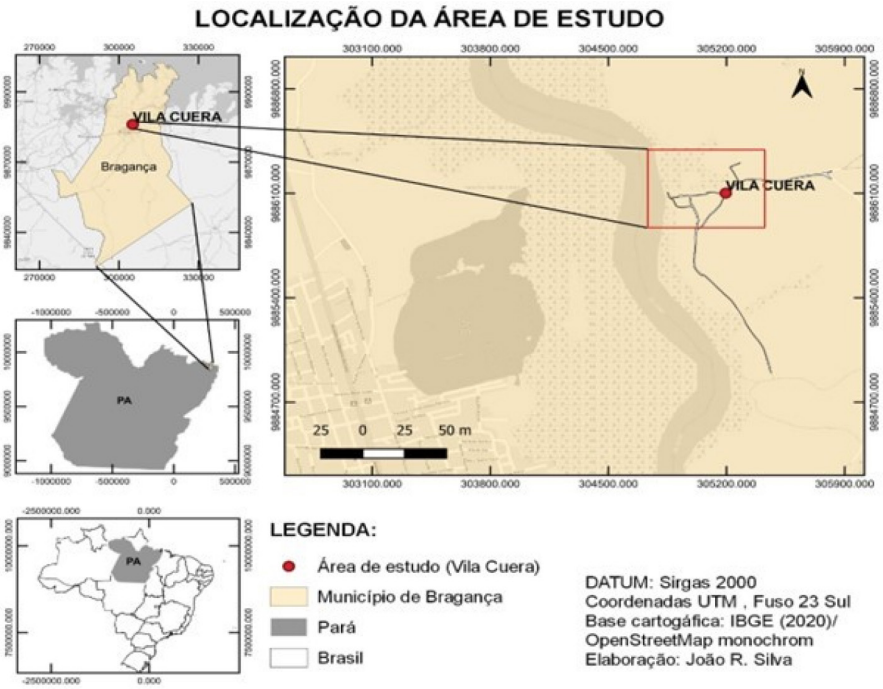


Figura 4: Mapa de localização da região da pesquisa. Fonte: Acervo da pesquisa, 2021.

Figura 5: Locais de extração da argila na Vila Cuera ou Vila Que Era. Fonte: Acervo da pesquisa, 2023.

integrados ao substrato argiloso, podem interagir com os silicatos ou atuar como impurezas, alterando as propriedades de coesão e, consequentemente, a qualidade do material. Tais interações são cruciais no contexto da cerâmica, pois as modificações na matriz química da argila podem afetar negativamente suas propriedades mecânicas e térmicas, resultando em produtos cerâmicos com performance indesejada. Esse conhecimento sobre o impacto dos contaminantes na argila tem sido tradicionalmente reconhecido e gerenciado pelos ceramistas da Vila Cuera, que possuem uma compreensão da necessidade de preservar a qualidade da matéria-prima ao longo das gerações.

A periodicidade da extração de argila é planejada, levando em consideração os ciclos naturais, como as marés e as fases lunares, uma prática que os ceramistas locais enfatizam como crucial para a regeneração dos locais de extração. Essas informações foram obtidas em entrevistas conduzidas durante o período de pesquisa participante. Nessa perspectiva, a Figura 6 contribui na narrativa sobre as etapas cruciais do processo tradicional de extração da argila pelos ceramistas da Vila Cuera, demonstrando a integração entre práticas ancestrais e a preservação ambiental.

Na Figura 6A, observa-se o transporte da argila por canoas que navegam até o local de extração e retornam à oficina. A

Figura 6B revela o ceramista no momento de avaliação do solo, etapa em que os saberes etnoquímicos emergem através da habilidade de identificar visual e tatilmente as áreas adequadas para a escavação da argila de qualidade, segundo os parâmetros do ceramista.

A Figura 6C apresenta o ceramista inspecionando minuciosamente a argila selecionada, um passo vital em que observa características como cor e textura, indicativas de sua composição química e mineral. A Figura 6D ilustra a colaboração entre o pesquisador e os ceramistas que carregam sacos de argila para a canoa, refletindo a efetivação da observação participante.

O intervalo entre as extrações é estrategicamente estabelecido para permitir o processo de recuperação química do solo, o que inclui a reconstituição da composição mineral através de processos de sedimentação e a interação sinérgica com a microflora e microfauna, que contribuem para a formação de novos minerais e a reciclagem de nutrientes. Essas substituições são exemplos de fenômenos químicos que os ceramistas observam empiricamente ao avaliar a qualidade da argila.

Nessa perspectiva, ao reconhecer e aplicar de maneira empírica esses conceitos químicos em suas práticas, os ceramistas da Vila Cuera demonstram um conhecimento etnoquímico implícito, que é essencial para o tema central do presente artigo. Esse conhecimento, quando abordado cientificamente, revela o potencial de práticas ancestrais para informar e enriquecer o ensino e a aprendizagem da Química moderna.

