

química nova

NA ESCOLA

Volume 46, nº 3, agosto 2024

História da Química

Relatos de Sala de Aula

Educação em Química e Multimídia

Química e Sociedade

Conceitos Científicos em Destaque

História da Química

Atualidades em Química

Relatos de Sala de Aula

Experimentação no Ensino de Química

Ensino de Química em Foco

O Aluno em Foco Espaço Aberto

Química e Sociedade

O Aluno em Foco

Cadernos de Pesquisa

Conceitos Científicos em Destaque

- 155 A educação para as relações étnico-raciais no ensino e na formação de docentes de Química: implicações do campo de estudos sobre a branquitude
Rhaysa T. Gonzaga e Fábio P. Gonçalves
- 166 Poesia “comciência”: uma gota, o tempo, um químico “invisível” e um Machado
Danilo R. Andrade e Wilmo E. Francisco Junior
- 176 Oficinas temáticas desenvolvidas *online*: potencialidades para o ensino de Química
Ana L. A. de Assunção, Brenda E. F. Cândido, Laiane P. Martins, Luana T. S. R. Liberato, Mariana F. Oliveira, Micaelle A. Pires, Nicole C. S. Leite, Renata P. A. C. Machado, Christina V. M. e Carvalho e Herbert J. Dias
- 185 Infográfico Dinâmico: recurso técnico e semiótico para sistematização de conceitos científicos em um curso de formação de professores
Lidiane P. Lança, Joana J. de Andrade e Thiago B. Cavassani
- 192 Atitudes e intencionalidades com um jogo educativo formalizado: reflexões sobre a ação de um programa de formação do professor de Química
Josilâna S. Nogueira, Wádila M. G. dos Santos e Eduardo L. D. Cavalcanti
- 203 Cinética química – um olhar sobre a literatura entre 1983 e 2021
Lucas F. D. S. Souza, Albino O. Nunes, Anne G. D. Santos e Yair P. Contreras
- 219 Uma proposta de instrumento para avaliação de perfis epistemológicos de densidade com teste em três camadas
Viviane F. de Melo e Amanda Amantes

EDITORES

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

CONSELHO EDITORIAL

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

ASSISTENTE EDITORIAL

Nássara Bárbara Mendes Tanabe

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

Av. Prof. Lineu Prestes, 748, Bloco 3 superior, sala 371
05508-000 São Paulo - SP, Brasil
Fone: (11) 3032-2299,
E-mail: qnesc@sbq.org.br

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

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

Copyright © 2024 Sociedade Brasileira de Química

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

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

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

Licenças Creative Commons

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

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

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt_BR



diagramação/capa

Hermano Serviços de Editoração

Sumário/Contents

Espaço Aberto / Issues/Trends

- 155 A educação para as relações étnico-raciais no ensino e na formação de docentes de Química: implicações do campo de estudos sobre a branquitude
Education for ethnic-racial relations in teaching and training of Chemistry teachers: implications of the field of whiteness studies
Rhaysa T. Gonzaga e Fábio P. Gonçalves

- 166 Poesia “comciência”: uma gota, o tempo, um químico “invisível” e um Machado
Poetry with science: a drop, the time, an invisible chemist and one Machado
Danilo R. Andrade e Wilmo E. Francisco Junior

Relatos de Sala de Aula / Chemistry in the Classroom

- 176 Oficinas temáticas desenvolvidas online: potencialidades para o ensino de Química
Online thematic workshops: potentialities for teaching Chemistry
Ana L. A. de Assunção, Brenda E. F. Cândido, Laiane P. Martins, Luana T. S. R. Liberato, Mariana F. Oliveira, Micaelle A. Pires, Nicole C. S. Leite, Renata P. A. C. Machado, Christina V. M. e Carvalho e Herbert J. Dias

Ensino de Química em Foco / Chemical Education in Focus

- 185 Infográfico Dinâmico: recurso técnico e semiótico para sistematização de conceitos científicos em um curso de formação de professores
Dynamic Infographic: technical and semiotic resource for systematizing scientific concepts in a teacher training course
Lidiane P. Lança, Joana J. de Andrade e Thiago B. Cavassani
- 192 Atitudes e intencionalidades com um jogo educativo formalizado: reflexões sobre a ação de um programa de formação do professor de Química
Attitudes and intentions with a formalized educational game: reflections on the action of a Chemistry teacher training program
Josilana S. Nogueira, Wádila M. G. dos Santos e Eduardo L. D. Cavalcanti

Cadernos de Pesquisa / Research Letters

- 203 Cinética química – um olhar sobre a literatura entre 1983 e 2021
Chemical kinetics - a look at the literature between 1983 and 2021
Lucas F. D. S. Souza, Albino O. Nunes, Anne G. D. Santos e Yair P. Contreras
- 219 Uma proposta de instrumento para avaliação de perfis epistemológicos de densidade com teste em três camadas
A proposal for an instrument for evaluation of density epistemological profiles with three-tiers test
Viviane F. de Melo e Amanda Amantes

Olimpíadas 2024: emoção para atletas e torcedores

Entre 26 de julho e 11 de agosto aconteceu em Paris, França, mais uma edição dos Jogos Olímpicos. A cerimônia de abertura, realizada no coração da cidade, forneceu os primeiros indícios do caráter inovador do evento. Dentro e fora das arenas, os Jogos Olímpicos retrataram o momento em que vivemos, com a disseminação do uso da Inteligência Artificial e de inovações no monitoramento dos atletas, por exemplo. Momento, por outro lado, também permeado de tensões geopolíticas, que levaram às ruas da cidade manifestações vinculadas às guerras entre Israel e o Hamas, na Faixa de Gaza, e entre Rússia e Ucrânia. Nesse contexto, não há esperança de respeito à Trégua Olímpica, que remonta aos Jogos da Grécia Antiga, e que prevê a interrupção dos conflitos armados sete dias antes e sete dias após a sua realização; mas é seguro o desencadeamento de um turbilhão de emoções para atletas e torcedores no mundo todo. Como não ficar encantado frente à emblemática fotografia do surfista Gabriel Medina parado no ar, com sua prancha ao lado, fazendo sinal com o dedo indicador erguido? Ou da imagem das ginastas estadunidenses reverenciando a medalhista de ouro Rebeca Andrade no pódio? Para os torcedores brasileiros, as Olimpíadas de Paris 2024 marcaram a consagração das mulheres atletas, que garantiram a maioria das medalhas obtidas pela equipe nacional. Merecem particular destaque as mulheres negras – como as campeãs individuais em suas modalidades, Beatriz Souza (judô) e Rebeca Andrade. Que esse desempenho sirva de inspiração para todos os grupos sociais historicamente discriminados, para prosseguir em sua luta para vencer os preconceitos. Outra lição que pode ser aprendida ao observar a trajetória do Brasil nos recentes Jogos Olímpicos: para alcançar e manter a excelência, são necessários investimentos e instituições formadoras que permaneçam no tempo, com profissionais capacitados e instalações adequadas. Assim o Brasil se tornou uma das potências no judô e vem obtendo resultados cada vez melhores na ginástica artística. Essa “receita” de sucesso no esporte de alto rendimento vale também para as Universidades e Institutos de Pesquisa – que, se receberem a devida atenção na forma de políticas públicas duradouras, produzirão resultados tão brilhantes para o país quanto o ouro das medalhas olímpicas.

Esta edição de *Química Nova na Escola* saúda os esforços e sucessos dos atletas brasileiros e, assim como eles, procura oferecer o melhor de si, apresentando as seguintes seções: Espaço Aberto, Relatos de Sala de Aula, Ensino de Química em Foco e Cadernos de Pesquisa. Os dois artigos presentes na seção Espaço Aberto estão perfeitamente alinhados com o seu propósito de divulgar “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”. Com efeito, no artigo “A educação para as relações étnico-raciais no ensino e na formação de docentes de Química: implicações do campo de estudos sobre a branquitude”, os autores discutem aspectos muito atuais relativos a questões étnico-raciais na Educação. É relatada a abordagem da temática da branquitude no Ensino de Química, no contexto de uma componente curricular que contempla a História e Filosofia da Química no Ensino de Química, e é destacada a relevância da articulação do campo de estudos sobre branquitude ao ensino e à formação de docentes de Química. O artigo “Poesia ‘consciência’: uma gota, o tempo, um químico ‘invisível’ e um Machado”, por sua vez, amplia a discussão sobre os poemas na Educação em Ciências, com destaque para a Educação em Química. Para tanto, os autores realizam a análise linguística e estética de duas produções poéticas, *A gota* e *O tempo*, e tecem considerações sobre o uso de poemas como alternativa para o delineamento de atividades didáticas.

As seções Relatos de Sala de Aula e Ensino de Química em Foco abordam três ações levadas a cabo durante a pandemia de covid-19. A primeira, relatada no artigo “Oficinas temáticas desenvolvidas *online*: potencialidades para o ensino de Química”, traz reflexões e discussões sobre soluções propostas por licenciandos em Química, no âmbito do Programa de Residência Pedagógica (PRP), com base na realização de oficinas temáticas oferecidas no contexto de um ensino remoto emergencial de qualidade para os estudantes da Educação Básica. A segunda, reportada no artigo “Atitudes e intencionalidades com um jogo educativo formalizado: reflexões sobre a ação de um

programa de formação do professor de Química”, também ocorre no contexto do PRP, e se fundamenta em reflexões de professores supervisores do Programa e de uma licencianda. A terceira ação, descrita no artigo “Infográfico Dinâmico: recurso técnico e semiótico para sistematização de conceitos científicos em um curso de formação de professores”, trata de um curso de formação de professores de Ciências Exatas e Naturais da Educação Básica, promovido pelo Centro de Ensino Integrado de Química, do Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo.

A seção Cadernos de Pesquisa traz dois artigos: o primeiro, de caráter bibliográfico, tem como título “Cinética química – um olhar sobre a literatura entre 1983 e 2021” e traça um panorama sobre as pesquisas e propostas didáticas que abordam o ensino de cinética química, fazendo uso do *software* IRAMUTEQ para análise dos dados coletados. O

segundo artigo, intitulado “Uma proposta de instrumento para avaliação de perfis epistemológicos de densidade com teste em três camadas”, traz em seu bojo o propósito de contribuir para a superação de um dos desafios da pesquisa na área de Ensino de Química, que se relaciona com a construção de ferramentas metodológicas capazes de acessar e avaliar os objetos de estudo.

Desejamos uma ótima leitura a todos!

Paulo Alves Porto 

Instituto de Química, Universidade de São Paulo (USP),

São Paulo-SP, Brasil

Saete Linhares Queiroz 

*Instituto de Química de São Carlos, Universidade de
São Paulo (USP), São Carlos-SP, Brasil*

Editores de QNEsc

A educação para as relações étnico-raciais no ensino e na formação de docentes de Química: implicações do campo de estudos sobre a branquitude¹

Rhaysa Terezinha Gonzaga e Fábio Peres Gonçalves

Diante da problemática da abordagem das relações étnico-raciais no Ensino de Química, o trabalho tem como objetivo discutir a educação para as relações étnico-raciais (ERER) no Ensino de Química e as implicações do campo de estudos sobre branquitude para a Educação, de modo geral, e sinalizar possibilidades de articular o campo de estudos sobre branquitude ao ensino e à formação de docentes de Química. O trabalho, que se caracteriza como um ensaio, versa sobre o processo de ascensão da branquitude e a presença desta na Educação. A partir dessa discussão, apresentam-se implicações da abordagem da branquitude no Ensino de Química na Educação Básica no estado de Santa Catarina, que tem cerca de 82% da população branca. Também são socializadas implicações na formação de docentes de Química. Conclui-se que é preciso refletir sobre os privilégios da branquitude e, com isso, colaborar para o enfrentamento do racismo na sociedade. São compartilhadas, ainda, interrogações para a pesquisa em Ensino de Química que contemplam os estudos críticos da branquitude.

► educação para as relações étnico-raciais, racismo, educação antirracista ◀

Recebido em 11/09/2023; aceito em 01/02/2024

155

Introdução

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em levantamento relativo ao período de 2016-2019, entre crianças e adolescentes de 5 a 17 anos que realizavam trabalho infantil, 32,8% eram brancas e 66,1% eram negras (Brasil, 2020a). Ainda de acordo com o IBGE, em 2019, a taxa de analfabetismo de pessoas com 15 anos de idade ou mais era de 3,6% entre as pessoas brancas e de 8,9% entre as pessoas negras (Brasil, 2020b). Em relação ao rendimento médio mensal das pessoas ocupadas, com 14 anos ou mais de idade, em 2018, as pessoas brancas recebiam R\$ 2.796,00, e as pessoas negras, R\$ 1.608,00 (Brasil, 2019). Em 2018, entre as/os brasileiras/os que não contavam com esgotamento sanitário por rede coletora ou pluvial, 26,5% eram pessoas brancas e 42,8% eram pessoas negras (Brasil, 2019). Trabalho infantil, analfabetismo, disparidade salarial e condições inadequadas de

O Brasil tem sua história marcada pela desigualdade racial. O país recebeu grande contingente populacional da Diáspora Africana devido à escravização, que durou mais de três séculos e trouxe mais de 5 milhões de pessoas africanas. O fim do regime escravocrata não implicou a efetiva inserção da população africana e afro-brasileira em políticas públicas.

moradia são problemas que impactam a sobrevivência, a qualidade de vida e a qualificação profissional. Essas informações mostram que tais problemas não atingem igualmente pessoas brancas e negras no Brasil e nos sugerem refletir sobre a história dessas pessoas.

O Brasil tem sua história marcada pela desigualdade racial. O país recebeu grande contingente populacional da Diáspora Africana devido à escravização, que durou mais de três séculos e trouxe mais de 5 milhões de pessoas africanas. O fim do regime escravocrata não implicou a efetiva inserção da população africana e afro-brasileira em políticas públicas. Às pessoas escravizadas

restaram o desemprego, a marginalidade e a dificuldade de acesso à especialização profissional e a condições mínimas de sobrevivência, enquanto o Estado brasileiro fomentava a imigração da população europeia, a fim de dar mais “nacionalidade” ao povo brasileiro (Leite, 1991). O apoio ao processo de imigração, em certos momentos, esteve sustentado pela



“ideologia do branqueamento”, alicerçada na suposição de superioridade branca. Assim, as pessoas brancas gozaram de direitos inacessíveis a pessoas negras e indígenas. Por exemplo, pessoas negras e indígenas não tiveram o mesmo direito ao acesso a terras, concedido a pessoas brancas imigrantes. A educação formal para a população negra também foi cerceada, mesmo com o fim do sistema escravista no Brasil. Ainda hoje, muitas são as lutas dos movimentos negros para a efetiva inserção da população negra no sistema educacional formal brasileiro, buscando-se, mediante políticas públicas, o acesso à Educação Superior. Ademais, esses movimentos lutam pelo acesso a empregos no serviço público por meio de cotas raciais e pela valorização da História e Cultura Africana e Afro-Brasileira no currículo da Educação Básica, conforme exige a Lei 10.639, sancionada em 2003, sendo 20 de novembro, o Dia Nacional da Consciência Negra, em homenagem a Zumbi dos Palmares (Brasil, 2003).

A lei supracitada colaborou para a disseminação de trabalhos concernentes à História e Cultura Africana e Afro-Brasileira no Ensino de Química. Uma consulta ao periódico *Química Nova na Escola* — importante e mais antigo periódico de Ensino de Química no Brasil, país de atuação da autora e do autor deste trabalho e de reconhecida dimensão continental — indica que vários artigos foram publicados nos últimos anos sobre o tema (Silva e Francisco Junior., 2018; Gonzaga *et al.*, 2019; Alvino *et al.*, 2021). Em contrapartida, não foi localizado, nesse veículo, nenhum artigo abordando a temática “Branquitude e Ensino de Química”. Isto pode ser tomado como um indicativo do quanto a temática da branquitude está explicitamente silenciada no Ensino de Química quando se incentiva a abordagem das relações étnico-raciais. Uma das justificativas para esse silêncio pode ser a mesma que Schucman (2014b) aponta para a ausência de estudos sobre branquitude na área de Psicologia. Ou seja, o fato de os trabalhos colaborarem para explicitar os privilégios simbólicos e materiais de pessoas brancas contrapõe-se às desigualdades raciais legitimadas por parte da própria população branca, que se enxerga como desracializada e constitui a comunidade de pesquisadoras/es que produzem esses trabalhos.

A inserção das relações étnico-raciais no Ensino de Química pode abordar, além da História e Cultura Africana e Afro-Brasileira, a temática da branquitude (brasileira) como um modo de favorecer também o questionamento das desigualdades raciais da nossa sociedade. Daí o objetivo deste trabalho ser discutir a educação para as relações étnico-raciais (ERER) no Ensino de Química e as implicações do campo de estudos sobre branquitude para a Educação, bem como sinalizar possibilidades de articular o campo de estudos

sobre branquitude ao ensino e à formação de docentes de Química.

Educação para as relações étnico-raciais no Ensino Química

De acordo com Nascimento (2016), o sistema educacional colabora com a estrutura de discriminação cultural da sociedade brasileira, dada a ausência de História e Cultura Africana e Afro-Brasileira nas componentes curriculares. O autor questiona: “Se consciência é memória e futuro, quando e onde está a memória africana, parte inalienável da consciência brasileira, no currículo escolar?” (Nascimento, 2016, p. 113).

A fim de expor possibilidades de resposta a essa indagação, trabalhos na área de Ensino em Ciências, de modo geral, como o de Verrangia (2014), sinalizam a importância de se refletir acerca do papel das Ciências Naturais na construção de relações étnico-raciais injustas e sobre as associações entre “História e Filosofia das Ciências Naturais e História e Cultura Africana e Afro-Brasileira (Verrangia, 2014, p. 22).

Particularmente para o Ensino de Química, há várias possibilidades de inserir a História e Cultura Africana e Afro-Brasileira no currículo escolar. Por exemplo, Francisco Junior (2008) aponta como uma perspectiva o estudo

do conhecimento químico no processo de embalsamar corpos no Egito Antigo ou o desenvolvimento de fornos de altas temperaturas, essenciais para a produção de vidro, cerâmicas e ligas metálicas, antes de a Europa ter esse conhecimento. Já Silva e Pinheiro (2019) advogam em favor da abordagem, no Ensino de Química, da biografia e das contribuições científicas de químicas/os negras/os do século XX, tendo em vista o apagamento que sofreram devido ao racismo institucional.

Em relação a trabalhos realizados no âmbito da Educação Básica, Gonzaga *et al.* (2021) apresentam uma proposta didática utilizando as obras de arte de Rosana Paulino, artista plástica negra e brasileira, que mostra em suas obras a realidade vivida por mulheres negras contemporâneas e as violências que sofrem em um país racista e machista. A proposta didática dialoga sobre os materiais utilizados nas principais obras, com foco no estudo de polímeros e reações químicas.

Também contemplando a articulação entre Ensino de Química e Arte, Silva e Francisco Junior (2018) elaboraram uma proposta que relaciona o papel da arte na objetivação da cultura socialmente construída à problemática étnico-racial no Ensino de Química. Os autores apresentaram obras de arte, discutindo as relações étnico-raciais na sociedade brasileira e associando-as com o Ensino de Química.

Esses trabalhos que aproximam Ensino de Química e Arte evidenciam a possibilidade de abordar a História e Cultura

Particularmente para o Ensino de Química, há várias possibilidades de inserir a História e Cultura Africana e Afro-Brasileira no currículo escolar. Por exemplo, Francisco Junior (2008) aponta como uma perspectiva o estudo do conhecimento químico no processo de embalsamar corpos no Egito Antigo ou o desenvolvimento de fornos de altas temperaturas, essenciais para a produção de vidro, cerâmicas e ligas metálicas, antes de a Europa ter esse conhecimento.

Africana e Afro-Brasileira, de modo a superar o excesso de fragmentação, não raramente presente no currículo escolar. Além disso, mostram como o Ensino de Química pode articular-se com as áreas de Educação Artística, Literatura e História Brasileira, definidas pela Lei 10.639 (Brasil, 2003) como as principais na abordagem da História e Cultura Africana e Afro-Brasileira.

Em outra perspectiva, o trabalho de Alvino *et. al.* (2021) dedica-se ao estudo de conhecimentos africanos e afro-brasileiros no processo de metalurgia, discutindo os processos e conhecimentos químicos envolvidos na forja de metais no ciclo do ouro. Assim, colabora com a discussão sobre os problemas do racismo na sociedade e com a desconstrução do mito de que as pessoas negras escravizadas eram desprovidas de conhecimento técnico.

No âmbito da formação de docentes de Química, Gonzaga e Gonçalves (2022), com base em uma análise de projetos pedagógicos e ementas de componentes curriculares de cursos de licenciatura em Química e entrevistas com licenciandos/as desses cursos, identificaram que História e Cultura Africana e Afro-Brasileira vêm sendo abordadas de maneira problemática na formação inicial de docentes de Química, isso quando não silenciadas. De acordo com os autores, o estudo de História e Cultura Africana e Afro-Brasileira enfatiza mazelas e estigmas da população negra e encontra-se fortemente desarticulado do Ensino de Química.

Diante do exposto, é imperativa a proposição de processos de formação de docentes de Química que visem a transcender tal problemática. Por exemplo, Camargo *et al.* (2023) refletem acerca de um processo formativo em uma componente curricular de um curso de licenciatura em Química, a fim de favorecer a apropriação da EREER e o ensino da História e Cultura Africana e Afro-Brasileira. Nesse processo, foram planejadas e desenvolvidas o que as/ as autoras/es denominaram de intervenções pedagógicas, contemplando o assunto estudado na componente curricular. O trabalho destaca a perspectiva do docente investigador da própria prática para que possa enfrentar o problema do racismo por meio do Ensino de Química. Há também propostas de formação inicial de docentes de Química em que a EREER é abordada em espaços não disciplinares. Camargo e Benite (2019) apresentaram uma proposta formativa desenvolvida por licenciandos/as e formadores junto a docentes e estudantes da Educação Básica, mobilizando conhecimentos que contemplavam a EREER, mas que não eram constituintes de componentes curriculares do curso de Licenciatura em Química ao qual os/as licenciandos/as pertenciam. Isso sugere uma reflexão sobre como os cursos de formação inicial de docentes de Química têm contribuído para favorecer que a Lei 10.639 (Brasil, 2003), já mencionada, possa de fato ser cumprida no âmbito escolar. É necessário que a formação inicial de docentes de Química colabore, de forma pujante, para que o exposto na lei se concretize nas práticas de ensino em outras áreas, não só em História, Educação Artística e Literatura.

A partir dos trabalhos aqui discutidos, compreende-se

que, desde a promulgação da Lei 10.639 (Brasil, 2003), há um esforço mais explícito de apresentar modos de a componente curricular Química colaborar com a EREER. O racismo é um problema abordado de forma pertinente por esses trabalhos, sob diferentes perspectivas, porém, não é tratado com base nos estudos críticos da branquitude. Entendemos que é fundamental articular o problema histórico do racismo no Ensino de Química não somente com aqueles que o sofrem, mas igualmente com quem o promove.

Branquitude no Brasil e discussões associadas à Educação

No Brasil, a construção econômica e social foi alicerçada em mais de três séculos de escravização. Historicamente, não houve a devida inclusão da população ex-cativa e de seus descendentes no sistema econômico e político. Com diversos incentivos, o país fomentou a imigração de famílias europeias por muitos anos, dando-lhes apoio financeiro e acesso à terra e ao sistema econômico. A imigração entre os séculos XIX e XX, tinha como principal objetivo promover o “branqueamento” da população brasileira, pois se acreditava que a miscigenação acabaria com a presença de pessoas indígenas e negras, que eram a maior parte da população. Defendia-se o branqueamento — também fundamentado nas teorias do racismo científico — a fim de “elevantar” a população em aspectos sociais e mentais.

No decorrer desses processos históricos é que a branquitude passa a ser entendida como padrão ou norma, constituindo uma identidade comum e usando as pessoas africanas, negras, como principal contraste. O caráter discrepante dessa relação permitiu que a branquitude estipulasse e disseminasse os significados do ser branco e do ser não branco, nas diversas esferas da sociedade, por meio de projeções, exclusões, negações e atos de repressão (Bento, 2022), direcionando ideologicamente populações não brancas à inferioridade. Isso se pode identificar em diversos estudos sociais, em que se tinha como foco “o problema do negro” a partir da visão da branquitude (Schucman, 2012).

Logo, os estudos críticos sobre branquitude inverteram a discussão vigente sobre relações étnico-raciais e o foco foi deslocado “dos ‘outros’ racializados para o centro sobre o qual foi construída a noção de raça, ou seja, para os brancos” (Schucman, 2014b, p. 84). Assim, branquitude também se caracteriza “como um lugar de privilégio racial, econômico e político, no qual a racialidade, não nomeada como tal, carregada de valores, de experiências, de identificações afetivas, acaba por definir a sociedade” (Bento, 2002, p. 7). Por conseguinte, a branquitude caracteriza-se pelo racismo, na medida em que parte da população branca dissemina o ideal de uma superioridade moral e intelectual associada à identidade racial branca. De outra parte, a aceção de pessoa branca é uma questão controversa, podendo ser diferente, a depender do contexto (Schucman, 2021). Diante disso, é imperativo distinguir a branquitude da branquitude. Se, como já realçado, a branquitude refere-se a um lugar de privilégio racial, econômico e político, a branquitude é caracterizada

pela cor clara da pele (Schucman, 2021). Essa distinção é necessária, pois precisamos entender que os significados que a branquitude traz consigo podem ser desconstruídos. A branquitude:

[...] tem um significado construído sócio-historicamente dentro da cultura ocidental. Ela carrega significados de norma, de beleza, de civilização, etc. Porém, estes significados podem ser desconstruídos através de vivências e afetos diversos, que irão produzir sentidos e tramas de significações não necessariamente coincidentes com aqueles construídos em nossa sociedade de maneira supostamente objetiva, desvinculando e separando a branquitude da pele do lugar de poder dado à branquitude (Schucman, 2021, p. 181).

A diferenciação entre branquitude e branquitude é imperativa para compreendermos como a branquitude pode vincular-se ou desvincular-se da branquitude. Por exemplo, Schucman (2014a), ao entrevistar pessoas brancas com o objetivo de compreender de quais formas os privilégios brancos são colocados em ação diariamente, concluiu que pessoas brancas reconhecem os privilégios que possuem por serem brancas e que, para mantê-los, é necessário agir diariamente, além de explicitarem grande incômodo ao considerarem a perda de privilégios. O estudo aponta que, consciente e/ou inconscientemente, pessoas brancas agem em prol de seus privilégios “por meio de pequenas técnicas, procedimentos, fenômenos e mecanismos que constituem efeitos específicos” (Schucman, 2014a, p. 137).

De acordo com Bento (2022), os estudos sobre branquitude destacam-se em três ondas, que delimitam seu contexto. A *primeira onda*, marcada por obras de Du Bois, indica o fato de a classe trabalhadora branca de imigrantes europeus, ao chegar aos Estados Unidos da América, ter-se identificado com a elite, considerando que não podia identificar-se com a classe trabalhadora negra, já que, apesar da baixa remuneração, não era impedida de acessar funções ou parques públicos, além de ter consideração pública por ser branca. A *segunda onda*, em que os estudos migram das análises individuais para a análise das instituições legais, define quem são a pessoa branca e a pessoa não branca, conferindo benefícios e desvantagens com base nesse entendimento. Na *terceira onda*, os estudos indicam que a branquitude aparece relacionada às reações de resistência ao aumento de pessoas negras em espaços que sempre foram frequentados apenas por pessoas brancas, evidenciando o nacionalismo e as “manifestações dos grupos brancos que se sentem ameaçados e perdendo o que entendem ser ‘seus direitos’” (Bento, 2022, p. 57).

As discussões mais ampliadas e sistematizadas a respeito da branquitude são externas ao nosso contexto brasileiro. São reconhecidos os estudos críticos sobre branquitude que permeiam fortemente a literatura estadunidense desde o fim do século passado. Isso não significa desconsiderar as reflexões originais de intelectuais brasileiros negros sobre o problema do racismo centrado na pessoa branca.

As discussões mais ampliadas e sistematizadas a respeito da branquitude são externas ao nosso contexto brasileiro. São reconhecidos os estudos críticos sobre branquitude que permeiam fortemente a literatura estadunidense desde o fim do século passado. Isso não significa desconsiderar as reflexões originais de intelectuais brasileiros negros sobre o problema do racismo centrado na pessoa branca. Por exemplo, Ramos (1957), mesmo sem utilizar a expressão *branquitude*, discute “a patologia social do ‘branco’ brasileiro”, trazendo-o como tema de estudo sobre o racismo. É importante considerar também a defesa de Cardoso (2022), de que resgatar a produção científica de pessoas negras brasileiras — como a de Guerreiro Ramos e a de Cida Bento — é um modo de favorecer a visibilidade da intelectualidade negra. O oposto é um dos objetivos da branquitude acadêmica (Cardoso, 2022).

Para Melo e Schucman (2022), no Brasil, a branquitude também se retroalimenta de maneira bastante particular, fomentando o discurso de uma democracia racial, ideologia que dissemina a ideia de igualdade entre brancos e não brancos devido à miscigenação. Dessa forma, a ideia de meritocracia permeia igualmente o imaginário social, com vistas a socializar a noção de que existe uma igualdade de oportunidades entre todas as pessoas, o que colabora para a perpetuação das ideias de mérito,

hierarquização e poder (Melo e Schucman, 2022). Assim, as ideias de mérito e meritocracia são disseminadas e valorizadas, alijadas da crítica ao racismo instaurado. De outra parte, criticar esse racismo é reconhecidamente insuficiente. Por exemplo, Carvalho e Schucman (2022), ao discutirem os limites de abordagens da psicologia social norte-americana para os estudos relativos ao preconceito racial, apontam que “o ativista antirracista branco que não reconheceu sua própria branquitude é o próprio sistema contra o qual a sua indignação moral é dirigida, na medida em que não reconhece o seu papel de receber, manter e distribuir esses privilégios entre outras pessoas brancas” (Carvalho e Schucman, 2022, p. 12). Carvalho e Schucman (2022) concluem que há necessidade de as pessoas brancas serem agentes de transformação social. Isso não quer dizer que essas pessoas devam limitar-se a mudanças em si e nos lugares de poder em que atuam, ou seja, são necessárias, entre outras, transformações das relações econômicas, o que implica a distribuição igualitária de bens materiais e simbólicos entre os grupos racializados.

Uma das problemáticas mais apontadas em estudos sobre branquitude, como já destacado, é o caráter de norma e padrão, pois, de certa forma, a invisibilidade dá à branquitude o privilégio de não ser questionada (Corossacz, 2014). A discussão sobre o que é normal precisa ser realizada quando se trata de norma e padrão brancos (Ramos, 1957). Ramos (1957) diz que, é essencial, para a discussão sobre relações

raciais, compreender que, ao longo da construção social do Brasil, as formas de vida, vestimenta, religião e costumes europeus foram colocados como algo normal, assim como costumes não brancos e a estética negra foram demonizados e considerados feios. A dominação europeia não utilizou somente violência física para sobrepor-se social e economicamente às populações africanas e afro-brasileiras. Houve igualmente estratégias – que Ramos (1957) denominou de domesticação psicológica – com pseudojustificativas para degradar a estética e os costumes negros e exaltar uma suposta excelência branca, o que o autor trata como uma patologia social do branco brasileiro. A domesticação psicológica como estratégia surge, sobretudo, de ideias difundidas nos séculos XIX e XX também apoiadas no racismo científico.

O racismo científico que se disseminou no Brasil ganhou força no século XIX e perdura no imaginário social. A partir da obra *Sobre a origem das espécies*, de Charles Darwin, pensadores projetaram ideias para justificar uma sociedade segregada, difundindo o entendimento de que “os seres humanos são, por natureza, desiguais, ou seja, dotados de diversas aptidões inatas, algumas superiores, outras inferiores” (Bolsanello, 1996, p. 154). Derivadas das ideias do darwinismo social, pesquisas em áreas como as de Genética, Psicologia, Antropologia e Sociologia passaram a hierarquizar seres humanos conforme seu fenótipo.

O racismo científico tem se constituído em tema de processos educativos. Por exemplo, em instituições de ensino brasileiras de Educação Básica e de Educação Superior, Sanchèz-Arteaga *et al.* (2013) desenvolveram sequências didáticas sobre a história do racismo científico. De acordo com os autores, tais sequências podem colaborar para que estudantes reflitam sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Ademais, os autores enfatizam a potencialidade da História da Ciência e da Biomedicina para favorecer o questionamento do racismo científico. A discussão exposta por Sanchèz-Arteaga *et al.* (2013) não é articulada explicitamente com a da branquitude, contudo, entende-se que a reflexão sobre o racismo científico se associa fortemente com a da branquitude, uma vez que a desigualdade racial também está amparada pelos discursos construídos historicamente pela Ciência sobre a diferença entre pessoas brancas e pessoas negras e de outras etnias.

Na educação brasileira, a suposta excelência branca foi reforçada de diversas maneiras na escola, indicando uma das formas de domesticação psicológica (Ramos, 1957). Por exemplo, ensinou-se e ensina-se a História Africana e Afro-Brasileira como se começasse nos navios negreiros, ocultando-se a história ancestral de conhecimentos e a luta contra a escravização do povo negro. Uma análise em documentos escolares realizada por Veiga (2016) mostrou que, em 1889, quando as escolas públicas começaram a ser frequentadas por crianças negras e pobres, havia uma enorme diferença no tratamento das crianças.

[...] ensinou-se e ensina-se a História Africana e Afro-Brasileira como se começasse nos navios negreiros, ocultando-se a história ancestral de conhecimentos e a luta contra a escravização do povo negro.

Veiga (2016) expõe que crianças negras eram tratadas como inferiores e consideradas de “menos faculdades morais”, enquanto as meninas brancas eram chamadas de “dona”. Assim, a escola, além de ser capaz de reproduzir diferenças sociais (Gevehr e Alves, 2020), foi tomada como uma ferramenta que sistematicamente perpetuou, alimentou e reconfigurou estereótipos e estigmas associados à população negra. A escola também reforçou o “sistema meritocrático”, forjado ao longo da história brasileira, considerando-se que: “[...] foi a escravidão nas colônias que proporcionou o desenvolvimento do capitalismo industrial nas metrópoles [...] em que um segmento branco da população vai acumulando mais recursos econômicos, políticos, sociais, de poder, o que vai colocar seus herdeiros em lugar de privilégio” (Bento, 2022, p. 32-35).

Nascimento (2020) amplia as discussões sobre branquitude na educação ao analisar como os privilégios da branquitude se materializam no processo seletivo de estudantes para cursos de graduação na educação pública no Brasil. Para tanto, o autor apoia-se em dados do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) de 2018. Da análise, Nascimento (2020) concluiu, dentre outros aspectos, que o percentual de estudantes brancas/os que obtêm a nota mínima para acessar o curso de Medicina, por exemplo, é mais do que o dobro do percentual de estudantes negras/os que também têm a nota mínima para ingresso em tal curso. A análise das condições materiais de estudantes brancas/os indica que estas/es representam o maior percentual entre as/os candidatas/os de diferentes cores/etnias (amarela, branca, indígena, parda e preta) que realizam o ENEM, têm acesso à Internet em suas residências e possuem pelo menos um computador onde residem. Em suma, o exposto por Nascimento (2020) sugere profunda reflexão sobre as desigualdades educacionais e as condições materiais que podem privilegiar as/os estudantes brancas/os no acesso a cursos de Educação Superior no Brasil.

Ainda na discussão sobre branquitude no âmbito da Educação Superior brasileira, Silva (2014) reflete a respeito da representação de docentes negras/os em instituições públicas de Ensino Superior. A autora defende a tese de que a baixa representatividade dessas/es profissionais em tal lócus pode ser objeto de reflexão a partir das interlocuções teóricas sobre branquitude. De acordo com Silva (2014), universidades brasileiras foram concebidas para a formação de uma elite. Ela indaga: “[...] quem era essa elite para a qual se construía o ensino superior? Quais os critérios de eleição desta elite?” (Silva, 2014, p. 25). Ela ainda sinaliza que o perfil étnico-racial da elite brasileira é a pessoa branca, que expressivamente assume a docência na Educação Superior.

Também considerando a Educação Superior, Oliveira e Resende (2020) analisam discursos de estudantes universitárias/os autodeclaradas/os brancas/os sobre mulheres

negras. Tais estudantes – da Universidade Federal da Bahia, localizada em Salvador, cidade com o maior percentual de pessoas negras do Brasil –, embora explicitem o reconhecimento de que as mulheres negras são vítimas do racismo (por exemplo, mediante hipersexualização de seus corpos e menosprezo), denotam apagamento da autoria desse racismo, o que sinaliza aderência desse discurso à branquitude instaurada na sociedade.

Assim, têm-se indicativos do quanto a branquitude permeia as temáticas educacionais mais amplas e, igualmente, aquelas relacionadas ao Ensino de Ciências da Natureza. Desconsiderá-las nas discussões étnico-raciais no âmbito da educação pode ter como implicação a negação de que pessoas brancas são constituintes do processo de racismo, que não pode ser negligenciado, conforme preconiza historicamente o Movimento Negro.

Em face do exposto, identifica-se a abordagem da temática da branquitude como necessária no cenário educacional brasileiro. A branquitude, na qualidade de um problema, como foi aqui caracterizada, já vem sendo considerada diretamente pela literatura na área de Ensino de Ciências da Natureza e sobre Educação, de modo geral. Nesse sentido, é preciso refletir sobre as contribuições do Ensino de Química em tal processo.

Implicações no ensino e na formação de docentes de Química

É notório que a Lei 10.639/03 tem pouca inserção nas escolas brasileiras. Ainda nos primeiros anos da lei, Dias (2005) já destacava que ela era apenas o primeiro passo e que, para ocorrer uma mudança efetiva naquele cenário, era preciso estabelecer políticas públicas para sua implementação. Isso incluiria uma formação docente que colaborasse para o conhecimento crítico da História do Brasil, valorizando as contribuições da população africana e afro-brasileira na construção do país. No estado de Santa Catarina — o estado mais branco do Brasil, onde atuam a autora e o autor deste trabalho, autodeclarados pessoas negras —, com população negra de 17,9% (Brasil, 2021), a luta pela valorização da História e da Cultura Africana e Afro-Brasileira torna-se ainda mais invisibilizada. Considerando-se que a maior parte da população catarinense é de pessoas brancas, é imperativo que a abordagem das relações étnico-raciais na escola contemple essa especificidade. Compreendemos a importância de colaborar para que estudantes aprendam sobre seu lugar social, identidade racial e privilégios materiais e simbólicos da branquitude.

Uma proposta de discussão da branquitude no Ensino de Química na Educação Básica

Compartilharemos uma proposta educativa com o tema *branquitude* no Ensino de Química em nossa atuação docente

junto a uma turma de terceiro ano da Educação de Jovens e Adultos no período noturno em uma cidade da Grande Florianópolis, onde, de acordo com o Censo Demográfico (Brasil, 2012), 84% das pessoas são brancas. Desenvolveu-se uma sequência de sete aulas na componente curricular Química e na componente curricular Ciência, Cultura,

Tecnologia e Trabalho, que era abordada de maneira transversal em todas as componentes curriculares, de acordo com a proposta curricular do contexto educativo. Como forma de incentivar a discussão sobre o tema *branquitude*, estudou-se o artigo “Sim, nós somos todos racistas: um estudo psicossocial da branquitude paulistana” (Schucman, 2014b). Cada estudante recebeu o texto impresso para leitura,

que foi feita em sala de forma coletiva, em trechos, e em momentos extraclasse, de forma individual. A cada aula, um novo trecho do artigo foi discutido coletivamente. Para dialogar sobre cada seção do artigo, a turma foi organizada em duplas, que fizeram apresentações mais detalhadas sobre cada tópico, trazendo as questões iniciais de discussão para o restante da turma.

Na primeira aula, também foi apresentado um vídeo² em que a pesquisadora Lia Vainer Schucman faz uma discussão sobre branquitude; com base no vídeo, foram discutidos conhecimentos de Química, como a molécula da melanina. Foi possível, então, fazer relações com conhecimentos da Química do carbono, propriedades e classificação de cadeias carbônicas, em diálogo sobre a cor de pele como fator discriminatório.

Na segunda aula, em uma leitura coletiva da introdução do artigo, foi possível discutir o impacto do racismo científico no Brasil, o que suscitou questões sobre o “descobrimento” do Brasil e “sob qual ótica é contada a história brasileira”, por parte da turma. Seguiu-se também debate sobre a “não neutralidade da Ciência”, o fazer científico e a influência da eugenia ainda na sociedade atual. De acordo com Moura (2014), “[...] compreender a natureza da ciência significa saber do que ela é feita, como elaborá-la, o que e por que ela influencia e é influenciada”. Com isso, pôde-se colaborar com a reflexão sobre influência política, contexto social e cultural, período histórico da construção do conhecimento e como a Ciência pode ser mutável.

Na aula seguinte, as primeiras duplas fizeram a apresentação das seções do artigo (Schucman, 2014b) que tratam sobre “Raça e racismo no Brasil atual” e “As diferentes formas de racismo”, trazendo-se mais elementos para refletir sobre branquitude, sobre o próprio lugar social ocupado em nossa sociedade e, inclusive, sobre ações do cotidiano que reproduzem o racismo estrutural presente no Brasil. O diálogo seguiu para questões a respeito do comportamento social com base no fenótipo, em que estudantes brancas/

[...] identifica-se a abordagem da temática da branquitude como necessária no cenário educacional brasileiro. A branquitude, na qualidade de um problema, como foi aqui caracterizada, já vem sendo considerada diretamente pela literatura na área de Ensino de Ciências da Natureza e sobre Educação, de modo geral. Nesse sentido, é preciso refletir sobre as contribuições do Ensino de Química em tal processo.

os e não brancas/os puderam refletir sobre suas vivências e compartilhá-las com a turma. A discussão em sala trouxe memórias e relatos vindos das/os estudantes sobre suas histórias e famílias. Como forma de complementar a leitura, discutiu-se a obra *Arte Mimese*, do artista Peter de Brito, para colaborar com interpretações do racismo no Brasil. A partir do diálogo sobre a obra, relacionando-a com as reflexões acerca da molécula da melanina que o artigo de Schucman (2014b) apresenta, foi possível estudar, por exemplo, conceitos relacionados à Química Orgânica, analisando a molécula de eumelanina.

Na quarta aula, foi promovido um debate sobre o impacto do racismo científico até os dias atuais e a grande responsabilidade no processo de construção do conhecimento. Na continuidade, pôde-se aprofundar a discussão sobre a relação entre a molécula de melanina e o fenótipo. A partir da discussão sobre o fenótipo e como ele afeta o comportamento e a leitura social, ainda influenciado pela eugenia, aprofundaram-se, entre outros, os conhecimentos sobre a macromolécula de melanina e seus monômeros, eumelanina e feomelanina.

O estudo químico da melanina pode ser relevante para discussões sobre relações étnico-raciais, uma vez que a melanina é a molécula responsável pela coloração da pele, cabelos e olhos, e a cor é parte da base do racismo brasileiro. A melanina é um aminoácido cujo constituinte essencial é a tirosina, que, em sua composição, tem fenol, grupos aromáticos, amina e ácido carboxílico. A cor da pele humana é influenciada pela quantidade de melanina total presente na pele: quanto mais concentração de melanina, mais enegrecida é a pele. A melanina tem alta massa molecular e, além de dar cor à pele, tem função protetora, absorvendo e filtrando os raios ultravioleta (Miot *et al.*, 2009).

O estudo da melanina pode articular-se com o estudo de vários conceitos de Química. Pode-se atentar, ainda, às insaturações, às diferentes formas de representar a estrutura da melanina e de outros polímeros orgânicos, à classificação de carbonos e à síntese da melanina. A melanina é formada a partir dos monômeros eumelanina, um pigmento marrom-preto, insolúvel e alcalino, e a feomelanina, pigmento amarelo-vermelho, solúvel e alcalino (Miot *et al.*, 2009). A síntese foi estudada em sala de aula,

Na aula seguinte, abordou-se a seção do artigo (Schucman, 2014b) intitulada “Padrões de beleza e branquitude”, em que a autora discute respostas que recebeu nas entrevistas de sua pesquisa, que apresentam de forma direta o pensamento eugenista, ainda presente na sociedade brasileira, com falas que explicitam a ideia de superioridade estética sobre a população não branca. O diálogo sobre essa seção colaborou para que as/os estudantes pudessem confrontar e refletir sobre seus próprios ideais de beleza.

A conversa sobre hierarquização estética e os diferentes tipos de cabelo permitiu estabelecer relação com a queratina, que é uma proteína. Independentemente do tipo de cabelo, a queratina será a composição química básica dos fios, mudando apenas a sequência de aminoácidos constituintes

dessa proteína. Os aspectos químicos dos diferentes tipos de cabelo foram apresentados e discutidos em sala de aula.

Na sexta aula, foi discutida a seção do artigo (Shucman, 2014) “Ideia de superioridade moral e intelectual”, em que se aborda o quanto a ideia de racismo biológico segue presente no imaginário social e como se projeta para a cultura não branca com um discurso que hierarquiza culturas em vez de compreender a diversidade cultural.

Na última aula, foram discutidas as considerações finais do artigo, em que a autora argumenta, entre outros pontos, que precisam ser diversas as frentes na luta contra o racismo de nossa sociedade. Para ela, é muito importante que a falsa ideia de universalidade que a população branca associa a si mesma seja escancarada e reconhecida.

A turma, composta majoritariamente por estudantes brancos/as, teve a participação discente sem manifestação de resistência explícita. A turma reconheceu desconhecer a noção de branquitude, e, por iniciativa própria, estudantes fizeram sua autodeclaração racial, bem como contaram experiências pessoais que, a partir da leitura do texto, identificavam seus privilégios sociais como pessoas brancas. Estudantes negros/as também manifestaram que essa abordagem fez com que se sentissem mais confortáveis para contribuir com as aulas.

É importante a compreensão de que o tema *branquitude* pode ser relacionado de diversas maneiras com as Ciências da Natureza. Neste exemplo, mostrou-se que a Química, na qualidade de componente curricular, pode colaborar para reflexões sobre as problemáticas presentes em nossa sociedade, como o racismo estrutural e os privilégios associados à população branca ao longo de toda a história brasileira. Dialogar sobre o racismo científico, a eugenia e os seus reflexos ainda na atualidade também faz-se muito necessário.

Nesta proposta, os resultados mostram a possibilidade de abordar a problemática racial a partir de outro lugar social como foco, a branquitude. Deslocar o foco do debate contribuiu para que todas/os estudantes se compreendessem como parte do tema, dialogando e, em alguns momentos, se emocionando ao identificar dinâmicas familiares ou relacionais, considerando as relações interpessoais presentes no cotidiano ou em famílias inter-raciais.

Uma proposta de discussão da branquitude na formação inicial de docentes de Química

Na formação inicial de docentes de Química, temos abordado a temática da branquitude no Ensino de Química, no âmbito de uma componente curricular que contempla a História e Filosofia da Química no Ensino de Química. Nesta componente curricular, temos aperfeiçoado a abordagem das relações étnico-raciais e sua articulação com a temática da branquitude. Após uma sequência de discussões na componente curricular envolvendo o estudo dos limites da visão empírico-indutivista para interpretar a produção do conhecimento científico e o processo de ensino e aprendizagem da Química e da epistemologia contemporânea

da Ciência e suas implicações no Ensino de Química, é inserido o estudo do debate entre internalismo e externalismo, relativo à produção do conhecimento na Ciência. Para tanto, é proposta a apresentação de um seminário por um grupo de estudantes — considerando que outros grupos conduziram seminários sobre outros conteúdos supra-mencionados — acerca do internalismo e externalismo na História da Ciência, com base em referências previamente disponibilizadas, como a de Oliveira e Silva (2012). Depois do seminário, há uma discussão com toda a turma. Para a realização do seminário e discussão, é previsto um período de duas aulas, contemplando 100 minutos. É certo que a discussão desenvolvida com estudantes de licenciatura em Química não tem a intenção de incentivar a apropriação da ideia de que as visões internalista e externalista se caracterizam como mutuamente excludentes, pelo contrário. A partir desse estudo, licenciandas/os recebem trechos de livros didáticos que contemplem a abordagem da História da Química para analisarem se o exposto nesses materiais se aproxima da visão do internalismo e/ou do externalismo. Para essa atividade, em geral, também são reservadas duas aulas (100 minutos).

Em sintonia com a posição de uma visão externalista, buscando compreender o racismo que se faz presente na construção do conhecimento científico, é estudado o artigo “Químics negros e negras do século XX e o racismo institucional nas ciências” (Silva e Pinheiro, 2019). Cada licenciando/a tem que elaborar uma pergunta com a resposta e uma pergunta sem a resposta, expressando dúvidas derivadas da leitura (Francisco Junior, 2011), na qualidade de atividade extraclasse, juntamente com a leitura da referência. Em sala de aula, a discussão sobre essa atividade dos licenciandos é mediada pelo formador. Após, na mesma aula (100 minutos), é solicitado que cada licencianda/o ou duplas selecionem uma/um química/químico caracterizada/o no artigo e dê um exemplo, por meio de um plano de aula, de como a sua trajetória poderia ser abordada em aulas de Química no Ensino Médio.

Em harmonia com uma visão externalista, contemplando a discussão do racismo na construção do conhecimento científico, licenciandas/os assistem a trechos de um vídeo³ sobre o evento intitulado “Branquitude nas Ciências – a influência da cor no fazer científico”, organizado pela Fundação Oswaldo Cruz. Nesse momento, há uma discussão explícita sobre a branquitude associada à construção do conhecimento científico e articulações com as discussões suscitadas pela referência previamente estudada de Silva e Pinheiro (2019). A atividade está prevista para um período de duas aulas. Estuda-se como a branquitude pode estar presente na Química, enquanto área de conhecimento, de modo a afastar a população negra dessa Ciência. Por

exemplo, discute-se como os processos seletivos de programas de pós-graduação, que são responsáveis pela formação de pesquisadores, não raramente se apoiam em critérios puramente meritocráticos – lembrando que a meritocracia é um dos valores enaltecidos pela branquitude – e desconsideram as diferenças de condições socioeconômicas que amiúde existem entre pessoas brancas e negras, o que influencia seus processos formativos. A partir disso, são estabelecidas relações com a história de químicas/os negras/os, abordada na referência de Silva e Pinheiro (2019).

As/Os licenciandas/os podem retomar a temática da branquitude e das relações étnico-raciais, se desejarem, na atividade da componente curricular na qual se solicita a elaboração de uma sequência de planos de aula sobre História da Química e Ensino de Química.

Em geral, licenciandas/os explicitam surpresa com essa perspectiva de associação da História e Filosofia da Química com o estudo da ERER no Ensino de Química, e as avaliações realizadas dão indicativos da apropriação, pelas/os licenciandas/os, dos conhecimentos estudados a respeito dessa associação. Isso sugere que a adoção de padrões historiográficos na abordagem da História e Filosofia da Química na formação docente, além de tratar de problemáticas como a do empirismo, precisa contemplar outras, como a do racismo. É importante considerar compreensões como a de Kuhn (2011), ao defender que a História da Ciência não é uma disciplina puramente descritiva e envolve elementos sociológicos e psicológicos.

As possibilidades de articulação entre os estudos críticos da branquitude e a formação de docentes de Química não precisam encerrar-se em uma abordagem da visão externalista da História da Química. Propostas de discussão da branquitude no Ensino de Química na Educação Básica, como a caracterizada neste trabalho, podem também subsidiar a formação docente.

Considerações finais

As possibilidades de articulação entre os estudos críticos da branquitude e a formação de docentes de Química não precisam encerrar-se em uma abordagem da visão externalista da História da Química. Propostas de discussão da branquitude no Ensino de Química na Educação Básica, como a caracterizada neste trabalho, podem também subsidiar a formação docente.

A branquitude tem como uma das suas características o racismo, não somente em sua dimensão biológica, mas também cultural. Perpetua-se a ideia de superioridade moral, estética e intelectual por meio de técnicas diárias, com o intuito de manter privilégios materiais e simbólicos – já reconhecidos pela branquitude brasileira –, que fazem parte da construção histórico-social do

Brasil, assim como a ideologia de democracia racial e a reprodução de ideias enraizadas no imaginário social, como a meritocracia e a hierarquização racial.

Entendemos que o Ensino de Química pode ser um forte aliado no enfrentamento do problema do racismo como um dos pilares da branquitude brasileira. Para tanto, foi

socializado um exemplo de proposta para Ensino de Química na Educação Básica, no contexto de Santa Catarina, um estado considerado “*locus da concretização*” do projeto imigrante. Dessa forma, compreende-se a necessidade de colaborar com uma reflexão sobre relações raciais que desloque o foco da população negra para que os privilégios, já tão naturalizados, da população branca brasileira possam ser discutidos no contexto escolar.

No âmbito da formação inicial de docentes de Química, temos organizado atividades educativas a respeito da branquitude associada à abordagem da visão externalista da História da Química/Ciência. Entendemos que o racismo praticado pela branquitude é um fator que influencia os processos de construção do conhecimento científico, inclusive afastando pessoas negras da Ciência, na qualidade de produtoras de conhecimento. Reconhece-se que um dos efeitos da branquitude não somente é a invisibilização de pesquisadores/as de áreas da Química ou do próprio Ensino de Química, mas igualmente o desfavorecimento do acesso de pessoas negras às carreiras científicas. Nisso está subjacente o caráter imperativo da Lei 12.711 de 2012, que trata da reserva de vagas em processos seletivos para ingresso em cursos de graduação na Educação Superior (Brasil, 2012), e da Portaria Normativa N° 13, de 11 de maio de 2016, que dispõe sobre a indução de ações afirmativas em programas de pós-graduação brasileiros. É preciso avançar em políticas públicas que tratem da permanência de estudantes que ingressaram por meio da reserva de vagas na graduação e pós-graduação, de maneira a favorecer a inserção cada vez mais significativa de pessoas negras na carreira científica.

Cumpramos registrar que a branquitude também pode ser explorada pela pesquisa em Ensino de Química. Além de analisar processos educativos, como os socializados anteriormente, são possíveis investigações fundamentadas nos estudos críticos da branquitude que tratem de problemáticas diversas, tais como: as trajetórias acadêmicas de pesquisadores/as negros/as e brancos/as na área de Ensino de Química; as trajetórias profissionais de docentes negros/as e brancos/as de Química na Educação Básica; a evasão e a permanência de estudantes negros/as e brancos/as em cursos de graduação e pós-graduação em Química; e a imagem de cientistas negros/as e brancos/as em livros didáticos da área. Na medida em que a pesquisa em Ensino de Química se fundamentar em estudos críticos da branquitude, abordando problemáticas como as supracitadas, poderá subsidiar práticas de formação docente com referências que colaborem para explicitar implicações mais plurais.

Ao mesmo tempo em que a branquitude tem como uma das suas características o racismo, paradoxalmente, age em favor da sua negação, e o enfrentamento do problema é freado em favor da manutenção dos privilégios das pessoas brancas. A partir da tomada de consciência desses privilégios, pessoas brancas podem colaborar no combate ao racismo instituído em nosso país. É nossa tese que o Ensino de Química não pode alijar-se desse objetivo imperativo do processo educacional. E para finalizar compartilhamos das palavras de

Guerreiro Ramos (1957, p. 172): “[...] receio que alguns leitores, impressionados com os aspectos verbais aparentes deste estudo, nele descubram intenções agressivas. A esses leitores asseguro, com sinceridade, que o meu propósito é, ao contrário, generoso e pacifista”

Notas

¹ Trata-se de versão revisada e ampliada de trabalho completo publicado nos Anais do “XII Congresso de Pesquisadores Negros (COPENE), realizado de 11 a 15 de setembro de 2022.

² Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=q6tSIHzpFTc>. Acesso em 25 de abr. 2022.

³ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MMk6PEHpNiw>

Rhaysa Terezinha Gonzaga (rhaysa.gonzaga@gmail.com), licenciada em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e mestranda no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da UFSC. Florianópolis, SC – BR. **Fábio Peres Gonçalves** (fabio.pg@ufsc.br), licenciado em Química pela Universidade Federal do Rio Grande, mestre e doutor pelo PPGECT da UFSC. Docente do Departamento de Química e do PPGECT da UFSC. Florianópolis, SC – BR.

Referências

ALVINO, A. C. B.; SILVA, A. G.; LIMA, G. L. M.; CAMARGO, M. J. R.; MOREIRA, M. B. e BENITE, A. M. C. Metalurgia do ferro em África: A Lei 10.639/03 no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 43, n. 4, p. 390-400, 2021.

BENTO, C. *O pacto da branquitude*. São Paulo: Companhia de Letras, 2022.

BENTO, M. A. S. *Pactos narcísicos no racismo: branquitude e poder nas organizações empresariais e no poder público*. Tese de Doutorado em Psicologia - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

BRASIL, C. N. *Lei nº 10.639, de 9 de janeiro de 2003. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática “História e Cultura Afro-Brasileira”, e dá outras providências*. Brasília: Presidência da República, 2003.

BRASIL, C. N. *Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012. Dispõe sobre o ingresso nas universidades federais e nas instituições federais de ensino técnico de nível médio e dá outras providências*. Brasília: Diário Oficial da União, 2012.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo Brasileiro de 2010*. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Desigualdades sociais por cor ou raça no Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Trabalho infantil de crianças e adolescentes de 5 a 17 anos de idade 2016-2019*. Rio de Janeiro: IBGE, 2020a.

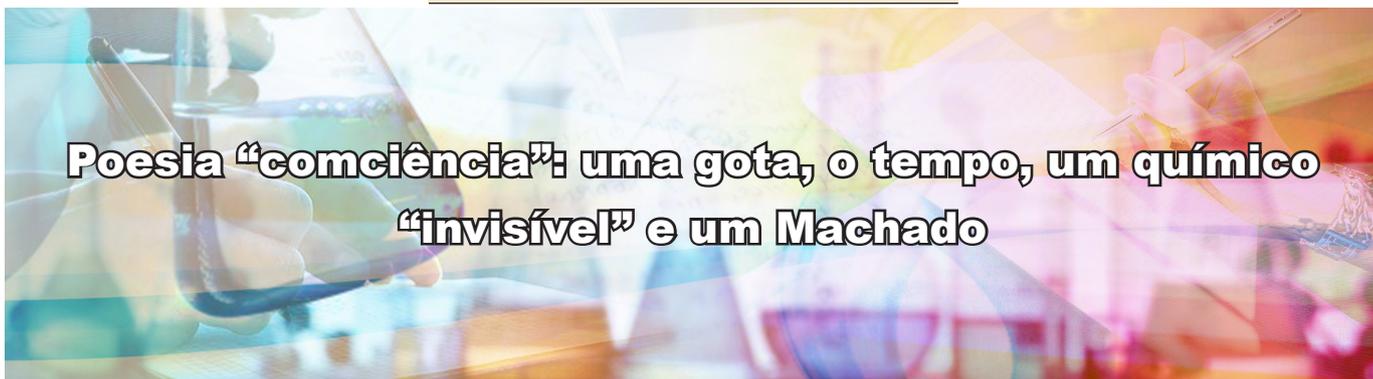
- BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Educação: 2019*. Rio de Janeiro: IBGE, 2020b.
- BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua trimestral, por cor ou raça – Santa Catarina - 2021*. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.
- BRASIL. *Portaria Normativa Nº 13, de 11 de maio de 2016. Dispõe sobre a indução de Ações Afirmativas na Pós-Graduação, e dá outras providências*. Brasília: Ministério da Educação, 2016.
- BOLSANELLO, M. A. Darwinismo social, eugenia e racismo “científico”: sua repercussão na sociedade e na educação brasileiras. *Educar*, v. 12, p. 153-165, 1996.
- CAMARGO, M. J. R. e BENITE, A. M. C. Educação para as relações étnico-raciais na formação de professores de química: sobre a lei 10.639 no ensino superior. *Química Nova*, v. 42, n. 6, p. 691-701, 2019.
- CAMARGO, M. J. R.; FAUSTINO, G. A. A. e BENITE, A. M. C. Denegrindo o ensino de ciências/químico: um percurso para a formação docente. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 28, n. 1, p. 1-22, 2023.
- CARDOSO, L. A branquitude acadêmica, a invisibilização da produção científica negra, a autoproteção branca, o pesquisador branco e o objeto-fim. *Educação (UFMS)*, v. 47, p. 1-24, 2022.
- CARVALHO, F. N. e SCHUCMAN, L. V. A contribuição dos estudos críticos da branquitude para compreensão do preconceito racial na psicologia social. *Quaderns de Psicologia*, v. 24, n. 1, p. 1-18, 2022.
- CROSSACZ, V. R. Entre cor e classe: definições de branquitude entre homens brancos no Rio de Janeiro. *Revista ABPN*, v. 6, n. 13, p. 201-222, 2014.
- DIAS, L. R. Quantos passos já foram dados? A questão de raça nas leis educacionais – da LDB de 1961 à Lei 10.639, de 2003. In: ROMÃO, J. *História do negro e outras histórias*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade, 2005.
- FRANCISCO JUNIOR, W. E. Analisando uma estratégia de leitura baseada na elaboração de perguntas e de perguntas com respostas. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 161-175, 2011.
- FRANCISCO JUNIOR, W. E. Educação anti-racista: reflexões e contribuições possíveis do ensino de ciências e de alguns pensadores. *Ciência & Educação*, v. 14, n. 3, p. 397-416, 2008.
- GEVEHR, D. L.; ALVES, D. Educação para as relações étnico raciais: uma aproximação entre educação, cultura e desenvolvimento. *Revista Brás Cubas*, v. 9, n. 3, p. 21-38, 2020.
- GONZAGA, R. T. e GONÇALVES, F. P. História, cultura e resistência da população negra na formação inicial de professoras/es de química no estado mais branco do Brasil. *Revista da Associação Brasileira de Pesquisadores/as Negros/as (ABPN)*, v. 14, n. 41, p. 306-332, 2022.
- GONZAGA, R. T.; SANTANDER, M. A. e REGIANI, A. M. A cultura afro-brasileira no ensino de química: a interdisciplinaridade da química e a história da cana-de-açúcar. *Química Nova na Escola*, v. 41, n. 1, p. 17-24, 2019.
- GONZAGA, R. T.; HINKEL, J.; SÁ, L. P. Diversidade, inclusão e resistência: a arte de Rosana Paulino aliada ao ensino de química. *Scientia Naturalis*, v. 3, n. 4, p. 1845-1860, 2021.
- KUHN, T. S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. 10ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2011.
- LEITE, I. Descendentes de Africanos em Santa Catarina: invisibilidade histórica e segregação. *Textos e Debates: Núcleo de Estudos sobre identidade e relações interétnicas*, Florianópolis, v. 1, p. 5-42, 1991.
- MELO, W. C.; SCHUCMAN, L. V. Mérito e mito da democracia racial: uma condição de (sobre)vivência da supremacia branca à brasileira. *Revista Espaço Acadêmico*, Ano XXI, Edição Especial, p. 14-23, 2022.
- MIOT, L. D. B.; MIOT, H. A.; SILVA, M. G. D. e MARQUES, M. E. A. Fisiopatologia do melasma. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, v. 84, p. 623-635, 2009.
- MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, jun. 2014.
- NASCIMENTO, M. M. Os privilégios da branquitude e a reprodução de desigualdades sociais na educação brasileira. *Educação, Cultura e Sociedade*, v. 10, n. 2, p. 21-33, 2020.
- NASCIMENTO, A. *O genocídio do negro brasileiro: processo de um racismo mascarado*. 3ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2016.
- OLIVEIRA, D. e RESENDE, V. M.; Branquitude, discurso e representação de mulheres negras no ambiente acadêmico da UFBA. *Bakhtiniana: Revista de Estudos do Discurso*, v. 15, n. 4, p. 149-171, 2020.
- OLIVEIRA, R. A.; SILVA, A. P. B. *História da Ciência e o Ensino de Física: uma análise meta-histórica*. In: PEDUZZI, L.O.Q.; MARTINS, A.F.P.; FERREIRA, J. (Org.). *Temas de história e filosofia da ciência no ensino*. Natal: EdUFRN, 2012.
- RAMOS, A. G. *Patologia social do ‘branco’ brasileiro*. In: RAMOS, A. *Introdução crítica à sociologia brasileira*. Rio de Janeiro: Editorial Andes Limit, 1957.
- SANCHÈZ-ARTEAGA, J. M.; SEPÚLVEDA, C. e EL-HANI, C. N. Racismo científico, procesos de alterización y enseñanza de ciencias. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, v. 6, n. 12, p. 55-67, 2013.
- SCHUCMAN, L. V. *Entre o “encardido”, o “branco” e o “branquíssimo”: raça, hierarquia e poder na construção da branquitude paulistana*. Tese de Doutorado em Psicologia Social - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- SCHUCMAN, L. V. Branquitude e poder: revisitando o “medo branco” no século XXI. *Revista ABPN*, v. 6, n. 13, p. 134-147, 2014a.
- SCHUCMAN, L. V. Sim, nós somos todos racistas: estudo psicossocial da branquitude paulistana. *Psicologia & Sociedade*, v. 26, n. 1, p. 83-94, 2014b.
- SCHUCMAN, L. V. Entre o Branco e a Branquitude: letramento racial e formas de desconstrução do racismo. *Portuguese Literary & Cultural Studies*, v. 34, p. 171-189, 2021.
- SILVA, E. M. S. S. e FRANCISCO JUNIOR, W. E. Arte na educação para as relações étnico-raciais: um diálogo com o ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 2, p. 79-88, 2018.
- SILVA, P. E. Contribuições ao estudo da branquitude no branquitude Brasil: Ensino Superior. *Revista ABPN*, v. 6, n. 13, p. 08-29, 2014.
- SILVA, A. S.; PINHEIRO, B. C. S. Químics negros e negras do século XX e o racismo institucional nas ciências. *Revista Exitus*, v. 9, n. 4, p. 121-146, 2019.

VEIGA, C. G. “Promiscuidade de cores e classes”: tensões decorrentes da presença de crianças negras na história da escola pública brasileira. In: FONSECA, M. V., BARROS, S. A. P. (org.). *A história da educação dos negros no Brasil*. Niterói: EdUFF, 2016. p. 271-304.

VERRANGIA, D. Educação científica e diversidade étnico-racial: o ensino e a pesquisa em foco. *Interações*, v. 31, p. 2-27, 2014.

Abstract: *Education for ethnic-racial relations in teaching and training of Chemistry teachers: implications of the field of whiteness studies.* Given the problem of addressing ethnic-racial relations in Chemistry Teaching, this paper aims both to discuss education for ethnic-racial relations in Chemistry Teaching and the implications of the field of whiteness studies on Education, in general, and to signal possibilities of articulating the field of whiteness studies with the teaching and training of Chemistry teachers. This study, which is characterized as an essay, approaches the rise of whiteness and its presence in Education. From this discussion, implications of the approach to whiteness in Chemistry Teaching in Basic Education in the state of Santa Catarina, whose white population makes up approximately 82 percent, are presented. Implications for the training of Chemistry teachers are also socialized. It is concluded that it is necessary to reflect on the privileges of whiteness and, hence, contribute to fight against racism in society. Questions for research in Chemistry Teaching considering critical whiteness studies are also shared.

Keywords: education for ethnic-racial relations, racism, anti-racist education



Poesia “comciência”: uma gota, o tempo, um químico “invisível” e um Machado

Danilo Rosa Andrade e Wilmo Ernesto Francisco Junior

Com o intuito de ampliar a discussão sobre os poemas na educação em ciências e, em química especialmente, este trabalho propõe um olhar analítico para aspectos linguísticos e estéticos das produções poéticas como caminho inicial para se pensar atividades didáticas. Com base em aproximações teóricas entre a ciência e os poemas, argumentam-se dois pontos de simetria, relacionados à nominalização e à imaginação (ou abstração do pensamento). Tais ideias foram exploradas a partir da discussão de dois textos poéticos, intitulados *A gota* e *O tempo*. Como desdobramentos, sugere-se que os professores reconheçam essas características, bem como exercitem a análise dos aspectos lexicais para que, a partir disso, possam desenvolver práticas de ensino mais bem estruturadas.

► arte e ciência, poesia, ensino de química ◀

Recebido em 08/10/2023; aceito em 01/02/2024

As relações entre a ciência e a literatura, ou mais particularmente entre ciência e poesia, não são recentes. A defesa de uma inter-relação mais sólida é realizada sob diferentes ângulos que consideram aspectos históricos, conceituais e estéticos (Porto, 2000; Silva, 2011; Herrick e Cording, 2013; Lima *et al.*, 2020; Souza e Vasconcellos, 2023). No século XIX, Huxley argumentou acerca dessa conexão.

Existem outras formas de cultura além da ciência (...) e eu ficaria profundamente entristecido em ver tal fato esquecido, ou mesmo observar uma tendência em minimizar ou inviabilizar a cultura literária e estética em prol da ciência (Huxley, 1893, p. 162).

Zanetic (1998) demonstrou que ao longo da história, obras de escritores e cientistas exibiram simbioses entre literatura e conhecimento científico, ora pelo viés de literatos com veia científica ora de cientistas com veia literária. Particularmente no campo da poética, alguns estudos no Brasil têm se debruçado sobre a relação entre poemas e ciência. Porto (2000) analisou *Psicologia de um vencido* de Augusto dos Anjos com um olhar interdisciplinar, considerando a biografia do autor, a história da química e a origem da vida. Caminho similar foi adotado para a discussão de dois poemas de António Gedeão

com aproximações ao pensamento filosófico de Gaston Bachelard (Silva, 2011). Já Francisco Junior e Leite (2020) empreenderam a leitura de um poema com temática ligada à ciência entre licenciandos em química, indicando a emergência de reações estéticas, bem como dúvidas em relação aos termos e significados científicos.

Assume-se com tais trabalhos que os poemas abrem perspectivas para a inter-relação das vertentes sociais e científicas. Visando pensar a concretude do trabalho pedagógico e da pesquisa em ensino, acredita-se ser importante estabelecer parâmetros de análise que permitam sistematizar práticas didático-pedagógicas. Sobre isso é fundamental se respaldar numa perspectiva teórica que aponte aproximações ou mesmo distanciamentos entre arte (poemas) e ciência, ao mesmo tempo em que seja possível emergir as questões íntimas ao ensino.

Em termos do exposto, este trabalho vislumbra ampliar a discussão sobre os poemas na educação em ciências e, em química especialmente, propondo a análise de produções poéticas como caminho inicial para se pensar atividades didáticas. Não se pretende com a proposta tolher os caminhos possíveis de leitura dos poemas ou restringi-los a um viés analítico. Este é tão somente um direcionamento para que professores e pesquisadores pensem o texto poético em sua unidade-totalidade de construção.

Para tanto, o trabalho discutiu dois textos poéticos lançando luz desde um ângulo analítico guiado por princípios da psicologia histórico-crítica que considera a linguagem e a estética como eixos que se imbricam. Esses dois eixos são atravessados pela ciência química e trazem concatenações para a organicidade pretendida acerca do emprego de poemas no processo educativo. Em termos da linguagem, focou-se na dimensão lexical e de estrutura textual. A dimensão estética, por sua vez, refere-se aos efeitos que pode(ria)m suscitar os poemas em função dos aspectos psicológicos e históricos de sua construção e produção de sentidos. Tal discussão foi ancorada em considerações sobre psicologia e arte de Vigotski (1999, 2010a) e em concepções de poesia e arte de Severino Antônio (2019). Tais embasamentos teóricos são mais aprofundados na próxima seção.

Poemas: das marcas da linguagem às reações psicológicas

Seja qual for a perspectiva adotada, buscar uma concepção ou algum significado para os poemas não se constitui tarefa trivial, pois sempre se incorrerá em reducionismos. Talvez por isso seja prudente mencionar a visão de Paz (2012) que assume um poema como uma possibilidade aberta. Aberta tanto em sua composição quanto nos sentidos, emoções e vivências que pode evocar. Em termos da composição, os poemas muitas vezes são abertos em suas linguagens, nos signos que os compõe, enredando linguagens verbais, com palavras, e não verbais, com imagens e sons. Nesse sentido, embora se reconheça esta abertura de possibilidade, este artigo ater-se-á predominantemente à composição textual, já que os poemas aqui analisados estão fundamentalmente materializados em palavras.

Nessa tessitura textual, pode-se assumir que o poema, ou a literatura poética de um modo mais amplo, compõe-se de uma estrutura genérica, logo, um gênero em particular. Gêneros textuais podem ser compreendidos como construções linguísticas que apresentam padrões centrais de composição que se repetem, ainda que possam haver variações (Koch e Elias, 2010). Numa dimensão construtiva, as palavras são os constituintes básicos dessa arquitetura. Essas palavras agrupam-se formando microestruturas:

(...) uma construção contínua-descontínua, feita de partes-fragmentos com relativa autonomia e simultaneamente inter-relacionadas e integradas no conjunto-caleidoscópico. Unidade na diversidade. Diversidade da unidade. Uma reflexão-exposição discursiva e não linear; fragmentária, mas unitária (Antônio, 2019, p. 143).

[...] o trabalho discutiu dois textos poéticos lançando luz desde um ângulo analítico guiado por princípios da psicologia histórico-crítica que considera a linguagem e a estética como eixos que se imbricam. Esses dois eixos são atravessados pela ciência química e trazem concatenações para a organicidade pretendida acerca do emprego de poemas no processo educativo.

Tal dimensão textual confere uma primeira aproximação entre a ciência e os poemas, concernentes à síntese e à representação de ideias que a unidade da palavra carrega. Essa aproximação decorre do efeito de nominalização, que implica na transformação de um verbo, adjetivo ou outra palavra em uma entidade nominal (Halliday, 2004). Nessa construção, processos ou qualidades (verbos e adjetivos) são empregados como substantivos (entidades). As nominalizações são formas metafóricas que dão sustentação à construção das relações entre as formas abstratas, por sua vez materializadas

em terminologias que carregam significados complexos e expressos frequentemente em poucas ou uma única palavra. Durante a nominalização, informações sobre os participantes ou as circunstâncias são geralmente ocultadas, de modo a serem enunciadas por cláusulas. Essa é uma das marcas da linguagem científica, que em geral busca transformar uma ação em uma situação ou relação, aparentemente estática e impessoal (Halliday, 2004). Por meio desse processo, um poema também sintetiza e representa ideias, sentimentos e conhecimento. Ao se fazer isso, é possível empregar esse sintagma nominal sem necessidade de introduzir muitas palavras adicionais.

Considerando que o procedimento de nominalização consiste em uma metaforização por meio do qual ideias e conceitos são representados e sintetizados em palavras, emerge a necessidade de um processo de (res)significação que permita a conexão entre a linguagem em si e o que ela representa. Segundo Bronowski (1998, p. 24):

A função das palavras, no pensamento humano, consiste em representar as coisas que não são percebidas imediatamente pelos sentidos, permitindo assim que a mente as manipule coisas e também conceitos, ideias, tudo o que não tem uma realidade física diante de nós.

A (res)significação se realiza mediante a manipulação mental de entidades abstratas e depende fundamentalmente da imaginação, outro ponto fundamental de correlação entre poemas e ciência. A linguagem poética se enche de simbologias metafóricas e analógicas, representações que constituem a percepção do leitor para um processo de abstração, a partir do qual se intenta desvelar aquilo que está oculto na metaforização. Conforme Bronowski (1983, p. 28): “Existe qualquer coisa nestas imagens abundantes [do poema] que atinge cada um de nós e tem o efeito de transmitir uma mensagem (...). Pergunte a si próprio qual a imagem que, para si, salta do poema como um foguete e espalha uma chuva brilhante de luz no seu intelecto.”

Os símbolos e a linguagem química de modo geral desenvolvem função similar ao evocar sentidos e significados mediados por representações particulares. É um processo de ressonância mental da linguagem que se alinha com a teoria vigotskiana, em que a relação entre o pensamento e a palavra é um movimento vivo e bidirecional, a partir do qual o pensamento não é apenas expresso, mas se realiza por meio da palavra (Vigotski, 2010a). Para o autor,

O sentido de uma palavra é a soma de todos os fatos psicológicos que ela desperta em nossa consciência. Assim, o sentido é sempre uma formação dinâmica, fluida e complexa que tem várias zonas de estabilidade variada (...). Como se sabe, em contextos diferentes, a palavra muda facilmente de sentido (Vigotski, 2001b, p. 465).

A transição entre a palavra e o pensamento se dá, para Vigotski, por meio do significado, que é uma generalização: “(...) o significado da palavra, que acabamos de tentar elucidar do ponto de vista psicológico, tem na sua generalização um ato de pensamento na verdadeira acepção do termo. Ao mesmo tempo, porém, o significado é parte inalienável da palavra como tal, pertence ao reino da linguagem tanto quanto ao reino do pensamento” (2001b, p. 10). Os significados configuram-se por uma estabilidade de ideias, ao passo que os sentidos são mais fluídos. O significado constitui uma das zonas de sentido. São abstrações do pensamento que se materializam pela palavra – ou de um modo mais amplo, por signos – construídos nas vivências e acontecimentos. A palavra é um signo que conceitua, passando a representar o objeto, conferindo-lhe sentido como um atributo do pensamento (Vigotski, 2001b). O signo é aquilo que carrega um significado e promove a mediação pelas quais as relações iniciais efetivam-se mais complexas. Os sentidos são assim produzidos, na articulação das experiências singulares com o mundo mediante práticas coletivas e individuais integradas por dimensões cognitivas e afetivas mediadas pela linguagem.

A linguagem, embora seja raiz, desnuda outros aspectos, “verdadeiras descargas emocionais, compactos verbais de emoção concentrada e irradiante – representam uma possibilidade de vivenciar humanamente as emoções (Antônio, 2019, p. 78)”. Ainda segundo Antônio (2019), trata-se de uma experiência holística, que religa sujeito e objeto, dimensão intelectual e dimensão sensível; os poemas pulsam como uma forma de energia: “O poema faz pensar. Faz viver. A poesia seduz a razão para a dança com os signos”. Nessa perspectiva, o poema evoca reações de ordem psíquicas.

Os símbolos e a linguagem química de modo geral desenvolvem função similar ao evocar sentidos e significados mediados por representações particulares. É um processo de ressonância mental da linguagem que se alinha com a teoria vigotskiana, em que a relação entre o pensamento e a palavra é um movimento vivo e bidirecional, a partir do qual o pensamento não é apenas expresso, mas se realiza por meio da palavra (Vigotski, 2010a).

Essas reações, com origens na dimensão estética, apresentam influências psicológicas, sendo um dos temas sobre os quais Vigotski se debruçou em suas pesquisas. Um dos conceitos que emerge de sua teoria é a vivência, que adquire posição central para o desenvolvimento do ser humano. Inicialmente, o autor bielorrusso postula sobre a vivência no desenvolvimento da criança:

(...) os elementos existentes para determinar a influência do meio no desenvolvimento psicológico, no desenvolvimento de sua personalidade consciente é a vivência. A vivência de uma situação qualquer, de um componente qualquer do meio define como será a influência dessa situação ou meio sobre a criança. Ou seja, não é esse ou aquele momento, tomado independentemente da criança, que pode determinar sua influência no desenvolvimento posterior, mas o momento refratado através da vivência da criança (Vigotski, 2010b, p. 683-684).

Esse papel da vivência está pautado na centralidade do meio social atribuído para o desenvolvimento, o qual se torna fruto da internalização das relações e vivências sociais que se tornam funções psíquicas internas (Vigotski, 2010a). Nesse contexto, emerge a ideia de vivência estética.

Sabemos que uma obra de arte é um sistema especialmente organizado de impressões externas ou interferências sensoriais sobre o organismo. Entretanto, essas interferências sensoriais estão organizadas e construídas de tal modo que estimulam no organismo um tipo de reação diferente do que habitualmente ocorre, e essa atividade específica, vinculado aos estímulos estéticos, é o que constitui a natureza da vivência estética (Vigotski, 2010a, p. 333).

Tal noção vai encontrar eco nas ideias de Antônio: “[...] É preciso vivenciar o texto. A leitura como atividade criadora, como co-criação. É preciso abrir-se às ressonâncias do poema” (Antônio, 2002, p. 29). São essas as ressonâncias que a arte, no caso aqui um poema, provoca no campo cognitivo e emocional. O poema constitui-se então como possibilidade aberta de vivências estéticas, reações emocionais e cognitivas que permitem ao sujeito compreensões acerca do mundo. Mais uma vez em diálogo com Vigotski, a evolução psíquica seria resultante do desenvolvimento histórico-social do homem, culminando nas Funções Psicológicas Superiores (Vigotski, 2001b; 2010a). Tais funções que incluem, por exemplo, memória, consciência, percepção, atenção, fala,

pensamento, formação de conceitos e emoção, são estimuladas por experiências em todo o percurso histórico e social do sujeito, caracterizando-se pela sua apreensão e tomada de consciência (Vigotski 2001b; 2010a).

É nessa perspectiva que as reações proporcionadas pelo poema se tornam também suas possibilidades educativas. Tais ressonâncias das palavras encontram similaridade nas ressonâncias cognitivas que a linguagem química evoca. Entende-se que explorar as dimensões educativas dos poemas é valorizar aspectos da linguagem e suas ressonâncias cognitivas e estéticas como meio de estimular o pensamento abstrato, construído numa teia sócio-histórica particular e essencial tanto à arte quanto à ciência. Na próxima seção, alguns pontos de ordem metodológica são discutidos, sendo aplicados posteriormente à análise dos textos poéticos como modo de suscitar suas possibilidades de leitura.

Os poemas e sua análise

O presente estudo configurou-se pela análise, em termos da linguagem e estética, de dois poemas (Quadro 1) em que a ciência química se faz presente por meio do uso de representações lexicais. O mais recente deles, *A gota*, publicado na página da rede social Instagram @poesiacomciencia (2021), foi escrito pelo professor de química da Universidade Federal de Alagoas, Wilmo Ernesto Francisco Junior, um químico “invisível” se comparado ao reconhecido escritor brasileiro Machado de Assis, autor do outro texto em análise, originalmente publicado no livro Iaiá Garcia de 1878.

Quadro 1: Poemas utilizados para análise.

A gota	O tempo
<p>A Gota Alíquota De água líquida Em formato peculiar Fruto da ação gravitacional Das forças de tensão superficial Vapor de água, partículas discretas Condensada pela pressão atmosférica Precipita, semeando vida, homérica Brotá no chão esperança concreta Ciclicamente, aborvendo energia Agita-se, rompe a interação Aumenta a entropia Evaporação</p>	<p>O tempo, esse químico invisível, que dissolve, compõe, extrai e transforma todas as substâncias morais.</p>

A análise se apoiou em princípios da teoria histórico-cultural que concebe o processo histórico e dialético de construção da realidade.

Estudar algo historicamente significa estudá-lo em movimento. Esta é a exigência fundamental do método dialético. Quando numa investigação se abarca o processo de desenvolvimento de algum fenômeno em todas as suas fases e mudanças, desde que surge até que desapareça, isso implica manifestar sua natureza, conhecer sua essência, já que somente em movimento demonstra o corpo que existe. Assim, pois a investigação histórica da conduta não é algo que complementa ou ajuda o estudo teórico, mas consiste seu fundamento (Vigotski, 2001a, p. 67-68).

O movimento histórico de constituição da humanidade mediado por representações simbólicas é central nessa perspectiva, bem como a relação dialética entre totalidade e unidade. Trata-se de uma interpretação da realidade a partir do caráter material (aquilo que compõe o poema) e do caráter histórico (aquilo que permeou e subsidiou a construção do

poema). Neste percurso teórico-metodológico, o movimento do pensamento é teorizar a realidade a partir do empírico, do real aparente, ou seja, da forma como o objeto se apresenta em primeira instância. Historicamente, poetas organizaram seu trabalho para pensar, abstrair o mundo e sua dimensão fenomenológica e filosófica, materializando-o em

constituintes básicos que são as palavras. O poeta seria um arquiteto das palavras, unidades fundamentais de seu trabalho. Tendo em vista essa materialidade do trabalho do poeta mediante as palavras, essas se tornaram a categoria empírica mais simples de análise.

A escolha dos textos está compreendida no bojo de experiências histórico-culturais. Essa adveio de uma atividade na disciplina *Leitura e produção textual no ensino de química*, ofertada em curso de Graduação de Licenciatura em química, cuja primeira tarefa consistiu na seleção e apresentação, por parte de estudantes, de textos que tivessem relação com a química. Esses dois textos foram os dois únicos do gênero poético apresentados. Ao discuti-los, os estudantes encontraram dificuldades com as terminologias que aludiam ao conhecimento químico, limitando as correlações metafóricas e os sentidos produzidos. Tal experiência foi ponto de partida para se pensar quais caminhos seriam possíveis para que a relação entre a química e o texto pudesse ser materializada de modo a favorecer leituras mais amplas. Dessa forma, direcionou-se o olhar para os aspectos básicos de unidade-totalidade.

No caso da unidade, considerou-se como centrais o léxico e sua densidade lexical (DeL). A densidade lexical é considerada um indicador do grau de riqueza lexical e compreende a concentração de itens lexicais em um texto (Johansson, 2008). A DeL pode ser obtida por meio de diferentes métodos, dentre eles de Ure (1971), que consiste na divisão de

Entende-se que explorar as dimensões educativas dos poemas é valorizar aspectos da linguagem e suas ressonâncias cognitivas e estéticas como meio de estimular o pensamento abstrato, construído numa teia sócio-histórica particular e essencial tanto à arte quanto à ciência

itens lexicais de interesse (substantivos, adjetivos, verbos, etc.) pelo total de palavras em um texto. Para o presente estudo, o item lexical de interesse foram palavras que produzem algum sentido científico. A identificação dos termos de interesse foi realizada de modo independente por dois pesquisadores. Após, foram tecidas elaborações a respeito dos conceitos científicos para cada termo. Tendo em vista o conceito de sentido de uma palavra como “a soma de todos os fatos psicológicos que ela desperta em nossa consciência” (Vigotski, 2001b, p. 465), a noção de significado como “apenas uma dessas zonas do sentido que a palavra adquire no contexto de algum discurso” (Vigotski, 2001b, p. 465), bem como as idiosincrasias da leitura, adota-se a noção de sentido científico para aqueles termos que podem produzir mais de uma correlação psicológica, sendo ao menos uma delas atinente à ciência.

A relação entre a unidade e a totalidade se deu por meio da dimensão estética, que incluiu se enveredar pelo contexto da vida dos autores e da sociedade em que se insere seu trabalho. O estudo da biografia e do momento de produção dos textos foram importantes para tal. Logo, a estrutura textual associada às interferências do contexto histórico, social e cultural, bem como as implicações e relações entre ciência e sociedade, foram o mote para se produzir interpretações.