Figura 6: (A) Ceramistas navegando pelo rio para o local de extração de argila; (B) Avaliação do solo pelo ceramista; (C) Inspeção detalhada da argila; (D) Carregamento da argila extraída para transporte. Fonte: Acervo da pesquisa, 2021.

Ao argumentar sobre os parâmetros usados para definir a argila que será extraída do solo, Josias fez o seguinte comentário:

> Primeiramente, eu vou identificar ela pela cor e vou pegando. Essa aqui, você pode ver que tem muita raiz ou, então, se ela está muito escura, eu vou identificando que tem muita lama de mangue nessa parte. Então, se cavar um pouco mais, você vai identificar que ela vai melhorando. Aí, você vai cavando até chegar nesse outro nível, onde ela está 100% pura, você pode pegar, que ela é uma argila de qualidade, fácil de modelar, dá para sentir e ver pela cor (entrevista realizada em dezembro de 2021).

A seleção da argila, conforme descrito por Josias Furtado, mobiliza uma abordagem que transcende a simples experiência sensorial e adentra nos domínios da Química dos materiais. Essa prática milenar, refinada ao longo das gerações, pode ser traduzida e compreendida pelas propriedades químicas e físicas que definem a qualidade da argila.

A análise da cor da argila como indicador de qualidade, por exemplo, reflete uma avaliação não-instrumental da composição química da matéria-prima. Tonalidades mais escuras podem denotar uma rica presença de óxidos de ferro (Fe^{2+} ou Fe^{3+}) ou de matéria orgânica em decomposição, que, dependendo do contexto, pode influenciar a resistência mecânica ou a estabilidade térmica da cerâmica final. Por outro lado, cores mais claras frequentemente sinalizam uma alta concentração de caulinita, um argilomineral composto por $Al_2Si_2O_5(OH)_4$, conhecido por sua pureza e propriedades que favorecem a modelagem e a resistência ao calor.

Adicionalmente, a menção de "muita raiz" ou "muita lama de mangue" remete às interações químicas que ocorrem no solo. As raízes contribuem com compostos orgânicos que podem influenciar a resistência mecânica ou a estabilidade térmica da argila, enquanto o sal presente na lama do mangue, predominantemente, cloreto de sódio (NaCl), pode alterar as interações iônicas e afetar as características de secagem e sinterização da cerâmica.

O processo de estratificação, em que camadas distintas do solo apresentam variações em suas composições químicas, é citado quando Josias Furtado se refere à busca pela argila "100% pura". Esse termo sugere uma camada rica em argilominerais ideais, desprovida de impurezas ou minerais secundários, como carbonatos ($CaCO_3$), que poderiam alterar o comportamento da argila durante os processos de modelagem e queima.

A "facilidade para modelar" está intrinsecamente ligada à plasticidade, que se relaciona à quantidade e disposição dos silicatos de alumínio hidratados na estrutura da argila. Esses silicatos, organizados em camadas tetraédricas e octaédricas, permitem que a argila seja maleável e resistente, qualidades desejáveis na cerâmica artesanal.

O conhecimento etnoquímico dos ceramistas, que pode ser cientificamente elucidado, é a base para entender as propriedades da argila. Esse saber é evidenciado na prática de provar a argila para discernir o teor salino, um método rudimentar, porém eficaz, de avaliar a presença de sais solúveis que poderiam comprometer a qualidade da cerâmica. A moldagem de pequenas esferas de argila para testes preliminares de modelagem serve como uma validação prática das propriedades reológicas da argila.

Nessa perspectiva, a Figura 7 ilustra de forma clara os processos de avaliação e preparação da argila pelos ceramistas da Vila Cuera, enfatizando a profunda interação entre as técnicas etnoquímicas e as práticas tradicionais de cerâmica. Cada imagem aborda uma faceta distinta do meticuloso processo de seleção da argila, que é fundamental para assegurar a qualidade final das peças cerâmicas.

Na Figura 7A, o ceramista examina as várias camadas do solo. Sua análise centra-se na observação da cor e composição, buscando indícios visuais que revelem a qualidade da argila. Na Figura 7B, o ceramista pressiona a argila entre seus dedos, uma prática que lhe permite avaliar diretamente a plasticidade e textura do material, qualidades que determinam a facilidade com que a argila pode ser modelada. A Figura 7C mostra o ceramista provando a argila, um método tradicional para avaliar a salinidade, que pode influenciar tanto o processo de secagem quanto a durabilidade da cerâmica. Na Figura 7D, o ceramista está envolvido no armazenamento da argila, moldando-a em esferas compactas. Esse método não apenas facilita o armazenamento e manuseio do material, mas também prepara a argila para as etapas subsequentes de produção.

Figura 7: (A) A análise de camadas de solo; (B) Avaliação tátil da plasticidade e textura; (C) Avaliação de salinidade da argila; (D) Processo de armazenamento da argila. Fonte: Acervo da pesquisa, 2021.