Uma gota e o tempo: algumas travessias linguísticas, estéticas e científicas

Nesta seção são apresentados os resultados da análise, tanto do ponto de vista linguístico como estético. De fato, ambos estão interconectados, já que a estética está associada à experiência autêntica do sujeito cujos signos (representações) têm papel fundamental. Todavia, a apresentação dos resultados iniciou-se pelos aspectos linguísticos lexicais, seguidos pela apresentação estética.

A análise lexical dos textos indicou que ambos os textos carregam elevada quantidade de palavras que podem ser identificadas como representações da ciência, ou seja, palavras capazes de produzir sentido científico. Os termos/expressões identificados e a descrição dos possíveis sentidos relacionados à ciência são apresentados na Tabela 1.

No texto de Machado de Assis notaram-se sete termos/expressões que guardam relações com a ciência num total de quinze palavras, ao passo que o poema *A gota* exhibe dezesseis termos/expressões com sentido científico num universo de 48 palavras. Os valores absolutos são elevados e tornam-se mais relevantes quando considerada a extensão relativamente curta de cada texto. Por conseguinte, a densidade lexical, que mediu a relação entre os termos/expressões de relevância científica e o total de palavras, foi também relativamente elevada, 0,47 e 0,33 respectivamente para *O tempo* e *A gota*. Esse resultado indica que no caso do pequeno trecho de Machado de Assis, a cada duas palavras ao menos uma pode denotar um sentido científico. Já para *A gota*, uma em três palavras implicaria em algum sentido científico. Embora um dos textos tenha sido escrito por autor com formação

científica/química, inclusive em nível de doutorado, são surpreendentes a densidade lexical e o uso da terminologia química do escritor Machado de Assis, cuja formação não remete a essa área. Sabe-se que Machado de Assis não teve instrução formal, o que leva a crer que não tenha estudado química, revelando a capacidade intelectual ao se apropriar de termos específicos e mobilizá-los em metáforas.

Colaboram com a multiplicidade de sentidos e o aumento da densidade lexical, os desdobramentos dos conceitos materializados em expressões. Como exemplo, pode-se citar forças e forças de tensão superficial. O conceito de força já implica em elevada complexidade, pois se poderia discriminar forças mecânicas e forças elétricas, forças de campo e forças de contato, forças de atração e forças de repulsão. Entra em jogo a dimensão vetorial (direção, sentido e intensidade) que adquire particular relevância na formação da tensão superficial da água. Pressão e pressão atmosférica também assumem características semelhantes.

Acrescenta-se, ainda, que alguns desses termos/expressões podem produzir mais de um sentido científico, demarcando características polissêmicas. O termo precipitação, por exemplo, pode ser usado com um significado químico para uma reação de atração entre espécies iônicas que resulta em um precipitado na solução (formação de corpo de fundo sólido), bem como um significado hidrológico, de saturação de água na atmosfera com sua consequente deposição (queda) na superfície terrestre. Quando consideradas essa polissemia, a densidade lexical pode ser ainda mais elevada. Ao mesmo tempo, tal polissemia reflete o caráter metafórico desses termos, aspecto fundamental na construção de poemas. Esses atributos derivam justamente da nominalização como elemento de congruência entre ciência e poesia. A nominalização sintetiza e oculta. Pierre Lazslo, ao discutir as características da simbologia química, já aventava a multiplicidade e ocultação de sentidos de sua linguagem em inter-relação com a arte (1995, p. 188-189):

A beleza de uma molécula não deixa de ter analogia com uma obra de arte. A molécula é um lugar de múltiplas leituras. Posso procurar o seu sentido, como na decifração de um poema, ou na descoberta de um quadro. (...) A estrona (...) pode ser vista como um fenol: vem então em primeiro lugar a estabilidade do anel benzênico, a acidez da função OH (...) que aumenta a reatividade (...); encarada desse modo, o resto da molécula são apêndices secundários. Mas posso privilegiar outro aspecto da estrona: incorpora uma ciclopentano, uma função carbonilo (...). A estrona, é também ela, grande mestra das ausências: tem igualmente sentido tudo o que não é, todos os sentidos que não têm.

A linguagem química busca tecer conexões entre realidade e abstração, concretude e imaginação. Na química, palavras e ícones, por vezes simples, expressam conceitos complexos que remetem a fenômenos e situações ainda mais

Tabela 1: Termos identificados em cada um dos poemas com possíveis sentidos relacionados às ciências.

Poema	Termos	Possíveis sentidos relacionados à ciência
O tempo	1. Tempo	1) Grandeza física cuja unidade de medida pelo sistema internacional é o segundo (s); 2) Condições atmosféricas em dado momento e lugar; 3) Duração relativa das coisas que cria no ser humano a ideia de presente, passado e futuro.
	2. Químico	1) Substantivo que se refere ao profissional que desenvolve prática social ligada à ciência química, marcada por complexas relações com sociedade; 2) Adjetivo que diz respeito aos materiais e propriedades.
	3. Invisível	Numa dimensão imperceptível aos sentidos humanos.
	4. Dissolve	Relativo ao processo de dispersão de uma espécie química em outra resultante de forças de interação entre elas.
	5. Compõe	Está relacionado às espécies químicas constituintes de algo.
	6. Extrai	Relativo ao processo/método de extração, em que substâncias de interesse podem ser obtidas a partir de procedimentos específicos. Por exemplo, extração das essências de lavanda para a produção de perfumes.
	7. Transforma	1) Aquele, aquilo, aquela que faz mudar de forma, de aspecto ou de hábitos, altera, modifica; 2) Na química, mudança de composição ou propriedades da matéria.
A gota	1. Alíquota	Fração de uma amostra líquida ou solução.
	2. Água	1) Substância química com propriedades particulares cuja fórmula molecular é H ₂ O; 2) Molécula formada por três átomos (dois de hidrogênio ligados a um átomo central de oxigênio).
	3. Líquida	Relativo à fase da matéria com características particulares, como fluidez.
	4. Gravitacional	Relativo à ação da gravidade, força de atração provocada pelo centro de massas dos corpos.
	5. Forças	Agente físico capaz de, externamente, modificar o estado de repouso ou de movimento de um corpo imprimindo aceleração.
	6. Tensão superficial	Forças coesivas na superfície de um líquido que em função de uma força resultante direcionada para o seio do líquido produzem uma película na interação com outro meio (usualmente o ar).
	7. Vapor (de água)	Estado de agregação das partículas em fase gasosa de uma substância que em condições habituais se apresenta como líquido ou sólido.
	8. Partículas	Corpos de dimensões pequenas, refere-se genericamente à composição básica da matéria.
	9. Condensada	Que retornou à fase líquida a partir da fase gasosa.
	10. Pressão atmosférica	Grandeza física e química que mede a razão entre uma força e sua área de atuação, no caso, a força exercida pela ação do peso dos gases atmosféricos sobre a área superficial da Terra.
	11. Precipita	Relativo à precipitação, reação química que resulta em substância pouco solúvel que forma corpo de fundo no meio reacional; Relativo à condensação e saturação da água na atmosfera formando a chuva.
	12. Energia	Complexo e abstrato conceito científico que se relaciona a uma grandeza físico-química que pode ser armazenada ou transferida de diferentes modos entre corpos e sistemas para produzir ações (trabalho, movimento) ou modificar os sistemas (aquecer, resfriar, expandir etc.).
	13. Agita-se	Relacionada à energia cinética das partículas que dão origem ao movimento atômico-molecular.
	14. Interação	Na química refere-se às forças atrativas de natureza eletrostática entre as partículas (átomos, íons, moléculas).
	15. Entropia	Complexo conceito termodinâmico que diz respeito à (probabilidade de) distribuição/disposição de partículas num dado sistema. Quanto maior for o número possível de posições que uma partícula pode ocupar num sistema, ou seja, quanto maior a probabilidade de distribuição, maior a entropia.
	16. Evaporação	Mudança da fase líquida para gasosa de uma substância a partir do rompimento das forças de interação ou ligação.

complexos. Além disso, alguns deles, como precipitação, mesmo na ciência, podem assumir diferentes significados, sendo reduzidos nominalmente a uma palavra que pode produzir mais de um sentido.

Do ponto de vista da ciência, a complexidade torna-se maior, já que conceitos são representações nominativas que carregam em si densidade linguística. Ao mesmo tempo em que tais aspectos impingem densidade lexical e, portanto, multiplicidade de sentidos que conferem complexidade aos textos, também possibilitam extrapolação intelectual, não limitando a produção de sentidos e a imaginação a partir da leitura. Logo, podem catalisar experiências educativas autênticas de leitura que se tornam estéticas à medida que geram reações de ordem intelectual e emotiva.

Multívocas, polissêmicas, as palavras poéticas revelam-se grávidas de outros sentidos, além do literal e do imediato. Assim, chamam a ler criadoramente, chamam a interpretar, chamam a reconhecer e a atribuir significado. E essa significação não é apenas conceitual, mas também o sentimento de estar vivo e poder dizer. A poesia desperta a alegria de pensar, o desejo de conhecer, a paixão de comunicar (Antônio, 2019, p. 21).

Essa é uma das razões e característica própria da produção artística que dialoga com a ciência. A tentativa de transitar entre realidade e sua representação, mundo concreto e teórico, mundo dos fenômenos e das palavras, é o trânsito entre estética e ciência. Este trânsito requer embrenhar-se nas inter-relações entre as metáforas que carregam a multi-evocação de sentidos entre a concretude e a sua representação. Conforme Vigotski (2001b, p. 465): “O sentido real de uma palavra é inconstante. Em uma operação ela aparece com um sentido, em outra, adquire outro”. Isso implica que o significado científico corresponderia a uma das zonas de sentido possíveis durante a leitura dos poemas. Pensando em termos da estética, a vivência seria tão maior quanto as zonas de sentido produzidas, sendo limitante reduzir a leitura apenas aos sentidos científicos. Por seu turno, sob a ótica do ensino da química, os significados científicos comporiam uma zona de sentido almejada.

No texto de Machado de Assis o tempo é metaforicamente comparado ao químico, profissional que conhece e pode realizar ações diversas com a matéria, entre elas estudar sua composição, extrair substâncias de interesse, transformar a composição. Ao realizar tais tarefas, o químico modifica a matéria em seu âmago, isto é, altera sua composição em termos quantitativos e qualitativos. Nota-se aqui uma diferenciação para o processo de nominalização. Na linguagem da ciência busca-se expressar impessoalidade, ao passo que para o poema a nominalização imprime personalidade, como se as entidades descritas fossem agentes.

No texto, um sujeito (tempo) exerce diferentes ações. Paralelamente, as ações, expostas por termos que produzem sentido científico e conferem um caráter metafórico, fazem

com que o texto apresente fortes traços argumentativos. O eu lírico se posiciona diante da ação do tempo imprimindo a dualidade metafórica entre os processos realizados pelo ofício de químico e aqueles provocados pelo tempo na psique humana. Assim como substâncias químicas podem ser “invisivelmente” dissolvidas, extraídas e transformadas, a psique humana poderia igualmente produzir efeitos singulares em sua moralidade, dissolvendo-a, compondo-a, extraindo-a, enfim, transformando-a.

Machado de Assis, de modo recorrente, criticou a moral e hipocrisia social, revelando contrastes entre a aparência e a essência do ser humano numa sociedade decadente em sua concepção (Bosi, 2007). A complexidade psicológica, muito presente em seus personagens, se revelam nesse trecho, que se imbrica a complexidade dos processos químicos. A carga metafórica e lexical associa-se às características narrativas e argumentativas suscitando diferentes sentidos e imprimindo representações criativas, bem como a necessidade imaginativa de correlacionar o ofício do químico em relação à matéria e do tempo no comportamento humano.

Embora Machado não tenha tido nenhum tipo de instrução formal em química, as metáforizações empregadas promovem um efeito de múltiplos sentidos ao texto, revelando um teor científico no contexto literário e de crítica ao ser humano. Já no texto de Wilmo Ernesto Francisco Junior, a descrição e exposição se faz consistente por meio do teor científico que imprime uma veia literária. A formação em química do escritor está na raiz do uso deste conhecimento para imprimir efeitos de sentido. Em outros textos (Francisco Junior, 2018) o autor também recorre a representações químicas e figuras de linguagem, sendo marcante o teor social, sobretudo diante das desigualdades e modificações na sociedade com advento das tecnologias digitais.

A gota é descrita em sua composição e forma: água líquida em formato peculiar. Igualmente, há a representação de ideias científicas e suas causas e efeitos. O formato peculiar da gota se deve à força de atração gravitacional que atrai os corpos com massa (por isso a massa de uma gota se concentra em sua parte inferior, pois é atraída para o centro da terra), bem como as forças de tensão superficial que se direcionam ao centro/interior da gota e são responsáveis pela estrutura esférica. Por sua vez, essa gota é formada pela condensação do vapor de água na atmosfera, precipitando por meio da chuva. Ao cair na superfície terrestre, absorve energia, rompe as interações intermoleculares e evapora, retornando à fase gasosa no formato de vapor, cuja entropia é maior em comparação à fase líquida.

Este é, resumidamente, o ciclo da água. Mais do que isso, a água representa a vida, pois é essencial ao ser humano na forma de diferentes tipos de consumo, fundamentalmente, mas não restrita à hidratação e à produção de alimentos. Sendo assim, infere-se uma relação entre o ciclo da água e o ciclo da vida. O ciclo da água é responsável pela vida na Terra, incluindo, dentre diversas funções, a manutenção da temperatura do planeta. Quimicamente, os átomos que compõem o corpo humano também são “reciclados”. Em

termos amplos, a vida é um constante ciclo e, o ser humano, a despeito de ter produzido conhecimentos e palavras diversas para representá-lo, configura-se em apenas uma gota. De maneira similar em que a gota é representativa de um ciclo muito mais amplo, cada ser humano também é. Inclusive, a imagem que se forma com as palavras é de uma gota, conferindo um concretismo ao poema. O formato em “gota” é o que vem à tona de imediato. Essa gota é constituída pela complexidade das palavras e sua forma estética, tornando-se um componente adicional perante as ideias científicas múltiplas que a permeiam.

Essa análise do caráter linguístico e metafórico alinhado ao contexto de seus autores tem um desdobramento no aspecto estético. Ao ressignificar o poema por meio de seus sentidos, pode-se potencializar a vivência estética conforme descreve Vigotski, para quem: “Uma obra de arte vivenciada pode efetivamente ampliar a nossa concepção de algum campo de fenômenos, levar-nos a ver esse campo com novos olhos, a generalizar e unificar fatos amiúde inteiramente dispersos” (Vigotski, 2010a, p. 342). A dimensão metafórica implícita nos dois textos

traz à tona a generalização de concepções de tempo e de ser. O ser em *O tempo* de Machado é aquele sujeito às modificações de comportamento pelas nuances impetradas do tempo físico. Esse tempo é um agente que carrega o ofício de alterar a moralidade. Em *A gota* de Wilmo Francisco Junior, o tempo está envolto das diversas ações da natureza que o tornam cíclico. Contudo, o ser é uma pequena parcela, uma gota, neste ciclo, que se não for mantido tal qual, pode romper com a vida.

Tais visões dialogam com o papel da experiência anterior como promotora de modificações do meio, do mundo e do ser: “A base orgânica dessa atividade reprodutiva ou da memória é a plasticidade de nossa substância nervosa. [...] propriedade de uma substância que permite alterá-la e conservar marcas dessa alteração.” (Vigotski, 2018, p. 14). A plasticidade do tempo, do ser ou dos ciclos naturais em *O tempo* e *A gota* podem evocar experiências que alterem os sujeitos. Essas novas experiências, que se materializam nos encontros entre as palavras (signos) e os sentidos científicos que podem ser suscitados, constituem a dimensão da vivência estética ao desafiar o pensar e o sentir.

Torna-se inteiramente compreensível o papel específico que cabe à arte como forma ideológica absolutamente peculiar, ligada a um campo totalmente singular do psiquismo humano. E se quisermos elucidar precisamente essa singularidade da arte, aquilo que distingue com seus efeitos dentre outras formas ideológicas, necessitaremos inevitavelmente de uma análise psicológica. Tudo consiste em que a

arte sistematiza um campo inteiramente específico do psiquismo do homem social – precisamente o campo do seu sentimento (Vigotski, 1999, p. 12).

Ao se produzir o sentido metafórico, emergem os sentimentos de descrença no ser humano de Machado e de inanição (representado pela gota) perante a natureza de Wilmo Francisco Junior. A produção desses sentidos não passa despercebida na psique humana. Manifestações psíquicas se materializam (sempre externamente, a priori, e se concluem, a exemplo, na personalidade, internamente) nas condutas, nos comportamentos, nas relações sociais do indivíduo imbricadas à condição material. Tem-se que estar vivo, desenvolver-se socialmente para, então, atentar-se a

apreender o mundo e a humanidade produzida, prosseguindo o mundo pela cultura construída a partir da vivência. A vivência antecede o desenvolvimento psíquico e o acompanha.

A “cientificidade” dos poemas figura como possibilidade de experiências sensibilizadoras para o leitor, bem como diferentes olhares a respeito do objeto/conteúdo/conceito apresentado,

justamente por partir do sensível, do intangível pela suposta “insensibilidade científica e seus métodos prosaicos”. Tais aspectos encontram eco em demais estudos sobre a relação poemas-ciência (Silva e Gusmão-Garcia, 2011; Wippel e Silveira, 2020), os quais argumentam sobre o potencial do gênero em instigar reflexões sobre assuntos diversos, valorizando-se criatividade e imaginação. O ensino de ciências asséptico e a-histórico (Chassot, 2000) pode caminhar para a sensibilização pedagógica e estética dos poemas, tendo como cenário a complexidade sócio-histórica da qual são frutos.

Nadando rumo à travessia: algumas implicações para o ensino e a pesquisa

A partir de uma proposta de análise linguística e estética, o presente artigo enfocou dois textos de caráter poético que subjazem uma complexa interação com a ciência, aqui denominadas de poesias “comciência”. Intituladas de *A gota* e *O tempo* estas foram escritas, respectivamente, por um químico, professor de química, aparentemente “invisível”, ou seja, desconhecido da grande população, especialmente se comparado ao ícone da literatura brasileira Machado de Assis. A presença da ciência é demonstrada na forte inserção de termos que remetem a algum princípio/conceito, impingindo densidade lexical elevada.

Com base em aproximações teóricas entre a ciência e os poemas, argumentam-se dois pontos de simetria, a nominalização e a imaginação (ou abstração do pensamento). A nominalização, que consiste basicamente em um processo de metaforização para representação e síntese de

A plasticidade do tempo, do ser ou dos ciclos naturais em *O tempo* e *A gota* podem evocar experiências que alterem os sujeitos. Essas novas experiências, que se materializam nos encontros entre as palavras (signos) e os sentidos científicos que podem ser suscitados, constituem a dimensão da vivência estética ao desafiar o pensar e o sentir.

ideias, é fortemente presente em textos científicos, sendo vista como um dos principais obstáculos à compreensão da ciência (Mortimer, 1998; Fang, 2005; Cutrera *et al.*, 2021). Isso ocorre pela condensação de informações em poucas palavras, elevando-se a densidade lexical e ocultando-se sentidos diversos.

Nos poemas, como ilustrado para os textos analisados, essa também é uma característica, com ligeira diferença. Machado de Assis tece um pensamento literário sobre o ser humano apoiando-se em metáforizações com sentidos científicos. Já Wilmo Ernesto Francisco Junior parece empregar os sentidos científicos para criar metáforizações literárias, expressando pensamentos além da ciência. Compreender essa estruturação lexical, bem como as particularidades que esta evoca, constitui caminho importante para desvelar sentidos possíveis do poema. Uma vez que o conhecimento químico é fortemente ancorado em entidades abstratas, compor e engendrar representações das terminologias (unidade) e entre terminologias e o sentido do poema (totalidade), poderiam ajudar no processo de abstração, outra categoria fundamental de inter-relação entre poemas e ciência. Com isso, sugere-se que os professores reconheçam essas características, bem como exercitem a análise dos aspectos lexicais para que, a partir disso, possam desenvolver práticas de ensino mais bem estruturadas. Não apenas a escolha do gênero, mas a leitura como prática sistemática torna-se relevante, sendo o papel docente fundamental para ampliá-las.

Assim, na contextura do trabalho, as aproximações práticas-teóricas-estéticas para o poema com características científicas estão interseccionadas. Paralelamente, a dimensão

contextual dos autores imbrica-se compondo à estética. Do ponto de vista pedagógico, não se recomenda que a análise formal de poemas, baseados exclusivamente na dimensão lexical em relação à ciência, seja enfatizada de início ou priorizada. Os significados compreendem uma das zonas de sentido possíveis, aqui denominadas de sentidos científicos. O momento de fruição estética, ou como argumenta Antônio (2019), a poetização da aprendizagem, pode ser concebida em integração à análise lexical de modo a ampliar sensibilização, criando, assim, ressonâncias cognitivas para os sentidos de leitura. Santos *et al.* (2023) sugerem a leitura de textos poéticos pautada em três momentos: Perceber, Priorizar e Problematizar. Esses momentos podem ser úteis à prática docente, caminhando justamente para a organização da leitura em momentos que considerem a estética e a análise lexical, sendo a produção de sentidos valorizada pela sensibilização e análise de questões atinentes à ciência (Priorizar e Problematizar). Ao conceber tais possibilidades diante da análise aqui empreendida, professores e pesquisadores podem, mais conscientemente, escolher caminhos viáveis, seja para as práticas de ensino ou de pesquisa.

Danilo Rosa Andrade (danilo_chemistry@hotmail.com) licenciado em Química, mestre em Educação e doutor em Educação Escolar pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR). É docente efetivo da Secretaria de Estado de Educação de Rondônia (SEDUC/RO). **Wilmo Ernesto Francisco Junior** (wilmojr@gmail.com) bacharel e licenciado em Química pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Araraquara. Mestre em Educação pela UFSCar, mestre em Biotecnologia e doutor em Química pela UNESP/Araraquara. Docente da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Referências

ANTÔNIO, S. *A utopia da palavra: educação, linguagem e poesia – algumas travessias*. 2ª ed. Americana/SP: Adonis, 2019.

BOSI, A. *Machado de Assis: o enigma do olhar*. 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

BRONOWSKI, J. *Arte e Conhecimento, ver, imaginar, criar*. São Paulo: Martins Fontes, 1983.

BRONOWSKI, Jacob. *O olho visionário: ensaios sobre arte, literatura e ciência*. Brasília, DF: Editora UnB, 1998.

CHASSOT, A. I. *Alfabetização Científica: questões e desafios para educação*. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.

CUTRERA, G. E.; MASSA, M. B. e STIPCICH, S. Nominalización en procesos de condensación de significados en la enseñanza de solución saturada: un estudio de caso en una escuela secundaria. *Ciência & Educação*, v. 27, p. 21028, 2021.

FANG, Z. Scientific literacy: a systemic functional linguistics perspective. *Science Education*, v. 89, n. 2, p. 335-347, 2005.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. *Ciência em verso e prosa: acepipes para quem ousa gostar (ou ensinar?)*. São Carlos: Pedro João Editores, 2018.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. e LEITE, W. R. Leituras de um poema científico por graduandos em química: implicações pedagógicas a partir de reações estéticas. *Revista Ludus Scientiae*, v. 4, p. 43-57, 2020.

HALLIDAY, M. A. K. *The language of science*. New York:

Continuum, 2004.

HERRICK, R. S. e CORDING, R. K. Using a poetry reading on hemoglobin to enhance subject matter. *Journal of Chemical Education*, v. 90, n. 2, p. 215-218, 2013.

HUXLEY, T. H. *Science and education: Essays*. New York: Cambridge University Press, 1893.

JOHANSSON, V. Lexical density and lexical density in speech and writing: a developmental perspective. *Working Papers, Lund University*, v. 53, n. 2, p. 61-79, 2008.

KOCH, I. G. V. e ELIAS, V. M. *Ler e escrever: estratégias de produção textual*. São Paulo: Contexto, 2010.

LAZSLO, P. *A palavra das coisas ou a linguagem da química*. Lisboa: Gradiva, 1995.

LIMA, G. D. S.; RAMOS, J. E. F. e PIASSI, L. P. D. C. Ciência, poesia, filosofia: diálogos críticos da teoria à sala de aula. *Educação em Revista*, v. 36, p. 215986, 2020.

MORTIMER, E. F. Sobre chamas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências. In: CHASSOT, A. I. e OLIVEIRA, R. J. *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: Unisinos, 1998.

PAZ, O. *O arco e a lira: o poema, a revelação poética, poesia e história*. São Paulo: Cosac Naify, 2012.

PORTO, P. A. Augusto dos Anjos: ciência e poesia. *Química Nova na Escola*, v. 11, p. 30-34, 2000.

SANTOS, V. S.; SILVA, M. T. S. e FRANCISCO JUNIOR, W. E. Rosa de Hiroshima: análise textual e considerações

pedagógicas para mais poesia no ensino de ciências. In: SILVEIRA, M. P. e GONÇALVES, F. P. (Org.). *Química e literatura: princípios teóricos e metodológicos e os contributos para o ensino e a formação de professores de química*. Chapecó: Editora UFFS, 2023.

SILVA, C. S. Poesia de António Gedeão e a formação de professores de química. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 2, p. 77-84, 2011.

SILVA, A. M. S.; GUSMÃO-GARCIA, S. C. Poesia: sensibilidade ou compreensão do sentido? *Nuances: estudos sobre educação*, v. 8, n. 8, p. 133-140, 2011.

SOUZA, D. O.; VASCONCELLOS, L. C. F. O operário em construção: saúde do trabalhador a partir de um poema de Vinícius de Moraes. *Interfaces Científicas – Humanas e Sociais*, v. 10, p. 199-212, 2023.

URE, J. Lexical density and register differentiation. In: PERREN, G. E e TRIM, J. L. M. (Org.). *Applications of linguistics*. Selected papers of the Second International Congress of Applied Linguistics. Cambridge/Londres, Cambridge University Press, 1971.

VIGOTSKI, L. S. *Psicologia da arte*. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

VIGOTSKI, L. S. *Obras escogidas*. Volume 3. Madrid: Machado Libros, 2001a.

VIGOTSKI, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2001b.

VIGOTSKI, L. S. *Psicologia pedagógica*. São Paulo: Martins Fontes, 2010a.

VIGOTSKI, L. S. Quarta aula: a questão do meio na pedagogia. *Psicologia*, v. 21, n. 4, p. 681-70, 2010b. Trad. Márcia Pileggi Vinha.

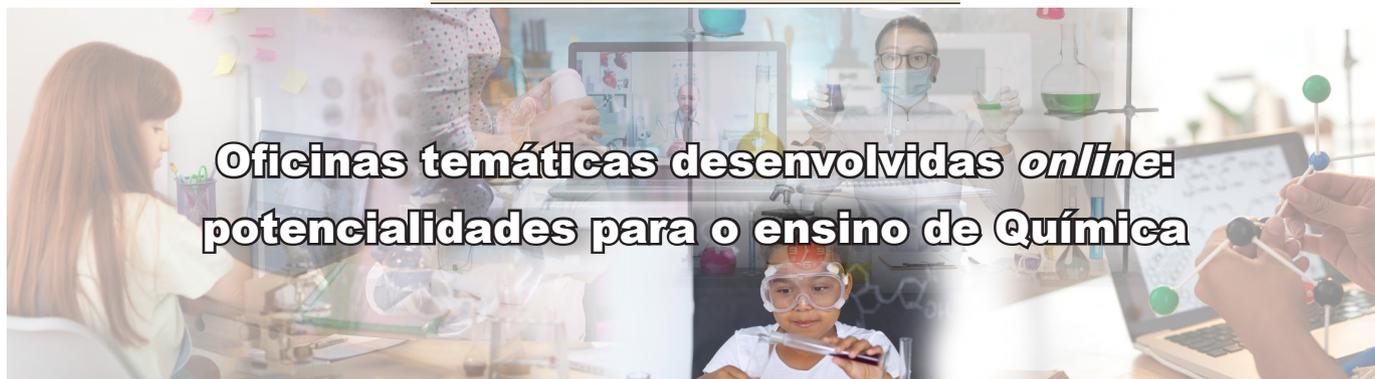
VIGOTSKI, L. S. *Imaginação e criação na infância: ensaio psicológico*. São Paulo: Expressão Popular, 2018.

WIPPEL, M.; SILVEIRA, C. Física e Poesia: diálogos e potencialidades no ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, p. 351-368, 2020.

ZANETIC, J. Literatura e cultura científica. In: ALMEIDA, M. J. P. M. e SILVA, H. C. (Org.). *Linguagens, leituras e ensino da ciência*. Campinas: Mercado de Letras, 1998.

Abstract: *Poetry with science: a drop, the time, an invisible chemist and one Machado*. With the aim of expanding the debate on poems in Science education and, particularly in Chemistry, this work proposes an analytical view about linguistic and aesthetic aspects of poetic productions as an initial pathway to think of didactic activities. Based on theoretical approaches between science and poems, two points of symmetry are presented: nominalization and imagination (or abstraction of thought). These ideas were explored through the analysis of two poetic texts, entitled *A gota* and *O tempo*. As a result, it is suggested that teachers recognize such characteristics, as well as they can develop lexical analysis aiming at the planning of systematic pedagogical practices.

Keywords: art and science, poetry, Chemistry teaching



Oficinas temáticas desenvolvidas *online*: potencialidades para o ensino de Química

**Ana L. A. Assunção, Brenda E. F. Cândido, Laiane P. Martins, Luana T. S. R. Liberato,
Mariana F. Oliveira, Micaelle A. Pires, Nicole C. S. Leite, Renata P. A. C. Machado,
Christina V. M. e Carvalho e Herbert J. Dias**

O ensino remoto emergencial durante a pandemia de covid-19 gerou defasagem na aprendizagem e necessidade de aplicação de metodologias ativas que viabilizassem a construção e apreensão de conhecimento. Neste relato descrevemos a utilização de oficinas temáticas como metodologia para o ensino de Química em ambiente remoto, desenvolvida por licenciandos em Química vinculados ao Programa Residência Pedagógica. Foram aplicadas seis oficinas temáticas de forma *online*, com temas geradores que permeiam conteúdos de Química e que são abordados no Exame Nacional do Ensino Médio. Dados qualitativos indicam que a aplicação dessas oficinas aumentou o interesse dos alunos pelo tema abordado e viabilizou novos caminhos para a prática docente. Consideramos, portanto, que oficinas temáticas em ambiente virtual são alternativas viáveis para o ensino de Química devido às suas potencialidades pedagógicas no contexto educacional.

► ensino de ciências, momentos pedagógicos, Programa Residência Pedagógica ◀

Recebido em 16/12/2023; aceito em 22/04/2024

Introdução

Durante a pandemia de covid-19, o mundo sofreu consequências devastadoras, modificando o panorama de diversas atividades comuns ao cotidiano dos indivíduos que envolveram a forma de se relacionar, as atividades comerciais, aquisição de informações e apreensão do conhecimento, dentre outras (Soga *et al.*, 2021). Uma das frentes que sofreu maiores mudanças nesse sentido foi a educação, já que a comunidade acadêmica, assim como os demais setores da sociedade, foi levada ao isolamento social de todas as atividades escolares (Zhao e Watterston, 2021).

O contexto escolar exigiu metodologias que demonstrassem serem capazes de superar a barreira física entre professor e aluno, causada pela necessidade de distanciamento social, sendo estabelecida uma nova modalidade de ensino, o Ensino Remoto Emergencial (ERE) (Rondini *et al.*, 2020). Logo, procedimentos comuns ao ensino presencial foram substituídos por aulas empregando diversas metodologias que utilizavam Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) como principal ferramenta didática

e desenvolvimento de saberes (Baganha *et al.*, 2021). As TDIC se tornaram essenciais durante o contexto pandêmico, visto que as instituições de ensino se fundamentaram no uso dessas tecnologias para produzir ambientes virtuais de aprendizagem (AVA).

Todavia, a necessidade de recorrer a essas ferramentas como único meio de desenvolver o processo didático-pedagógico configurou-se numa atividade de demasiada dificuldade para a comunidade educacional como um todo. A maioria dos professores e alunos apresentou, durante o período de ERE, problemas para lidar com a aplicação das TDIC, considerando o diminuto preparo para esse fim (Rosário e Turbin, 2021). Assim, a experiência virtual, que geralmente é dada como uma quebra de paradigma da aula tradicional, tornou-se desgastante e tediosa (Dias, 2021; Feitosa *et al.*, 2020).

Nesse cenário, em que as práticas pedagógicas desenvolvidas em AVA se tornaram uma válvula de escape, as oficinas temáticas (OT) emergiram no contexto educacional com potencial transformador de novas experiências formativas para os alunos, proporcionando assim uma melhor relação

ensino-aprendizagem (Dias, 2021; Ferreira *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2021). As OT associadas às metodologias ativas surgem como uma importante estratégia didática a ser explorada, mesmo que virtualmente, já que preconizam um ensino dinâmico, contextualizado, que leve à autonomia do aluno e em que esse seja o protagonista do processo de aprendizagem (Bacich e Moran, 2018; Esteves e Junior, 2022; Kfoury *et al.*, 2019).

Atividades voltadas ao ensino de Química no formato de OT de forma presencial são relatadas por muitos autores (Kraisig e Braibante, 2017; Oliveira *et al.*, 2022; Pazinato e Braibante, 2014; Pistarini e Milaré, 2020; Silva *et al.*, 2007; Silva e Braibante, 2021). Os benefícios da contextualização e da experimentação na proposição de OT no ensino de Química são destacados em diversos trabalhos reportados na literatura (Delizoicov *et al.*, 2011; Gehlen *et al.*, 2012). Entretanto, a oferta dessas OT direcionadas aos conhecimentos químicos, de modo virtual, ainda é exíguo (Esteves e Junior, 2022).

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo reunir reflexões e discussões acerca de soluções encontradas por estudantes de um curso de Licenciatura em Química em busca de promover um ensino ressignificado e de qualidade para os estudantes da Educação Básica (EB), por meio do desenvolvimento de oficinas temáticas *online* que envolveram propostas metodológicas empregando TDIC associadas à metodologia ativa de aprendizagem.

Metodologia

Para o desenvolvimento e aplicação das OT como metodologia ativa no ensino de Química durante a pandemia de covid-19, foram selecionados os alunos das terceiras séries dos Cursos Técnicos em Agropecuária, Informática e Biotecnologia Integrados ao Ensino Médio de uma escola

pública da cidade de Urutaí-GO, registrando a presença de 18 pessoas durante o percurso dessas oficinas.

As OT foram elaboradas por estudantes do curso de Licenciatura em Química da mesma instituição como parte de sua atividade de regência no Programa Residência Pedagógica (PRP, Edital CAPES nº 01/2020), que ocorreu no segundo semestre letivo de 2021. Como as OT se tratavam de uma ação extensionista, consideramos viável ofertá-las na forma de evento durante o itinerário formativo dos estudantes da EB, trazendo a estes a perspectiva de uma atividade extracurricular, além da oportunidade de preparação para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM/2021).

O evento foi ancorado em uma plataforma de eventos *online* e gratuita e nomeado como “I Oficina de Química Preparatória para o ENEM”, ocorrendo entre os dias 16 e 26 de novembro de 2021 (Figura 1). Para ministrar as OT, os licenciandos do PRP foram alocados em grupos de 2 ou 3 integrantes e prepararam o *site* de ancoragem das OT, *layouts*

para plataformas virtuais de divulgação, bem como elaboraram materiais relacionados à aplicação e desenvolvimento das OT em ambiente virtual de aprendizagem.

Como abordagem geral para o desenvolvimento e aplicação das seis OT ministradas, utilizamos as concepções dos três momentos pedagógicos (3MP) propostos por Delizoicov *et al.* (2011), que

englobam a problematização, a organização e a aplicação do conhecimento. Assim, as OT se constituíram de quatro etapas:

1. Ambientação e conhecimentos prévios: essa primeira etapa referiu-se ao primeiro momento pedagógico (3MP/ problematização) e consistiu em uma atividade de roda de conversa, tendo como objetivo a identificação das ideias pré-concebidas sobre a temática e a interação do que seria abordado com o cotidiano do educando, ocorrendo sempre no início de cada oficina.
2. Desenvolvimento dos conhecimentos por meio da expe-

As oficinas temáticas associadas às metodologias ativas surgem como uma importante estratégia didática a ser explorada, mesmo que virtualmente, já que preconizam um ensino dinâmico, contextualizado, que leve à autonomia do aluno e em que esse seja o protagonista do processo de aprendizagem



Figura 1. Layout inicial do AVA que ancorou a I Oficina de Química Preparatória para o ENEM.

rimentação empregando as TDIC: nesta etapa, referente ao segundo momento pedagógico (3MP/organização do conhecimento), os residentes interagiram com os educandos por meio de experimentos realizados em laboratórios virtuais, em plataformas interativas de conhecimento, utilizando *softwares* de modelagem molecular disponíveis *online*, animações e imagens interativas ou mesmo atividades experimentais realizadas de modo síncrono em videoconferência.

3. Contextualização dos conhecimentos por meio de embasamento teórico: essa também é uma etapa que contempla o segundo momento pedagógico (3MP/organização do conhecimento) que, juntamente com a segunda etapa, tem o intuito de apresentar os conhecimentos específicos necessários para a compreensão da situação em estudo ou, no caso da oficina, do conteúdo trabalhado. A contextualização teórica foi trabalhada de forma aplicada, visto que os temas geradores trazem a perspectiva comum aos principais métodos de avaliação seriada usados para a seleção de vestibulandos no país.
4. Avaliação formativa final: essa última etapa refere-se ao terceiro momento pedagógico (3MP/aplicação do conhecimento), na qual se procedeu, como fonte de estudo do que foi realizado e finalização de conceitos trabalhados nas OT, a aplicação de atividades que visaram, qualitativamente, correlacionar os conceitos científicos à temática abordada nas OT.

Os temas geradores das OT foram propostos com base nos conteúdos que estão previstos no ENEM, sendo realizado um levantamento das questões que abordaram Química nos últimos cinco anos do exame e que fossem exequíveis nas condições do ERE que os residentes e a instituição ofertavam no período. Foram selecionados seis temas geradores, denominados: “Alimentos termogênicos: a termoquímica e a alimentação” (termoquímica), “Por que os objetos têm propriedades físicas e químicas diferentes?” (ligações químicas), “Efeito dos fármacos: um olhar sobre a quiralidade” (isomeria/estereoquímica), “Saúde da pele: os cosméticos no controle do pH” (ácido e base/potencial hidrogeniônico), “Efeitos coligativos e suas aplicações” (propriedades coligativas) e “A importância da Química no tratamento de água” (processos de separação de misturas). A seguir, as OT ministradas serão discutidas individualmente em suas particularidades. Registros sobre as execuções foram alocados em material suplementar.

Resultados e discussão

Um dos maiores desafios envolvidos no processo ensino-aprendizagem é a associação entre os conhecimentos apreendidos em sala de aula com o contexto do dia a dia

do estudante, especialmente quando se trata de uma ciência experimental, como a Química (Pazinato e Braibante, 2014). Tendo isso em vista, a escolha do tema gerador, bem como sua correlação com o contexto do aluno, é essencial para o sucesso das OT, sendo necessário aproximá-lo do conteúdo estudado no Ensino Médio e fundamentar sua contextualização na proposta da oficina (Oliveira Junior *et al.*, 2021). Segundo Farias e Monteiro (2013), a utilização de temas contextualizados durante processos formativos em OT em Química levam o aluno à compreensão dos temas abordados, bem como desperta o interesse do educando pela disciplina em si.

A primeira OT, denominada “Alimentos termogênicos: a termoquímica e a alimentação”, se iniciou com uma série de questionamentos em roda de conversa, visando o ingresso dos educandos no diálogo contextualizado sobre o uso dos

termogênicos durante a prática de atividades físicas. Os termogênicos são substâncias que induzem o processo de termogênese durante o exercício físico, promovendo um aumento do metabolismo energético atribuído à contração muscular do indivíduo. Nesse contexto, pode-se induzir o metabolismo ao gasto energético pela ingestão de

alimentos específicos para tal fim em várias horas no dia (Gleeson *et al.*, 1982). Durante a roda de conversa, percebemos o conhecimento cotidiano dos alunos em lidar com esse tipo de alimento e sua grande interação com o tema através de verbalizações sobre contextos em que esses alimentos são utilizados.

Em um segundo momento, optamos por utilizar como estratégia a experimentação empregando uma prática gamificada, utilizando o simulador *PhET Colorado* (PhET Colorado, 2021), com a qual os alunos puderam ter contato com a abordagem que visava demonstrar gastos energéticos na prática de exercícios físicos, promovendo sua correlação com a conversão de energia em sistemas. Evidenciamos, neste caso, que a gamificação do ensino por meio do experimento em AVA despertou o interesse dos alunos pela temática, conforme também observado por Fardo (2013), pois os estudantes participaram ativamente no desenvolvimento da atividade e citaram correlações diretas com seu cotidiano.

Logo após a experimentação, foram tratadas situações relacionadas ao conteúdo termoquímica, uma vez que os participantes, já ambientados com a temática, foram instigados a associar ganho e perda de energia no cotidiano a partir de reações de caráter exotérmico e endotérmico (Atkins *et al.*, 2018). Correlacionar o conhecimento de perda e ganho de calor com processos químicos endotérmicos e exotérmicos foi o grande objetivo nessa parte da oficina.

Finalmente, o processo de avaliação de conhecimento nessa OT ocorreu por meio de três formas avaliativas: a primeira foi a aplicação de um questionário respondido ao final da oficina, empregando a plataforma *Google Forms*

[...] a escolha do tema gerador, bem como sua correlação com o contexto do aluno, é essencial para o sucesso das OT, sendo necessário aproximá-lo do conteúdo estudado no Ensino Médio e fundamentar sua contextualização na proposta da oficina (Oliveira Junior *et al.*, 2021).

(Google LLC, 2021). Ao analisar os dados obtidos, destacamos dois pontos observados nas respostas dos educandos: a) o conhecimento dos termogênicos, já que 85,7% dos participantes ao responder à pergunta “Você já havia ouvido falar de alimentos termogênicos?” indicaram *não*, mesmo tendo conhecimento que esses alimentos aceleram o metabolismo e auxiliam na perda de peso. O desconhecimento do termo não impediu os estudantes de avaliarem empiricamente o efeito bioquímico do alimento no metabolismo; b) respostas dadas à questão discursiva “Nesta oficina, o que você mais gostou?”, descritas no Quadro 1.

Quadro 1. Respostas fornecidas pelos alunos à questão “Nesta oficina, o que você mais gostou?”

Aluno A	Eu gostei muito das explicações simples dado na apresentação e os exemplos dado também, ficou fácil de entender com esses exemplos do cotidiano e ela foi muito divertida.
Aluno B	PhET Colorado.
Aluno C	Da excelente explicação.
Aluno D	Aprender novos termos e entender como a Química está presente no nosso dia a dia.
Aluno E	Sim, muito interessante.

A partir das respostas, inferimos que houve imersão dos alunos e seu contentamento com a metodologia aplicada, já que as OT são instrumentos facilitadores para integração de diferentes áreas do conhecimento, tendo como finalidade formar cidadãos críticos em uma perspectiva de ensino mais relevante para os alunos, articulando conteúdos e contexto social em que esses estão engajados (Marcondes, 2008).