Juntas, essas imagens descrevem a expertise dos ceramistas na seleção e análise da argila, destacando a integração de conhecimentos etnoquímicos e práticas sustentáveis. A habilidade dos ceramistas em discernir as propriedades da argila e adaptar suas técnicas de acordo com as características do material é um testemunho da riqueza de seu conhecimento ancestral e da relevância da Etnoquímica na produção de cerâmica tradicional.

Com base na avaliação do teor de sal na argila, o ceramista calcula quantas vezes irá purificá-la por submersão em água em sua oficina, visando obter um material mais uniforme e com baixos níveis de salinidade. Josias compartilhou suas observações sobre essa técnica:

> De modo tradicional, eu provo da argila. Esta daqui, por exemplo, está um pouco salgada [...], então, o que acontece, ela saindo daqui eu vou por ela de molho, mudar algumas águas e, com isso, ela vai perder o excesso de sal. É assim que eu controlo o excesso de sal nela (entrevista realizada em dezembro de 2021).

As observações refletem uma abordagem empírica, porém eficaz, para ajustar a composição química da argila, especificamente a concentração de sais. Essa técnica de "provar" a argila é uma forma tradicional de avaliar o conteúdo de sal do material. Embora tal método possa não ser cientificamente rigoroso, ele serve como uma ferramenta de diagnóstico prático na ausência de equipamentos de laboratório.

Do ponto de vista químico, a presença de "sabor salgado" provavelmente indica elevadas concentrações de íons como sódio (Na^+) e cloreto (Cl^-), que são os componentes do sal comum (cloreto de sódio, NaCl). Quando a argila é colocada de molho e a água é subsequentemente trocada, ocorre um processo de difusão em que os íons salinos se dispersam na água. Ao remover a água salgada e substituí-la por água fresca, o artesão efetivamente reduz a concentração de sais na argila. Essa é uma forma de beneficiamento ou purificação da argila, similar aos métodos industriais que usam soluções químicas e processos de filtragem para remover impurezas. O objetivo aqui é modificar a composição química do material para atender a certos critérios de qualidade ou adequação para um uso específico.

Se o ceramista determinar que a argila é de boa qualidade, ela é, então, submetida a um processo de hidratação, ou seja, é umedecida com água, coberta com um tecido e deixada em repouso em um recipiente. O período de repouso pode variar desde algumas horas até vários dias, dependendo das

características intrínsecas da argila e das especificidades que o artesão deseja para a modelagem da peça final. Esse estágio de hidratação é crucial, pois promove a absorção de água pelas partículas de argila, levando a mudanças em sua estrutura e, consequentemente, em sua textura (Figura 8). A adição de água ao material argiloso também permite que as partículas de argila se reorganizem, aumentando a plasticidade do material.

Figura 8: (A) Argila em depósito; (B) Argila hidratada. Fonte: Acervo da pesquisa, 2023.

A meticulosa preparação da argila não se limita a sua purificação, pois a ela são adicionados ingredientes que irão otimizar as propriedades finais da cerâmica, destacando-se o caraipé e o chamote. O caraipé, após ser cuidadosamente triturado e peneirado, é introduzido como um aditivo silicoso (Figura 9A), conferindo à mistura maior resistência e estabilidade térmica, características indispensáveis à durabilidade da cerâmica. O chamote, feito de peças que quebraram durante o processo de queima, é finamente triturado e peneirado antes de ser adicionado à argila. Essa adição aumenta a resistência ao choque térmico e minimiza a contração durante os ciclos de secagem e queima (Figura 9B).

Figura 9: (A) Caraipé triturado e peneirado; (B) Chamote triturado e peneirado. Fonte: Acervo da pesquisa, 2021.

O caraipé, também conhecido na literatura como "bio sílica" (Hepp, 2021), é uma adição intrigante neste contexto. Derivado das cinzas da casca e entrecasca de plantas do gênero Licania, é rico em sílica (SiO_2) e desempenha um papel importante nas propriedades físicas e químicas da cerâmica. A sílica, quando submetida a altas temperaturas, funde-se e atua como um agente aglutinante, melhorando a coesão e resistência da peça cerâmica. A presença de SiO_2 também altera a viscosidade da mistura, sua capacidade de retração ao secar e a resistência ao choque térmico, tornando o produto final mais robusto e durável.

A preparação do caraipé para uso na cerâmica envolve uma série de etapas detalhadas que otimizam suas propriedades na composição cerâmica, conforme detalhado em Rosario e Silva (2023). Esse aditivo não só contém sílica em diversas formas cristalinas, mas também caulinita $Al_2(Si_2O_5)$, um mineral que pode conferir propriedades refratárias à cerâmica (Alves, 2013). O detalhamento sobre o caraipé sublinha a complexidade química na seleção de aditivos tradicionais que, embora baseados em práticas ancestrais, estão alinhados com a Química moderna para produção de cerâmica de alta qualidade.

Em termos de composição química, o chamote, proveniente da cerâmica queimada, vai refletir a composição da matéria-prima original. De maneira geral, a cerâmica pode conter dióxido de silício (SiO_2), um componente majoritário na maioria das cerâmicas, que é responsável pela formação do vidrado superficial em temperaturas elevadas; alumina ou óxido de alumínio (Al_2O_3), que contribui para a resistência e dureza da cerâmica; óxidos de ferro (Fe_2O_3 e FeO), que podem conferir cor à cerâmica e também afetam suas propriedades físicas; óxidos como K_2O, TiO_2, MgO, CaO, MnO e outros compostos (Gomes, 2018).

Uma vez que o chamote é feito a partir da cerâmica queimada, não terá a matéria orgânica ou água que poderia estar presente na argila crua. Ademais, o chamote retém a memória térmica da queima original, o que significa que já passou por todas as transformações químicas e físicas que ocorrem durante a queima. Portanto, quando é adicionado a uma nova massa cerâmica, ele não passará por essas transformações novamente, o que ajuda a estabilizar a peça durante a queima.

Foi observado na Vila Cuera que, independentemente da quantidade de pasta de argila que se deseja produzir para a modelagem de peças cerâmicas, a proporção entre os componentes permanece a mesma. Segundo o ceramista Josias, para cada três porções de argila adicionam-se duas porções de chamote e um décimo dessa quantidade de caraipé (informações retiradas de entrevista realizada em dezembro de 2022). Esse equilíbrio cuidadoso entre os ingredientes garante que a pasta de argila alcance a textura e a resistência adequadas para a confecção de peças de cerâmica de alta qualidade. Além disso, permite ao ceramista trabalhar com maior facilidade e precisão durante o processo de modelagem. Segundo Josias, "dependendo da quantidade de material que eu quero, eu já sei de cabeça a proporção, eu testei muitas vezes essa combinação, foi a melhor que encontrei" (entrevista realizada em dezembro de 2022).

Cabe pontuar que a sílica, ao ser integrada à pasta, promove uma série de interações moleculares e mudanças de fase, especialmente durante a etapa de queima. Quando a cerâmica é submetida a altas temperaturas, a sílica auxilia na vitrificação do material, ou seja, na formação de uma fase vítrea que confere resistência, impermeabilidade e durabilidade à peça. Além disso, a transição da matéria argilosa de um estado pastoso para sólido, quando a peça seca é queimada, é acompanhada por várias reações químicas e mudanças físicas. Durante a queima, a água é eliminada e a argila passa por uma série de transformações, incluindo a desidratação de silicatos hidratados

e a formação de novos compostos. A presença da sílica no caraipé, portanto, não apenas melhora as propriedades da argila, mas também contribui para o fortalecimento e a durabilidade da cerâmica após a queima.

A Figura 10 ilustra a sequência de processos envolvidos na modelagem das peças na comunidade da Vila Cuera, exemplificando a sinergia entre conhecimento etnoquímico e técnica artesanal. A Figura 10A mostra o ceramista em ação, modelando a massa argilosa. Esse processo requer não apenas destreza manual, mas também um entendimento das propriedades físico-químicas da argila, influenciadas significativamente pela adição de água, caraipé e chamote. A Figura 10B apresenta a etapa de planificação, essencial para assegurar a uniformidade e a qualidade da base de argila antes da modelagem final. Esse estágio reflete o conhecimento sobre a consistência ideal e a resposta da argila às manipulações, prevenindo defeitos estruturais. A Figura 10C detalha o momento criativo de concepção da peça, em que a visão artística do ceramista é traduzida em realidade tangível. Essa fase destaca a interação dinâmica entre a composição química da argila e as técnicas artísticas, determinando a estética e a funcionalidade da peça final. A Figura 10D revela o produto finalizado, simbolizando a culminância de um processo que começa com a seleção da argila e termina em uma obra de arte cerâmica.

Figura 10: (A) O ceramista modelando a massa argilosa; (B) Planificação da massa argilosa; (C) Concepção artística da peça; (D) Peças de cerâmica finalizadas. Fonte: Acervo da pesquisa, 2021.

Cada imagem contribui para a narrativa sobre o meticuloso processo de criação cerâmica, destacando o papel essencial da Etnoquímica na otimização das propriedades materiais e na inovação da tradição artesanal. Esse processo não apenas preserva técnicas ancestrais, mas também as enriquece com uma compreensão científica dos materiais envolvidos, evidenciando a contribuição valiosa da Etnoquímica para produção de cerâmica tradicional.

Outro aspecto crítico relacionado à química da cerâmica tradicional é a transição do estado da matéria durante o processo de secagem e queima. Inicialmente, a pasta de argila contém água (H_2O), o que constitui um sistema coloidal. Conforme o material seca, a água evapora, induzindo uma série de transformações físico-químicas, incluindo a cristalização parcial dos aluminossilicatos (Andrade *et al.*, 2008). A adição de sílica, proveniente do caraipé, ajuda a moderar essas transformações, minimizando a perda de umidade e mantendo a integridade estrutural da peça.