A segunda forma de avaliação aplicada ao final dessa oficina foi a formação de uma nuvem de palavras por meio do *Mentimeter* (Mentimeter, 2021), tendo como objetivo salientar conceitos mais presentes e apreendidos pelos participantes, tratando o tema abordado por meio de palavras e expressões que demonstrem sua ligação com a temática (Prais e Rosa, 2017). Ao analisar a nuvem de palavras, percebemos a utilização de termos que não fazem parte do título e que foram abordadas durante a oficina, demonstrando apropriação da linguagem específica, especialmente quando se trata de “entalpia”, “energia”, “endotérmico”, “exotérmico”, “energia liberada” e “energia absorvida”. É importante ressaltar que também foram mencionados pelos educandos, outros termos abordados no decorrer da oficina ligados à bioquímica, como “ciclo de Krebs” e exemplos de alimentos termogênicos, como o café. Desse modo, notamos que, além dos termos usuais, os participantes conseguiram lembrar de exemplos que foram utilizados no decorrer dos momentos pedagógicos, o que fundamenta uma ligação direta entre

Como forma de avaliação e desenvolvimento de habilidades dos alunos, optamos por elaborar uma atividade lúdica, empregando jogos para identificação do tipo de ligação química e função inorgânica a qual pertence o composto.

os conhecimentos construídos durante as OT com seus conhecimentos anteriores.

Sugerimos que, neste caso, a aprendizagem ocorreu de modo efetivo quanto à apreensão de termos de Química que possuem conotação mais complexa de serem comumente relacionados. Para finalizar a avaliação, foi executada a resolução de uma questão do ENEM visando ambientar os alunos na aplicação do conhecimento em exames e seleções. Os educandos demonstraram ser conhecedores do assunto ao discutir e resolver a questão proposta.

A segunda OT foi denominada “Por que os objetos têm propriedades físicas e químicas diferentes?”, cujo objetivo foi abordar ligações químicas, funções inorgânicas e interações intermoleculares, sendo iniciada com questionamentos sobre as propriedades e aplicações de diversos materiais. Discutimos previamente as aplicações de diferentes materiais do cotidiano dos alunos como vergalhões, pregos e parafusos, que têm resistência maior que alguns objetos plásticos. Abordamos também a propriedade de condução elétrica e térmica de materiais, sendo questionado aos alunos por que há diferença de condutividade entre fios de cobre e fios de algodão.

Após essas discussões, procedemos com a experimentação *online* da condutividade de água mineral, vinagre, bicarbonato de sódio, hidróxido de sódio e cloreto de sódio, utilizando-se uma fonte de energia conectada a uma lâmpada comum (Santos *et al.*, 2019). Subsequentemente, discutimos o conteúdo sobre ligações químicas, visando prever diversas características físico-químicas dos compostos, como o caráter iônico ou covalente e sua relação com a condutividade elétrica, ductibilidade, maleabilidade e condutividade térmica (Atkins *et al.*, 2018). É importante salientar que, a todo momento, o conhecimento a ser apreendido pela exposição das propriedades das ligações químicas foi relacionado com as características das substâncias que foram mencionadas na ambientação dos alunos.

Como forma de avaliação e desenvolvimento de habilidades dos alunos, optamos por elaborar uma atividade lúdica, empregando jogos para identificação do tipo de ligação química e função inorgânica a qual pertence o composto. Para desenvolver o jogo, utilizamos a plataforma *WordWall*, por meio da qual são propostos diversos modelos que gamificam o conhecimento (Fardo, 2013). Propusemos o uso do “Abra a caixa” e “Questionário” (WordWall, 2021), a partir do qual notamos, visualmente, que os alunos interagiram de forma positiva a essa atividade, já que esses conseguiram responder a maior parte das questões apresentadas em forma de jogos, não apresentando quaisquer dificuldades em compreender a dinâmica, mesmo em ambiente virtual.

Essas observações nos levam a crer que o aluno potencialmente toma, nesse momento, seu papel como protagonista

do seu conhecimento, com atitude positiva e apresentando conhecimentos adequados. A diversificação dos espaços de construção do conhecimento, por meio de tecnologias, modifica as metodologias e os processos de aprendizagem, facilitando a relação entre escola e alunos (Leite, 2018).

A terceira OT foi desenvolvida na perspectiva da aplicação de conceitos relacionados à estereoquímica, sendo intitulada “Efeito dos fármacos: um olhar sobre a quiralidade”. Como abordagem, tomamos como primeira ação a ambientação dos alunos sobre o que é um fármaco, sua ação, interação, princípios ativos de medicamentos comerciais, bem como as narrativas dos alunos acerca da temática. Os fármacos são bastante utilizados para atividades de cunho formativo devido à proximidade com a realidade dos educandos (Rockenbach *et al.*, 2020).

Um dos objetivos dessa oficina foi desenvolver habilidades para que os participantes identificassem compostos quirais, bem como ambientar-se com as implicações da quiralidade para diferentes compostos. Apesar de muitos alunos se expressarem durante a oficina, observamos pouca ou nenhuma associação com a palavra *quiralidade*. Prevendo essa situação, procedemos à demonstração de diversos centros quirais, bem como a explanação sobre o conceito de quiralidade para apropriação do conhecimento necessário para compreensão do assunto dessa oficina.

Durante a abordagem sobre estereoquímica, os alunos tiveram contato com o conceito de quiralidade, assimetria e sua correlação com as mãos (Coelho, 2001). Para a demonstração de moléculas quirais, optamos por empregar o *software Molview* e usar moléculas orgânicas para exemplificar a assimetria (Molview, 2021), bem como para facilitar a visualização tridimensional dessa propriedade pelo aluno (Pauletti, 2013). Segundo Silva e colaboradores (2017), “os softwares para o ensino de Química fazem com que o ensino seja mais interessante, apresentando um visual criativo e moderno, que faz com que o aprendizado seja eficaz” (Silva *et al.*, 2017). A atividade de construção molecular tomou a atenção dos educandos, visto que esses solicitaram aos ministrantes da oficina que construíssem moléculas do seu cotidiano que possuem centros quirais, como a lactose.

A próxima etapa da OT foi dedicada a correlacionar a quiralidade com o efeito dos fármacos. Os alunos tomaram conhecimento sobre os efeitos farmacológicos e interação dos receptores biológicos com tais moléculas, como a talidomida (Coelho, 2001). Ressaltamos a necessidade de um cuidado especial com esses enantiômeros, bem como com a automedicação, tema bastante atual e que se relaciona ao contexto e cotidiano dos alunos. Como método de avaliação adotamos a discussão de um mapa mental (Lopes, 2021), visando identificar os possíveis conceitos obtidos a partir desta oficina.

A quarta OT foi desenvolvida visando abordar o tema da acidez e basicidade de compostos, particularmente o potencial hidrogeniônico, tema bastante recorrente em diversos exames vestibulares. Consideramos que o conceito de pH está relacionado a diversos tratamentos químicos para a melhoria de características estéticas do corpo humano, em especial pele, rosto, dentes e cabelos (Oliveira, Pereira e Cerri, 2021). Assim, propusemos a oficina denominada “Saúde da pele: os cosméticos no controle do pH”.

Inicialmente, a ambientação do educando com o tema se deu pela interação em uma roda de conversa *online*, na qual

os residentes instigaram os alunos da EB a falarem sobre suas vivências sobre o uso dos cosméticos no cotidiano. Logo após, realizamos uma contextualização sobre o pH de diversas partes do corpo humano, sua relação com o ambiente de exposição, higiene e sua utilidade como barreira química para controle de microrganismos. Nesse segundo momento discutimos

o conceito de pH, que surgiu em 1909 da dificuldade de Soren Sorensen em escrever a concentração de íons hidrônio (H_3O^+) durante os processos de fermentação da cerveja (Atkins *et al.*, 2018).

Algumas considerações sobre o pH e sua correlação com os cosméticos foram apresentadas a partir do fato de diversas metodologias de *peelings* químicos, como o uso da solução de Jessner, solução de α - ou β -hidroxiácidos, ácido tricloroacético, dentre outros, serem empregados comumente em tratamentos estéticos (Bagatin *et al.*, 2009; Yokomizo *et al.*, 2013). Além dessas analogias e exemplificações, particularidades sobre o uso de agentes químicos ácidos e básicos em outros tratamentos estéticos foram abordados.

Optamos também pela experimentação *online*, utilizando uma atividade experimental gamificada com o simulador *PhET Colorado* (PhET Colorado, 2021). Nessa atividade, os alunos tiveram contato com o potencial hidrogeniônico de diversas soluções apresentadas no simulador, bem como puderam verificar o aumento ou diminuição do pH pela reação com compostos de caráter ácido ou alcalino. Observamos visualmente uma reação favorável dos participantes com essa prática, sugerindo que a articulação de situações de estudo com o cotidiano do educando tende a trazer diversas contribuições positivas para sua formação (Fardo, 2013). Portanto, concordamos a princípio com Lucena *et al.* (2013) ao explicitarem que a utilização de laboratórios virtuais, especialmente em tempos em que a proximidade física é inacessível a alunos e professores, pode contribuir positivamente para a imersão dos mesmos nos saberes científicos no ensino de Ciências, e aqui destacamos as contribuições ao ensino de Química.

Ao final dessa oficina, diagnosticamos qualitativamente a compreensão dos conceitos científicos, por meio de resoluções de exercícios do ENEM envolvendo o tema abordado, bem como pela construção coletiva de uma nuvem de

[...] a utilização de laboratórios virtuais, especialmente em tempos em que a proximidade física é inacessível a alunos e professores, pode contribuir positivamente para a imersão dos mesmos nos saberes científicos no ensino de Ciências, e aqui destacamos as contribuições ao ensino de Química.

palavras (Prais e Rosa, 2017). Como observado na primeira oficina, notamos que palavras e termos abordados durante as discussões foram as mais citadas, como “*camada de pele*”, “*café*”, “*pele*”, “*produtos de beleza*”, “*epiderme*”, “*pele ácida*”, dentre outras, as quais “*pH*” foi o termo mais associado. Consideramos assim a abordagem satisfatória, visto que diversas reflexões e resultados quanto à identificação de conhecimentos sobre a temática foram evidenciadas pelos alunos ao final da oficina.

Na quinta OT abordamos o tema propriedades coligativas, com a proposição da atividade “Propriedades coligativas e suas aplicações”, cujo objetivo foi trabalhar com propriedades físico-químicas das soluções através da diminuição da tendência de escape das moléculas do solvente da fase em que se encontram (Atkins *et al.*, 2018). Para iniciar a abordagem do tema, recorremos a exemplos voltados à ebulição da água e de soluções utilizadas para arrefecimento de motores. O conceito de pressão de vapor em exemplos relacionados ao uso de panelas de pressão e a ebulição da água em altas altitudes, foram abordados como meio de inserir os alunos na temática.

Nesse momento, abordamos princípios sobre as propriedades coligativas, sendo discutida a associação entre a concentração de partículas não voláteis presentes na solução com a intensidade do efeito físico provocado por elas. Ao fundamentar a ideia sobre a tonoscopia, crioscopia e ebulioscopia, abordamos exemplos de soluções do cotidiano dos alunos, como a salmoura. No que diz respeito à osmoscopia, propusemos uma atividade de experimentação *online* que consiste em promover a osmose em alimentos pela adição deles em um meio hipertônico, como uma salmoura (Santos *et al.*, 2019). Apresentamos aos partícipes resultados de um experimento após um dia de osmose. Apesar das dificuldades encontradas na demonstração desse experimento em frente à câmera, devido à ausência de recursos tecnológicos apropriados como câmeras de alta resolução, tais práticas contribuem para um melhor processo de ensino-aprendizagem, proporcionando assim novas formas de ensinar e aprender (Ribas, 2008).

Como forma de avaliação da efetividade dessa oficina, utilizamos uma dinâmica com a plataforma *Wordwall* por meio das ferramentas “Questionário”, “Abra a caixa” e “Palavra cruzada”. Percebemos, de forma positiva, a interação verbal dos alunos com a atividade, bem como uma boa porcentagem de respostas corretas como principais indícios de que a proposta de OT trouxe diversificação no uso e na construção do conhecimento, sendo capaz de facilitar a relação entre aluno e professor, bem como favorecer a aprendizagem efetiva pelo uso de tecnologias apropriadas ao fim proposto (Santos *et al.*, 2019).

A última OT teve como objetivo aplicar fundamentos sobre processos de separação de misturas, sendo então proposto o tema “A importância da Química para o tratamento de água”. Inicialmente foi feita uma contextualização sobre as propriedades e a importância da água, utilizando-se de dados estatísticos, perguntas problematizadoras sobre saneamento

básico na região onde os alunos residem e as condições das cidades no entorno da escola campo.

Uma das estratégias aqui adotadas para diminuir a reatidão dos alunos durante as aulas no formato de ERE foi o uso de memes sobre o assunto abordado, ou seja, materiais multimídia engraçados e bem-humorados, que transmitem conhecimento, emoções ou críticas (Alves *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2020). Observamos grande interação dos alunos, que verbalizaram de forma positiva e bem-humorada suas percepções sobre os memes apresentados, o que nos leva a inferir que o uso dessa estratégia de ensino pode levar à participação mais ativa dos estudantes durante as aulas e diminuir sua passividade em AVA.

Em seguida, apresentamos alguns aspectos importantes de identificação de potabilidade da água, sendo dado a esse assunto maior enfoque, já que a potabilidade da água abre possibilidades para se tratar de qualidade de vida dos indivíduos, especialmente em cidades que não apresentam tratamento de água e esgoto (Gouvea *et al.*, 2015). A partir desse ponto, abordamos todos os processos envolvidos no tratamento de água, com o auxílio de vídeos e materiais multimídia para facilitar a visualização e compreensão dos estudantes sobre cada etapa. Como estratégia, entende-se que muitos dos processos de separação de misturas envolvem operações unitárias abordadas durante o Ensino Médio; entretanto, não é feita a articulação desses processos com suas aplicações, como o tratamento de água. Ao final dessas etapas, propusemos uma discussão sobre o saneamento básico, por se tratar de um problema recorrente na contemporaneidade e muito citado em exames de seleção e provas do ENEM.

Para finalizar a OT, realizamos a avaliação em dois momentos com o intuito de analisar a imersão dos alunos nas atividades propostas. No primeiro utilizamos a plataforma *Wordwall* para a problematização gamificada por meio da ferramenta “Perguntas e Respostas”. Nessa atividade, observamos novamente uma boa interação dos alunos com os ministrantes da oficina, bem como situações que favoreceram identificar conhecimentos específicos apreendidos. No segundo momento avaliativo ocorreu a produção de um mapa mental, empregando a plataforma eletrônica *Mentimeter* (Mentimeter, 2021). A nuvem de palavras foi construída através da pergunta “Para você, qual a importância da Química no tratamento de água?”. Destacam-se as palavras “*saúde*”, “*qualidade de vida*”, “*vida*” e “*bem-estar*”, indicando a compreensão da direta relação entre o tratamento de água e sua importância para a saúde e bem-estar dos indivíduos.

Considerações finais

Percebemos que as OT, mesmo aplicadas de forma remota, podem ser consideradas uma forma ativa que supera paradigmas de um ensino considerado, por muitas vezes, pouco efetivo. Muitas dificuldades foram diagnosticadas durante os tempos de ERE, como baixa conectividade dos alunos, ausência de metodologias que promovessem

aprendizagem de modo eficaz, ou debilidades intrínsecas ao uso das TDIC. Nesse contexto, as OT realizadas de forma *online* constituem uma alternativa viável, que apresentam potencial corroborativo no processo de ensino e de aprendizagem, e que podem ser realizadas com recursos simples, além de estimular o interesse e motivação dos estudantes.

Viabilizar as OT é um grande desafio. Entretanto, o uso de experimentação de forma *online*, de simuladores digitais e de jogos de contexto educacional, bem como a interação com problemas globais e interdisciplinares para abordagem de conceitos de ciências, em especial Química, estimula o aprendizado e propicia a conversão de um sujeito passivo em meio digital a um estudante ativo na construção de seu próprio conhecimento. Tal fato pode ser fundamentado pela participação ativa dos alunos da EB durante as OT, trazendo verbalizações sobre seu cotidiano, bem como sua interação adequada nos momentos de avaliação das diversas atividades sugeridas.

Em relação à práxis docente dos estudantes do curso de Licenciatura em Química, a experiência de ministrar as OT possibilitou que vivenciassem a articulação entre teoria e prática, princípio pelo qual o curso prima na formação de seus graduandos. Assim sendo, para a elaboração e aplicação das OT foram utilizadas concepções construtivistas (Santos e Praia, 1992; Cachapuz, 2000; Duit, 1995) e pressupostos das metodologias ativas (Bacich e Moran, 2018) para a utilização de jogos, experimentos, laboratórios virtuais, materiais multimídia, memes, dentre outros recursos.

Enfatizamos que empregar esses diferentes recursos e estratégias, vinculados aos conteúdos de Química, oportunizou, aos residentes, a aplicação dos conhecimentos didático-pedagógicos apreendidos e construídos durante o curso e a construção de materiais para este fim, promovendo excelentes vivências da prática docente durante o percurso formativo no Programa Residência Pedagógica, programa de extensão ao qual está ligada a regência dessas OT.

Dito isso, é importante destacar a utilização das OT desenvolvidas *online* como metodologia promissora para o ensino de Química, ao articular as TDIC aos conhecimentos específicos da Química, envolvendo ainda a contextualização e diferentes atividades lúdicas. Assim, a intencionalidade

o uso de experimentação de forma *online*, de simuladores digitais e de jogos de contexto educacional, bem como a interação com problemas globais e interdisciplinares para abordagem de conceitos de ciências, em especial Química, estimula o aprendizado e propicia a conversão de um sujeito passivo em meio digital a um estudante ativo na construção de seu próprio conhecimento.

de oferta virtual, devido às necessidades surgidas no contexto pandêmico, superou nossas expectativas quanto às potencialidades dessa atividade pedagógica, uma vez que, mesmo num contexto em que a educação sofria com as mudanças e dificuldades ocasionadas pela pandemia de covid-19, encontramos, nessa vivência, alternativas viáveis para o exercício da docência, sinalizando novos caminhos e possibilidades para se ensinar e aprender Química.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) (Processo 88887.515641/2020-00 – IFGoiano-Química – 12677) e ao IF Goiano pelo suporte financeiro e estrutura de trabalho, sem as quais as metas deste trabalho seriam intangíveis.

Ana Livia Aparecida de Assunção (ana.assuncao@estudante.ifgoiano.edu.br) é licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Urutaí, Urutaí-GO, Brasil. **Brenda Estefany de Farias Cândido** (brenda.estefany@estudante.ifgoiano.edu.br) é licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Urutaí, Urutaí-GO, Brasil. **Laiane Pereira Martins** (laianepm15@gmail.com) é licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Urutaí, Urutaí-GO, Brasil. **Luana Thauane da Silva Ribeiro Liberato** (luana.liberato@estudante.ifgoiano.edu.br) é licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Urutaí, Urutaí-GO, Brasil. **Mariana Fonseca Oliveira** (mariana.fonseca@estudante.ifgoiano.edu.br) é licenciada em Química e Mestranda em Ensino para Educação Básica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Urutaí, Urutaí-GO, Brasil. **Micaelle Araújo Pires** (micelearaujopires1@gmail.com) é licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Urutaí, Urutaí-GO, Brasil. **Nicole Christian da Silva Leite** (nicole.silva@estudante.ifgoiano.edu.br) é licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Urutaí, Urutaí-GO, Brasil. **Renata Pacheco Araújo Carneiro Machado** (renata.pacheco@estudante.ifgoiano.edu.br) é licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Urutaí, Urutaí-GO, Brasil. **Christina Vargas Miranda e Carvalho** (christina.carvalho@ifgoiano.edu.br) é doutora em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG, Brasil. Atualmente é docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Urutaí, Urutaí-GO, Brasil. **Herbert Júnior Dias** (herbert.dias@ifgoiano.edu.br) é doutor em Ciências pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil. Atualmente é docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Urutaí, Urutaí-GO, Brasil.

Referências

ALVES, T. R. S.; SANTOS, A. E.; DANTAS, L. F. S. e BRAGA, E. S. O. Catálogo de memes: Um material de apoio e incentivo ao uso didático de memes no ensino de química. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, v. 8, n. 2, p. 800-817, 2021.

ATKINS, P.; JONES, L. e LAVERMAN, L. *Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente*.

São Paulo: Bookman, 2018.

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

BAGANHA, R. J.; BERNARDES, A. C. B. e ANTUNES, L. G. Educação, formação docente, TDIC e saúde em tempos de pandemia pela COVID-19: uma revisão de literatura. *Temas em Educação e Saúde*, v. 17, n. 00, p. e021017, 2021.

BAGATIN, E.; HASSUN, K. e TALARICO, S. Revisão

sistemática sobre peelings químicos. *Surgical & Cosmetic Dermatology*, v. 1, n. 1, p. 37-46, 2009.

CACHAPUZ, A. F. (Org.). *Perspectivas de Ensino: Formação de Professores - Ciências - Textos de Apoio nº1*. Porto: CEEC/Eduardo & Nogueira, 2000.

COELHO, F. A. S. Fármacos e quiralidade. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, v. 3, p. 23-32, 2001.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. e PERNAMBUCO, M. M. C. A. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2011.

DIAS, É. A Educação, a pandemia e a sociedade do cansaço. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 29, n. 112, p. 565-573, 2021.

DUIT, R. The Constructivist view: a fashionable and fruitful paradigm for science education research and practice. In: STEFFE, L. P. e GALE, J. (Orgs.) *Constructivism in education*. New York: Routledge, 1995.

ESTEVES, I. O. e FIGUEIREDO JUNIOR, J. C. D. Uma proposta de oficina temática remota: Ensino de reações de oxirredução contextualizadas com a restauração de obras de arte em metal. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 1, p. 137-148, 2022.

FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. *Renote*, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2013.

FARIAS, F. C. e MONTEIRO, L. G. Oficina temática sobre o pré-sal e sua aplicação no ensino de química. *Investigación em Didática de las Ciencias*, n. Extra, p. 1296-1300, 2013.

FEITOSA, M. C.; MOURA, P. D. S.; RAMOS, M. D. S. F. e LAVOR, O. P. *Ensino Remoto: O que pensam os alunos e professores?* Anais do Congresso sobre Tecnologias na Educação (2020). *Anais...* Sociedade Brasileira de Computação - SBC, 2020.

FERREIRA, D. H. L.; BRANCHI, B. A. e SUGAHARA, C. R. Processo de ensino e aprendizagem no contexto das aulas e atividades remotas no Ensino Superior em tempo da pandemia Covid-19. *Revista Práxis*, v. 12, n. 1 sup., p. 19-28, 2020.

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A. e DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a Educação em Ciências. *Ciência & Educação* (Bauru), v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012.

GLEESON, M.; BROWN, J. F.; WARING, J. J. e STOCK, M. J. The effects of physical exercise on metabolic rate and dietary-induced thermogenesis. *British Journal of Nutrition*, v. 47, n. 2, p. 173-181, 1982.

GOOGLE LLC. *Google Forms*. V 0.8. Disponível em: <https://docs.google.com/forms>, acesso em out. 2021.

GOUVEA, H. A. C.; SANTOS, L. A.; CARDOSO, F. H. e SOUSA, R. D. A relevância do tema água no ensino de ciências. *Revista Monografias Ambientais*, v. 14, p. 157-171, 2015.

KFOURI, S. F.; MORAIS, G. C.; PEDROCHI JUNIOR, O. e PRADO, M. E. B. B. Aproximações da Escola Nova com as Metodologias Ativas: Ensinar na Era Digital. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas*, v. 20, n. 2, p. 132-140, 2019.

KRAISIG, A. R. e BRAIBANTE, M. E. F. “A Química das Cores”: uma oficina temática para o ensino e aprendizagem de Química. *Ciência e Natura*, v. 39, n. 3, p. 687-700, 2017.

LEITE, B. Aprendizagem tecnológica ativa. *Revista Internacional de Educação Superior*, v. 4, n. 3, p. 580-609, 2018.

LOPES, A. S. *Química: a importância do uso de analogias por meio de mapas mentais no ensino de conceitos intangíveis*

do modelo atômico planetário de Bohr. Bauru: Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências, 2021.

LUCENA, G. L.; SANTOS, V. D. e SILVA, A. G. Laboratório virtual como alternativa didática para auxiliar o ensino de química no ensino médio. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 21, n. 2, p. 27-36, 2013.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. *Em Extensão*, v. 7, p. 67-77, 2008.

MENTIMETER - Voting site “Menti” v 2.4 (Revised) INT. Disponível em: <https://www.mentimeter.com/pt-BR>, acesso em out. 2021.

MOLVIEW. v 2.4. Disponível em: <https://molview.org/>, acesso em out. 2021.

OLIVEIRA, F. V.; CANDITO, V. e BRAIBANTE, M. E. F. O uso dos sentidos, olfato e paladar, na percepção dos aromas: uma oficina temática para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 44, n. 1, p. 57-64, 2022.

OLIVEIRA, G. C.; PEREIRA, G. C. e CERRI, M. F. Aplicabilidade dos peelings químicos: Revisão da literatura. *Revista Acadêmica Novo Milênio*, v. 3, n. 4, p. 1-17, 2021.

OLIVEIRA, G. S.; MENDONÇA, J. A. e SILVA, L. A. Metodologias ativas e TDICS: experiências no ensino remoto. *Cadernos da FUCAMP*, v. 20, n. 46, p. 147-160, 2021.

OLIVEIRA JUNIOR, C. I.; RESENDE, R. X.; PAIVA, L. M. S.; PACHECO, P. S. F.; LISBOA, S. C. L.; GOULART, S. M. e FRAZÃO, J. M. A química na cozinha: Uma possibilidade de oficina temática na educação de jovens e adultos. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 519-532, 2021.

PAULETTI, F. *O ensino de química e a escola pública: a isomeria geométrica mediada pelo uso de programas computacionais*. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2013.

PAZINATO, M. S. e BRAIBANTE, M. E. F. Oficina Temática *Composição Química dos Alimentos*: uma possibilidade para o ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 4, p. 289-296, 2014.

PhET COLORADO – Physics Education Technology. Disponível em <http://phet.colorado.edu/>, acesso em out. 2021.

PISTARINI, N. F. e MILARÉ, T. Ensino de Química em Oficina Temática: “O que vai pelo ralo, rastros ambientais de produtos que consumimos”. *Revista Extensão & Cidadania*, v. 8, n. 14, p. 130-145, 2020.

PRAIS, J. L. S. e ROSA, V. F. Nuvem de palavras e mapa conceitual: Estratégias e recursos tecnológicos na prática pedagógica. *Nuances: estudos sobre Educação*, v. 28, n. 1, p. 201-219, 2017.

RIBAS, D. A docência no Ensino Superior e as novas tecnologias. *Revista Eletrônica Lato Sensu*, v. 3, n. 1, p. 1-16, 2008.

ROCKENBACH, L. C.; RAUPP, D. T.; REPPOLD, D. P. e SCHNORR, C. E. Uma revisão sistemática de literatura sobre as estratégias e temáticas para ensino de estereoisomeria. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 11, p. e58691110043, 2020.

RONDINI, C. A.; PEDRO, K. M.; DUARTE, C. S. Pandemia do COVID-19 e o ensino remoto emergencial: Mudanças na práxis docente. *Interfaces Científicas - Educação*, v. 10, n. 1, p. 41-57, 2020.

ROSÁRIO, J. M. C. e TURBIN, A. E. F. A resignificação do ensino de línguas a partir do uso intensivo das TDIC em tempos

de pandemia. *Devir Educação*, edição especial, p. 29-52, 2021.

SANTOS, A. E.; DANTAS, L. F. S.; ALVES, T. R. S. e BRAGA, E. S. O. O uso de memes como recurso pedagógico no ensino de química: uma visão dos professores da disciplina. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, p. e240974020, 2020.

SANTOS, M. E. e PRAIA, J. F. Percurso de mudança na Didática das Ciências: Sua fundamentação epistemológica. In: CACHAPUZ, A. (Org.) *Ensino das Ciências e Formação de Professores*: Projeto MUTARE 1. Aveiro: Universidade de Aveiro, 1992.

SANTOS, A. T.; TAMIASSO-MARTINHON, P.; ROCHA, Â. S.; SOUSA, C. e AGOSTINHO, S. M. L. Experimentação em sala de aula: resultados de uma atividade simples realizada no nível médio para ensino de condutividade elétrica. *Scientia Naturalis*, v. 1, n. 3, p. 209-219, 2019.

SILVA, C. S.; SOUZA JUNIOR, E. V. e PIRES, D. A. T. O uso de software de representação molecular em 3D como material didático interdisciplinar para o Ensino de Química. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 2, p. 66-79, 2017.

SILVA, D. P.; TORRALBO, D.; SILVA, E. L.; SOUZA, F. L.;

AKAHOSHI, L. H.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P.; SUART, R.C. e MARTORANO, S. A. A. *Oficinas temáticas no ensino público: formação continuada de professores*. São Paulo: FDE, 2007.

SILVA, J. A. S. e BRAIBANTE, M. E. F. Oficina temática carboidratos, utilizando os três momentos pedagógicos como estratégia didática para a aprendizagem de química. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, v. 16, n. 3, p. 622-635, 2021.

SOGA, M.; EVANS, M. J.; COX, D. T. C. e GASTON, K. J. Impacts of the COVID-19 pandemic on human-nature interactions: Pathways, evidence and implications. *People and Nature*, v. 3, n. 3, p. 518-527, 2021.

WORDWALL. Disponível em: <https://wordwall.net/pt>, acesso em out. 2021.

YOKOMIZO, V. M. F.; BENEMOND, T. M. H.; CHISAKI, C. e BENEMOND, P. H. Peelings químicos: revisão e aplicação prática. *Surgical & Cosmetic Dermatology*, v. 5, n. 1, p. 58-68, 2013.

ZHAO, Y. e WATTERSTON, J. The changes we need: Education post COVID-19. *Journal of Educational Change*, v. 22, n. 1, p. 3-12, 2021.

Abstract: *Online thematic workshops: potentialities for teaching Chemistry.* Emergency remote teaching during the covid-19 pandemic created a gap in learning and highlighted the need for active methodologies to facilitate knowledge construction and acquisition. In this report we discuss the use of thematic workshops as a teaching methodology for Chemistry education. These workshops were developed by Chemistry undergraduate students associated with the Pedagogical Residency Program. A total of six thematic online workshops were conducted, focusing on generating themes covered in the National High School Exam. Qualitative data suggest that the implementation of these workshops increased students' interest in the subject and provided innovative approaches to teaching. Therefore, we believe that thematic workshops conducted in a virtual environment are viable alternatives for teaching Chemistry due to the pedagogical potentialities on educational context.

Keywords: science teaching, pedagogical moments, Pedagogical Residency Program

Infográfico Dinâmico: recurso técnico e semiótico para sistematização de conceitos científicos em um curso de formação de professores

Lidiane P. Lança, Joana de J. de Andrade e Thiago B. Cavassani

O presente trabalho discute a proposição de um Infográfico Dinâmico (InD) em um curso de formação continuada de professores na modalidade do ensino remoto. O recurso consiste em imagens problematizadoras de ecossistema natural de modo a evidenciar a complexa inter-relação presente entre as diferentes espécies e determinado ambiente, analisadas à luz da Psicologia Histórico-Cultural (PHC) e dos estudos atuais da neurociência. Os resultados destacam as possibilidades pedagógicas proporcionadas pelo InD e sua relação com os possíveis modos de apropriação da ferramenta cultural digital. Finalizamos indicando o potencial do material pedagógico a ser replicado e aprimorado em novos contextos.

► recurso digital, neurociências, psicologia histórico-cultural ◀

Recebido em 28/08/2023; aceito em 26/02/2024

185

Introdução

A espécie humana, no ato criativo, colaborativo e cumulativo da evolução cultural, elaborou um conjunto de ferramentas para utilização em diferentes contextos e finalidades. Além disso, elaborou um amplo sistema simbólico para comunicação e práticas constituídas e significadas socialmente como resultado de um longo e complexo processo de convivência e socialização (Tomasello, 2003).

A abordagem sobre a constituição do humano, entretanto, comporta múltiplos níveis de análise que engloba os planos filo, onto e sociogenético, como também categorias especiais como a microgênese e a neurogênese (del Río e Álvarez, 2013; Wertsch, 1985). No bojo de muitas destas propostas que se materializam e existem *pela* e *na* cultura, o reconhecimento da história das relações humanas constitui fator determinante, pois considera a compreensão de que o aparato sociocultural exerce fundamental importância neste processo, uma vez que é capaz de moldar os processos de significação que se estabelecem porque alguém ensina/cuida/ constitui outro alguém (Nunes *et al.*, 2007).

[...] o avanço tecnológico proporcionado pelo surgimento das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) tem catalisado mudanças significativas na própria função da instituição escolar para lidar com uma sociedade imersa na era digital que deixou de usar a escola (o professor e o livro didático) como único recurso para obter informações.

Neste sentido, o avanço tecnológico proporcionado pelo surgimento das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) tem catalisado mudanças significativas na própria função da instituição escolar para lidar com uma sociedade imersa na era digital que deixou de usar a escola (o professor e o livro didático) como único recurso

para obter informações. Para processar/entender o grande volume de informações disponíveis na atualidade, é preciso que circuitos neurais relacionados aos conceitos e às experiências anteriormente estudados e vivenciadas sejam resgatados e reconstruídos por memórias consolidadas (Kandel, 2009). Esse processo envolve do mais simples uso e reuso de símbolos, perpassando pela evocação

dos conceitos espontâneos e científicos significados, até as mais complexas funções superiores de abstração e generalização (Vigotski, 2001).

O essencial na educação, portanto, é que os sujeitos incorporem “[...] todo um complexo de instrumentos, capacidades e modos de perceber e sentir” (del Río *et al.*, 2022, p. 10) para desenvolver suas funções psíquicas e construir os conceitos científicos, ou seja, repercutindo na criação



de psicotecnias, “[...] instrumentos psicológicos externos que a cultura emprega para mediar processos e construir assim as funções superiores internas” (del Río *et al.*, 2022, p. 9). Para isso,   de grande importância que os(as) professores(as) conheçam, acessem, internalizem, incorporem e se capacitem sobre o uso das TIDCs no contexto escolar (Cavassani, 2023).

Assim, este trabalho discute a proposi o de um Infográfico Dinâmico, utilizado inicialmente durante o ensino remoto. Como objetivo desta pesquisa, buscou-se analisar,   luz da PHC e dos estudos atuais da neurociência, a adequa o/pertinência do recurso para a aprendizagem e a constru o de conhecimentos, considerando que esta ferramenta cultural congrega aspectos potencializadores de dinamicidade e sistematicidade conceitual.

Instrumentos mediadores da aprendizagem

A PHC ressalta a importância dos instrumentos técnicos e semióticos para o desenvolvimento humano e para o processo de aprendizagem como formas de atividades mediadas. Vigotski (2001; 2004) aponta que os instrumentos técnicos são considerados externos exatamente porque sua a o ocorre fora do indivíduo, sobre determinado objeto. Porém, o grande paradoxo está no fato de que, quando o indivíduo cria/utiliza estes instrumentos externos para determinada atividade, não só transforma o meio, mas também a ele próprio. Já o instrumento semiótico, de acordo com o autor, tem na palavra sua unidade, ou seja, a palavra enquanto signo opera na psique de forma instrumental.

Nesse sentido, os recursos auxiliares das TDICs (imagens, sinais, setas, formas, quadros, esquemas, letras, números, músicas, vídeos etc.) são utilizados como instrumentos técnicos e semióticos (Gois, 2020). Isso, pois, apesar de mediar as rela es de ensino facilitando que a informa o seja apresentada e/ou acessada, eles não possuem caráter simbólico independente dos acordos sociais, já que representam na medida daquilo que significam. A partir do momento em que estes recursos auxiliares externos se conectam em inter-rela o, seja entre os elementos ou com o discurso (oral ou escrito), passam a ter caráter dinâmico (Smolka e Góes, 2011). Como uma sequência histórica atribuída de significado dentro de um contexto também significativo, ‘encharcado’ de conhecimentos elaborados no percurso cultural da humanidade. S  então, o uso destas ferramentas para a elabora o de esquemas como mapas mentais e conceituais, nuvens de palavras, infográficos, gráficos e slides, passam a adquirir um caráter simbólico, deixando de representar para o outro o que literalmente   (um sinal) para ter um significado diferente e abstrato construído coletivamente (um signo).

O infográfico aqui elaborado e discutido como um signo,   uma figura gráfica que utiliza de vários elementos, recursos semióticos, símbolos, setas, traços, cores, diferentes g neros textuais, imagens, sons, vídeos, gráficos, diagramas etc., de forma articulada e esquemática para representar abstratamente a complexidade de um fenômeno do mundo exterior (Lucas, 2011). Como um discurso, o infográfico organiza textos e ilustra es em um espaço que, por ele mesmo,   capaz de informar. A linguagem verbal, por ser analítica, separa, divide, compara, sequencia o tempo e permite que haja atribui o de sentido às partes. Por outro lado, a linguagem visual, com seu caráter sint tico, permite a percep o significativa do fenômeno de forma global (Colle, 1998). Encontramos nesse tipo de produ o uma sequencialidade, a representa o das causas e consequências, uma narrativa lógica e descritiva.

Enquanto o infográfico impresso   estabilizado, os infográficos dinâmicos se utilizam de recursos digitais interativos que permitem a emissão de sons e moviment o de tela para elucidar os fenômenos e mobilizar o interesse, desenvolvendo a percep o e a aten o (Nascimento, 2013). Assim, o infográfico dinâmico   mais do que uma apresenta o de informa es, pois transforma-se em ferramenta cultural que permite a genuína explora o (Cairo, 2008).

Ainda que os infográficos permitam a simplicidade na compreensão de fenômenos, a possibilidade de realizar rela es lógicas entre elementos e entre informa es alcançam complexidades importantes que facilitam o tratamento das informa es científicas: características que, de modo apenas verbal, seriam mais difíceis de serem apropriadas (Cecílio e Pegoraro, 2011), pois a elabora o dos conceitos “[...]   mais do que um simples hábito mental;   um ato real e complexo

O infográfico aqui elaborado e discutido como um signo,   uma figura gráfica que utiliza de vários elementos, recursos semióticos, símbolos, setas, traços, cores, diferentes g neros textuais, imagens, sons, vídeos, gráficos, diagramas etc., de forma articulada e esquemática para representar abstratamente a complexidade de um fenômeno do mundo exterior (Lucas, 2011).

de pensamento [...]” (Vigotski, 2001, p. 246). Isso significa que, para o processo de forma o de conceitos, há a necessidade do desenvolvimento de várias fun es superiores, como aten o arbitrária, memória lógica, abstra o, compara o e discrimina o e, portanto, demanda um funcionamento dinâmico, vivo e complexo que possibilita a evolu o do conceito como significado de uma palavra - um ato de generaliza o (Vigotski, 2001).

De todo modo, não são apenas os instrumentos e os signos que permitem ou proporcionam o processo de ensino e aprendizagem e a (re)constru o da memória. São eles e toda a história da humanidade neles imbricados que, a partir da sua elabora o e do seu uso, possibilitam a transmissão cultural de habilidades e significa o de conceitos (Vigotski, 2010).

Aspectos metodológicos

Os procedimentos metodológicos deste trabalho foram organizados adaptando-se a proposta da pesquisa do tipo

intervenção pedagógica de Damiani *et al.* (2013). Nesta abordagem, é importante delimitar o escopo e os procedimentos interventivos desenvolvidos bem como organizar os métodos de avaliação da atividade efetivada. Estes momentos podem ser organizados em função dos i) procedimentos da intervenção e em relação ao ii) método de avaliação da intervenção (Damiani *et al.*, 2013).

Em relação aos procedimentos da intervenção, foi elaborado um curso de formação de professores de Ciências Exatas e Naturais da educação básica no espaço-tempo da Escola de Formação de Professores de Ciências Exatas e Naturais (EFPCEN), especificamente sua VI edição, no ano de 2021. Existente desde 2016, é uma proposta anual de formação coletiva e colaborativa para professores(as) de Química, Física, Biologia e Matemática da rede estadual vinculada à Diretoria Regional de Ensino de Ribeirão Preto (DRE-RP) e promovida pelo CEIQ (Centro de Ensino Integrado de Química), do Departamento de Química da FFCLRP-USP.

Foi utilizado o modelo de ensino remoto por videoconferência em tempo real, uma vez que o contexto histórico e social vivenciado naquele período era de pandemia de COVID-19 e implementação do Novo Ensino Médio e da BNCC. O curso foi estruturado em quatro encontros formativos (um em agosto, um em setembro e dois em outubro) pela plataforma Microsoft Teams, com carga horária de duas horas e meia cada. Por meio das TDICs, as estratégias pedagógicas e os recursos de apoio inspirados nas normativas da Base Nacional Comum Curricular foram discutidos coletivamente. A participação nos encontros variou entre 78 a 162 pessoas, incluindo os(as) professores(as) da rede estadual de Ciências Exatas e Naturais, gestores, diretores, coordenadores e os(as) professores(as) coordenadores do

Núcleo Pedagógico da DRE-RP. O trabalho de pesquisa foi encaminhado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e consentido pelo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os momentos formativos constituídos foram tomados como objeto da própria investigação, cujos materiais e registros constituíram o *corpus* de análise do presente trabalho.

Sendo parte de uma pesquisa maior, este trabalho apresenta um recorte das atividades desenvolvidas no curso. A apresentação do InD foi realizada no segundo encontro formativo e a ênfase das discussões foi acerca dos conceitos possíveis de serem trabalhados com os alunos e os modos de utilização do recurso em aula. O InD foi construído pelos pesquisadores como um recurso dinâmico e uma estratégia pedagógica a ser implementada coletivamente na modalidade do ensino remoto, considerando os conteúdos, as competências e as habilidades demandadas da Unidade Curricular “Projeto Vida ao Extremo” do aprofundamento curricular de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (São Paulo, 2020). Neste projeto, busca-se que o aluno explore a manifestação da vida em condições extremas, aprofundando conhecimentos relativos às interações ambientais.

Deste modo, construiu-se uma sequência de imagens problematizadoras que serviram para analisar um determinado ecossistema. A intenção foi evidenciar a complexa inter-relação presente entre as diferentes espécies animais e fenômenos ambientais. A Figura 1 representa o conjunto de imagens utilizadas ao longo da atividade interventiva, valorizando uma perspectiva pedagógica mais sistêmica e interfuncional dos sistemas conceituais selecionados.