Finalmente, a fase de queima é talvez a mais complexa do ponto de vista físico-químico. A queima transforma a estrutura cristalina da argila, induzindo reações de sinterização e vitrificação que reforçam a estrutura cerâmica. Estes são processos químicos endotérmicos e exotérmicos que dependem de variáveis como pressão, volume, temperatura e tempo, cujo entendimento pode ser aprofundado através da termodinâmica (Rosario, 2023).

Assim, a prática de produção de cerâmica na Vila Cuera representa uma confluência entre o conhecimento químico empírico e o respeito às nuances ambientais. As estratégias de extração adotadas refletem uma compreensão dos aspectos químicos da argila e uma profunda sensibilidade às complexas interações ecológicas que a cercam. Essa abordagem integrada demonstra como a expertise local pode fornecer compreensões valiosas para a produção sustentável e para a ciência dos materiais cerâmicos.

Portanto, enquanto as práticas relacionadas à produção de cerâmica tradicional podem inicialmente parecer um conjunto de técnicas empíricas, elas permitem ser analisadas por um olhar fundamentado na Química. Essa interseção entre sabedoria tradicional e ciência moderna não apenas enriquece nosso entendimento sobre outras racionalidades químicas, mas também oferece oportunidades para a otimização e inovação de um ofício ancestral de produção de cerâmicas.

Conclusões

Este estudo abordou a Etnoquímica na produção de cerâmica tradicional, revelando uma interação complexa entre os saberes ancestrais e a Química moderna e ilustrou como a Etnoquímica serve de elo entre tradições milenares e conhecimentos científicos contemporâneos. Ao investigar a fundamentação teórico-conceitual da Etnoquímica, sua aplicação em métodos antropológicos e a capacidade de estabelecer diálogos

entre sistemas de conhecimento distintos, o estudo enfatizou a importância de reconhecer a Etnoquímica como um campo de estudo e um recurso para enriquecer a ciência com perspectivas diversificadas e contextualizadas.

Adicionalmente, o estudo destacou a rica herança dos povos originários da Amazônia, cujos conhecimentos etnoquímicos, refletidos nas cerâmicas arqueológicas da região, têm sido praticados há milhares de anos. Esse legado, que antecede à formalização da Química, sublinha a profundidade dos saberes tradicionais e a importância de integrar esses conhecimentos no contexto da ciência moderna. Tais práticas não só contribuem para a diversidade científica, mas também fomentam inovações e uma compreensão mais profunda dos materiais e suas propriedades.

Além disso, a história da Química, frequentemente vista como uma progressão linear de descobertas dentro de um contexto ocidental, é amplamente enriquecida ao integrar a Etnoquímica. Essa abordagem permite uma reinterpretação da história da ciência, reconhecendo e valorizando as contribuições científicas de culturas não ocidentais no desenvolvimento global do conhecimento químico.

O estudo realizado neste artigo demonstra potencial para ser articulado com o ensino de Química e com a formação de professores ao enfatizar a importância de integrar esses conhecimentos diversificados. Assim, este artigo não apenas destaca a Etnoquímica como um catalisador para uma abordagem histórica, científica e educacional mais inclusiva, mas também reforça o valor de entender a ciência dentro de um contexto multicultural. Ao integrar conhecimentos químicos tradicionais e contemporâneos, a ciência amplia sua capacidade de compreender complexidades ambientais e sociais, enfrentando os desafios globais de forma mais eficaz, ao mesmo tempo em que respeita e valoriza a sabedoria acumulada por diversas culturas ao longo da história.

Referências

ABCERAM. *Informações técnicas: matérias primas naturais*. [s. l.]. Disponível em: https://abceram.org.br/materias-primas-naturais/, acesso em dez. 2022.

ABUMCHUKWU, A. A.; EKE, J. A. e ACHUGBU, C. N. Effects of ethno-chemistry instructional strategy on secondary school students' achievement in chemistry in Onitsha educational zone. *African Journal of Science, Technology and Mathematical Education*, v. 6, n. 1, p. 121-128, 2021.

AJAYI, V. O.; ACHOR, E. E. e AGOGO, P. Use of ethnochemistry teaching approach and achievement and retention of senior secondary students in standard mixture separation techniques. *Journal of the International Centre for Science, Humanities and Education Research*, v. 3, n. 1, p. 21-30, 2017.

AJAYI, V. O.; AGAMBER, T. e ANGURA, T. Effect of gender on students' interest in standard mixture separation techniques using ethnochemistry teaching approach. *Sky Journal of Educational Research*, v. 5, n. 5, p. 27-33, 2017.

ALMEIDA, M. C. *Complexidade, saberes científicos, saberes da tradição*. 2ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

ALMEIDA, Z. F. *Plantas medicinais no ensino de química: recurso metodológico para fortalecimento do ensino*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências da Natureza – Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, 2023.

ALVES, S. F. *Caracterização estrutural das cinzas de caraipé (Licania octandra)*. Relatório de pesquisa. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2013.

ALVES, D. B. *Influência dos tratamentos de dispersão de amostra na análise dos argilominerais por DRX*. Aplicação nos folhelhos cretáceos do Flanco Noroeste da Bacia da Foz do Amazonas. Tese de Doutorado em Geociências – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990.

ANASTÁCIO, E. M. S. *Contextos regionais e saberes tradicionais: a história da borracha no estudo de polímeros*. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências - Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, 2015.

ANDRADE, M. C.; SAMPAIO, J. A.; LUZ, A. B. e BUOSO, A. Rochas e Minerais para Cerâmica de Revestimento. *In*: LUZ, A. B. e LINS, F. A. F. (Org.). *Rochas & minerais industriais: usos e especificações*. Rio de Janeiro: CETEM, 2008.

ARANHA, I. B. *Preparação, caracterização e propriedades de argilas organofílicas*. Tese de Doutorado em Química - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

ASSIS JÚNIOR, P. C. *Etnoconhecimento e educação Química: diálogos possíveis no processo de formação inicial de professores na Amazônia*. Dissertação de Mestrado em Química - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

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

BARBOSA, F. M. *Ensino de química e o uso de agrotóxicos: saberes conjuntos entre escola e comunidade*. Dissertação de Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Educação Matemática - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2019.

BARRETO, C.; LIMA, H. P. e BETANCOURT, C. J. Glossário. *In*: BARRETO, C.; LIMA, H. P. e BETANCOURT, C. J. (Org.). *Cerâmicas arqueológicas da Amazônia: rumo a uma nova síntese.* Belém: IPHAN-Ministério da Cultura, 2016.

BARROS, J. A. e RAMOS, L. Perspectives in ethnochemistry. *In*: GERDES, P. (Org.). *Explorations in ethnomathematics and ethnoscience in Mozambique*. Maputo: Ethnomathematics Research Project/Instituto Superior Pedagógico, 1994.

BORBA, J. F. S. *O cultivo de uva Isabel (vitis labrusca 'isabella') no município de Natuba: uma análise entre a interface da etnoquímica e a abordagem STEAM no ensino de química*. Dissertação de Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Educação Matemática - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2023.

CARVALHO, L. L. *A cultura da banana como tema gerador para o ensino de Química: diálogo entre saberes populares, científicos e escolares*. Dissertação de Mestrado Acadêmico em Ensino de

Ciências e Educação Matemática - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2022.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, n. 22, p. 89-100, 2003.

CHASSOT, A. Fazendo educação em ciências em um curso de pedagogia com inclusão de saberes populares no currículo. *Química Nova na Escola*, n. 27, p. 9-12, 2008.

CHASSOT, A. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 8ª ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2018.

CURADO, J. F. *Estudo e caracterização física de cerâmicas indígenas brasileiras*. Tese de Doutorado em Ciências - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

D'AMBROSIO, U. *Etnomatemática - elo entre as tradições e a modernidade*. 4ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

FAERMAM, L. A. A pesquisa participante: suas contribuições no âmbito das ciências sociais. *Revista Ciências Humanas*, v. 7, n. 1, p. 41-56, 2014.

FRANCISCO, Z. L. *O Ensino de química em Moçambique e os saberes culturais locais*. Tese de Doutorado em Educação – Pontífica Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.

GARCEZ, L. R. N. *Cerâmica*. Indaial-SC: Centro Universitário Leonardo da Vinci, 2011.

GERDES, P. *Etnomatemática*: *reflexões sobre Matemática e diversidade cultural*. Ribeirão (Portugal): Edição Húmus, 2007.

GOMES, G. S. *Efeito da incorporação do chamote em argilas para a produção de cerâmicas utilitárias no distrito de Icoaraci, Belém, PA*. Monografia de Graduação em Ciência e tecnologia - Universidade Federal do Pará, Ananindeua, 2018.

GOMES, J. P. *Palma forrageira e o ensino de química: diálogo entre os saberes e fazeres populares e escolares*. Dissertação de Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Educação Matemática – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.

GONDIM, M. S. C. *A inter-relação entre saberes científicos e saberes populares na escola: uma proposta interdisciplinar baseada em saberes das artesãs do Triângulo Mineiro*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

GONDIM, M. S. C. e MÓL, G. S. Saberes populares e ensino de ciências: possibilidades para um trabalho interdisciplinar. *Química Nova na Escola*, n. 30, p. 3-9, 2008.

GUAPINDAIA, V. L. C. *Fontes históricas e arqueológicas sobre os Tapajó de Santarém*: a coleção "Frederico Barata" do Museu Paraense Emílio Goeldi. Dissertação de Mestrado em História - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1993.

HEPP, M. *A emergência e dispersão do caraipé na cerâmica arqueológica da amazônia e cerrado brasileiro: temporalidade, relações sociais, identidade, resistência e cultura material*. Tese de Doutorado em Antropologia - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Bragança*. 2021. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/braganca/panorama, acesso em jan. 2022.