Durante o encontro, apresentamos o link: <https://prezi.com/view/wS0CpIxPPNmcDWVyrkk5/>. Analisamos juntos

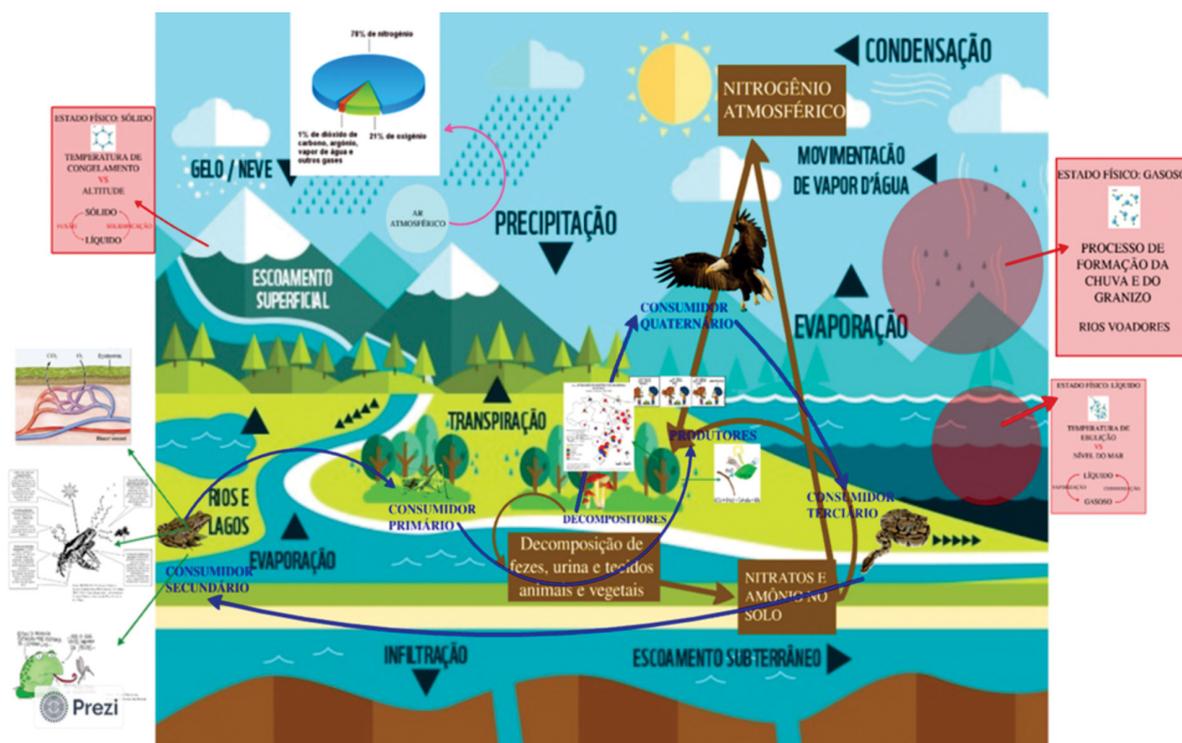


Figura 1: Esquema representativo do conjunto de imagens elaboradas no InD.

com os(as) professores(as) cada momento, cada imagem, seta, caixa de texto, discutindo sobre quais potenciais conceitos poderiam ser trabalhados numa perspectiva interdisciplinar.

Em relação ao método de avaliação da intervenção, ancoramos a discussão em função das possibilidades pedagógicas proporcionadas pelo InD e sua relação com os possíveis modos de apropriação da ferramenta cultural a partir de sua característica básica (como imagens, letras, cores, organização, estrutura) e possíveis relações estabelecidas (como contexto, conteúdo, experiências etc.). Esses aspectos foram sistematizados a partir da relação sujeitos (professores) e ferramenta cultural (InD) obtidos pela pesquisa interventiva. As atividades foram gravadas em áudio e vídeo com o auxílio da plataforma Microsoft Teams e registradas em diário de campo pelos pesquisadores. Os dados foram construídos e organizados a partir da análise crítico-reflexiva destes registros e interpretados à luz da PHC articuladamente aos atuais tópicos de neurociências em diálogo com a literatura recente na área das pesquisas em ensino de ciências.

Resultados e discussões

O InD, elaborado na plataforma *Prezi*, apresenta diversas conexões dinâmicas direcionando, além dos sistemas de populações e cadeia alimentar, os diferentes ciclos: ciclo da água, ciclo do carbono, ciclo do nitrogênio e ciclo biogeoquímico. Com essas relações, alguns conteúdos curriculares envolvendo conceitos de Química, Física e Biologia foram aprofundados: os estados físicos da matéria, a organização molecular e as transformações físicas da água; as relações da temperatura de congelamento e de ebulição com a altitude; rios voadores; trocas de calor e energia; implicações da extinção dos animais; trocas gasosas e fotossíntese; contaminações da água, do solo e do ar; decomposição do material orgânico; composição e porcentagem do ar atmosférico; composição química dos oceanos e dos rios, entre outras. Do mesmo modo, outras discussões sobre a temática foram fomentadas: as possibilidades de vida no solo e nas montanhas; os impactos do aumento da temperatura na vida dos animais; a presença de determinados animais e plantas em detrimento de outras espécies; a necessidade da umidade e dos gases do efeito estufa, entre outros.

A proposição do InD, com tais características e em diálogo com o processo de desenvolvimento das funções psíquicas superiores, converge com ações já realizadas em sala de aula, pois os(as) professores(as) entendem que esses aspectos são importantes no ato de ensinar. Uma das professoras ressaltou

Em relação ao método de avaliação da intervenção, ancoramos a discussão em função das possibilidades pedagógicas proporcionadas pelo InD e sua relação com os possíveis modos de apropriação da ferramenta cultural a partir de sua característica básica (como imagens, letras, cores, organização, estrutura) e possíveis relações estabelecidas (como contexto, conteúdo, experiências etc.). Esses aspectos foram sistematizados a partir da relação sujeitos (professores) e ferramenta cultural (InD) obtidos pela pesquisa interventiva.

que atenta-se à origem das palavras e busca relacionar “... o conteúdo que será trabalhado com o nome da temática de forma a buscar o principal significado da palavra, trabalhar com a construção em conjunto de mapas conceituais, na busca de organizar os conceitos de forma clara e objetiva. Outro ponto que sempre levo em consideração na sala

de aula é a demonstração de fórmulas, buscando entender o porquê chegamos naquele final, do que simplesmente pedir aos alunos que decorem e resolvam exercícios”. Importante destacar que muitas vezes os(as) professores(as) referem-se a mapas conceituais, mentais, infográficos, esquemas e fluxogramas como sinônimos ou recursos pedagógicos intercambiáveis.

Como função pedagógica, os esquemas permitem interações e relações entre os conceitos e facilitam a interpretação de fenômenos considerados comple-

xos e estendidos ao longo do tempo, ou seja, oportunizam o estudo e a atribuição de significado aos fenômenos da natureza, uma vez que melhora e amplia a visualização dos aspectos abordados. O acesso aos conteúdos por meio de diferentes linguagens imagéticas e tipos de produções estéticas, utilizando-se das relações sociais e da criticidade artística, também foi uma função pedagógica evidenciada para potencializar o foco e a atenção mediada.

Quando os(as) professores(as) veem um esquema envolvendo ciclo biogeoquímico, cadeia alimentar e ciclo da água, numa imagem que contém animais, plantas e paisagem, há a necessidade de explorar aquele cenário complexo para atribuir sentido à presença (ou não) de certos animais e certas plantas e ao fato de que os fenômenos ali expressos só poderiam acontecer naquela paisagem e não em outra. Já os sinais imagéticos (setas, gráficos, textos etc.) são construções abstratas e advêm de generalizações conceituais que não têm sentido em si, mas que precisam ser compreendidas no contexto de inter-relação entre os diferentes elementos presentes. Em um dos relatos obtidos a partir do uso do InD, a professora expressou: “*Eu diversifico muito as estratégias, no entanto, nesta pandemia, o uso de mapas conceituais tem sido efetivo, já que resume os conceitos, podem ser construídos coletivamente e a partir do conhecimento prévio dos estudantes, conduzem à reflexão tanto em termos de conteúdo como para a vida possibilitando que os alunos associem com outras disciplinas.*”.

Para além da presença das imagens, símbolos e esquemas, a dinamicidade permitida pela plataforma na movimentação das setas e do zoom (ampliação e diminuição da tela), bem como o aparecimento e desaparecimento dos quadros e outros esquemas, direcionam a hierarquia conceitual para evidenciar o que é mais importante conceitualmente

e, a partir disso, permite perceber a disposição espacial e cronológica das informações. Quando ocorre a movimentação, a transformação estética da tela que mobiliza as percepções audiovisuais, supomos que haja um aumento sensível do nível de dopamina, um neurotransmissor diretamente relacionado com a aprendizagem e a memória por contribuir para os processos atencionais, promovendo aumento de concentração e satisfação (Carvalho, 2010). Tal aspecto pode ser identificado na fala de uma das professoras participantes que destaca a hierarquia conceitual, a interatividade e o “gostar” como elementos do processo de produção do conhecimento escolar: “*Eu construo bastante mapas de conceitos a partir do que eles falam, seja conceito, seja mental... Eles vão me falando e eu consigo fazer isso durante as aulas. E eles gostam bastante.*”. As funções da atenção, da imaginação e do afeto podem ser destacadas a partir desse relato.

Acredita-se que o vínculo estabelecido com base em uma narrativa que interconecta diferentes aspectos, atores e conceitos, também contribui para o estabelecimento de conexões sinápticas que são a base do processo de aprendizado e que são fortalecidas quando envolvem aspectos emocionais (Brockington *et al.*, 2021). A sensibilização é construída de forma bastante síncrona e articulada entre os discursos sociais (da equipe formadora do curso) e as imagens do recurso (InD). Isso é importante para que o sujeito observe a letra diferenciada, o tamanho, as cores, o som, as imagens, os detalhes, as setas que se movimentam/indicam, a sequência que direciona, etc. Isso possibilita que as informações sejam processadas rapidamente, a atenção seja retida na ação e, quando em situações marcadamente afetivas, seja possível a construção de significados. Destarte, criam-se condições para o início do processo de construção da memória de longo prazo.

Uma das professoras participantes relata justamente isso, afirmando que utiliza diversas técnicas de ensino diferenciadas para ensinar e ajudar os alunos a se lembrarem daquilo que foi ensinado: “*Eu pego o mapa conceitual, de livro ou mesmo curtinhos... e peço para eles transformarem em texto. E o inverso também, um texto e transformar em um mapa. Aí eles conseguem melhor, tá? Mas, contextualizar nunca foi fácil. Eu vou traduzindo, questionando, aí eles conseguem. O ano passado mesmo, o quê que eu fiz? Eu estava em desespero, né? Tudo diferente, o quê que eu vou passar? O quê que eu vou fazer? E eu consegui isso através do mapa de conceitos. Aí muitos alunos vieram: ‘Professora do céu, tudo que eu ouvi... todo esse, esses anos na verdade, no centro de mídias, a senhora traduziu neste mapa de conceito e está me ajudando muito para estudar para*

o vestibular.’ *Eu vi que dá certo. Sempre bato na tecla que cada um aprende de um jeito, que o errado a gente corrige e o certo a gente melhora. A escola é para isso.*”

O InD trabalhado como signo, de caráter semântico, precisa ser apropriado e internalizado para que o processo de aprendizagem, bem como a elaboração conceitual dos conceitos científicos ocorra (Vigotski, 2001). Esta efetivação depende da interfuncionalidade das funções psíquicas superiores (Luria, 1981) e o relato da professora demonstra que estas podem ser mobilizadas a depender do modo como se media o ensinar e o aprender com o uso de recursos como os mapas e gráficos.

Com base na perspectiva vigotskiana, entendemos que o recurso pode contribuir para o desenvolvimento da *atenção* e da *percepção* já que a movimentação dos traços e setas orienta, direciona e sustenta o processo atencional. O exercício do *raciocínio lógico* permitiu a previsibilidade dos fenômenos e dos conceitos em cada imagem do desenho. Já a *linguagem* e a *memória*, relacionadas com o “resgatar”, recriar informações e interpretar discursos escritos, orais bem como os símbolos (alfabeto, números, elementos e fórmulas

químicas, termos biológicos e físicos etc.), foram as funções mestras para os processos de elaboração conceitual. Os elementos visuais do InD, o movimento das setas e o aparecimento de imagens ao longo da análise realizada, foram os aspectos que, entendemos, estavam relacionados com o desenvolvimento da *imaginação* e do *afeto*.

Os processos de associações entre as imagens e os conceitos do InD favorecem, de nossa perspectiva, a construção de memórias declarativas por intermédio da atribuição de uma história sequencial de palavras, ou seja, por meio da elaboração conceitual (Vigotski, 2010; Vigotski e Luria, 1996). Também fortalecem a memória de longo prazo ao trabalharem as informações com os aspectos emocionais – chocar, pensar, refletir, identificar etc. – pois possibilitam que os discentes atribuam sentido ao conteúdo em situações diversas (Vigotski, 2010).

Portanto, é provável que construir “histórias” envolvendo recursos mnemônicos, como imagens, mapas, textos, formas, setas e sons torna o sistema de relações mais próximo à realidade e com maior possibilidade de generalização. Tais aspectos podem ser identificados no InD como elementos pedagógicos mediadores do processo interventivo.

A identificação de tais potenciais converge com a análise de estudiosos da neurociência e da educação (Amaral e Guerra, 2020), pois estes entendem que promover a articulação de diferentes áreas corticais pode ser um aspecto importante para a construção da compreensão de contexto, a representação imagética e o desenvolvimento da imaginação.

Os processos de associações entre as imagens e os conceitos do InD favorecem, de nossa perspectiva, a construção de memórias declarativas por intermédio da atribuição de uma história sequencial de palavras, ou seja, por meio da elaboração conceitual (Vigotski, 2010; Vigotski e Luria, 1996). Também fortalecem a memória de longo prazo ao trabalharem as informações com os aspectos emocionais – chocar, pensar, refletir, identificar etc. – pois possibilitam que os discentes atribuam sentido ao conteúdo em situações diversas (Vigotski, 2010).

Quando se trabalha o conteúdo pedagógico angariando/demandando diversas áreas do cérebro, supomos que haja recrutamento de uma quantidade maior de neurônios dedicados a executar um determinado objetivo. Porém, é fundamental destacar que o modo como este cérebro vai funcionar, em “concerto” (Luria, 1981), vai co-existir com as exigências de um entorno social sempre intersubjetivo para a produção de conhecimento (Andrade e Smolka, 2012). O diálogo de tal proposição luriana e vigotskiana com autores mais atuais pode ser feita quando o conceito de construção da memória é entendido como sendo de origem social, coletiva e mediada, mas também com um suporte biológico. O modo de funcionamento expresso como declarativo ou explícito (Kandel, 2009) orienta para o fato de que a memória “resgatada” pode também ser estudada considerando-se seus processos de permanência num suporte neurobioquímico que, apesar de bastante estudado, constitui-se ainda pouco esclarecido.

De todo modo, o InD, os slides, mapas conceituais ou qualquer recurso, enquanto instrumentos externos, quando agrupados em um conjunto fixo de materiais, guardam apenas a potencialidade de promover aprendizagem. Isso porque eles se tornam “vivos”, apenas no ato do aprender, na ação intencional de apropriação, no esforço de atribuição de sentidos e significados (Andrade *et al.*, 2014). E é neste movimento ativo e volitivo que funda-se o ato pedagógico. É por intermédio da mediação que os signos externos compartilhados entre as pessoas nas relações sociais (interpsicológico) passam a ser de uso individual (intrapsicológico) (Smolka, 2000). E é a partir de tais considerações que o InD produzido em um curso de formação continuada de professores, elaborado considerando-se aspectos pedagógicos tanto quanto neurocientíficos e utilizado com base nos preceitos da PHC, pode ser considerado como um potencial material pedagógico a ser replicado e aprimorado em outros contextos.

Considerações finais

Considera-se, como pressuposto teórico-metodológico, que o uso social de símbolos garante o desenvolvimento de funções psíquicas superiores e essas são possibilitadoras da atribuição de sentidos e significados aos fenômenos vividos/

estudados, ou seja, são as condições para a sistematização de conceitos científicos. O InD aqui problematizado, além de ser um instrumento técnico possibilitador da sistematização de conceitos científicos, atuou como instrumento semiótico ao ampliar as atividades e os modos relacionais entre os sujeitos e o conhecimento. Sua utilização, assim como de muitos recursos atualmente disponíveis no mundo digital, traz um grande desafio: dentre tantas informações onipresentes nos bancos de dados da Internet, como se apropriar do conhecimento com conteúdo histórico, cultural, científico, linguagem diferenciada, enredo etc.? Ressalta-se que, apesar da aparente ausência do outro, “[...] nunca a aprendizagem em um contexto tão rico esteve tão dependente do conhecimento, do discurso, da imagem, da organização, da sistematização, da disponibilidade... de outros!” (Andrade *et al.*, 2014, p. 168).

Porém, nada disso é possível sem a relação social pedagógica, ou seja, sem o diálogo, o ensino e a produção coletiva de significados. Espera-se, portanto, que os elementos aqui discutidos sejam inspirações para que os(as) professores(as) reconstruam, recriem e/ou adequem suas práticas pedagógicas em outros contextos.

Lidiane Paziani Lança (lidianepazianilanca@gmail.com) Licenciada em Química (Instituto Federal de São Paulo - IFSP, campus Sertãozinho, 2019), Licenciada em Pedagogia (Universidade de Franca - UNIFRAN, 2020) e Mestre em Educação, subárea Formação de Professores (Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - FFCLRP/USP, 2023). Atualmente é professora efetiva da Prefeitura Municipal de Batatais/SP. **Joana de Jesus de Andrade** (joanaj@ffclrp.usp.br) Licenciada em Ciências Naturais e em Biologia (Unicentro, 1999), possui Especialização em Instrumentação para o Ensino de Ciências (Unicentro, 2000), Mestre em Educação nas Ciências (Unijuí, 2003), Doutora em Educação (FE-UNICAMP, 2008) e Pós-doutor em Educação (FE-UN-CAMP, 2011). Atualmente é professora do Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FFCLRP-USP). **Thiago Bernardo Cavassani** (thiagocavassani@yahoo.com.br) Bacharel em Química (Instituto de Química de Araraquara da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (IQ-UNESP Araraquara) e Licenciado em Química pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FFCLRP-USP). Possui Especialização em Planejamento, Implantação e Gestão da EaD pela Universidade Federal Fluminense/UAB (2013). Mestre em Química (IQ-UNESP Araraquara) - subárea Química Analítica (2010) e Doutor em Química (UFSCar) - subárea Ensino de Química/Formação de Professores (2021). Atualmente é professor do Instituto Federal de São Paulo, campus Catanduva.

Referências

- AMARAL, A. L. N. e GUERRA, L. B. *Neurociência e educação: olhando para o futuro da aprendizagem*. Brasília: Serviço Social da Indústria/Departamento Nacional, 2020.
- ANDRADE, J. J.; CAVASSANI, T. B. e ABREU, D. G. Entre o instrumento e o outro: considerações sobre antigos e novos recursos didáticos na escola. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v. 3, n. 3, p.161-178, 2014.
- ANDRADE, J. J. e SMOLKA, A. L. B. Reflexões sobre desenvolvimento humano e neuropsicologia na obra de Vigotski. *Psicologia em Estudo*, v. 17, n. 4, p. 699–709, 2012.
- BROCKINGTON, G.; MOREIRA, A. P. G.; BUSO, M. S.;

SILVA, S. G.; FISCHER, R. e MOLL, J. Storytelling increases oxytocin and positive emotions and decreases cortisol and pain in hospitalized children. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 118, n. 22, 2021.

CAIRO, A. *Infografia 2.0: visualización interactiva de información en prensa*. Espanha: Alamut, 2008.

CARVALHO, F. A. H. Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente. *Trabalho, Educação e Saúde*, v. 8, n. 3, p. 537-550, 2010.

CAVASSANI, T. B. Tecnologias Digitais: Reflexões sobre a prática pedagógica e a formação docente. *Revista Internacional de Formação de Professores*, v. 8, p. 023012, 2023.

CECILIO, E.; PEGORARO, E. A infografia no jornalismo impresso: além da simples complementação um novo modo de

se fazer jornalismo. *Anais do VIII Encontro Nacional de História da Mídia*, 2011.

COLLE, R. Tipos o estilos de infográficos. *Revista Latina de Comunicación Social*. v. 5, n. 12, p. 1-5, 1998.

DAMIANI, M. G.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F.; DARIZ, M. R. e PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. *Cadernos de Educação*, v. 45, p. 57-67, 2013.

del RÍO, P.; BRAGA, E. S.; REGO, T. C.; SMOLKA, A. L. B. Entrevista com Pablo del Río – Desenvolvimento humano e desenho educativo: alguns desafios da escola contemporânea. *Práxis Educativa*, v. 17, p. 1, 2022

del RÍO, P. e ÁLVAREZ, A. El desarrollo cultural y las funciones superiores: del pasado al futuro. In: SMOLKA, A. L. B e NOGUEIRA, A. L. H. (orgs.). *Estudos na perspectiva de Vigotski: gênese e emergência das funções psicológicas*. Campinas: Mercado de Letras, 2013.

GOIS, J. TIC como ferramenta cultural no ensino superior em Química. *Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 2, p. 1-21, 2020.

KANDEL, E. R. *Em busca da memória: o nascimento de uma nova ciência da mente*. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

LUCAS, R. J. L. “Show, don’t tell”. *A infografia como forma gráfico-visual específica: da produção do conceito à produção de sentido*. Tese de Doutorado em Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

LURIA, A. R. *Fundamentos de Neuropsicologia*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1981.

NASCIMENTO, R. G. *Infográficos: conceitos, tipos e recursos semióticos*. Dissertação de Mestrado em Letras, Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Recife, 2013.

NUNES, S. A. N.; FERNANDES, M. G. e VIEIRA, M. L. Interações sociais precoces: uma análise das mudanças nas funções parentais. *Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano*, v. 17, n. 3, p. 160-171, 2007.

SÃO PAULO. *Itinerários Formativos: catálogo das Ementas detalhadas dos Aprofundamentos Curriculares*. São Paulo: Secretaria da Educação, 2020.

SMOLKA, A. L. B. O (im)próprio e o (im)pertinente na apropriação das práticas sociais. *Caderno Cedes*, v. 20, n. 50, p.26-40, 2000.

SMOLKA, A. L. B. e GÓES, M. C. R. (org.). *A linguagem e o outro no contexto escolar: Vygotsky e a construção do conhecimento*. 14ª ed. Campinas: Papyrus, 2011.

TOMASELLO, M. *Origens culturais da aquisição do conhecimento humano*. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

VIGOTSKI, L. S. *Psicologia Pedagógica*. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

VIGOTSKI, L. S. *Teoria e Método em Psicologia*. São Paulo, Martins Fontes, 2004.

VIGOTSKY, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VIGOTSKI, L. S. e LURIA, A. R. *Estudos sobre a história do comportamento: símios, homem primitivo e criança*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

WERTSCH, J. V. *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge: Harvard University Press, 1985.

Para Saber Mais

BEDIN, E. e DEL PINO, J. C. Tecnologias no Ensino de Química: Uma Avaliação Neurocientífica para os Processos de Ensino e Aprendizagem. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 2, n. 1, p. 31-40, 2016.

Abstract: *Dynamic Infographic: technical and semiotic resource for systematizing scientific concepts in a teacher training course.* The present work discusses the proposal of a Dynamic Infographic (DI) in a teacher professional development course in the modality of remote teaching. The resource consists of problematizing images of an ecosystem in order to highlight the complex interrelationship present among different species and a specific environment, analyzed in light of Historical-Cultural Psychology and current studies in neuroscience. The results presented the pedagogical possibilities provided by the DI and its relationship with the potential ways of appropriating this cultural tool. We conclude by indicating the potential of the pedagogical material to be replicated and enhanced in new contexts.

Keywords: digital resource, neuroscience, historical-cultural psychology

Atitudes e intencionalidades com um jogo educativo formalizado: reflexões sobre a ação de um programa de formação do professor de Química

Josilãna S. Nogueira, Wádila M. G. dos Santos e Eduardo L. D. Cavalcanti

Considerando as contribuições do lúdico no ensino de Química, assim como questões inerentes à formação de professores, a investigação aqui relatada se propôs a analisar as atitudes e intencionalidades que orientaram professores ao proporem um Jogo Educativo Formalizado (JEF) no ensino de Química, no âmbito do Programa Residência Pedagógica (PRP). Pela análise dos dados foi possível perceber que diferentes compreensões sobre o uso do jogo manifestadas pelos sujeitos envolvidos na ação didática influenciam na condução da ação planejada e na mediação necessária para o equilíbrio didático-lúdico, e, portanto, para que o potencial do JEF seja aproveitado. Conseqüentemente, entende-se a necessidade de consideração da temática do lúdico na estrutura curricular dos cursos de licenciatura e/ou nos programas de ensino dos componentes curriculares, com especial atenção à problematização e reflexão teórico-prática no contexto formativo.

► ensino de Química, residência pedagógica, formação de professores ◀

Recebido em 30/09/2023; aceito em 27/02/2024

192

Introdução

Presente na vida cotidiana, o lúdico está inserido na educação, sendo utilizado em diferentes etapas, níveis e atividades. O tema é objeto de grupos de estudos e de investigações que buscam compreender a associação do uso dessas atividades com a defesa e a promoção de uma educação voltada à formação humana cidadã e crítica. Assim, na definição de objetivos e na seleção de instrumentos de ensino e avaliação, por exemplo, o lúdico é pensado em articulação com os estudos e proposições que visam orientar e estimular a tomada de decisão consciente.

Considerando a necessidade de uma nova práxis pedagógica (Kishimoto, 2018) e de um campo específico de investigação, profissionais do Ensino de Ciências se debruçam atualmente sobre esse campo, buscando explorar as potencialidades do uso do jogo como estratégia ou metodologia auxiliar, e como instrumento didático-pedagógico (Muller e Cleophas, 2021) que já está presente no planejamento dos professores

em formação inicial e continuada da Educação Básica e do Ensino Superior, e nas práticas de sala de aula. Felício e Soares (2018) consideram, por exemplo, que o jogo contribui na educação quando se pensa no envolvimento dos estudantes a partir de uma intencionalidade lúdica manifestada pelo professor. Dessa forma, defendem o lúdico como instrumento de ensino e avaliação nas mais diversas áreas.

Há, então, a necessidade de inserção dessa temática na formação de professores, de modo que se ofereçam espaços de instrumentalização e apropriação do uso das atividades lúdicas na educação. Para tanto, há que se prestar atenção ao devido rigor teórico e metodológico necessários à consolidação desse campo de estudo,

à exploração do seu potencial na educação em Ciências (Garcez e Soares, 2017) e ao rigor teórico relativo aos referenciais de ensino e aprendizagem, conforme preconizado por Rezende e Soares (2019). Concepções equivocadas, ou a não consideração de suporte teórico/metodológico ao utilizar o lúdico no ensino, podem levar ao falso entendimento que

Concepções equivocadas, ou a não consideração de suporte teórico/metodológico ao utilizar o lúdico no ensino, podem levar ao falso entendimento que essas atividades servem apenas como descanso momentâneo do cansaço da sala de aula e da escola, ou, ainda, contribuem com a visão de que são atividades de dispersão e desordem que não são compatíveis com os espaços educativos formais.

essas atividades servem apenas como descanso momentâneo do cansaço da sala de aula e da escola, ou, ainda, contribuem com a visão de que são atividades de dispersão e desordem que não são compatíveis com os espaços educativos formais.

Portanto, entendemos que o olhar para a formação de professores se articula com as necessidades da docência e com os pilares dos cursos de formação. É nesse âmbito que a investigação aqui tratada surge, a partir de uma inquietação dos autores sobre o uso do Jogo Educativo (JE)¹ na Educação Básica, direcionando os olhares para o encontro dos diferentes significados quando o jogo entra em cena. De maneira mais distintiva, teve como objetivo analisar as atitudes e intencionalidades que orientaram a proposta e implementação de um Jogo Educativo Formalizado (JEF) no ensino de Química, no âmbito do Programa de Residência Pedagógica (PRP), a partir da reflexão dos professores supervisores e de uma aluna licencianda da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT).

Desse modo, justifica-se por considerar uma preocupação específica quanto às questões teóricas relativas ao uso de jogos no ensino de Química, importantes para a inserção desse instrumento no planejamento, assim como contribuições para a estrutura curricular dos cursos de licenciatura.

Importa salientar que na definição de lúdico as discussões sobre diferentes tipos de jogos e diferentes atividades lúdicas foram consideradas. Como nos diz Cleophas *et al.* (2018):

... nosso objetivo não é discutir o significado do jogo pelo jogo, mas, sim, promover uma reflexão sobre termos empregados para as variantes do lúdico no que tange aos jogos, pois, em nosso contexto educacional brasileiro, é comum atribuir uma relação direta entre o lúdico e o jogo, sem qualquer diferenciação, contribuindo para que o entendimento de muitas pessoas sobre o universo lúdico seja contemplado apenas pelo jogo, o que acarreta num aspecto reducionista da ludicidade e do seu amplo potencial e ramificações para o uso na educação (Cleophas *et al.*, 2018).

Assim, considerando que todo jogo é uma atividade lúdica, para o desenvolvimento da investigação aqui tratada foi utilizado o mesmo entendimento encontrado na literatura: os termos “lúdico” e “jogo” por vezes são utilizados indistintamente na escrita, uma vez que, em alguns contextos práticos e teóricos, o “lúdico” e o “jogo” aparecem com o mesmo significado.

O jogo, a educação e o ensino de Química

A palavra jogo, em específico, pode ser considerada de difícil definição em virtude dos diferentes significados que assume ao longo do tempo e nas diferentes culturas, sendo, portanto, palavra polissêmica e local de expressão

de fenômenos diversos (Kishimoto, 2017; Cleophas *et al.*, 2018). Mas, o que é o jogo? Essa pergunta nos lança a uma investigação mais profunda sobre as bases do jogo na atividade humana.

Para Huizinga (2019), o jogo é anterior à cultura, pois não depende da existência da sociedade humana. Desse modo, podemos inferir que, sendo anterior à cultura, o jogo a influencia, sendo por ela também influenciado.

Trazendo o conceito de *Homo ludens*, o mesmo autor considera que “o simples fato de o jogo encerrar um sentido implica a presença de um elemento não material em sua própria essência.” (Huizinga, 2019, p. 2). Desse modo, assume significados para além dos limites físicos e humanos; é uma forma específica de atividade, uma função social e significativa, mesmo que a língua não seja capaz de defini-lo, ultrapassando a limitação da esfera racional para além do determinismo biológico. Como função significativa, é espiritual e imaterial. Nele, há tenção, energia, necessidade de compensação e preparação (como ao longo dos anos tentaram defini-lo). Porém, há também o divertimento. Desse modo, é como totalidade que devemos buscar compreendê-lo. Não importa somente analisar os impulsos, os hábitos e as motivações de quem joga, como condicionantes, mas a significação primária do jogo, compreendendo-o como fator cultural da vida (como propulsor da produção cultural) e não somente como produzido por ela (Huizinga, 2019).

Nesse âmbito, sendo imaterial e espiritual, o jogo social é também voluntário e livre; não pertencendo a vida comum, é desinteressado:

“Ele se insinua como atividade temporária, que tem uma finalidade autônoma e se realiza tendo em vista uma satisfação que consiste nessa própria realização. É pelo menos assim que, em primeira instância, ele se nos apresenta: como um *intermezzo*, um interlúdio, em nossa vida cotidiana. Todavia, em sua qualidade de distensão regularmente verificada, ele se torna um acompanhamento, um complemento e, em última análise, uma parte integrante da vida em geral. Ornamenta a vida, ampliando-a, e, nessa medida, torna-se uma necessidade tanto para o indivíduo, como função vital, quanto para a sociedade, devido ao sentido que encerra, à sua significação, a seu valor expressivo, a suas associações espirituais e sociais, em resumo, como função cultural. Dá satisfação a todo o tipo de ideais comunitários. Nesta medida, situa-se numa esfera superior aos processos estritamente biológicos de alimentação, reprodução e autoconservação. [...] Mas o fato de ser necessário, de ser culturalmente útil e, até, de se tornar cultura diminuirá em alguma coisa o caráter desinteressado do jogo? Não, porque a finalidade a que obedece é exterior aos interesses materiais imediatos e à satisfação individual das necessidades

¹O termo Jogo Educativo (JE), assim como os termos Jogo Educativo Formalizado (JEF) e Jogo Educativo Informal (JEI) que aparecem no texto, são aqui assumidos a partir de Cleophas *et al.* (2018), Brougère (2002) e Kishimoto (1997), conforme explicitado mais a frente, quando se amplia o olhar teórico.

biológicas. Em sua qualidade de atividade sagrada, o jogo naturalmente contribui para a prosperidade do grupo social, mas de outro modo e através de meios totalmente diferentes da aquisição de elementos de subsistência” (Huizinga, 2019, p. 10-11).

Brougère (1998), ao tratar do enraizamento social do jogo, aponta:

“O *ludus* latino não é idêntico ao brincar francês. Cada cultura, em função de analogias que estabelece, vai construir uma esfera delimitada (de maneira mais vaga que precisa) daquilo que numa determinada cultura é designável como jogo. O simples fato de utilizar o termo não é neutro, mas traz em si um certo corte do real, uma certa representação do mundo. [...] O que caracteriza o jogo é menos o que se busca do que o modo como se brinca, o estado do espírito com que se brinca. Isso leva a dar muita importância à noção de interpretação, ao considerar uma atividade como lúdica. Quem diz interpretação supõe um contexto cultural subjacente ligado à linguagem, que permite dar sentido às atividades” (Brougère, 1998, p. 20).

194

Logo, é entendido que há uma cultura que dá sentido ao jogo, de modo que sua designação e definição variam no tempo e em relação à diferentes costumes e etnias.

Considerando a dificuldade de conceituação, Kishimoto (2017), a partir do estudo da literatura da área, como Johan Huizinga, Guilles Brougère e Roger Caillois, expressa que a palavra jogo em uma primeira compreensão pode ser entendida como i) expressão de um sistema linguístico, sendo significado no contexto cotidiano e social da linguagem, e sendo veiculado “pela língua enquanto instrumento de cultura dessa sociedade” (Kishimoto, 2017, p. 16); ii) como um sistema de regras, que garante uma estrutura de diferenciação; iii) como um objeto em que é materializado.

No tocante às características, a mesma autora reúne pontos em comum sobre a “grande família dos jogos” (Kishimoto, 2017), assim como o fazem Garcez e Soares (2017). Desse modo, o jogo é definido como uma atividade livre ou voluntária da ação lúdica, improdutiva e, portanto, com finalidade em si mesma, situado em um tempo e espaço, e organizado por regras, sejam elas explícitas ou implícitas.

Além de suas características, há de se destacar que, principalmente antes da considerada “compulsão lúdica” (Kishimoto, 1994) oriunda das novas formas de pensamento do romantismo, há uma tendência em caracterizar atividades lúdicas como os jogos em fúteis e não sérias, sendo tomadas como atividades degradantes em relação àquelas consideradas adultas e voltadas à distração, conferindo histórica e culturalmente um forte teor negativo e de oposição à seriedade exigida na vida humana (Brougère, 1998; Caillois, 2017).

Isso nos leva a compreender o porquê da existência de um paradoxo quando se fala do uso do jogo como instrumento de ensino e aprendizagem. Sendo ele lúdico, logo,

livre, “não sério” e imaterial, seria antagônico em relação ao ato educativo, ação intencional e “séria”, que, portanto, o materializaria (Kishimoto, 2018). “Um tabuleiro com piões é um brinquedo quando usado para fins de brincadeira. Teria o mesmo significado quando vira recurso de ensino, destinado à aprendizagem de números? É brinquedo ou material pedagógico?” (Kishimoto, 2017, p. 15). O ensino em ambientes formais “requer a intencionalidade, o controle. Como integrar a espontaneidade e o controle, ou convenção, sem que sejam vistos como opostos, criando dificuldades para a construção teórica?” (Kishimoto, 2018, p. 19).

Pontos de interseção começam a surgir quando as influências sócio-históricas começam a ser consideradas. Em sua função lúdica, o jogo está associado ao prazer e diversão; em sua função educativa, o jogo ensina qualquer coisa que por finalidade venha a completar o indivíduo em seu saber, seus conhecimentos e seu agir no mundo. O equilíbrio entre essas duas funções constitui uma alternativa de superação do paradoxo do jogo educativo, assim como um incentivo à mobilização do interesse do seu uso na educação escolar (Kishimoto, 2018).

Assim, o Jogo Educativo passa a ser entendido como “recurso que ensina, desenvolve e educa de forma prazerosa” (Kishimoto, 2017, p. 36). Por exemplo, “materializa-se no quebra-cabeça, destinado a ensinar formas ou cores, [...] nos brinquedos de encaixe [...] nos múltiplos brinquedos e brincadeiras, cuja concepção exigiu um olhar para o desenvolvimento infantil e a materialização da função psicopedagógica” (Kishimoto, 2017, p. 36).

A relação educativa entre jogo e educação pode ser então entendida como aquela que acontece de maneira informal, “como efeito derivado não diretamente visado” (Brougère, 2002, p. 17), e de maneira formal, quando se cria um “material lúdico que inclui as finalidades pedagógicas. [...] Não se trata de uma característica intrínseca, mas de uma produção em um contexto social determinado, ligado ao papel da cultura material, ao discurso sobre o desenvolvimento” (Brougère, 2002, p. 17).

Diante disso, Kishimoto (1994) alerta que é preciso pensar o jogo ultrapassando o seu conceito operatório e para além de um modelo heurístico. Ou seja, é preciso avançar no que concerne aos paradigmas do jogo infantil que consideram o “não sério” e o “sério”, referenciais, em sua maioria, dos tempos do romantismo. Com isso, a autora não nega o jogo educativo, pelo contrário, o reafirma reivindicando sua compreensão a partir das “propriedades metafóricas do jogo” (Kishimoto, 2017, p. 37), e a partir dos estudos de Jacques Henriot, autor que questiona o jogo em si e o considera em uma conjuntura subjetiva (a conduta em jogar), objetiva e constatável (quando o sujeito que joga se coloca em situação de percepção e imaginação); o jogo/objeto é, então, entendido como suporte do jogar/da brincadeira.

Dessa forma, quando situações lúdicas são intencionalmente criadas para a aprendizagem, de modo que sejam respeitadas as condições para a expressão do jogo, como a intencionalidade do jogador em jogar (que envolve ações

cognitivas, físicas e sociais), potencializa-se as situações de aprendizagem e o Jogo Educativo acontece (Kishimoto, 1997).

Essas condições de expressão encontram similaridades em Brougère (2002), ao perceber o jogo como uma experiência polimorfa que, ao ser formalizado, mantém a iniciativa do jogador, vinculando-o à busca de prazer e divertimento, mas também permitindo que outros efeitos possam ser incorporados. Sendo assim, ao tratar do que está sendo chamado de Jogo Educativo, Brougère (1998) chama atenção à cultura lúdica que precisa ser partilhada para que o jogo aconteça e, portanto, necessária de ser considerada quando o jogo é intencionalmente elaborado para finalidades educativas. O autor chama de cultura lúdica o “conjunto de regras e significações próprias do jogo que o jogador adquire e domina no contexto do seu jogo” (Brougère, 1998, p. 23), cultura essa que se diversifica em virtude de vários critérios, compreendendo estruturas de jogo definidas e reconhecidas no âmbito da cultura lúdica de uma sociedade. Logo, a cultura lúdica do jogador é imbuída das significações que adquire socialmente, e conforme sua idade, sexo, meio social, vivências pessoais etc., impactando, conseqüentemente, no momento e nos resultados do jogo na sala de aula.

À formalidade proveniente da intenção educativa no campo da Educação em Ciências, Cleophas *et al.* (2018) chama de intenção didatizada. Ainda, definem o jogo como “strictu” quando em seu sentido filosófico, em que não há intenções educativas (salvo em casos de informalidade), passando a utilizar os termos Jogo Educativo Formalizado (JEF) e Jogo Educativo Informal (JEI), como expressões de caracterização dos jogos educativos.

Ampliando o entendimento sobre o assunto, e trazendo contribuições à educação científica, Felício (2011), e Felício e Soares (2018) destacam quatro termos importantes de serem considerados ao lidar com o jogo no ensino de Química, sendo eles: i) o compromisso lúdico, referenciando a relação direta com a conscientização de pares escolares (professor e aluno). Tal compromisso deve ser direcionado de modo a despertar vontades, interesses e a compreensão dos objetivos do ensino e da aprendizagem. É esperado que o professor assuma e estimule nos alunos a reflexão que leve a uma atitude mais comprometida com a educação científica; ii) a intencionalidade lúdica, caracterizada como ação do professor que manifesta sua atitude consciente do equilíbrio entre as funções lúdicas e educativas, levando ao desenvolvimento de uma atitude lúdica nos discentes; iii) atitude lúdica, esperada no docente e nos alunos, que assumem-se capazes de construir sentidos favorecendo o desenvolvimento e o aproveitamento do potencial lúdico e educativo do JEF; diz respeito ao envolvimento dos participantes, a partir de um sentimento de capacidade; iv) responsabilidade lúdica, que, a partir do compromisso lúdico, envolve a superação do paradoxo do jogo educativo, “tornando a todos corresponsáveis pelo processo de ensino e aprendizagem e participação na escola de ambientes mais dinâmicos e menos controladores” (Felício e Soares, 2018, p. 167).

Ademais, importa retomar a cultura lúdica a partir de Soares e Mesquita (2021), quando apontam a relação dos tipos de jogos com a cultura local. Há tendência de melhores efeitos e resultados no ensino e aprendizagem científicos, quando os JEFs se relacionam com a cultura lúdica do local em que a escola se insere.

Dessa forma, considerando a necessidade e importância do uso do Jogo Educativo, esse trabalho buscou atender ao objetivo de análise das atitudes e intencionalidades docentes quando propuseram e implementaram o Jogo Educativo Formalizado “Truco Radioativo” no ensino de Química, no contexto do Programa Residência Pedagógica.

O jogo “Truco Radioativo”

O jogo Truco Radioativo foi desenvolvido no primeiro semestre de 2021, como requisito parcial do componente curricular Laboratório de Material Didático do curso de licenciatura em Química da UFNT. A autoria é de uma licencianda que também integrava o núcleo de Química do Programa Residência Pedagógica dessa instituição de ensino superior (Edital nº 1/2020 – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES) como residente.

Adaptado do “truco” paulista, foram elaboradas cartas adaptadas a partir dos elementos químicos de isótopos radioativos. Elas decrescem a sua “força” na medida em que os números atômicos das massas dos átomos dos elementos químicos diminuem. Assim, o baralho do jogo foi elaborado com 12 cartas, representando os seguintes elementos: Urânio, Tório, Protactínio, Actínio, Rádio, Frâncio, Radônio, Polônio, Césio, Iodo, Tecnécio e Potássio.



Figura 1: Modelo de carta do jogo Truco Radioativo – Urânio.



Figura 2: Modelo de carta do Jogo Truco Radioativo – Césio.

As regras também foram pensadas de maneira similar ao jogo original, sendo elas:

Quadro 1: Regras do Jogo Truco Radioativo.

1. O jogo deverá ser jogado por duas duplas, logo, por 04 pessoas.
2. O baralho deverá ser embaralhado com a face voltada para baixo e distribuído por um dos 04 participantes (considerado o participante pé), que distribuirá 03 cartas para cada jogador, respeitando o sentido anti-horário. O Truco Radioativo é composto por 12 cartas, na seguinte ordem crescente de força de massa atômica: Potássio, Tecnécio, Iodo, Césio, Polônio, Radônio, Frâncio, Rádio, Actínio, Protactínio, Tório e Urânio.
3. A cada mão batida (ou rodada) os jogadores, individualmente, dispõem uma carta ao centro, ganhando um ponto àquele com a carta de maior força (a pontuação poderá ser aumentada de 1 até 12 pontos, caso uma das duplas solicite truco, ou seja, aumento da pontuação na rodada).
4. A dupla que completar 12 pontos vence o jogo.

Percurso metodológico

Em meio a pandemia da Covid-19 e do distanciamento social que ela impôs, as escolas da Rede Pública Estadual de Ensino no estado do Tocantins passaram a utilizar o ensino remoto como alternativa de organização e condução do trabalho didático-pedagógico. Dessa forma, o ensino era, em resumo, estruturado da seguinte maneira: i) os professores elaboravam roteiros de estudos e avaliação, quinzenais, em suas respectivas áreas de atuação; os alunos ou seus familiares retiravam esses roteiros na escola; ii) o professor se encontrava, remotamente, uma vez por semana com os alunos, para orientação do estudo; iii) após duas semanas, os alunos devolviam na escola o roteiro de estudo contendo respostas às questões propostas; iv) os roteiros devolvidos eram utilizados pelos professores para avaliação dos discentes.