IOEPA – Imprensa Oficial do Estado do Pará. *Região de Integração*: Rio Caeté. 2015. Disponível em: https://www.ioepa.com.br/pages/2015/12/30/2015.12.30.DOE.suplemento_518.pdf, acesso em jan. 2023.

LATOUR, B. Como terminar uma tese de sociologia: pequeno diálogo entre um aluno e seu professor (um tanto socrático). *Cadernos de Campo*, v. 15, n. 14-15, p. 339-352, 2006.

LEGGERINI, M. R. C. *Apostila completa de cerâmicas – Materiais Técnicas e Estruturas I*. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Florianópolis-SC: UFSC, 2010.

LÉVI-STRAUSS, C. *O pensamento selvagem*. 12ª ed. Trad. T. Pellegrini. Campinas: Papirus, 2012.

LOUREIRO, J. J. P. *Turismo - inventário cultural e turístico da bragantina*. 2ª ed. Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico Social do Pará, 1987.

LUNA, L. C. *A química dos chás: um diálogo entre os saberes populares*. Dissertação de Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Educação Matemática - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2019.

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.

MEDEIROS, G. D. *Saberes populares no curtimento artesanal de pele animal: Convergência e diálogo com o conhecimento científico e escolar*. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Educação Matemática - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2020.

MELO, F. E. F. A Química do Acaçá. *RELACult-Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade*, v. 6, n. 2, p. 1-13, 2020.

MENDES, I. A. e FARIAS, C. A. *Práticas socioculturais e educação matemática*. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

OLIVEIRA, M. M. *Como fazer pesquisa qualitativa*. 7ª ed. Petrópolis: Vozes, 2016.

PERINELLI NETO, H. A construção de pesquisas qualitativas e o fazer cinematográfico: contribuições do documentário brasileiro contemporâneo aos estudos de caso. *In*: BICUDO, M. A. V. e COSTA, A. P. (Org.). *Leituras em pesquisa qualitativa*. São Paulo: Livraria da Física, 2019. p. 377-396.

PINHEIRO, P. C. e GIORDAN, M. O preparo do sabão de cinzas em Minas Gerais, Brasil: do status de etnociência à sua mediação para a sala de aula utilizando um sistema hipermídia etnográfico. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 15, n. 2, p. 355-383, 2010.

PINTO, A. V. P.; SOUZA, A. A.; LEITE, M. A. e COSTA, M. A. B. A Etnoquímica nas Entrelinhas, uma Revisão Bibliográfica. *Anais do VII CONEDU*. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/81441, acesso em jan. 2024.

POPPE, L. J.; PASKEVICH, V. F.; HATHAWAY, J. C. e BLACKWOOD, D. S. *A Laboratory Manual for X-ray Powder Diffraction*. Washington: U.S. Geological Survey, 2001.

PRADO, C. M. O. *Caracterização química e mineralógica das argilas utilizadas na produção de cerâmica vermelha no estado de Sergipe*.

Dissertação de Mestrado em Química - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2011.

PRIGOL, S. e DEL PINO, J. C. Concepção e envolvimento de alunos do Ensino Médio de uma escola pública do município de Erechim/RS sobre a relação: saber popular do queijo x saber científico no currículo de ciências. *Revista de Educação do IDEAU*, v. 4, n. 8, p. 1-13, 2009.

RESENDE, D. R.; CASTRO, R. A. e PINHEIRO, P. C. O saber popular nas aulas de química: relato de experiência envolvendo a produção do vinho de laranja e sua interpretação no ensino médio. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 3, p. 151-160, 2010.

ROCHA, A. L. C. e ECKERT C. Experiências de ensino em antropologia visual e da imagem e seus espaços de problemas. *In*: FERRAZ, A. L. C. e MENDONÇA, J. M. (Org.). *Antropologia visual: perspectivas de ensino e pesquisa*. Brasília: ABA, 2014. p. 51-111.

ROSTAIN, S.; DORISON, A.; SAULIEU, G.; PRÜMERS, H.; LE PENNEC, J. L.; MEJÍA, F. M. e DESCOLA, P. Two thousand years of garden urbanism in the Upper Amazon. *Science*, v. 383, n. 6679, p. 183-189, 2024.

ROSARIO, J. P. S. e ROSARIO, S. A. S. A cronística de Gaspar de Carvajal e a colonização da Amazônia. *Nova Revista Amazônica*, v. 6, n. 4, p. 93-107, 2018.

ROSARIO, S. A. S. *A etnomatemática e a etnofísica da cerâmica produzida na Vila Cuera em Bragança (PA)*. Dissertação de Mestrado em Linguagens e Saberes na Amazônia - Universidade Federal do Pará, Bragança, 2018.

ROSARIO, S. A. S.; CARDOSO, S. R. P. e SARAIVA, L. J. C. Saberes etnomatemáticos, etnofísicos e etnoquímicos envolvidos no processo de produção da cerâmica caeteuara de Bragança-PA: uma análise interdisciplinar a partir dos etnossaberes. *Atlante Cuadernos de Educación y Desarrollo*, n. septiembre, 2018.