Durante o ano de 2021, as escolas da Rede iniciaram o retorno gradual às atividades presenciais, com o planejamento de algumas atividades nessa modalidade, a critério e organização dos professores, e obedecendo a regras de isolamento e higienização, como o uso de máscaras, a presença intercalada dos alunos na escola e o distanciamento mínimo entre eles.

Como uma das atividades do módulo II do PRP do núcleo Química da UFNT, os 10 residentes foram divididos em grupos para auxiliarem o professor preceptor da escola campo na elaboração dos roteiros e na condução dos encontros remotos semanais. Para o grupo 02, foi solicitado o planejamento de um roteiro que auxiliasse as turmas da segunda série do Ensino Médio no estudo da radioatividade e do uso da radiação em equipamentos e no cotidiano.

Assim, a residente autora da pesquisa, integrante do grupo citado, sugeriu o uso do Truco Radioativo como recurso no planejamento do roteiro e, conseqüentemente, das aulas. A coordenadora aceitou a ideia e retomou orientações junto aos integrantes do grupo sobre o uso do jogo como recurso didático, pedagogicamente orientado, estimulando discussões sobre como e em qual momento, o jogo poderia ser inserido como potencializador do planejamento que estava sendo realizado.

Nesse sentido, o jogo foi inserido no segundo momento do roteiro, após a apresentação da problemática inicial, quando começava a discussão sobre os usos e impactos da radiação na natureza e na tecnologia. No segundo semestre de 2021 o jogo foi utilizado, de forma presencial, estando presente 06 alunos, o professor preceptor do PRP, a professora coordenadora e a licencianda residente, que conduziu as atividades. Cabe ressaltar que a quantidade de alunos observada ocorreu em virtude da alternância de presentes no ambiente escolar, tomada como medida de enfrentamento à pandemia da Covid-19 e no retorno gradual às atividades presenciais, e em virtude de forte chuva no dia em que a aula com o jogo foi realizada, que levou ao impedimento do comparecimento de alguns alunos.

No entanto, a aplicação não se deu como prevista. Conforme planejamento, o jogo se inseria nos momentos iniciais da aula, mas somente foi apresentado ao final, conferindo resultados diferentes do esperado. Logo, houve a necessidade de investigar os resultados da ação a partir das percepções e significações dos sujeitos envolvidos, uma vez que na avaliação da experiência pareceu haver divergências

[...] houve a necessidade de investigar os resultados da ação a partir das percepções e significações dos sujeitos envolvidos, uma vez que na avaliação da experiência pareceu haver divergências quanto as proposições iniciais e expectativas dos resultados esperados por cada um.

quanto as proposições iniciais e expectativas dos resultados esperados por cada um. São sujeitos da investigação: a professora coordenadora, o professor preceptor e a licencianda residente, denominados como PC, PP e LR, respectivamente.

Desse modo, a pesquisa assumiu o propósito de análise das compreensões dos sujeitos, a partir dos registros reflexivos (ou diários de bordo) por eles elaborados, que compunham instrumento de avaliação e reflexão das ações do Residência Pedagógica no núcleo em questão.

Nessa conjuntura, trata-se de uma investigação qualitativa (Ludke e André, 2018), caracterizada como um estudo de caso (Bogdan e Biklen, 1994) por se voltar especificamente a um contexto e que utiliza narrativas pessoais para coleta de dados, importantes por expressarem a descrição e comentários reflexivos dos acontecimentos (Bogdan e Biklen, 1994).

Como técnica da análise dos dados, foi utilizada uma adaptação da análise de conteúdo proposta por Bardin (1977). Sendo assim, com a definição dos diários reflexivos dos sujeitos como objeto de investigação, procedeu-se com as seguintes etapas: i) definição das categorias de análise, a priori, a partir da adaptação das categorias propostas por

Felício e Soares (2018); ii) exploração do material, com definição das unidades de contextos a partir das categorias; iii) interpretação e inferência, pela elaboração de texto síntese com citação dos enunciados, expressão dos significados latentes e interpretação dos resultados com base na perspectiva teórica do trabalho.

A ação reflexiva dos sujeitos: inferências possíveis

A mobilização para a pesquisa foi iniciada a partir das angústias e reflexões da aluna residente. Após a aula em que o jogo foi utilizado, a sensação da licencianda era de frustração, como se tivesse “estragado tudo” em razão da não obediência à organização prévia do roteiro de estudos. Se colocou a pensar o porquê, mesmo após as reuniões de orientação e a construção do roteiro final, não foi possível contemplar o que havia sido inicialmente planejado para o uso do jogo. Uma possibilidade para a divergência ocorrida seria as diferentes intenções e atitudes que orientaram a inserção do jogo como recurso didático: a residente pode ter proposto a partir de uma motivação e concepção particular; o preceptor pode ter aceitado incentivado por outras motivações ou fundamentos; e a coordenadora pode ter manifestado concordância pelo uso do recurso lúdico em virtude de estímulos semelhantes, mas pensando em objetivos diferentes ou acrescidos em relação aos demais sujeitos envolvidos.

Sendo assim, a análise foi realizada buscando compreender as atitudes e intencionalidades manifestadas pelos sujeitos ao proporem, justificarem e avaliarem o uso do jogo a partir de seus registros reflexivos. Alguns aspectos chamaram atenção em relação ao que deve ser observado ao utilizar um JEF no ensino de Química. Desse modo, para apresentação dos resultados foram consideradas categorias, a priori, que anunciam as compreensões manifestas, sendo elas: a atitude didático-lúdica e a intencionalidade didático-lúdica.

Ambas as categorias foram tomadas de empréstimo de Felício e Soares (2018), porém, foram adaptadas visando torná-las mais expressivas quanto a ação didática esperada quando se usa um Jogo Educativo Formalizado.

Concordamos com os autores, e nos embasamos em suas argumentações ao definirem a atitude lúdica e a intencionalidade lúdica como importantes de serem consideradas no uso do jogo no ensino de Química. Também foi considerada a superação do paradoxo do Jogo Educativo, e, portanto, a necessidade de equilíbrio entre as funções lúdicas e educativas ao utilizar o jogo com finalidades pedagógicas, ou, nas palavras de Kishimoto (2018), a importância de se preservar um “movimento contínuo, similar ao looping (ida e volta), entre uma ação livre (lúdico) e outra dirigida (mediada pelo professor) para ampliação do conhecimento, dentro

de espaços e tempos distintos, mas integradas no mesmo processo” (Kishimoto, 2018, p. 19).

Pelo exposto, entende-se que o que se deve prezar é a didatização lúdica, termo utilizado por Cleophas *et al.* (2018) para nomear o processo de articulação entre os elementos lúdicos às questões relativas ao ensino e à aprendizagem, de maneira pedagogicamente conduzida.

Dessa forma, os termos das categorias iniciais foram adaptados no que diz respeito à nomenclatura, de maneira que melhor atendessem aos objetivos do trabalho e que melhor expressassem a compreensão dos autores e o equilíbrio desejado, ou o looping de que trata Kishimoto (2018), quando se intenciona o uso do jogo mediado pela ação didática.

Logo, pela conceituação do JEF, elaborado e inserido no ensino a partir de princípios lúdicos e didáticos, e pela sua importância ao atuar, entre outros fatores, na manutenção do aluno em esforço de aprendizagem, optou-se pelo uso dos termos intencionalidade didático-lúdica e atitude didático-lúdica ao fazer uso de um Jogo Educativo Formalizado no ensino de Química.

Dessa forma, fica a primeira entendida como intenção consciente do professor sobre o equilíbrio entre as funções lúdica e educativa, ou seja, intenção consciente da necessidade da didatização lúdica, e a segunda caracterizada pelo posicionamento do professor no sentido de atuar favorecendo o ensino e a aprendizagem pelo uso do potencial do lúdico; envolve as ações e direcionamentos do planejamento e da prática didática.

Espera-se que na experiência do ensino de Química não haja predominância do lúdico (com perdas e danos às finalidades e objetivos da educação científica), e nem que se predomine o educativo, em detrimento dos sentidos que justificam o uso das atividades lúdicas no contexto formal escolar.

Espera-se que na experiência do ensino de Química não haja predominância do lúdico (com perdas e danos às finalidades e objetivos da educação científica), e nem que se predomine o educativo, em detrimento dos sentidos que justificam o uso das atividades lúdicas no contexto formal escolar.

A seguir, são apresentados fragmentos extraídos dos registros reflexivos dos sujeitos, seguidos de algumas considerações provenientes das inferências realizadas.

A Licencianda Residente

A atração pelo jogo para o ensino de Química é comumente encontrada em alunos de licenciatura e em professores da Educação Básica que atuam como colaboradores e sujeitos em projetos de ensino, pesquisa e extensão. Para a Licencianda Residente, o jogo foi pensado visando motivação e estímulo, e como fuga do ensino “*maçante*” da escola. Assim, foi considerado “*uma forma de atrair os alunos*”, para que aprendessem de “*forma dinâmica*”. Há na LR preocupação com a cultura lúdica dos discentes da Educação Básica, evidenciada no fragmento 2, quando diz que buscou “*desenvolver um jogo que fosse adentrado a algo que faz*

Fragmento 1: Pensado para ser adentrado no roteiro escolar como um objeto de motivação e estimulação, visto que a Química trabalha temas como radioatividade de forma tão superficial, maçante, de modo com que o aluno só imagine o lado ruim da radioatividade, o jogo foi finalmente aplicado. A intenção de levar um jogo para a sala de aula, é sempre fazer com que o aluno aprenda de forma dinâmica. Com o truco radioativo não seria diferente, era uma forma de atrair os alunos para um tema tão importante dentro da sociedade, mas que é pouco trabalhado na sala de aula.

Fragmento 2: Como a proposta para o trabalho final da disciplina que eu cursei era a criação de um material didático, não pensei duas vezes em desenvolver um jogo que fosse adentrado a algo que faz parte do dia a dia dos alunos, que é o truco, e que também estivesse dentro de algum dos conteúdos da Química, que por gostar muito, foi escolhido o tema radioatividade.

Fragmento 3: A princípio era para ser aplicado no início do roteiro. No dia da aplicação, por nervosismo e inexperiência, a residente expôs todo o seu conhecimento sobre o tema de modo inicial, invertendo a ordem da aplicação. O medo da residente era de que os estudantes, mesmo diante das regras, não conseguissem jogar por conta da não compreensão das peculiaridades de alguns átomos radioativos e da tabela periódica. No entanto, a coordenadora a acalmou, explicando que o jogo ajudaria também na familiarização dos discentes com a linguagem necessária para compreensão do tema.

Fragmento 4: Essa inversão se deu pelo medo exagerado, da residente, de os alunos não estarem familiarizados com os acidentes radioativos e, por isso, foi logo expondo seu conhecimento científico sobre o tema de maneira inicial.

parte do dia a dia dos alunos, que é o truco, e que também estivesse dentro de algum dos conteúdos da Química, que por gostar muito, foi escolhido o tema radioatividade”. A licencianda demonstra reconhecer a necessidade da existência de um conteúdo da Química no JEF que elaborou, como expresso no mesmo fragmento.

Logo, há evidências que tenha sido orientada por uma atitude lúdica, principalmente ao se considerar a atitude em sala ao animar e convidar os alunos para o jogo. No entanto, não foram encontrados componentes em sua escrita reflexiva que indicassem mais claramente a necessidade do equilíbrio jogo/lúdico x ensino de química/contéudo científico, assim como a preocupação com a aprendizagem. Frequentemente utiliza palavras como “aula”, “roteiro” e “ensino” ao falar do jogo, mas, compreende-se, o faz por força do hábito ou pelo reconhecimento da presença do conteúdo na elaboração do material e não pela ação didático-pedagógica.

Inferese, portanto, que a LR, apesar de reconhecer o conteúdo da Química ao elaborar o jogo, pareceu agir a partir de uma *intencionalidade didático-lúdica* com desequilíbrio pendente para a função lúdica.

O Professor Preceptor

Na escrita do Professor Preceptor, é possível notar a

Fragmento 5: O jogo era baseado no jogo de cartas conhecido como “Truco”, que é um jogo jogado por jovens e adultos da região.

Fragmento 6: É válido ressaltar que durante a aplicação do jogo, foi notável o engajamento e o interesse dos alunos por ele, o que, por sua vez, pode ser atribuído ao fato dele pertencer a cultura lúdica vivenciada pelos alunos.

Fragmento 7: A princípio gostei da ideia de trabalhar um jogo envolvendo os objetos de conhecimento que seriam utilizados para desenvolver a habilidade designada ao grupo, pois o jogo pode ser utilizado com uma forma de levar algum conhecimento aos alunos de forma divertida, neste caso, o conhecimento científico.

Fragmento 8: Para mim, o objetivo principal do jogo era trabalhar conceitos químicos importantes como massa atômica e número atômico, além de algumas propriedades dos isótopos radioativos de alguns elementos químicos.

Fragmento 9: Com relação ao jogo, algo que poderia ser melhorado era a ordem de aplicação, que no dia ocorreu depois da exposição dos conteúdos, o que, por sua vez, fez com que o jogo funcionasse como uma espécie de reforço, que na minha visão não explorou todo o potencial da atividade. Sendo assim, sua aplicação antes da exposição, a meu ver, seria muito mais eficiente dentro do processo de ensino aprendizagem, pois seria uma excelente forma de introduzir o conteúdo de radioatividade. Por fim, creio que, apesar dos pontos que podem ser melhorados no desenvolvimento da atividade, a experiência foi válida, visto que, por meio dela foi possível transmitir conhecimentos científicos sistematizados de forma lúdica.

manifestação *didático-lúdica* quando reflete sobre o uso do jogo como suporte na escola. Nos fragmentos 5 e 6, por exemplo, concebe o Truco Radioativo de maneira positiva para os alunos, por conta da cultura lúdica trazida por esse material didático, já que foi adaptado a partir de um jogo comum entre os estudantes da cidade. Em sua visão, essa cultura levou ao desfecho do “engajamento” e do “interesse” observados.

O reconhecimento da necessidade do equilíbrio de funções em um JEF aparece no fragmento 7, quando o docente destaca o uso do jogo para “levar” o conhecimento científico de forma divertida para a sala de aula. Já nos fragmentos 8 e 9, além de ratificar sua conceituação de Jogo Educativo Formalizado para o ensino de Química, o PP exprime indícios de sua *intencionalidade didático-lúdica* ao frisar a importância do jogo como material didático voltado a desenvolver os conceitos químicos objetos do roteiro e da aula planejada.

Especificamente no fragmento 9, essa intencionalidade fica mais aparente quando exhibe preocupação em relação ao momento em que o Truco Radioativo foi inserido na prática. Ao dizer que o jogo poderia ser “melhorado”, já que foi utilizado “depois da exposição dos conteúdos”, como um “reforço”, o docente indica pesar pelo “desmascaramento” das finalidades do instrumento didático-lúdico e pelo maior

aproveitamento que poderia ter sido feito. Que fique claro que não está sendo desconsiderado as diferentes possibilidades do uso de um JEF como o “reforço” de algo que foi ensinado. Nesse caso específico, a função de “reforço” sinalizada pelo professor foi associada a um contexto de fuga da função didático-pedagógica, ao considerar todos os fatos da aula realizada, como a ausência de mediação e a inserção do jogo como um ato de encerramento, o último momento descontraído.

A Professora Coordenadora

Quadro 4. Fragmentos extraídos do registro reflexivo da Professora Coordenadora (PC).

Fragmento 10: O grupo estava pensando o roteiro de maneira temática, o que é positivo. Propor o uso de um jogo também foi positivo, mas me preocupou. Meu medo era, como costuma acontecer, que utilizassem o jogo somente como algo diferente, sem aproveitar a sua real possibilidade de mobilizar a aprendizagem.

Fragmento 11: Como o jogo foi pensado com base no decaimento radioativo de alguns elementos, sugeri que fosse colocado no segundo momento do roteiro, quando a aluna fosse falar do decaimento e do impacto negativo do uso da radiação. Quer dizer, visualizei o jogo como forma de atender e de oferecer condições para desenvolvimento do objetivo 2 do roteiro.

Fragmento 12: Assim, eu concebia o jogo no roteiro por dois motivos: pela força do lúdico, visando motivar os estudantes diante da passividade do ensino remoto e como recurso de aprendizagem conceitual e alcance do processo cognitivo do objetivo 2 (ENTENDER).

Fragmento 13: Para compreender os impactos da radiação, o aluno precisa saber conceitos relativos a esse assunto. Então, a residente poderia começar oferecendo o jogo aos alunos como uma proposta de diversão e descontração, já que o truco é muito jogado por eles (e jogando com eles, inclusive). Quando iniciasse a discussão dos tópicos da aula, ela poderia usar o jogo para explorar as concepções iniciais dos alunos, dando oportunidade de “virem à tona”, e ir verificando junto aos alunos, 1) se eles reconheceram os símbolos dos elementos presentes nas cartas; 2) se saberiam citar os nomes dos elementos; 3) se haviam percebido alguma relação desses elementos com os números das cartas. A partir daí ia desenvolvendo uma discussão sobre os elementos radioativos e o porquê de existirem números diferentes nas cartas, que representam a “força” da carta. Por que esse número está associado ao elemento x e não ao elemento y? Tentar fazer esse jogo de interpretação com eles, para tentar desenvolver o objetivo de aprendizagem.

Fragmento 14: A colocação do jogo no momento final da aula o caracterizou como estratégia de somente distração; estratégia para “quebrar o gelo”, já que, após sua aplicação, não houve interação nem discussão sobre a temática tratada, sendo a aula encerrada. Claro, teve sua importância porque era uma atividade lúdica, era um esforço da residente, mas não teve seu potencial naquela aula explorado, principalmente porque não houve interação com os alunos jogando sobre os conceitos da aula, e nós [coordenadora e preceptor] optamos por deixar a aluna conduzir, já que ela já estava bastante nervosa com a nossa presença, a gente não quis ficar dando “pitaco”, para que ela não se sentisse mais insegura ainda.

Nos fragmentos extraídos do registro da Professora Coordenadora, há indícios claros da presença da *atitude lúdica* e da *intencionalidade didático-lúdica*. Por exemplo, no fragmento 10, ela externaliza a positividade do uso do jogo, mas também o medo de que tenha sido pensado somente pela sua força lúdica e pelo seu uso costumeiro de quebra da rotina da sala de aula, como algo escolhido por ser “diferente”. Já no fragmento 11, demonstra aceitação do Truco Radioativo por visualizar articulação com um dos objetivos do roteiro de estudo, que expressa uma demanda cognitiva de recordação e entendimento.

Na formulação do trecho de número 13, a *intencionalidade didático-lúdica* da PC é revelada de maneira consciente, quando se volta para a preocupação da articulação do roteiro com a ação didática, esperando que os aspectos prazerosos e pedagógicos fossem equilibrados (Felício e Soares, 2018). Nesse mesmo trecho, indicia a valorização da cultura lúdica ao sugerir a inserção do jogo considerando oferecer divertimento, já que “o truco é muito jogado por eles” (os discentes).

Em sua visão, o jogo teria o seu potencial explorado se fosse usado como ferramenta de problematização; que funcionasse como um vetor capaz de provocar curiosidade, questionamentos e tentativas explicativas, que ajudasse a “*explorar as concepções iniciais dos alunos, dando oportunidade de virem à tona*”. Seria um fio pelo qual a residente poderia conduzir a participação e o interesse dos alunos quanto ao conteúdo, desvelando os aspectos previstos no roteiro de estudos.

Congruências e divergências

O reconhecimento do jogo e de sua associação com um tratamento formalizado escolar, manifestada por todos os sujeitos, já representa no contexto histórico um avanço sobre a visão do lúdico para as finalidades educativas. Com isso, os sujeitos consideram a importância da função lúdica para o ensino pela sua capacidade de introduzir propriedades de maximização do conhecimento, como o prazer, com a possibilidade de ação ativa (Kishimoto, 2017), havendo aí uma representação da superação da visão do jogo como material insignificante (Caillois, 2017).

Todos os sujeitos fizeram alusão à importância da cultura lúdica presente no Truco Radioativo, o que demonstra a percepção da importância de materiais e recursos didáticos pensados regionalmente, respeitando-se a cultura e os modos de vida de uma população, comunidade e sociedade. Essa relação oferece possibilidades de ampliação dos caminhos do ensino e aprendizagem, sendo positivo para caracterização também de culturas lúdicas científicas (Soares e Mesquita, 2021).

O Professor Preceptor e a Professora Coordenadora apresentam preocupação com o equilíbrio das funções lúdica e educativa, manifestando, desse modo, *intencionalidades didático-lúdicas* que parecem equilibradas, embora a PC o tenha feito de maneira específica, situando sua compreensão

em relação aos componentes do planejamento didático-pedagógico, importante para experiências escolares mais positivas. Ao externalizarem essas preocupações, manifestam também preocupação com o compromisso com a educação científica (Felício e Soares, 2018).

A Licencianda Residente demonstrou angústia pelo nervosismo que a tomou ao conduzir a aula, levando ao resultado da “fuga” organizativa do roteiro de estudos. A aluna demonstra ter aceitado, mas não compreendido, a posição em que o jogo foi inserido, carregando um sentimento de culpa pelo resultado, que avalia como negativo após discussão com os professores. Importante chamar atenção aqui para a questão da compreensão dos “porquês” aos licenciandos e da reflexão crítica sobre a prática como instrumento avaliativo e de aprendizagem. É preciso o retorno ao que já foi lido, retorno ao conteúdo ou objetivo do programa de ensino na educação superior que já foi ultrapassado e “deixado para trás”. O não compreendido leva à dificuldades em outros processos, como aqueles que envolvem análise, prática, criação e avaliação, deixando marcas e lacunas na ação docente. As concepções iniciais da LR sobre o jogo no ensino foram persistentes e o entendimento prático do seu uso de maneira equilibrada na sala de aula ainda não foi consolidada, com comprometimento, portanto, à *intencionalidade didático-lúdica* manifestada.

Além da atitude e intencionalidade didático-lúdicas, a visão da licencianda sobre as finalidades, os métodos e a organização curricular do ensino de Química marcaram presença em sua reflexão. Como diz, seu medo era de que “os estudantes, mesmo diante das regras, não conseguissem jogar por conta da não compreensão das peculiaridades de alguns átomos radioativos e da tabela periódica”, tendo agido por “medo exagerado [...] dos alunos não estarem familiarizados com os acidentes radioativos”. Logo, a dificuldade de inversão da ordem tradicional e hierárquica de organização dos conceitos científicos foi um dos entraves encontrados.

Sobre isso, Felício (2011) indicou inquietude ao considerar que, tanto os fundamentos do ludismo, como o seu uso na sala de aula e a atuação docente, precisam ser priorizadas em processos formativos comprometidos com a qualidade da Educação Básica. Não basta levar o jogo à aula, confiando que ele sozinho resolverá os problemas. O engajamento e a intencionalidade serão decisivos (Felício e Soares, 2018).

Incompletudes ou comprometimentos às intencionalidades lúdicas dos sujeitos envolvidos no uso de um JEF poderão acarretar danos ao processo de ensino e à atuação do jogo como auxiliar do ensino e aprendizagem. A intencionalidade da licencianda não se encontrou com a dos professores, o que gerou o que chamaremos aqui de um ruído didático-lúdico.

Apesar de não terem constituído categorias de análise, é valioso algumas considerações acerca de outros dois termos

trazidos por Felício (2011) e Felício e Soares (2018), aqui denominados de *compromisso didático-lúdico* e *responsabilidade didático-lúdica*.

A *intencionalidade didático-lúdica* do Professor Preceptor parece estar “na corda bamba” em relação aos objetivos do ato educativo, em oposição ao que foi manifestado pela Professora Coordenadora. Dito isto, caso houvesse atuado na condução da aula e do jogo, sua intencionalidade, em termos práticos, poderia ter orientado à um *compromisso didático-lúdico* desequilibrado, pendendo para os aspectos prazerosos e recreativos da atividade.

Embora os resultados da aula não tenham sido analisados, não se pode deixar de ponderar a ausência de *responsabilidade didático-lúdica* do PP e da PC, que optaram pela não intervenção e auxílio na mediação do jogo. Entende-se a opção, porém, também é entendido que, sendo professores formadores e supervisores, e considerando os resultados desejados da ação educativa, era cabido uma interação consciente de conciliação das funções lúdico-educativas, bem como o suporte à Licencianda Residente, mediando nas dificuldades dos alunos da Educação Básica e da licencianda em Química.

Por fim, de maneira geral, considera-se que em virtude, entre outros fatores, das diferentes *intencionalidades didáticos-lúdicas* dos sujeitos, marcadas por diferentes intensidades, pode ter havido um interesse maior em fazer os alunos jogarem, mas não com a mediação necessária à aprendizagem Química.

Isso pode indicar que o Truco Radioativo, mesmo tendo sido elaborado a partir de uma intencionalidade pedagógica (manifestada principalmente nas finalidades do componente curricular no qual a elaboração do JEF foi requisito), atuou com um desvio na atividade escolar específica para o qual foi pensado, tendo sua função educativa adquirido contornos e nuances do Jogo Educativo Informal.

Considerações finais

No uso de um Jogo Educativo Formalizado para a sala de aula de Química, diferentes percepções, sentidos e compreensões estão sendo mobilizados com influências diretas às funções didáticas e lúdicas que se deseja serem alcançadas.

A investigação acerca do uso de um jogo em uma experiência de ensino de Química no âmbito do Programa Residência Pedagógica, levou a compreensões importantes sobre o JEF e sua implementação como instrumento, como via importante de ensino e aprendizagem. Sob a ótica da ação docente, as reflexões levaram a conclusão de que as diferentes percepções e características que mobilizam os sujeitos, levam a diferentes resultados na ação didática.

Em se tratando da intencionalidade didático-lúdica e da atitude didático-lúdica, o desequilíbrio predominante e pendente para o lado do lúdico levou a

Sob a ótica da ação docente, as reflexões levaram a conclusão de que as diferentes percepções e características que mobilizam os sujeitos, levam a diferentes resultados na ação didática

reações conflitantes de entendimento da inserção do JEF na atividade didática e consequente uso do jogo com favorecimento do caráter lúdico, em detrimento do seu potencial educativo.

Para além dos dizeres de reconhecimento das contribuições do jogo no ensino de Química, o que o constitui instrumento metodológico, há diferentes questões teóricas que devem ser consideradas e utilizadas para o planejamento e execução das experiências desenvolvidas na escola, de modo que se desvie da visão limitada de que o lúdico é somente infantil e recreativo.

Qualquer atividade lúdica associada ao contexto educativo formal deve estar orientada por intencionalidades e atitudes conscientes e atuantes no sentido do equilíbrio, ou do looping, entre as funções lúdicas e educativas, sob pena de danos ao ensino e aprendizagem e ao reconhecimento da importância da temática. Logo, há que se prezar por uma estrutura mediadora híbrida entre as diferentes funções, de modo que quando a experiência em curso penda para uma função em virtude dos acontecimentos da aula, a outra função seja resgatada pela ação mediadora docente.

Nesse contexto, as escolas e as universidades são assumidas como espaços de formação de professores, no sentido do reconhecimento das peculiaridades e necessidades da formação humana e do compromisso e da responsabilidade didático-lúdicas nas ações mediadoras de professores de Química. Não se trata somente de inserir o jogo já conhecido ou “legal” de ser jogado, mas fazê-lo a partir de critérios, planejamento e problematização, orientado pedagogicamente e por atitudes e intencionalidades que se articulem com os objetivos da educação científica.

Logo, os cursos de licenciatura situam-se como terrenos férteis de preparação para os professores em formação inicial ou continuada. Para inserção da força e importância do Jogo Educativo Formalizado para a educação em Química, é necessário a anexação teórica e metodológica dessa temática nos currículos, visando conexão entre os estágios supervisionados e as demais disciplinas ditas “do ensino”, com os outros componentes curriculares que integram a grade formativa dos cursos de licenciatura. Há de se considerar também as estruturas formativas diversas, como os projetos de extensão e de pesquisa. Nos cursos em que o lúdico já está inserido, há caminhos para novos olhares à sua relação com o conhecimento científico e a escola, buscando um caminhar menos tímido, se for o caso. Aos que ainda não o fazem, reconhecer o jogo como componente do ato educativo formal e sério, se associa com o compromisso da formação de profissionais éticos e comprometidos com a formação humana.

Josilana Silva Nogueira (josilana.nogueira@ufnt.edu.br) licenciada em Química pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), mestre em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo (USP), e doutoranda no Programa de pós-graduação em educação em Ciências da Universidade de Brasília (UnB). Atualmente é professora no curso de licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), campus universitário de Araguaína. **Wádila Michele Gomes dos Santos** (michellywhadya97@gmail.com) licenciada em Química pela Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), campus universitário de Araguaína. Atualmente é professora na Rede Pública de Ensino no Tocantins. **Eduardo Luiz Dias Cavalcanti** (eldcquimica@yahoo.com.br) licenciado em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG), mestre e doutor em Química pela mesma universidade. Atualmente é professor no curso de licenciatura em Química da Universidade de Brasília (UnB) e coordenador do Núcleo de Pesquisa e Investigação em Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química (LudeQ).

Referências

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Tradução de Luis Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 1977.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base nacional comum curricular*. Brasília: MEC/SEB, 2018.

BOGDAN, R. e BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto, 1994.

BROUGÈRE, G. A criança e a cultura lúdica. In: KISHIMOTO, T. M. (Org.). *O brincar e suas teorias*. São Paulo: Cengage Learning, 1998.

BROUGÈRE, G. Lúdico e educação: novas perspectivas. *Linhas críticas*, v. 8, n. 14, p. 5-20, 2002.

CAILLOIS, R. *Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem*. Petrópolis: Vozes, 2017.

CAPES - COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. *Edital nº 1/2020 – Programa de Residência Pedagógica*. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/06012020-edital-1-2020-resid-c3-aancia-pedag-c3-b3gica-pdf>, acesso em out. 2022.

CLEOPHAS, M. das G.; CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B. Afinal de contas, é jogo educativo, didático ou pedagógico no ensino de química/ciências? Colocando os pingos nos “is”. In: CLEOPHAS, M. das G.; SOARES, M. H. F. B. (Orgs.). *Didatização*

lúdica no ensino de química/ciências: teorias de aprendizagem e outras interfaces. São Paulo: Livraria da Física, 2018.

FELÍCIO, C. M. *Do compromisso à responsabilidade lúdica: ludismo em ensino de química na formação básica e profissionalizante*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

FELÍCIO, C. M. e SOARES, M. H. F. B. Da intencionalidade à responsabilidade lúdica: novos termos para uma reflexão sobre o uso de jogos no ensino de química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 160-168, 2018.

GARCEZ, E. S. C. e SOARES, M. H. F. B. Um estudo do estado da arte sobre a utilização do lúdico em ensino de química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. 1, p. 183-214, 2017.

HUIZINGA, J. *Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura*. São Paulo: Perspectiva, 2019.

KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. *Perspectiva*, v. 12, n. 22, p. 105-128, 1994.

KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. In: KISHIMOTO, T. M. *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. 14ª ed. São Paulo: Cortez, 2017.

KISHIMOTO, T. M. Reflexões sobre a didática lúdica no ensino de química/ciências. In: CLEOPHAS, M. das G. e SOARES, M. H. F. B. S. (Orgs.). *Didatização lúdica no ensino de química/ciências*. Prefácio. São Paulo: Livraria da Física, 2018.

LIMA, E. C. de C. *Concepção, construção e aplicação de atividades lúdicas por licenciados da área de Ensino de Ciências*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do ABC, Santo André, 2015.

LUDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

MULLER, L. e CLEOPHAS, M. das G. Jogos sérios no ensino de ciências: o que nos revela uma revisão sistemática da literatura nas bases de dados internacionais? In: SILVA, Joaquim Fernando Mendes da (Org.). *O lúdico em redes: reflexões e práticas no Ensino de Ciências da Natureza*. Porto Alegre: Fi, 2021.

Rezende, F. A. M.; Soares, M. H. F. B. Jogos no ensino de química: um estudo sobre a presença/ausência de teorias de ensino e aprendizagem na perspectiva do v epistemológico de gowin. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 24, n.1, 2019.

SOARES, Márlon H. F. B. Jogos e atividades lúdicas no ensino de química: uma discussão necessária para novos avanços. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 2, n. 2, p. 5-13, 2016.

SOARES, M. H. F. B.; MESQUITA, N. A. da S.. Jogos pedagógicos e suas relações com a cultura lúdica. In: SILVA, J. F. M. da (Org.). *O lúdico em rede: reflexões e práticas no ensino de ciências da natureza*. Porto alegre: Fi, 2021.

Abstract: *Attitudes and intentions with a formalized educational game: reflections on the action of a Chemistry teacher training program.* Considering the contributions of play in Chemistry teaching, as well as issues inherent in teacher training, the research reported here set out to analyze the attitudes and intentions that guided teachers when they proposed and implemented a Formalized Educational Game (JEF) in Chemistry teaching, within the scope of the Pedagogical Residency Program (PRP). The analysis of the data showed that the different understandings of the use of the game expressed by the subjects involved in the didactic action influence the conduct of the planned action and the mediation required for the didactic-playful balance and, therefore, for the potential of the JEF to be harnessed. Consequently, there is a need to consider the theme of play in the curricular structure of degree courses and/or in the teaching programs of curricular components, with special attention to problematization and theoretical-practical reflection in the training context.

Keywords: *Chemistry teaching, pedagogical residency, teacher training*

Cinética química – um olhar sobre a literatura entre 1983 e 2021

Chemical kinetics - a look at the literature between 1983 and 2021

Lucas F. D. S. Souza, Albino O. Nunes, Anne G. D. Santos e Yair P. Contreras

Resumo: A cinética química é considerada por muitos estudantes como algo complexo e de difícil compreensão devido a diversos fatores. Assim, neste artigo visamos analisar o atual cenário sobre as pesquisas e propostas didáticas que abordam o ensino de cinética química. Para tanto, foi realizado um estado do conhecimento em 19 periódicos da Ibero-América. Os dados encontrados foram analisados por Análise de Conteúdo, segundo Bardin (2011), e análise textual por meio do *software* IRAMUTEQ. Os trabalhos foram classificados em três categorias: investigações em sala de aula, aspectos conceituais e propostas de ensino. A maior parte dos trabalhos é de investigações em sala de aula, em sua maioria na educação básica, investigando as concepções de alunos, sendo a experimentação a principal proposta de ensino. A análise com o IRAMUTEQ corrobora a análise de conteúdo no que diz respeito às temáticas que são discutidas com maior frequência nos trabalhos, as propostas de ensino e o contexto. A pesquisa aqui discutida consegue nortear os caminhos trilhados pelos trabalhos que envolvem a educação e ensino de química, no que tange ao conteúdo de cinética química, a qual poderá servir de suporte para futuros trabalhos acadêmicos a fim de sanar possíveis lacunas que existam na construção do conhecimento ou ampliar os saberes em relação a esse conteúdo.

Palavras-chave: cinética química, estado do conhecimento, ensino.

Abstract: Chemical kinetics is considered by many students as a complex and hard to grasp concept, due to many factors. This article aims to analyse the current state of research and didactical proposals that approach the teaching of chemical kinetics. To reach such goal, a state of knowledge study was performed with 19 Iberoamerican periodicals. The data found were analysed via Bardin's Content Analysis (2011) and textual analysis via the IRAMUTEQ software. The works were sorted in three categories: investigations in the classroom; conceptual aspects; and teaching proposals. The majority of the works fall into the investigations in the classroom category, most of them concerning basic education, investigating the students' conceptions, experimentation being the main teaching proposal. The analysis with IRAMUTEQ corroborates the content analysis in respect to the themes that are more frequently discussed in the works, the teaching proposals and the context.

Keywords: chemical kinetics, state of knowledge, teaching.

Lucas Franklin dos Santos Souza (lucasfraanklin@hotmail.com), Licenciado em Química pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte UERN, mestre em Ensino pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino (POSENSINO) da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte. Mossoró, RN, BR. **Albino Oliveira Nunes** (albino.nunes@ifrn.edu.br), Licenciado em Química pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte UERN, doutor em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Mossoró, RN -BR. **Anne Gabriella Dias Santos** (annegabriella@uern.br), Licenciada em Química pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte UERN, doutora em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, professora da Universidade do Estado do Rio Grande Norte. Mossoró, RN – BR. **Yair Porras Contreras** (yporras@pedagogica.edu.com), Licenciado em Química pela Universidad Distrital Francisco José de Caldas, doutor em Inovação e Investigação em Didática pela Universidade Nacional de Educação à Distância, professor da Universidade Pedagógica Nacional. Bogotá, Colômbia.
Recebido em 13/04/2023, aceito em 14/11/2023

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.

A cinética química é um conteúdo de extrema importância para a área de estudo da química, tendo em vista que busca analisar a velocidade com que as reações acontecem, os fatores que podem intervir na velocidade, assim como estudar as interações entre as substâncias envolvidas no meio reacional (Delamuta *et al.*, 2018). Além disso, contribui para a compreensão de fatos do cotidiano dos alunos da educação básica, como, por exemplo, o uso de catalisadores nos veículos, a conservação de alimentos e outros (Martorano *et al.*, 2014).

O conteúdo de cinética química requer habilidades de raciocínio lógico-matemático e, em sua maioria, os conceitos apresentados se utilizam de uma linguagem abstrata. Pesquisas elencam alguns problemas identificados no ensino de cinética química que acontece na maioria das vezes de forma expositiva, sem levar em consideração o processo da problematização; os professores se prendem bastante ao livro didático, favorecendo assim a aprendizagem memorística (Batista e Gomes, 2020).

O trabalho de Lima *et al.* (2000) corrobora o pensamento anterior, trazendo a ideia de que as aulas de cinética química, em sua maioria, acontecem apenas por meio de exposição, sem considerar o contexto dos sujeitos e os conhecimentos prévios. Assim, as aulas acabam se tornando cansativas e desmotivadoras; além disso, os livros didáticos não apresentam contribuições significativas para a explanação e mudança dessa triste realidade.

Assim, a presente pesquisa desponta na tentativa de responder a alguns questionamentos: Quais os caminhos seguidos pelas pesquisas que discutem sobre os processos de ensino referente ao conteúdo de cinética química? Quais propostas de ensino têm sido utilizadas a fim de favorecer esse processo?

A partir desses questionamentos, o objetivo deste trabalho é analisar o atual cenário sobre as pesquisas e propostas didáticas que abordam o ensino de cinética química em periódicos nacionais e internacionais. Para se atingir esse objetivo, foi realizado um levantamento do estado do conhecimento sobre as pesquisas desenvolvidas a respeito do ensino do conteúdo de cinética química.

Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa se configura como um estado do conhecimento, tendo em vista que analisa apenas um setor de publicações. Segundo Ferreira (2002), pesquisas do tipo estado do conhecimento têm apresentado grande desenvolvimento nos últimos quinze anos; classificam-se como bibliográfica, tendo como objetivo realizar um mapeamento no meio acadêmico acerca de determinada temática na tentativa de enxergar o que vem sendo discutido, quais os espaços de publicações e as lacunas existentes no campo do conhecimento.

O presente estado do conhecimento foi realizado em relevantes periódicos da Ibero-América voltados ao ensino de ciências e ensino de química, com o objetivo de identificar a presença da temática “cinética química” em suas composições,

buscando enxergar a forma como esse conteúdo vem sendo discutido no meio acadêmico, quais os pontos que são fortemente abordados e as lacunas existentes, quais os níveis de ensino que estão presentes nas pesquisas, as perspectivas e motivações de cada autor em seus trabalhos.

A escolha pelo contexto ibero-americano se deveu a dois principais fatores: o objetivo de compreender a produção de conhecimento na Ibero-América sobre o tema, tendo em vista que o Brasil faz parte desse contexto; e por saber que os veículos de livre acesso em português e espanhol são mais acessíveis aos professores e futuros professores no Brasil e na América Latina.

Não foi definido *a priori* um recorte temporal, tendo em vista que o mapeamento foi feito diretamente no *site* de cada periódico e durante todo o período existencial da revista. Como recorte temporal final tivemos o período de 1983 a 2021.

Os passos seguidos na construção do estado do conhecimento tiveram como base o trabalho elaborado por Romanowski (2002). Os procedimentos adotados para a elaboração do estado do conhecimento estão apresentados na Figura 1.

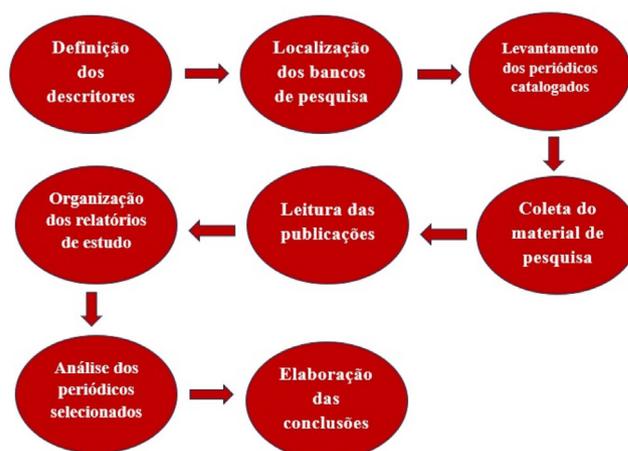


Figura 1: Procedimentos adotados para elaboração do estado do conhecimento.

Inicialmente, foi definido o descritor que seria utilizado na busca dos trabalhos, ficando estabelecido que seria “cinética”. Como a busca foi feita em periódicos nacionais e internacionais, o descritor sofria modificações quanto à língua (espanhol e inglês) adotada por cada periódico sendo, posteriormente, traduzido.

Em seguida, foram localizados os bancos de pesquisa e, após isto, foi feito o levantamento dos periódicos em que seria realizado o mapeamento. A escolha dos periódicos se deu a partir de uma busca por revistas que fossem da área de ensino de ciências e de química, especificamente, analisando também a abrangência e impacto desses periódicos no meio acadêmico.

Dentre os periódicos analisados, 19 foram escolhidos para fazer parte do banco de pesquisa; acredita-se que esse quantitativo consegue fornecer dados suficientes para a realização de um mapeamento sólido e consistente, referente à discussão da temática de cinética química no meio acadêmico. O Quadro 1

Quadro 1: Periódicos que fazem parte do banco de pesquisa.

Título	País	Período de Análise
Química Nova na Escola – QNEsc	Brasil	1995 - 2021
Educación Química	México	1989 – 2021
Góndola	Colômbia	2006 – 2021
ALEXANDRIA – Revista de Educação em Ciências e Tecnologia	Brasil	2008 – 2020
Enseñanza de las Ciencias	Espanha	1983 – 2021
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias – REEC	Espanha	2002 – 2021
Ciência e Educação	Brasil	1994 – 2020
Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias – REIEC	Argentina	2006 – 2020
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	Espanha	2004 – 2021
Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	Brasil	1999 – 2021
Investigações em Ensino de Ciências - IENCI	Brasil	1996 – 2021
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – RBPEC	Brasil	2001 – 2021
Revista Internacional de Aprendizaje en Ciencia, Matemáticas y Tecnología – revEDUMAT	Espanha	2014 – 2020
Revista Debates em Ensino de Química – REDEQUIM	Brasil	2015 – 2020
Educação Química em Punto de Vista	América Latina	2017 – 2020
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	Brasil	2008 – 2021
APEduC Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia	Portugal	2020 – 2021
Indagatio Didactica	Portugal	2009 – 2020
Tecné, Episteme y Didaxis – TED	Colômbia	1991 – 2021

apresenta os periódicos que foram utilizados como banco de pesquisa do estado do conhecimento.

Feita a seleção dos periódicos elencados no Quadro 1, foi possível começar o processo de busca pelos trabalhos no *site* de cada revista especificamente. A varredura foi feita tendo como base o descritor “cinética”. Os trabalhos que apresentavam em seus títulos e palavras-chave o descritor determinado foram reservados para uma análise mais detalhada a fim de compreender melhor o conteúdo do trabalho e verificar se ia ao encontro do objetivo da pesquisa.

Em um primeiro momento, 33 artigos foram selecionados para análise, uma vez que já possuíam em sua estrutura o descritor “cinética”. Vale ressaltar que, dos 19 periódicos selecionados para ser feita a busca, apenas 8 apresentavam trabalhos referentes à temática. No Quadro 2, são apresentados os trabalhos selecionados para o processo de análise detalhada e suas respectivas revistas.

Feita a primeira análise dos 33 trabalhos coletados, foi realizado um processo de exclusão com o objetivo de filtrar apenas os trabalhos que iam ao encontro do objetivo da pesquisa. Os trabalhos selecionados foram aqueles que apresentavam em sua composição o conteúdo de cinética química com um olhar voltado para os processos de ensino e aprendizagem nos diferentes níveis de ensino.

Após essas etapas, foi iniciado o processo de análise, no qual foram utilizados dois métodos distintos de análise: análise de conteúdo de Bardin (2011) e uso do *software Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de*

Questionnaires (IRAMUTEQ), versão 0.7 alfa 2, desenvolvido por Rautinaud (2009).

Bardin (2011) define a análise de conteúdo como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 2011, p. 42).

O método da análise de conteúdo, segundo Bardin (2011), está dividido em três partes principais, sendo elas:

- *Pré-análise*: consiste na etapa de organização e preparação, a qual contempla alguns procedimentos, como a escolha dos documentos, formulação de hipóteses e objetivos e a elaboração de indicadores que irão servir como fundamento para a etapa de interpretação final.
- *Exploração do material*: sucede a fase da pré-análise e se configura como uma fase demorada, que pode ser realizada de maneira manual ou se utilizando de ordenadores, tendo como principal atividade a criação das unidades de codificação, enumeração ou desconto.
- *Tratamento dos resultados obtidos e interpretação*: é a etapa em que acontece o processo de tratamento dos resultados obtidos por meio do material coletado, podendo ser geradas

Quadro 2: Trabalhos selecionados.

Nº	Título	Revista	Ano	Citação
01	Mapeamento estrutural de analogias enunciadas em uma aula sobre cinética química	Ciência e Educação	2017	FERRY e PAULA, 2017.
02	A intermediação da noção de probabilidade na construção de conceitos relacionados à cinética química	Ciência e Educação	2009	CIRINO <i>et al.</i> , 2009.
03	Cómo diversificar los trabajos prácticos? Un experimento ilustrativo y un ejercicio práctico como ejemplos	Educación Química	2012	HERNÁNDEZ-MILLÁN, G. <i>et al.</i> , 2012.
04	Construcción de relaciones entre conceptos relativos al campo estructural y al campo da Cinética química por estudiantes de pregrado en la acepción de la teoría de los campos conceptuales	Educación Química	2018	SILVA, R. M. S. da <i>et al.</i> , 2018.
05	Enseñanza constructivista sobre conceptos de Cinética en la formación inicial de profesores de química	Educación Química	2009	PÉREZ, L. F. M., 2009.
06	Explorando a Cinética química através da queima de uma vela	Educación Química	2014	LEAL, R. C. <i>et al.</i> , 2014.
07	John James Waterston A pioneer of the kinetic theory of gases	Educación Química	2007	WISNIAK, J., 2007.
08	La teoria Cinética molecular y el Aprendizaje de la Química	Educación Química	2012	IBANEZ, F. e GIANNA, V., 2012.
09	Mecánica cuántica y velocidad de reacción: La barrera de potencial unidimensional como modelo simples para introducir el comportamiento cuántico en la Cinética Química	Educación Química	2000	CUENCA, D. Z. <i>et al.</i> , 2020.
10	Percepção de alunos do ensino médio sobre a temática conservação dos alimentos no processo de ensino- aprendizagem do conteúdo Cinética Química	Educación Química	2013	SILVA, A. D. L. <i>et al.</i> , 2013.
11	Uso de la función solver de excel para el cálculo de la velocidad de corrosión de acero al carbono en una solución de NaCl al 3,5% saturada de oxígeno, O ₂ : un tutorial práctico	Educación Química	2018	ALFARO, M. e ALFARO, I., 2018.
12	Uso didáctico de reactores agitados continuos para la determinación de cinéticas de reacción heterogénea	Educación Química	2020	BAZ-RODRIGUEZ, S. A. <i>et al.</i> , 2020.
13	Rotas de transição modal e o ensino de representações envolvidas no modelo cinético molecular	Investigações em Ensino de Ciências – IENCI	2019	DE QUADROS, A. L. e GIORDAN, M., 2019.
14	As concepções de ciências dos livros didáticos de química, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da Cinética química no período de 1929 a 2004	Investigações em Ensino de Ciências - IENCI	2009	MARTORANO, S. A. A., 2009.
15	Atividades experimentais simples para o entendimento de conceitos de Cinética enzimática: solanum tuberosum – uma alternativa versátil	Química Nova na Escola – Qnesc	2013	NOVAES, F. J. M. <i>et al.</i> , 2013.
16	Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de Cinética química	Química Nova na Escola – Qnesc	2010	FATARELI, E. F. <i>et al.</i> , 2010.
17	Modelos didáticos e Cinética Química: considerações sobre o que se observou nos livros didáticos de química indicados pelo PNLEM	Química Nova na Escola – Qnesc	2015	MIRANDA, C. L. <i>et al.</i> , 2015.
18	Conexões entre Cinética química e eletroquímica: a experimentação na perspectiva de uma aprendizagem significativa	Química Nova na Escola – Qnesc	2016	SILVA, R. M. <i>et al.</i> , 2016.
19	Investigação orientada por argumentos no ensino de química de nível médio: uma proposta em cinética	Química Nova na Escola – Qnesc	2021	BARBOSA, S. M. e SOUZA, N. S., 2021.
20	Saberes populares fazendo-se saberes escolares: um estudo envolvendo a produção artesanal do pão	Química Nova na Escola – Qnesc	2011	VENQUIARUTO, L. D. <i>et al.</i> , 2011.
21	A contextualização no ensino de Cinética Química	Química Nova na Escola – Qnesc	2000	LIMA, J. F. L. <i>et al.</i> , 2000.
22	A corrosão na abordagem da Cinética Química	Química Nova na Escola – Qnesc	2005	COSTA, T. S. <i>et al.</i> , 2005.
23	Aprendizagem de química reprodução de pedaços isolados de conhecimento?	Química Nova na Escola – Qnesc	1997	JUSTI e RUAS, 1997.
24	Experimentos com alumínio	Química Nova na Escola – Qnesc	2006	COSTA, T. S. <i>et al.</i> , 2006.

Quadro 2: Trabalhos selecionados (cont.)

Nº	Título	Revista	Ano	Citação
25	Ensino do conceito de equilíbrio química: uma breve reflexão	Química Nova na Escola – Qnesc	2007	SABADINI, E. e BIANCHI, J. C. A., 2007.
26	Reação relógio de iodeto/iodo com material alternativo de baixo custo e fácil aquisição	Química Nova na Escola – Qnesc	2002	TEÓFILO, R. F. et al., 2002.
27	A composição de paródias no ensino de química e suas contribuições no processo de aprendizagem	Revista Debates em Ensino de Química – REDEQUIM	2017	LUPINETTI, J. M. e PEREIRA, A. S., 2017.
28	Estudo de caso no ensino de química sobre a conservação dos alimentos	Revista Debates em Ensino de Química – REDEQUIM	2018	FERREIRA, L. O. et al., 2018.
29	Objeto de aprendizagem para abordar conceitos de Cinética química por meio de resolução de problemas	Revista Debates em Ensino de Química – REDEQUIM	2015	JÚNIOR, G. A. S. e SILVA, M. G. L., 2015.
30	Uma proposta didática com abordagem CTS para o estudo dos gases e a Cinética química utilizando a temática da qualidade do ar interior	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	2015	OLIVEIRA, S. et al., 2015.
31	O tratamento probalístico da teoria Cinética de colisões em livros de química brasileiros para o ensino médio	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias – REEC	2010	CIRINO, M. M. e SOUZA, A. R., 2010.
32	Um estudo sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo de “Cinética enzimática” de um professor do ensino superior por meio de suas narrativas	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias – REEC	2016	NOVAIS, R. M. et al., 2016.
33	Enseñanza de la Cinética química por medio de simulaciones y aprendizaje activo	Tecné, Episteme y Didaxis – TED	2019	PAREDES-NAVIA, J. G. e MOLINA-CABALLERO, M. F., 2019.

Fonte: Elaboração própria em 2021.

figuras, tabelas e quadros. A partir desse tratamento são levantadas interpretações e discussões.

Assim, foram definidas algumas categorias, as quais estão expostas no Quadro 3.

As categorias elencadas no Quadro 3 foram identificadas nas pesquisas a partir de uma leitura interpretativa dos dados obtidos.

IRAMUTEQ, por sua vez, é um *software* de análise textual que permite a análise de documentos, entrevistas, questionários, entre outros. Por meio dele, é possível fazer comparações entre discursos, como também destacar temas que apresentam maior frequência dentro do *corpus* analisado. A fim de apoiar a análise de conteúdo, foram feitas as seguintes análises por meio do IRAMUTEQ: Estatística Textual, Nuvem de Palavras, Análise de Similitude, Classificação Hierárquica Descendente (CDH) e Análise Fatorial Confirmatória (AFC).

Segundo Lage (2011), a utilização de *softwares* em pesquisas qualitativas teve início em torno do ano 1980. *Softwares* são úteis em pesquisas que são constituídas de uma vasta quantidade de dados, possuindo diversas funcionalidades a depender do estudo como, por exemplo, codificar dados, gerenciar informações, servir como mecanismo de busca e facilitar o processo de categorização durante a etapa de codificação. Pode-se citar como exemplos alguns trabalhos que fizeram uso do *software* IRAMUTEQ para análise de dados textuais: “Ensino de Física utilizando folhetos de cordel: uma análise a partir do IRAMUTEQ” (Silva e Moreira, 2022); “Panorama do ensino de química sob a perspectiva CTSA no cenário brasileiro: uma análise qualitativa a partir do *software* IRAMUTEQ” (Silva Cantanhede; Rizzatti e Cantanhede, 2022); e “O testemunho em pesquisa narrativa e a análise textual discursiva associada ao IRAMUTEQ” (Magno e Gonçalves, 2023).

Quadro 3: Categorias e subcategorias adotadas.

Categorias	
Investigações em sala de aula	Pesquisas que tratam de investigações em ambientes educacionais nos diferentes níveis de ensino.
Aspectos conceituais	Pesquisas que abordam conceitos e teorias voltados para o conteúdo de cinética química.
Propostas de Ensino	Pesquisas que discutem propostas de ensino com o objetivo de contribuir para os processos de ensino e aprendizagem.

Resultados e discussão

Os resultados foram discutidos, primeiramente, por meio da análise de conteúdo e, em seguida, foi feita a análise por meio do *software* IRAMUTEQ.

De início, foi feita uma caracterização dos artigos encontrados, destacando a quantidade de trabalhos por periódico (Figura 2). Em seguida, os trabalhos foram discutidos e distribuídos conforme as categorias definidas *a priori*.

A Figura 2 permite perceber que boa parte dos trabalhos analisados, a saber, 22 deles (equivalente a aproximadamente 66,67%), estão concentrados em dois periódicos de grande relevância na área de ensino de química, que são: *Educación Química* e *Química Nova na Escola* (QNEsc).

Nas próximas subseções, os artigos são analisados levando em consideração as categorias estabelecidas: investigações em sala de aula, aspectos conceituais e propostas de ensino.

Análise de conteúdo

Ao realizar a leitura dos trabalhos selecionados e dividi-los nas categorias determinadas *a priori*, foi possível fazer um mapeamento dos caminhos que as pesquisas voltadas para a discussão da cinética química estão trilhando. Assim, o Quadro 4 apresenta o percentual de trabalhos pertencentes a cada categoria.

Quadro 4: Quantitativo de trabalhos por categoria

Categoria	Quantitativo
Investigações em sala de aula	57,58% (22 trabalhos)
Aspectos conceituais	18,18% (6 trabalhos)
Propostas de ensino	24,24% (8 trabalhos)

A análise dos trabalhos que pertencem à categoria “Investigações em sala de aula” mostra que a maioria das

pesquisas investigativas foram realizadas no ensino básico (63,16% - 12 trabalhos), com destaque para a 2ª série do Ensino Médio. Dentre essas pesquisas, muitas se utilizaram da experimentação para compreender o conhecimento dos alunos acerca dos conceitos da cinética química.

Por meio da análise realizada nos trabalhos pertencentes à categoria “Aspectos conceituais”, fica claro que os autores têm preocupações quanto aos livros didáticos que são utilizados nas escolas do ensino básico, tendo em vista que muitos livros ignoram o contexto histórico que envolve a construção do conhecimento, podendo gerar um entendimento errôneo de que a ciência é algo pronto e acabado, que não necessita de reformulações.

A análise dos trabalhos pertencentes à categoria “Propostas de ensino” revela a importância da experimentação para a construção de conceitos que estão relacionados com a cinética química, tendo em vista que esse tipo de atividade consegue, de maneira satisfatória, aproximar o conteúdo científico do cotidiano do aluno, fazendo com que a aula se torne significativa para ele.

São apresentadas a seguir as análises realizadas com o *software* IRAMUTEQ. Para melhor compreensão, explica-se aqui o significado de alguns termos: χ^2 (qui-quadrado) compreende a força ou representatividade de determinada palavra dentro da classe em que está inserida, e f (frequência) se configura como a frequência em que o termo/palavra em destaque se apresenta nos segmentos de texto (Salvati, 2017).

Análise IRAMUTEQ

O *corpus* de análise geral foi dividido em dois *corpora* de análise distintos, devido à diferença de idiomas utilizados nos resumos dos trabalhos investigados: português e inglês. O *corpus* com resumos em inglês foi constituído por 9 textos, separados em 33 segmentos de texto (ST), com aproveitamento de 28 STs (84,85%). Emergiram 1194 ocorrências (palavras,

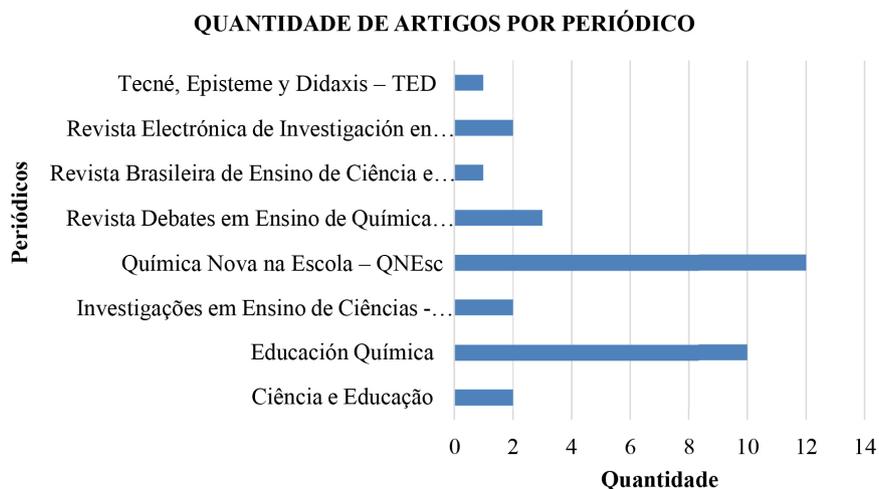


Figura 2: Quantitativo de trabalhos por periódicos.

formas ou vocábulos), sendo 506 palavras distintas e 353 com uma única ocorrência.

Como não foi possível realizar a análise de Classificação Hierárquica Descendente (CHD) no *corpus* em inglês, não se sabe a divisão de classes do *corpus*.

Classificação Hierárquica Descendente (CHD)

O *corpus* em português foi dividido em classes. Na análise de classificação hierárquica descendente, é possível obter uma melhor visualização sobre cada classe, especificando o assunto tratado em cada uma delas por meio dos segmentos de texto que a constituem. Não foi possível realizar a análise de CHD no *corpus* em inglês devido à pequena quantidade de segmentos de texto constituintes do *corpus*; sendo assim, só serão apresentados os resultados da CHD do *corpus* em português.

Na Figura 3, é apresentado o dendrograma da classificação hierárquica descendente do *corpus* de análise em português.

Ao observar a Figura 3, percebe-se que as seis classes foram divididas em 4 ramificações que serão chamadas de *subcorpus* A, B, C e D. O *subcorpus* A, “*Experimentação*”, composto pela Classe 1 (“*Fatores que interferem na velocidade de reação*”), aborda a utilização da experimentação como forma de compreender fatores que agem sobre uma reação química. No *subcorpus* B, “*Ensino e aprendizagem de cinética química*”, composto pela Classe 5 (“*Estratégias de ensino*”) e pela Classe 2 (“*O ensino de cinética química no Ensino Médio*”), se discutem estratégias didáticas que venham a contribuir de maneira significativa para o desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem, além de buscar compreender o tratamento e a discussão do tema de cinética química no nível do Ensino Médio. O *subcorpus* C, “*Propostas de ensino*”, composto pela Classe 3 (“*Recursos e propostas didáticas para o ensino das ciências naturais*”) e pela Classe 4 (“*Atividade experimental e a sua influência no ensino de química*”), abrange propostas didáticas utilizadas no ensino de cinética química e a importância da atividade experimental para a formação do

aluno enquanto sujeito ativo na construção do conhecimento. Por fim, o *subcorpus* D, “*Conceitos e teorias*”, composto pela Classe 6 (“*Modelos teóricos*”), aborda a importância da utilização de modelos teóricos na compreensão de conceitos referentes à temática da cinética química, como, por exemplo, a teoria das colisões.

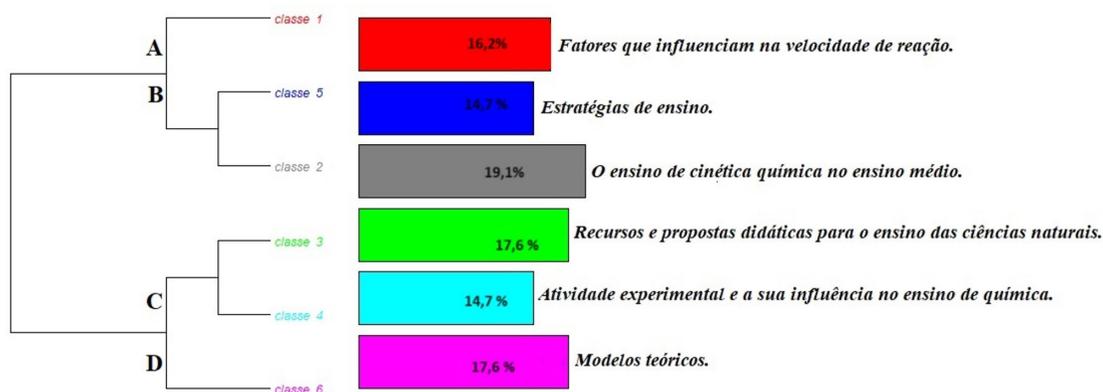
Para melhor compreensão de cada classe, foi elaborado um dendrograma da CHD (Figura 4), com uma lista de palavras pertencentes a cada classe do *corpus* analisado.

É importante destacar que as palavras/lemas pertencentes a cada classe indicam possíveis categorias, e que, a partir delas, se pode inferir os caminhos das pesquisas que abordam o ensino de cinética química. Assim, por meio da Figura 4, percebe-se a presença de palavras como “experimento”, “fator”, “atividade”, “aprendizagem”, “estudo”, “cinético”, “reação”, “aluno”, “conhecimento”, “conceito”, “colisão”, “estudante”, “proposta” e “didático”, que indicam que, em sua maioria, dentre os periódicos analisados, as pesquisas abordam a importância das atividades experimentais na construção de conceitos que envolvem o estudo da cinética química. Outra palavra em destaque e que merece bastante atenção é “médio”, pois indica que o contexto na qual as pesquisas são desenvolvidas com maior frequência é o do Ensino Médio.

A construção de categorias de análise se ancora, no entanto, em outros elementos para além da simples ocorrência da palavra/lema. Para compreender as categorias que emergem se fez necessário verificar a frequência da palavra, o qui-quadrado e, principalmente, os segmentos de texto nos quais as palavras/lemas ocorrem. A análise detalhada dos segmentos de texto ajuda os analistas a realizarem a recuperação do contexto da palavra e, assim, determinar o significado ali contido.

Classe 1 - Fatores que interferem na velocidade de reação

Compreende 16,18% ($f - 11$ ST) do *corpus* total analisado. Constituída por palavras e radicais no intervalo entre χ^2 (qui-quadrado) 2,25 (experimental) e 23,14 (fator). Essa



Subcorpus A: Experimentação.

Subcorpus B: Ensino e aprendizagem de cinética química.

Subcorpus C: Propostas de ensino.

Subcorpus D: Conceitos e teorias.

Figura 3: Dendrograma da classificação hierárquica descendente – *corpus* português.

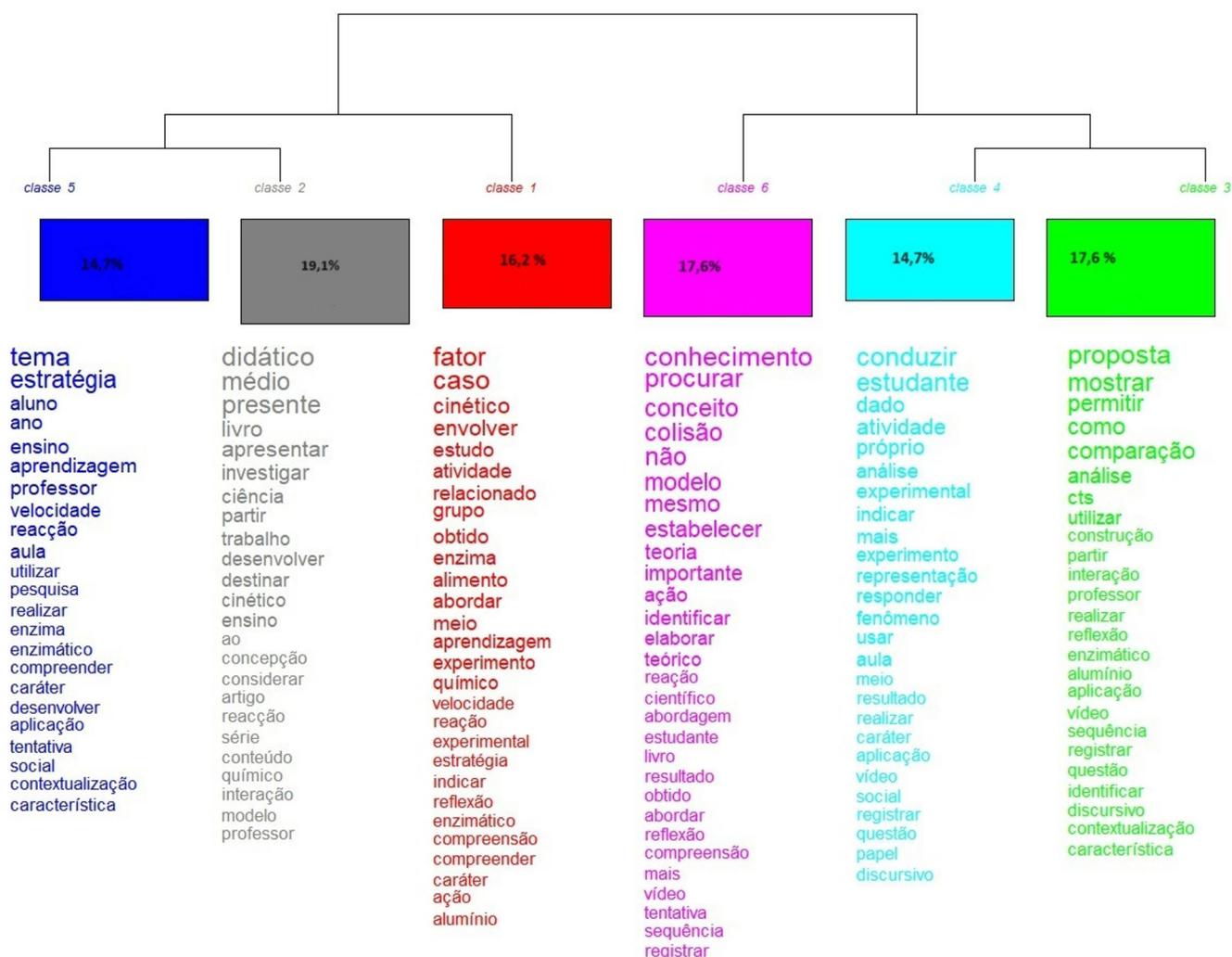


Figura 4: Dendrograma da CHD com lista de palavras – *corpus* português.

classe é composta por palavras como “fator” ($\chi^2 - 23,14$), “caso” ($\chi^2 - 22,02$), “estudo” ($\chi^2 - 6,98$), “atividade” ($\chi^2 - 6,11$), “grupo” ($\chi^2 - 5,9$), “enzima” ($\chi^2 - 5,9$), “alimento” ($\chi^2 - 5,9$), “aprendizagem” ($\chi^2 - 3,94$), “experimento” ($\chi^2 - 3,59$), “velocidade” ($\chi^2 - 2,26$) e “reação” ($\chi^2 - 2,26$). Predominaram os ST presentes no artigo 28 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 16,26$), artigo 6 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 5,26$) e artigo 33 – proposta de ensino ($\chi^2 - 5,19$). Na análise realizada, foi possível perceber que, nessa classe, foram elencados resultados de atividades experimentais e apresentações de propostas didáticas que tinham como objetivo fazer com que os alunos compreendessem alguns fatores que interferem na velocidade de reações químicas, até mesmo em situações do dia a dia, como, por exemplo, na conservação e decomposição de alimentos. Pode-se observar esses resultados nos seguintes segmentos de texto:

Constatou-se, por meio dos resultados obtidos com a resolução do estudo de caso, que os estudantes compreenderam de forma satisfatória o conteúdo de cinética química, mencionando fatores envolvidos na decomposição dos alimentos como, por exemplo, a temperatura (Artigo 28 – investigação).

O caráter investigativo auxilia a compreensão dos fundamentos da cinética química e dos fatores que afetam as reações químicas (Artigo 6 – investigação).

Este artigo de pesquisa apresenta uma proposta para a implementação de atividades experimentais e de simulação, baseadas nos princípios da metodologia de aprendizagem ativa, para o ensino-aprendizagem dos fatores que modificam a velocidade de uma reação química (Artigo 33 – proposta).

Por meio dessa classe, pode-se entender que as atividades experimentais se mostram favoráveis para a compreensão de conceitos voltados para o conteúdo de cinética química, como sugerem os segmentos de textos destacados acima.

Classe 2 - O ensino de cinética química no Ensino Médio

Compreende 19,12% ($f - 13$ ST) do *corpus* total analisado. Constituída por palavras e radicais no intervalo entre χ^2 (qui-quadrado) 2,52 (artigo) e 27,42 (didático). Essa classe é composta por palavras como “presente” ($\chi^2 - 22,83$), “livro” ($\chi^2 - 13,81$), “ciência” ($\chi^2 - 7,3$), “trabalho” ($\chi^2 - 5,43$), “ensino” ($\chi^2 - 4,11$), “concepção” ($\chi^2 - 2,62$) e “artigo” ($\chi^2 - 2,52$).

Predominaram os ST presentes no artigo 14 – aspectos conceituais ($\chi^2 - 13,28$).

A presente classe aborda resultados obtidos em análises feitas em livros didáticos voltados para o Ensino Médio utilizados na disciplina de química, buscando compreender qual o tratamento do livro para o conteúdo de cinética química e a própria visão de ciência, além de destacar algumas investigações realizadas no âmbito do Ensino Médio sobre o processo de ensino do conteúdo de cinética química. Por exemplo:

Este relato é parte do trabalho que foi desenvolvido dentro do tema cinética química e que teve como objetivo investigar como o conhecimento científico presente neste tema foi sendo apropriado pelos livros didáticos destinados ao ensino médio, identificando-se as possíveis concepções sobre ciência vinculadas a estes livros (Artigo 14 – aspectos conceituais).

O processo de análise de livros didáticos voltados para o Ensino Médio merece bastante destaque e cuidado, tendo em vista que os livros, em sua maioria, são utilizados como principal fonte de estudo nesse nível de ensino, o que sugere a importância das pesquisas sobre essa temática.

Classe 3 – Recursos e propostas didáticas para o ensino das ciências naturais

Compreende 17,65% ($f - 12$ ST) do corpus total analisado. Constituída por palavras e radicais no intervalo entre χ^2 (qui-quadrado) 2,16 (um) e 15,53 (proposta). Essa classe é composta por palavras como “proposta” ($\chi^2 - 15,53$), “comparação” ($\chi^2 - 9,62$) e “análise” ($\chi^2 - 5,78$). Predominaram os ST presentes no artigo 1 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 9,62$), artigo 30 – propostas de ensino ($\chi^2 - 5,19$) e artigo 15 – propostas de ensino ($\chi^2 - 5,19$).

A classe 3 apresenta recursos, propostas didáticas e perspectivas que podem ser utilizados por professores em sua docência para beneficiar a aprendizagem de conteúdos da área das ciências naturais. Alguns segmentos de texto apresentam esses recursos didáticos:

As propostas de abordagens que contemplam as interações ciência-tecnologia-sociedade (CTS) têm se mostrado como alternativa para um Ensino de Ciências que promova a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) dos estudantes (Artigo 30 – proposta).

Desse modo, a proposta central deste trabalho é fornecer uma aula experimental econômica e operacionalmente viável em que sejam observadas essas alterações em uma batata (*Solanum tuberosum* L.), permitindo um estudo agradável e instigante da cinética enzimática química (Artigo 15 – proposta).

Nos segmentos de texto transcritos acima, pode-se observar alguns recursos, propostas e perspectivas destinados a favorecer o processo de ensino das ciências naturais, como nos casos do artigo 30, que apresenta a abordagem CTS como forma de promover a alfabetização científica e tecnológica, e do artigo 15, que mais uma vez discute a possibilidade da experimentação no ensino de cinética química.

Classe 4 - Atividade experimental e a sua influência no ensino de química

Compreende 14,71% ($f - 10$ ST) do corpus total analisado. Constituída por palavras e radicais no intervalo entre χ^2 (qui-quadrado) 2,39 (ir) e 24,65 (conduzir). Essa classe é composta por palavras como “estudante” ($\chi^2 - 20,78$), “dado” ($\chi^2 - 14,16$), “atividade” ($\chi^2 - 13,8$), “análise” ($\chi^2 - 8,44$), “representação” ($\chi^2 - 4,22$), “fenômeno” ($\chi^2 - 4,22$), “experimento” ($\chi^2 - 4,22$) e “aula” ($\chi^2 - 2,7$). Predominaram os ST presentes no artigo 19 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 24,65$), artigo 13 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 4,22$), artigo 16 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 2,05$) e artigo 23 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 2,05$).

Os segmentos de texto presentes nessa classe são resultados de pesquisas investigativas que buscavam analisar o processo de ensino e aprendizagem em aulas experimentais, entendendo como essa metodologia pode contribuir para a formação dos alunos, tornando-os sujeitos críticos, reflexivos e ativos, além de proporcionar melhor entendimento sobre os conteúdos estudados na disciplina de química. Seguem alguns segmentos de texto desta classe:

O modelo instrucional permite que os estudantes criem seus próprios métodos para conduzir investigações, gerar e usar dados para responder questões investigativas, além de permitir que escrevam e sejam mais reflexivos enquanto investigam atividades experimentais (Artigo 19 – investigação).

A professora conduziu as aulas seguintes em torno da avaliação, negociação e aperfeiçoamento das representações. Percebemos, ao longo da atividade, que a comunicação teve caráter multimodal e a professora representou o mesmo fenômeno por meio da fala, desenho, gestos e aparatos experimentais (Artigo 13 – investigação).

A análise dos dados foi conduzida tanto a partir de critérios previamente estabelecidos na literatura quanto a partir da elaboração de um novo sistema de categorias. Os resultados fundamentaram questionamentos acerca da ocorrência de aprendizagem nas aulas de química e do papel desse ensino na formação dos alunos (Artigo 23 – investigação).

Esses segmentos mostram que a atividade experimental é uma metodologia bastante presente no ensino de química e que pode adotar diversos objetivos quanto a sua utilização em sala de aula, seja para promover melhor formação do aluno, seja para facilitar o entendimento de conteúdos considerados de difícil compreensão, ou para aproximar o conteúdo do cotidiano.

Classe 5 - Estratégias de ensino

Compreende 14,71% ($f - 10$ ST) do corpus total analisado. Constituída por palavras e radicais no intervalo entre χ^2 (qui-quadrado) 2,26 (em) e 20,02 (tema). Essa classe é composta por palavras como “tema” ($\chi^2 - 20,02$), “estratégia” ($\chi^2 - 14,16$), “aluno” ($\chi^2 - 7,31$), “ano” ($\chi^2 - 6,76$), “ensino” ($\chi^2 - 6,12$), “professor” ($\chi^2 - 4,91$), “aprendizagem” ($\chi^2 - 4,91$), “velocidade” ($\chi^2 - 2,75$), “reação” ($\chi^2 - 2,75$) e “aula” ($\chi^2 - 2,7$).

Predominaram os ST presentes no artigo 32 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 8,83$), artigo 16 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 2,05$), artigo 22 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 2,05$), artigo 26 – proposta de ensino ($\chi^2 - 2,05$) e artigo 23 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 2,05$).

Ao analisar os segmentos de texto pertencentes à classe 5, é possível notar a discussão de estratégias de ensino voltadas para o conteúdo de cinética química. Algumas palavras do *corpus* dessa classe tratam diretamente dessa temática. Segmentos de texto pertencentes a essa classe podem ser exemplificados pelos seguintes:

Em sua abordagem, utilizam estratégias instrucionais centradas na interação entre os alunos e propõe uma organização curricular “instrumental” para o ensino desse tema (Artigo 32 – investigação). Este artigo descreve uma estratégia baseada na aprendizagem cooperativa com alunos do 2º ano do ensino médio, usando o método Jigsaw. O tópico “Fatores que alteram a velocidade das reações químicas” foi estudado (Artigo 16 – investigação).

O emprego de temas com caráter interdisciplinar na tentativa de contextualização do ensino de Química com o cotidiano social vem ganhando destaque atualmente (Artigo 22 – investigação).

A velocidade das reações químicas é um assunto importante no ensino de Química. Há vários exemplos de reações na literatura que podem ser usados em demonstrações ou aulas práticas sobre esse tema (Artigo 26 – proposta).

Este artigo relata uma pesquisa realizada visando investigar a influência da visão de matéria sustentada pelos alunos em sua aprendizagem de cinética química. O professor atuou como pesquisador e os dados foram coletados em uma situação normal de sala de aula (Artigo 23 – investigação).

Nesses segmentos de texto, são perceptíveis as diversas estratégias utilizadas por professores no ensino de química e, especificamente, no ensino do conteúdo de cinética química. Percebe-se novamente a presença da aula experimental, mas outras estratégias também são utilizadas, como a inserção de temas com caráter interdisciplinar, estratégias baseadas na aprendizagem cooperativa, e estratégias instrucionais que têm como foco a interação entre alunos.

Classe 6 - Modelos teóricos

Compreende 17,65% ($f - 12$ ST) do *corpus* total analisado. Constituída por palavras e radicais no intervalo entre χ^2 (qui-quadrado) 2,78 (o) e 15,53 (conhecimento). Essa classe é composta por palavras como “conhecimento” ($\chi^2 - 15,53$), “conceito” ($\chi^2 - 14,47$), “colisão” ($\chi^2 - 14,44$), “modelo” ($\chi^2 - 12,29$), “teoria” ($\chi^2 - 6,66$) e “ação” ($\chi^2 - 5,19$). Predominaram os ST presentes no artigo 2 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 9,62$), artigo 17 – aspectos conceituais ($\chi^2 - 5,19$) e artigo 18 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 5,19$).

Ao analisar a classe 6, nota-se a abordagem sobre a utilização de modelos para o entendimento de teorias e conceitos

presentes no conteúdo de cinética química, como, por exemplo, a teoria cinética de colisão de partículas. Muitos dos segmentos de texto presentes nessa classe abordam as investigações realizadas com alunos com o objetivo de identificar o seu entendimento sobre a utilização e construção de modelos teóricos. Exemplos de segmentos de textos presentes na classe 6:

Este trabalho procurou identificar como estudantes do Ensino Médio se apropriam de conceitos e elaboram determinados modelos inseridos em cinética química, especificamente o modelo cinético de colisão de partículas numa reação (Teoria das Colisões) (Artigo 2 – investigação).

Na Ciência e em seu ensino, o emprego de modelos para a construção do conhecimento e de uma visão adequada de Ciência exerce um papel importante, pois, apesar de diversos fenômenos serem observáveis macroscopicamente, os conceitos envolvidos em algumas explicações pertencem ao nível microscópico, necessitando de modelos de mesma característica para sua compreensão (Artigo 17 – aspectos conceituais).

A ação foi baseada no modelo teórico da aprendizagem significativa que trata do movimento de interação entre o novo conhecimento e os conhecimentos pré-existentes na estrutura cognitiva do indivíduo (Artigo 18 – investigação).

Os segmentos de texto do artigo 2 e do artigo 17 expressam que os modelos teóricos citados são voltados para o ensino de ciências na tentativa de facilitar o entendimento de fenômenos que acontecem no nível microscópico, o que é bem característico das disciplinas da grande área das ciências naturais. Ao se voltar o olhar para o segmento de texto do artigo 18, percebe-se uma mudança de conceito, tratando-se agora de um modelo teórico de abordagem de ensino e de aprendizagem significativa.

Análise fatorial confirmatória (AFC)

A análise fatorial confirmatória permite fazer associações entre palavras, analisando a frequência com que aparecem nos segmentos de texto e os valores de correlação do χ^2 , sendo representada em um plano cartesiano. Não foi possível realizar a análise fatorial confirmatória (AFC) no *corpus* em inglês devido a uma parte dessa análise ser oriunda da CHD. Sendo assim, serão apresentados somente os resultados da AFC do *corpus* em português (Figura 5).

Na Figura 5, pode-se observar que quatro classes (Classe 1, Classe 2, Classe 4 e Classe 6) das seis, apesar de apresentarem proximidade com as outras classes, se expandem para pontos periféricos. As outras duas classes (Classe 3 e Classe 5) se situam em pontos centralizados e têm maior proximidade com as outras classes ao redor, mostrando maior relação com as outras classes do segmento de texto a que pertencem. Algumas palavras estão muito próximas de outras classes, como: construção, aprendizagem, reação, contextualização, reflexão e ação. Em oposição, temos outras palavras que estão em pontos bem distantes: caso, conduzir, didático, fator, próprio, colisão e livro. Em suma, as classes possuem uma forte relação, sendo perceptível pela mistura de palavras de cada uma das classes.

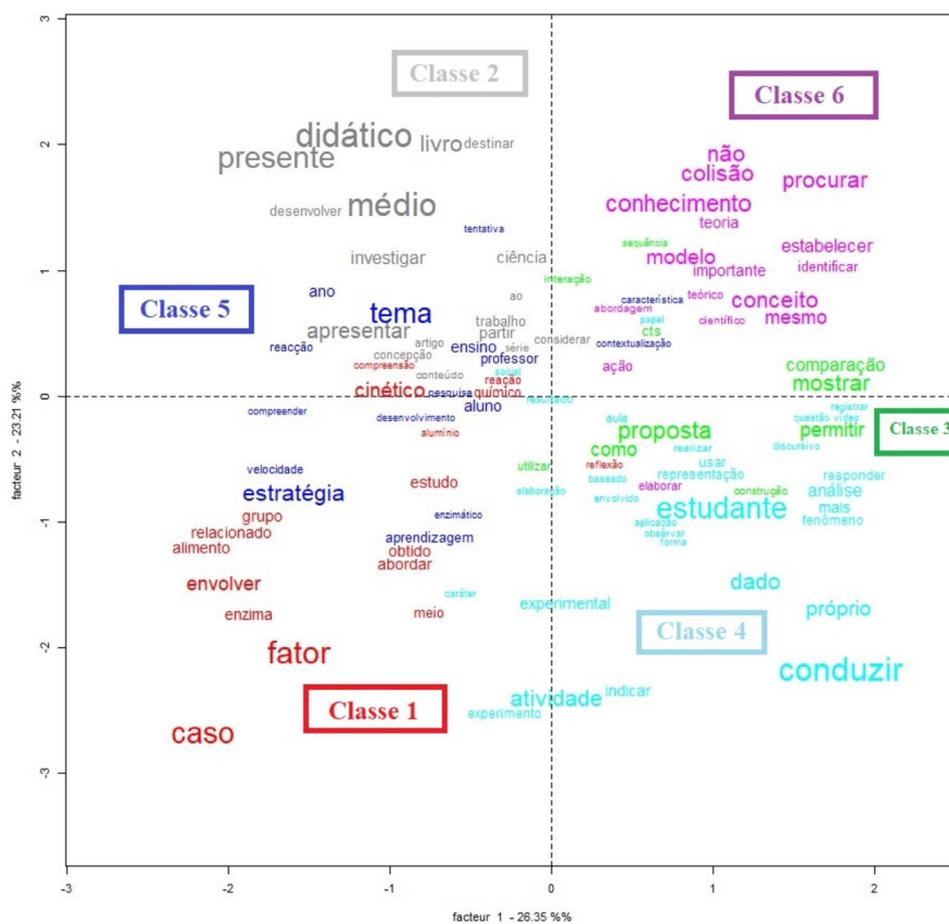


Figura 5: Análise fatorial confirmatória (AFC) – corpus português.

Análise de similitude

A análise de similitude permite identificar a ligação entre as palavras presentes em um *corpus* de análise e deduzir a estrutura da construção dos textos e a presença de temas que tenham relevância. As Figuras 6 e 7 exibem os gráficos das análises de similitude que foram feitas nos dois *corpora*.

Apesar de a Figura 6 ser de visualização um tanto difícil, é possível perceber a presença de palavras que se destacam nos trabalhos analisados: químico, cinético, ensino e estudante. A partir dessas palavras, surgem ramificações com expressões que são significativas: “aprendizagem”, “estudo”, “análise”, “aula”, “experimental”, “trabalho”, “médio”, “resultado”, “modelo”, “aluno” e “professor”.

Assim, pode-se inferir que os trabalhos apresentam um olhar voltado para a disciplina de química tanto no nível médio como no Ensino Superior, tendo em vista que o conteúdo de cinética química está presente no currículo dessa disciplina no Ensino Médio e faz parte da grade curricular dos cursos de química. Outro ponto que merece destaque é a presença da palavra “ensino”, mostrando que a maioria das pesquisas abordam o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de cinética química; essas pesquisas aconteceram com maior frequência no ensino básico (Ensino Médio), por isso a palavra “médio” aparece destacada. A palavra “análise” possui ligação com outras palavras que mostram a forma como os trabalhos foram

analisados e a forma de coleta de dados, como entrevistas, observações e vídeos. Por fim, tem-se a palavra “experimental”, que possui uma ligação com a palavra “estudante” e com tantas outras que possuem relação com aulas práticas, como “investigação”, “elaboração”, “aplicar” e “qualitativo”.