ROSARIO, S. A. S. e SARAIVA, L. J. C. Matemática da Argila: a etnomatemática presente no processo de construção da cerâmica caeteuara. *Amazônica-Revista de Antropologia,* v. 9, n. 1, p. 537-548, 2018.

ROSARIO, S. A. S. e SILVA, C. A. F. A física da argila: diferentes formas de sentir e interpretar fenômenos físicos. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 8, p. 1-20, 2020a.

ROSARIO, S. A. S. e SILVA, C. A. F. A física da argila: um estudo visual sobre a produção de cerâmica na comunidade Vila Que Era. *Nova Revista Amazônica*, v. 8, n. 2, p. 235-242, 2020b.

ROSARIO, S. A. S. e SILVA, C. A. F. O uso do caraipé na cerâmica caeteuara: interseções entre os saberes da tradição e a termodinâmica. *Rematec*, v. 18, n. 45, p. e2023005, 2023.

ROSARIO, S. A. S. *A Física da argila:* um estudo sobre a termodinâmica na produção de cerâmicas tradicionais. Tese de Doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas - Universidade Federal do Pará, Belém, 2023.

ROSARIO, S. A. S. e SILVA, C. A. F. Interseções entre a Física e os saberes da tradição ceramista. *PARADIGMA*, v. 45, n. 1, p. e2024021, 2024.

SAMPAIO, J. A.; ANDRADE, M. C. e DUTRA A. J. B. Bauxita. *In*: LUZ, A. B. e LINS, F. A. F. (Org.). *Rochas & minerais industriais:* usos e especificações. Rio de Janeiro: CETEM, 2008.

SANTOS, M. A. *Educação escolar quilombola:* currículo cultura, fazeres e saberes tradicionais no ensino de Química. Dissertação de Mestrado em Química - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

SCHAAN, D. P. *Cultura marajoara*. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2009.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. *Caraipé*. 2023. Disponível em: https://lpf.florestal.gov.br/pt-br/?option=com_madeirasbrasileiras&view=especieestudada&especieestudadaid=141, acesso em jan. 2023.

SIMÕES, M. F. As pesquisas arqueológicas no Museu Paraense Emilio Goeldi (1870-1981). *Acta Amazônica*, v. 11, n. 1, p. 149-165, 1981.

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. 1-13, 2016.

SIWALE, A.; SINGH, I. S. e HAYUMBU, P. Impact of ethnochemistry on learners' achievements and attitude towards experimental techniques. *International Journal of Research and Innovation in Social Sciences*, v. 4, n. 8, p. 534-542, 2020.

SNIVELY, G. e CORSIGLIA, J. Discovering indigenous science: implications for science education. *Science Education*, v.85, p. 6-34, 2001.

SUTRISNO, H.; WAHYUDIATI, D. e LOUISE, I. S. Y. Ethnochemistry in the chemistry curriculum in higher education: exploring chemistry learning resources in Sasak local wisdom. *Universal Journal of Educational Research*, v. 8, n. 12, p. 7833-7842, 2020.

TAQUETTE, S. R. e BORGES, L. Métodos qualitativos de pesquisa: um olhar epistemológico. *In*: BICUDO, M. A. V. e COSTA, A. P. (Org.). *Leituras em pesquisa qualitativa*. São Paulo: Livraria da Física, 2019.

TOLEDO, V. M. e BARRERA-BASSOLS, N. *A memória biocultural: a importância ecológica das sabedorias tradicionais*. Trad. R. Peralta. São Paulo: Expressão Popular, 2015.

UGWU, A. N. Effects of ethno-chemistry-based curriculum delivery on students' interest in chemistry in Obollo-Afor education zone of Enugu state. *Journal of the Nigerian Academy of Education*, v. 14, n. 2, p. 129-139, 2020.

VACCIOLI, K. B.; DRUMOND, W. S.; POSSIDONIO, S. e VALERA, T. S. Avaliação da influência da argila esmectítica nas propriedades de compósitos com PP. *In*: *Anais do 57º Congresso Brasileiro de Cerâmica*. São Paulo: Associação Brasileira de Cerâmica, 2013.

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.

Normas para Publicação

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(ções) 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:

AMBROGI, A.; LISBÔA, J. C. e VERSOLATO, E. F. *Unidades modulares de química*. São Paulo: Gráfica Editora Hamburg, 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.

- Para periódicos referência completa:

TOMA, H. E. A nanotecnologia das moléculas. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 3-9, 2005.

ROSINI, F.; NASCENTES, C. C. E NÓBREGA, J. A. Experimentos didáticos envolvendo radiação microondas. *Química Nova*, v. 26, p. 1012-1015, 2004.

- Para páginas internet referência completa:

http://qnesc.sbq.org.br, acessada em Março 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.

Os artigos não devem incluir informações que excedam o limite de páginas na forma de materiais suplementares.

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.

Seções / Linha 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: José Luís de Paula Barros Silva (UFBA)
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 (UFSM)

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.