A Figura 7 expõe a análise de similitude feita no *corpus* de análise em inglês.

Na Figura 7, é possível perceber a presença de algumas palavras que se destacam, como: “*student*”, “*chemical*”, “*kinetics*”, “*teach*”, “*learn*”, “*model*” e “*science*”. A partir dessas palavras surgem ramificações com palavras que são bastante significativas para a compreensão do *corpus*: “*reaction*”, “*laboratory*”, “*experiment*”, “*teacher*”, “*scientific*”, “*practical*”, “*conceptual*”, “*concept*”, “*conception*”, “*process*”, “*show*”, “*rate*”, “*experimental*” e “*datum*”.

Essas palavras e suas relações na análise de similitude fornecem boas indicações sobre a construção dos textos presentes no *corpus* de análise em inglês. As palavras que aparecem em destaque na análise de similitude revelam que os trabalhos abordam o conteúdo de cinética química, tendo em vista que é a principal temática discutida na pesquisa; outras palavras que aparecem em destaque são: “ensinar” (*teach*) e “aprender” (*learn*), mostrando que os trabalhos discutem os processos de ensino e aprendizagem. Esse ensino acontece na disciplina de química ou em cursos de química no ensino superior, levando

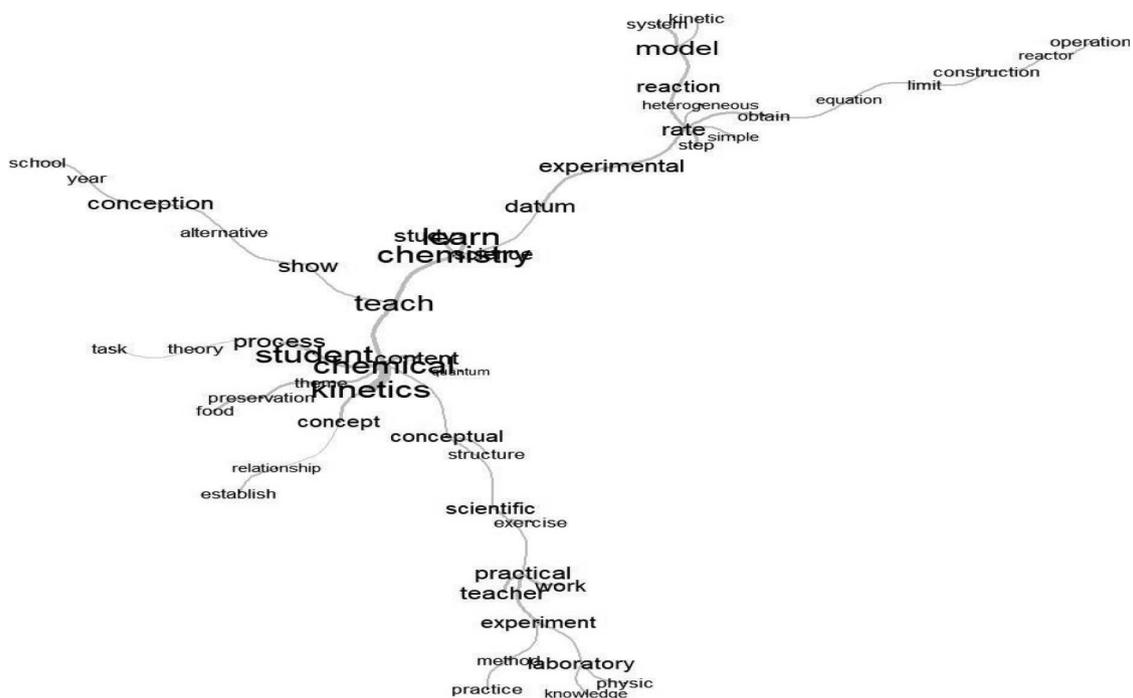


Figura 7: Análise de similitude – *corpus* inglês.

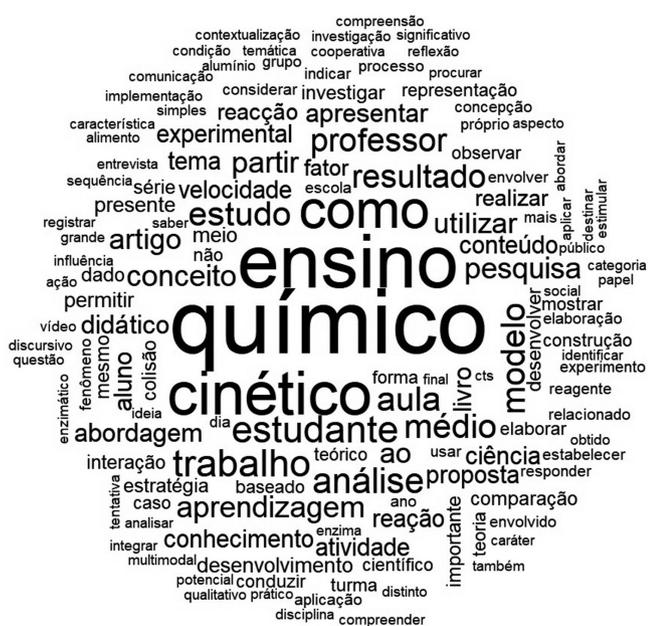


Figura 8: Nuvem de palavras – *corpus* português.

como descritor a própria palavra cinética e por ser o campo de estudo da pesquisa. Outro ponto que merece destaque é a palavra “ensino”, configurando que as pesquisas abordam o processo de ensino do conteúdo de cinética química, principalmente no nível médio.

Ao examinar a Figura 9, é possível identificar a presença de palavras bastante significativas para o *corpus* e que comprovam o que foi afirmado na análise da Figura 7 (análise de similitude – *corpus* inglês). Tem-se a presença da palavra “química”, que é o campo de estudo em que se concentra o conteúdo de cinética química, e reafirmando que os trabalhos pertencentes

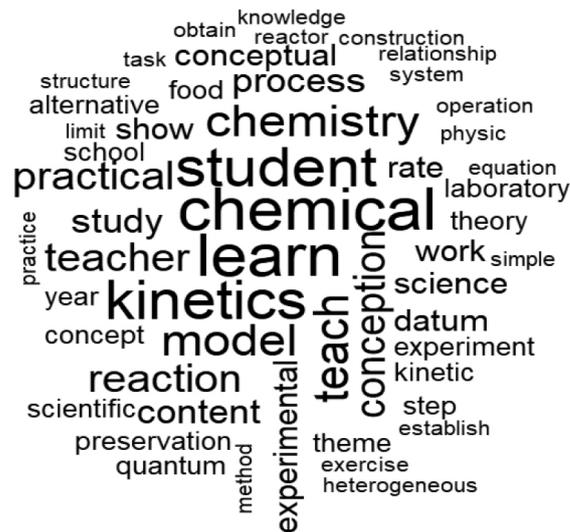


Figura 9: Nuvem de palavras – *corpus* inglês.

ao *corpus* têm a química como disciplina ou curso de destaque. Encontra-se a palavra “*kinetics*”, que traduzida para o português é “cinética”, tema de estudo do estado do conhecimento.

Outras expressões que aparecem em destaque dizem respeito aos processos de ensino e aprendizagem, confirmando que os trabalhos analisados abordam esses dois processos e que envolvem os principais agentes na construção do conhecimento: os professores e os alunos. A palavra “experimental” aparece também com grande relevância, concordando com os pensamentos feitos nas análises anteriores de que as aulas experimentais aparecem como uma metodologia pertinente ao ensino do conteúdo de cinética química.

É interessante notar a presença das palavras “*conceptual*” e “*conception*”, que dizem respeito a trabalhos que têm como

principal objetivo compreender a concepção de alunos sobre determinado conteúdo pertencente à cinética química e, para isso, os pesquisadores se utilizavam de questionários, entrevistas, aulas experimentais e tantas outras ferramentas de coleta de dados.

Considerações finais

O estado do conhecimento realizado permitiu mapear os trabalhos de alguns periódicos da Ibero-América que têm como temática principal a cinética química. Foi identificado o quantitativo de trabalhos em cada periódico, assim como o quantitativo em cada ano analisado, além de fazer compreender cada pesquisa elaborada.

A análise de conteúdo, por meio das categorias definidas *a priori* (investigações em sala de aula, aspectos conceituais e propostas de ensino), possibilitou fazer uma breve descrição dos trabalhos destacados em cada uma das categorias e assim entender o andamento das pesquisas no que diz respeito ao conteúdo de cinética química.

A leitura dos artigos presentes na categoria “Investigações em sala de aula” mostrou que os alunos possuem dificuldades a respeito do conteúdo de cinética química, que se configura como um assunto de difícil compreensão e que merece melhor abordagem por parte dos professores, levando em consideração sua complexidade. Outro ponto destacado, e que merece bastante atenção, é a dificuldade no raciocínio matemático que se torna uma barreira para a aprendizagem do conteúdo de cinética química, pois a linguagem matemática se faz presente em sua discussão.

Assim, muitas estratégias (experimentação, curso, oficina, sequência didática e paródia) foram utilizadas pelos pesquisadores a fim de atingir seus diversos objetivos, sendo um dos principais entender as concepções dos alunos, sejam eles do ensino básico ou superior, sobre o conteúdo de cinética química. Os instrumentos de coleta de dados mais utilizados foram questionários e entrevistas.

Na segunda categoria, “Aspectos conceituais”, foi encontrado um pequeno número de trabalhos. Nela estão presentes artigos que abordam o desenvolvimento científico do conteúdo de cinética química, assim como pesquisas que envolvem a análise de livros didáticos. No que se refere às pesquisas voltadas para a análise de livros didáticos, percebe-se um grande apelo, aos professores e aos autores, tendo em vista uma quantidade considerável de críticas referentes à escolha do livro didático e a sua escrita/construção. É importante que os livros tragam em sua composição os aspectos históricos que favoreceram a construção do conhecimento, a fim de que os alunos consigam compreender que a elaboração do conhecimento científico é algo contínuo e, assim, evitar que a ciência seja compreendida como um conjunto de enunciados universais. Os autores de livros didáticos devem ter cuidado com a linguagem matemática utilizada, buscando minimizar os impactos oriundos

da dificuldade no raciocínio matemático; e as imagens devem possuir relação com os textos.

Por fim, entre os trabalhos pertencentes à categoria “Propostas de ensino”, o que mais se destaca é a experimentação, o que corrobora o pensamento discutido nos trabalhos da primeira categoria. A experimentação é vista como uma metodologia que favorece os processos de ensino e aprendizagem com a qual se consegue trabalhar situações reais e que se aproximam do cotidiano dos alunos, favorecendo a aprendizagem de conteúdos que são considerados de difícil compreensão.

Outra proposta apresentada é a utilização de jogos no ensino das ciências, que se mostra como uma ferramenta criativa e dinâmica capaz de motivar os estudantes para o estudo dos conteúdos científicos. As intervenções pedagógicas também são destacadas e, quando embasadas pela perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), contribuem de maneira potencialmente significativa para a formação dos educandos e para a promoção da alfabetização científica e tecnológica.

As análises textuais realizadas por meio do IRAMUTEQ permitiram uma melhor visualização dos trabalhos analisados. Esses trabalhos possuem como principal contexto os cursos de química no ensino superior ou a disciplina de química no Ensino Médio, tendo em vista que o conteúdo de cinética química está presente na estrutura curricular e nos conteúdos programáticos da disciplina de química, mas o contexto que aparece com maior frequência é o do Ensino Médio.

Os trabalhos analisados, em geral, abordam os processos de ensino e aprendizagem; por isso, esses termos aparecem em destaque nas análises realizadas. Da mesma forma se apresentam os principais agentes na construção dos conhecimentos, que são os estudantes e os professores. Alguns dos trabalhos têm como principal objetivo a investigação das concepções de alunos sobre a cinética química, e por isso o termo “concepção” aparece com bastante frequência nas análises.

Por fim, corroborando a análise do conteúdo, a experimentação aparece com bastante frequência nos trabalhos analisados, mostrando-se como uma ferramenta que possibilita o favorecimento dos processos de ensino e aprendizagem dos conteúdos de cinética química. Daí a presença de vários termos referentes a esse tema no âmbito dos *corpora* analisados.

É possível detectar a presença de alguns pontos que podem ser investigados com mais afinco, como, por exemplo, a cinética no Ensino Superior, levando em consideração que muitos dos trabalhos abordam a cinética química no Ensino Médio. Outro ponto que pode ser discutido são as dificuldades de aprendizagem referentes aos conteúdos de cinética química, seja no nível básico ou no nível superior e sua influência no processo de construção do conhecimento. Foi possível perceber a presença de muitos trabalhos que tratam de investigações em sala de aula, então essas pesquisas podem ser utilizadas como ponto de partida para novos trabalhos que tratem sobre propostas de ensino, buscando contribuir para uma melhor abordagem do conteúdo de cinética química por parte de professores e alunos.

Referências

- ALFARO, M. e ALFARO, I. Uso de la función Solver de Excel para el cálculo de la velocidad de corrosión de acero al carbono en una solución de NaCl al 3, 5% saturada de oxígeno, O₂: Un tutorial práctico. *Educación Química*, v. 29, n. 2, p. 17-35, 2018.
- BARBOSA, S. M. e SOUZA, N. S. Investigação orientada por argumentos no ensino de química de nível médio: uma proposta em cinética. *Química Nova na Escola*, v. 43, n. 1, pág. 74-85, 2021.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paula: Edições 70, 2011.
- BATISTA, J. D. S. e GOMES, M. D. G. Contextualização, experimentação e aprendizagem significativa na melhoria do ensino de Cinética Química. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 11, n. 4, p. 79-94, jul., 2020.
- BAZ-RODRÍGUEZ, S. A., PÉREZ-AVIÑA, J. M., ZITLALPOPOCA-SORIANO, Á. G. e VILCHIZ-BRAVO, L. E. Uso didáctico de reactores agitados continuos para la determinación de cinéticas de reacción heterogénea. *Educación Química*, v. 31, n. 3, p. 60-72, 2020.
- CIRINO, M. M., SOUZA, A. R. D., SANTIN FILHO, O. e CARNEIRO, M. C. A intermediação da noção de probabilidade na construção de conceitos relacionados à cinética química. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 01, p. 189-219, 2009.
- CIRINO, M. M. e SOUZA, A. R. O tratamento probabilístico da teoria cinética de colisões em livros de Química brasileiros para o ensino médio. REEC. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, p. 125-144, 2010.
- COSTA, T. S., ORNELAS, D. L., GUIMARÃES, P. I. C. e MERÇON, F. A corrosão na abordagem da cinética química. *Química Nova na Escola*, v. 22, p. 31-34, 2005.
- COSTA, T. S., ORNELAS, D. L., GUIMARÃES, P. I. C. e MERCON, F. Experimentos com alumínio. *Química Nova na Escola*, v. 26, p. 38-40, 2006.
- CUENCA, D. Z., PALACIOS, L. F. e NÚÑEZ, M. F. Mecánica cuántica y velocidad de reacción: La barrera de potencial unidimensional como modelo simple para introducir el comportamiento cuántico en la Cinética Química. *Educación Química*, v. 11, p. 202-208, 2020.
- DE QUADROS, A. L. e GIORDAN, M. Rotas de transição modal e o ensino de representações envolvidas no modelo cinético molecular. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 24, n. 3, p. 74-100, 2019.
- DELAMUTA, B. H.; CAVALCANTE, K. L. e ASSAI, N. D. D. S. Uma proposta de sequência didática utilizando a abordagem dos três momentos pedagógicos para o ensino de cinética química. *Revista Diálogo e Interação*, v. 12, n. 1, p. 173-190, 2018.
- FATARELI, E. F., FERREIRA, L. D. 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.
- FERREIRA, L. D. O., KRAISIG, Â. e BRAIBANTE, M. E. F. Estudo de Caso no Ensino de Química sobre a conservação dos alimentos. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 4, n. 2 (esp), p. 176-190, 2018.
- FERREIRA, N. S. D. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. *Educação & Sociedade*, v. 23, n. 79, p. 257-272, 2002.
- FERRY, A. e PAULA, H. F. Mapeamento estrutural de analogias enunciadas em uma aula sobre cinética química. *Ciência & Educação*, v. 23, n. 1, p. 29-50, 2017.
- HERNÁNDEZ-MILLÁN, G., IRAZOQUE-PALAZUELOS, G. e LÓPEZ-VILLA, N. M. ¿Cómo diversificar los trabajos prácticos? Un experimento ilustrativo y un ejercicio práctico como ejemplos. *Educación Química*, v. 23, p. 101-111, 2012.
- IBANEZ, F. e GIANNA, V. Teoria cinética molecular e aprendizagem da Química. *Educação Química*, v. 23, n. 2 p. 208-211, 2012.
- JÚNIOR, G. A. S. e SILVA, M. G. L. Objeto de Aprendizagem para Abordar Conceitos de Cinética Química por meio de Resolução de Problemas. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 1, n. 1, p. 82-93, 2015.
- JUSTI, R. S. e RUAS, R. M. Aprendizagem de Química: reprodução de pedaços isolados de conhecimento. *Química Nova na Escola*, v. 5, p. 24-27, 1997.
- LAGE, M. C. Utilização do software NVivo em pesquisa qualitativa: uma experiência em EaD. *ETD-Educação Temática Digital*, v. 12, n. esp., p. 198-226, 2011.
- LEAL, R. C., MONTEIRO, E. A. D. S., NASCIMENTO, T. L. D. A. B. e NETO, J. M. M. Explorando a cinética química através da queima de uma vela. *Educación Química*, v. 25, n. 2, p. 93-96, 2014.
- LIMA, J. D. F., PINA, M. D. S., BARBOSA, R. M. N. e JÓFILI, Z. M. S. A contextualização no ensino de cinética química. *Química Nova na Escola*, v. 11, n. 11, p. 26-29, 2000.
- LUPINETTI, J. M. e PEREIRA, A. S. A composição de paródias no ensino de Química e suas contribuições no processo de aprendizagem. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 3, n. 2, p. 49-69, 2017.
- MAGNO, C. M. V. e GONÇALVES, T. V. O. O testemunho em pesquisa narrativa e a análise textual discursiva associada ao Iramuteq. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 19, n. 42, p. 18-34, 2023.
- MARTORANO, S. A. A. As concepções de ciência dos livros didáticos de química, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 3, p. 341-355, 2009.
- MARTORANO, S. A. D. A.; DO CARMO, M. P. e MARCONDES, M. E. R. A História da Ciência no Ensino de Química: o ensino e aprendizagem do tema cinética química. *História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces*, v. 9, p. 19-35, 2014.
- MIRANDA, C. L., PEREIRA, C. S., MATIELLO, J. R. e REZENDE, D. D. B. Modelos Didáticos e Cinética Química: Considerações sobre o que se observou nos livros didáticos de Química indicados pelo PNLEM. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 3, p. 197-203, 2015.
- NOVAES, F. J. M., AGUIAR, D. L. M., BARRETO, M. B. e AFONSO, J. C. Atividades experimentais simples para o entendimento de conceitos de cinética enzimática: solanum tuberosum—uma alternativa versátil. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 1, p. 27-33, 2013.
- NOVAIS, R. M., GALVÃO, C. e FERNANDEZ, C. Um estudo sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo de “cinética enzimática”

- de um professor do Ensino Superior por meio das suas narrativas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 15, n. 1, 2016.
- OLIVEIRA, S. D., GUIMARÃES, O. M. e LORENZETTI, L. Uma proposta didática com abordagem CTS para o estudo dos gases e cinética química utilizando a temática da qualidade do ar interior. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 8, n. 4, 2015.
- PAREDES-NAVIA, J. G. e MOLINA-CABALLERO, M. F. Enseñanza de la cinética química por medio de simulaciones y aprendizaje activo. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, n. 45, p. 71-88, 2019.
- PÉREZ, L. F. M. Enseñanza constructivista sobre conceptos de cinética en la formación inicial de profesores de química. *Educación Química*, v. 20, n. 3, p. 383-392, 2009.
- RAUTINAUD, P. Iramuteq: Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires [Computer software], 2009. Recuperado de: <http://www.iramuteq.org>, acesso em set. 2021.
- ROMANOWSKI, J. P. As licenciaturas no Brasil: um balanço das teses e dissertações dos anos 90. Tese de Doutorado em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- SABADINI, E. e BIANCHI, J. C. A. Ensino do conceito de equilíbrio químico: uma breve reflexão. *Química Nova na Escola*, v. 25, p. 10-13, 2007.
- SALVIATTI, E. Manual do aplicativo Iramuteq (versão 0.7 Alpha 2 e R Versão 3.2.3), 2017. Disponível em: <http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/manual-do-aplicativo-iramuteq-par-maria-elisabeth-salviati>, acesso em ago. 2023.
- SILVA, A. D. L. D., VIEIRA, E. D. R. e FERREIRA, W. P. Percepção de alunos do ensino médio sobre a temática conservação dos alimentos no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo cinética química. *Educación Química*, v. 24, n. 1, p. 44-48, 2013.
- SILVA, A. F. G.; MOREIRA, M. A. Ensino de Física Utilizando Folhetos de Cordel: uma análise a partir do Iramuteq. *Revista do Professor de Física*, v. 6, n. 2, p. 25-45, 2022.
- SILVA CANTANHEDE, S. C. D.; RIZZATTI, I. M.; CANTANHEDE, L. B. Panorama do ensino de química sob a perspectiva CTSA no cenário brasileiro: uma análise qualitativa a partir do software IRAMUTEQ. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, p. 272-302, 2022.
- SILVA, R. M., SILVA, R. C., ALMEIDA, M. G. O. e AQUINO, K. A. S. Conexões entre cinética química e eletroquímica: a experimentação na perspectiva de uma aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, v. 3, p. 237-243, 2016.
- SILVA, R. M. S. D., NASCIMENTO, M. G., CUNHA, R. L. O. R. e BUENO FILHO, M. A. Construcción de relaciones entre conceptos relativos al campo estructural y al campo da Cinética Química por estudiantes de pregrado en la acepción de la teoría de los campos conceptuales. *Educación Química*, v. 29, n. 3, p. 48-60, 2018.
- TEÓFILO, R. F., BRAATHEN, P. C. E RUBINGER, M. M. M. Reação Relógio iodeto/iodo com material alternativo de baixo custo e fácil aquisição. *Química Nova na Escola*, v. 16, p. 41-44, 2002.
- 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.
- WISNIAK, J. John James Waterston. A pioneer of the kinetic theory of gases. *Educación Química*, v. 18, n. 2, p. 146-159, 2007.

Uma proposta de instrumento para avaliação de perfis epistemológicos de densidade com teste em três camadas

A proposal for an instrument for evaluation of density epistemological profiles with three-tiers test

Viviane F. de Melo e Amanda Amantes

Resumo: Neste trabalho, descrevemos como aliamos um instrumento de coleta de dados em três camadas à noção do perfil epistemológico. Testes em três camadas são instrumentos compostos por três níveis de aferição do conhecimento, chamados de camadas. A primeira camada apresenta um item por meio do qual o aluno deve explicitar se apresenta o conhecimento em questão. Na segunda, o estudante é indagado acerca da explicação sobre o conhecimento do item anterior; na terceira o respondente é convidado a explicitar o grau de confiança que sente em relação às suas respostas às duas camadas anteriores. O uso de testes em camadas possibilita obter a praticidade de testes de múltipla escolha aliada à possibilidade de realizar inferências sobre o raciocínio do estudante. Para avaliar perfis epistemológicos por meio do teste em três camadas desenvolvemos três tipos de questões: i) questões de iniciação, ii) questões legítimas e iii) questões híbridas. Por meio dessas questões é possível evidenciar como a escolarização atua no processo de construção desses perfis. Essas informações são úteis para planejamentos de currículo, ensino e avaliação. Ademais, itens como os aqui apresentados podem ser utilizados como instrumentos de avaliação diagnóstica para informar ao professor em qual zona o estudante se encontra dentro da teoria. De posse dessas informações, professores podem orientar seus planejamentos de ensino de modo a auxiliar os estudantes na construção de zonas de seus perfis epistemológicos.

Palavras-chave: perfil epistemológico, teste em três camadas, instrumento de medida.

Abstract: In this report, we describe how we combine a three-tier data collection instrument with the epistemological profile theory. Three-tiers tests are instruments composed of three levels of knowledge measurement, called tiers. In the first tier, the student must indicate in a dichotomous way if he possesses the knowledge in question. In the second, the student is asked to explain the answer to the previous item. In the third tier, the respondent is invited to describe the degree of confidence in his responses to the two previous layers. The use of tiered tests makes it possible to obtain the advantages of multiple-choice tests combined with the possibility of making inferences about the students' reasoning. To map epistemological profiles through the three-tier test, we develop three types of questions: i) profile initiation questions, ii) legitimate questions, and iii) hybrid questions. Through these questions, it is possible to show how schooling acts in the process of building such profiles. This information is useful for curriculum planning, teaching, and assessment. Besides, items such as those presented here can be used as diagnostic assessment tools to inform the teacher in which zone the student is within the theory. With this information, teachers can guide their teaching plans to assist students in constructing zones of their epistemological profiles.

Keywords: epistemological profile, three-tier teste, measurement instrument.

Viviane Florentino de Melo (vivianefm@ufba.br), doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana – UFBA/UEFS, professora Adjunta da Faculdade de Educação da UFBA, docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (PPGEFHC) da UFBA/UEFS. Salvador, BA – BR. **Amanda Amantes** (amanda.amantes@ufba.br), doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. professora Associada do Instituto de Física da UFBA, docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (PPGEFHC) da UFBA/UEFS. Salvador, BA – BR.

Recebido em 18/04/2023, **aceito em** 22/11/2023

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.



Um dos desafios da pesquisa na área de ensino diz respeito à construção de ferramentas metodológicas que traduzam os aportes teóricos que usualmente são empregados para interpretação dos resultados. Muitos debates têm sido realizados na área sobre a coerência interna das pesquisas (Amantes e Oliveira, 2012; Amantes *et al.*, 2015); nesse sentido, a questão da importância de instrumentos bem delineados para acessar e avaliar os objetos de estudo se mostra um ponto fundamental. As teorias para interpretar resultados de pesquisa devem ser traduzidas em ferramentas que possam ser utilizadas para coletar e analisar os dados, conferindo maior coerência interna às investigações (Greca, 2002).

A noção do perfil epistemológico proposta por Bachelard (1979) tem sido reportada na área educacional como um recurso em potencial para analisar e interpretar fenômenos nesse contexto. A partir dela pode-se conceituar as maneiras por meio das quais os indivíduos compreendem e lidam com a realidade. Segundo o autor, o perfil epistemológico é composto por “níveis” distintos, também denominados de “doutrinas filosóficas” ou “zonas” (adotamos neste trabalho o termo *zona*), de modo que cada uma das diferentes zonas representa uma forma peculiar de compreender e operar com o mundo. Esse parece um caminho promissor para interpretar a aprendizagem de conceitos científicos. Contudo, os trabalhos que usam esse aporte teórico utilizam metodologias descritivas ou categorização geral de dados provenientes dos participantes (discurso, respostas a testes, narrativas, etc.), não havendo uma sistematização, por parte dos autores desses trabalhos, das ferramentas de coleta e análise que se fundamentam nos princípios pontuados pelo referencial teórico.

Nesse contexto, surge a questão prática de como avaliar os perfis epistemológicos dos estudantes através de uma ferramenta apropriada. Trabalhos que se baseiam no referencial bachelardiano geralmente utilizam métodos de coleta de dados como questionários abertos e entrevistas (Martins e Pacca, 2005; Buscatti Junior, 2014; Roger, 2015; Trevisan e Andrade Neto, 2016). Entretanto, considerando como objeto de estudo o mapeamento do perfil epistemológico sobre um conteúdo específico, o estudo coerente demanda muitos dados, uma vez que se trata de abarcar muitas possíveis variações de respostas e níveis. Nesse caso, os instrumentos e métodos usualmente empregados na coleta e análise de dados tornam-se pouco viáveis, além de inadequados.

Questionários compostos por itens de múltipla escolha são mais indicados quando se trabalha com amostras muito grandes, pois possibilitam fazer um mapeamento amplo, utilizando muitos dados, além de fornecer parâmetros mais objetivos para o estabelecimento de perfis gerais. Resultados desse tipo de mapeamento podem guiar e informar pesquisas mais específicas, com pequenas amostras, de forma que a triangulação forneça elementos a mais para interpretar os perfis à luz da teoria. Todavia, as informações obtidas através de itens de múltipla escolha são limitadas, visto que por meio deles não é possível

realizar inferências sobre o raciocínio que o estudante utilizou. Diante desse impasse, um instrumento que tem se mostrado útil no sentido de aliar a praticidade da tabulação de itens de múltipla escolha ao acesso a informações acerca do raciocínio dos estudantes são os chamados testes de múltipla escolha em camadas (Treagust, 1988, 2012; Eryilmaz, 2010).

Esses testes apresentam a seguinte estrutura: cada questão referente ao conteúdo é seguida de outra, na qual são apresentadas justificativas para a escolha anteriormente feita; pode haver ainda uma terceira questão, referente ao grau de confiança que o estudante tem acerca das respostas fornecidas, com opções que vão desde “Muito Seguro” até “Muito Inseguro”. Assim, cada questão do teste se desdobra, compondo o chamado teste em camadas.

Neste trabalho, apresentamos a elaboração de itens em três camadas, juntamente com seus respectivos instrumentos de análise, para acessar e avaliar perfis epistemológicos sobre o conteúdo de densidade de estudantes do Ensino Médio. Para situar o leitor, do ponto de vista teórico e da justificativa de nossa proposta, a seguir apresentamos: uma breve descrição sobre a perspectiva do perfil epistemológico; seguida de uma explicitação sobre os procedimentos de coleta de dados que vêm sendo empregados na área para a sua utilização; e um panorama sobre a origem e o uso do instrumento do teste em três camadas, seguido de um detalhamento sobre sua estrutura.

2. Perfil Epistemológico

2.1. Fundamentos teóricos

Neste trabalho, utilizamos a noção de perfil epistemológico proposta por Bachelard (1979) para analisar a pluralidade existente de modos de entendimento da realidade. Consideramos essa abordagem valiosa, visto que ela segmenta, a partir de uma perspectiva histórico-filosófica, os diferentes modos pelos quais os conceitos podem ser compreendidos e utilizados. De acordo com essa perspectiva, os conhecimentos de cada zona são qualitativamente distintos e há uma hierarquia no pluralismo epistemológico, no que se refere ao grau de complexidade, mas todas as zonas são válidas e servem para operar com situações específicas. O perfil epistemológico de um indivíduo é composto pelas diferentes zonas que ele é capaz de acionar, aliado à frequência de uso de cada uma delas, para tratar casos singulares a depender da situação em questão.

Bachelard (1979) explica que as zonas variam entre a mais rotineira que é utilizada na cultura diária, chamada de realismo ingênuo; empirismo, que relaciona métodos de medidas com instrumentos; e racionalismos (racionalismo clássico ou tradicional, completo e discursivo), os quais se estabelecem através de conceitos abstratos e modelos que possibilitam a compreensão da realidade por meio de uma ordem de causalidade teórica. O autor explica que cada uma das zonas é distinta

das demais, de modo que uma nova zona não pode ser atingida por incorporação de conhecimento em uma zona anterior, e sim por meio de rupturas com esta.

De acordo com essa perspectiva, espera-se que os estudantes ingressem em seus cursos de ciências – Química e Física, especificamente (9º ano do Ensino Fundamental ou primeiro ano do Ensino Médio) – com seus perfis epistemológicos constituídos majoritariamente pelo realismo ingênuo no que se refere a esses conteúdos científicos. Embora a literatura aponte que os estudantes apresentam algumas ideias com proximidade aos conhecimentos de referência (Iachel *et al.*, 2008; Kraissig e Braibante, 2019, Diniz *et al.*, 2020), consideramos que sua consolidação ocorra por meio do ensino sistematizado no processo de escolarização. Nessa perspectiva, o objetivo do ensino de ciências seria possibilitar que os estudantes construam as demais zonas de seus perfis epistemológicos acerca dos conceitos científicos (De Melo, 2020).

Ao propor a noção de perfil epistemológico, Bachelard (1979) explica que nem todos os conceitos científicos apresentam uma perspectiva filosófica completa, abrangendo todas as zonas, do realismo ingênuo ao racionalismo discursivo. De acordo com esse referencial, o realismo ingênuo se baseia fortemente na subjetividade, sendo o sujeito basicamente o “instrumento” de medida. Há um imediatismo na construção de afirmações, apreciação visual, o que acarreta o uso inconsistente de “teorias” fragmentadas – não sistemáticas e locais –, não passíveis de generalização.

Já o estabelecimento do empirismo pressupõe a superação das associações errôneas e imediatas da zona anterior no sentido de uma objetivação do conceito. Nesse paradigma, a objetivação é dada por meio de experiências, evidenciando uma mudança de postura em relação aos fatos e fenômenos, que se submetem a uma busca por regularidades que sejam passíveis de originarem leis e princípios.

O primeiro dos racionalismos é o racionalismo tradicional, que é a zona por meio da qual se estabelecem relações entre noções antes utilizadas de forma absoluta e simples no empirismo. Assim, os conceitos são definidos a partir dos fenômenos nos quais eles se envolvem. Bachelard (1979) cita o exemplo do conceito de massa, que nessa doutrina filosófica é definida pelo quociente da força pela aceleração. O autor explica que, de uma perspectiva realista, as noções de massa, aceleração e força são diversas; no entanto, entre elas se estabelece uma relação racional, que é analisada pelas leis racionais da aritmética. Em uma análise histórica, Bachelard afirma que essa zona se constituiu no final do século XVII, por meio do surgimento da mecânica racional de Newton.

O autor explica que essa relação entre noções fundamentais funcionou bem até o surgimento da relatividade, quando essas noções se tornaram complexas, originando então a doutrina filosófica do racionalismo completo. Diante da complexificação das noções, tornou-se necessário lidar com suas estruturas internas, que anteriormente só se relacionavam com outras noções

simples. Citando o exemplo do conceito de massa, Bachelard esclarece que não faz sentido mensurar a massa de um corpo em repouso absoluto, visto que a noção de massa agora é dada em função da velocidade.

Quanto à última zona do perfil epistemológico, o racionalismo discursivo ou dialético, Bachelard explica que, nessa zona, o objeto é construído discursivamente e dialeticamente, não sendo mais determinado de uma vez por todas, como nas zonas anteriores. O autor se vale da Mecânica de Dirac, na qual a propagação determina o que é propagado, para exemplificar como “[...] na organização matemática do saber, é necessário preparar o domínio de definição antes de definir, exatamente da mesma maneira que, na prática do laboratório, é preciso preparar o fenômeno para o produzir” (Bachelard, 1979, p. 20).

Após discorrer brevemente acerca das cinco doutrinas filosóficas que compõem a noção de perfil epistemológico, Bachelard (1979) apresenta o seu perfil epistemológico para o conceito de massa, através de um desenho no qual representa, por meio de colunas, a importância de cada uma das zonas em seu próprio perfil de massa.



Figura 1: Perfil Epistemológico da noção de massa de Bachelard. Fonte: Bachelard (1979, p. 25)

O autor explica que o perfil é determinado de acordo com um conceito em particular de um indivíduo, numa dupla particularização. Quanto ao seu próprio perfil, Bachelard explica que a altura das colunas representa (em termos de frequência) como ele próprio lida com a noção de massa em situações cotidianas. Assim, o autor admite que, para ele, é penoso utilizar tal noção em termos da mecânica relativista (racionalismo completo) ou no sentido da mecânica de Dirac (racionalismo dialético).

Bachelard reconhece a importância da zona racionalista de massa em seu perfil e a justifica por sua formação em uma matemática clássica, que foi desenvolvida por meio de uma longa prática de ensino de Física elementar. Ademais, devido ao que Bachelard chama de conduta da balança, por vezes em seu perfil é concedida uma grande importância à zona empírica desse conceito. Finalmente, o autor admite que, apesar de sua formação e estudo, há situações nas quais ele lida com o conceito de massa na perspectiva do realismo ingênuo.

2.2. Pesquisas sobre perfil epistemológico: métodos empregados na coleta de dados

Um método comumente utilizado para coleta de dados em pesquisas que utilizam o referencial teórico de Bachelard são as entrevistas semiestruturadas. Martins e Pacca (2005) empregaram esse recurso com dezessete alunos do Ensino Fundamental e Médio com o objetivo de compreender suas construções acerca do conceito de tempo. Os autores afirmam que, por meio da noção de perfil epistemológico, foi possível compreender a existência de concepções distintas em um mesmo sujeito. Ademais, os autores salientam que a noção possibilitou o estabelecimento de uma base teórica para a conceitualização do conceito em termos de um progresso epistemológico que tem paralelos com visões históricas.

Outra forma de mapear perfis, talvez um pouco mais prolongada que as entrevistas semiestruturadas, foi utilizada por Buscatti Junior (2014) para traçar o perfil epistemológico do conceito de espaço de licenciandos em Física. O autor utilizou um questionário com questões abertas e fechadas, uma simulação de aula e entrevistas com os licenciandos.

Muito provavelmente devido ao investimento de tempo na coleta de dados, sua amostra consistiu em cinco sujeitos que foram acompanhados ao longo de um semestre. Quanto ao referencial teórico, o autor concluiu que as categorias de análise se mostraram eficientes, sendo que as categorias referentes ao realismo ingênuo e empirismo evidenciaram marcas da influência do senso comum na concepção dos futuros docentes. Segundo o autor, as categorias do racionalismo foram construídas nas disciplinas de Física “dura” que os estudantes cursaram ao longo da graduação. O autor ainda apontou o fato de que, anos antes dos movimentos de mudança conceitual e concepções alternativas dos estudantes surgirem em pesquisas no ensino de ciências, Bachelard já preconizava essas noções por meio da noção de perfil epistemológico.

Os estudos que se baseiam na noção de perfil epistemológico recomendam essa lente teórica como um instrumento potencial para compreender como as pessoas lidam com conceitos (Martins e Pacca, 2005; Buscatti Junior, 2014). Além disso, há trabalhos que expandiram o escopo de aplicação dessa perspectiva, como o de Roger (2015), no qual o autor desenvolveu uma ferramenta metodológica baseada no perfil epistemológico para acompanhar a aprendizagem profissional numa perspectiva que vai além do aprendizado técnico de uma profissão, incluindo também o pensamento profissional, criativo e imaginativo. Contudo, podemos notar que, em geral, elas são realizadas com um número pequeno de indivíduos.

Outro exemplo nesse sentido é o estudo de Trevisan e Andrade Neto (2016), no qual os autores mapearam os perfis epistemológicos de 12 estudantes cursando o sétimo período do curso de Licenciatura em Física, visando compreender suas visões acerca da dualidade onda-partícula em Mecânica Quântica.

O estudo de Silva Júnior *et al.* (2007), por sua vez, realizou o mapeamento de perfis de um número relativamente grande de indivíduos em comparação com os estudos supracitados. Para tanto, os autores empregaram testes de Evocação Hierarquizada (TEH) como método de coleta de dados, e assim mapearam o perfil epistemológico do conceito de tempo enquanto representação social de 51 licenciandos de alguns cursos da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Apesar de não refletirem especificamente sobre o uso do referencial bachelardiano, os autores concluíram que o grupo pesquisado ainda se encontrava na zona do realismo ingênuo, com alguns membros chegando no máximo até o empirismo.

Concordamos com os estudos supracitados, que utilizaram a noção de perfil epistemológico enquanto lente teórica para investigar modos de compreender e operar com a realidade, no sentido de essa ser uma ferramenta potencial. Entretanto, assim como Silva Júnior *et al.* (2007), procuramos um método de coleta de dados que viabilize a ampliação da amostra. Isso porque questões sobre concepções gerais de grupos escolares distintos só podem ser estudadas em termos de evidências generalizadas se forem conduzidas com amostras grandes. Estudos dessa natureza são de grande relevância para produzir conhecimento em relação à estrutura das concepções alcançadas em cada etapa de escolaridade, contribuindo para discussões sobre currículo, por exemplo. No caso de nossa pesquisa, a necessidade de uma amostra grande de sujeitos reside no nosso intuito de utilizar análises quantitativas para tratamento dos dados a fim de obter parâmetros mais objetivos para traçarmos perfis generalizados.

Nesse sentido, consideramos que os testes em três camadas se apresentam como instrumentos adequados. Ademais, há uma importante similaridade entre estudos que se valem do instrumento do teste em camadas e aqueles que utilizam o perfil epistemológico como lente teórica: ambos consideram que os estudantes chegam às salas de aula com suas próprias explicações sobre fenômenos naturais e que essas informações são valiosas para fins de planejamento didático.

3. Teste em três camadas

3.1. Origem e usos na área

O desenvolvimento de testes de múltipla escolha em camadas teve início no movimento de estudo das concepções alternativas dos estudantes, na década de 1980. Na ocasião buscava-se uma maneira mais rápida de ter acesso a essas concepções, visto que as entrevistas, questões abertas e mapas conceituais até então utilizados demandavam muito tempo (Cetin-Dindar e Geban, 2011). A intenção era de que, por meio dos testes, fosse possível diagnosticar e avaliar os equívocos dos estudantes acerca da ciência de maneira mais prática, sanando as limitações dos testes usuais de múltipla escolha. Esses instrumentos

apresentam um *design* comparável ao formato do “Teste de Raciocínio Lógico” (Tobin e Capie, 1981).

Desde então, vários desses testes têm sido desenvolvidos para abordar concepções acerca de conceitos científicos ao longo das últimas duas décadas. Eles têm sido utilizados para diagnosticar concepções de estudantes em níveis diversos de escolaridade. No caso do estudo de Tan *et al.* (2002), foi desenvolvido e aplicado um teste de duas camadas com o objetivo de diagnosticar a compreensão de 915 estudantes do Ensino Médio acerca das análises qualitativas de Química Inorgânica. O trabalho de Kutluay (2005) investigou as concepções de 141 estudantes, desse mesmo nível de ensino, quanto ao conteúdo de óptica geométrica; entretanto, a versão utilizada foi o teste em três camadas.

Outro trabalho que também se debruçou sobre compreensões de ciências de alunos do Ensino Médio foi o de Cetin-Dindar e Geban (2011). Em seu trabalho, eles construíram e validaram um teste em três camadas para detectar as concepções alternativas dos estudantes e identificar a compreensão conceitual sobre ácidos e bases. Os autores enfatizam que, como concepções espontâneas são muito resistentes a mudanças e podem ser problemáticas para outras compreensões significativas sobre os conceitos relacionados, é crucial identificá-las. Eles defendem que testes de três níveis são mais eficazes na avaliação da compreensão dos alunos do que testes de múltipla escolha convencionais, uma vez que os testes de três níveis também diferenciam concepções da falta de conhecimento através da análise dos níveis. Em seu estudo, o teste em camadas foi aplicado para 156 estudantes.

Os testes em três camadas também foram utilizados e defendidos por Arslan *et al.* (2012) em sua pesquisa acerca dos equívocos de licenciandos referentes a problemas ambientais relacionados à atmosfera, aquecimento global, camada de ozônio e chuva ácida. O teste foi aplicado para 256 sujeitos. Os autores discutem as vantagens do uso da terceira camada, afirmando que a correlação entre a pontuação de dois níveis e pontuação de certeza estabelece evidência para validade de construto do instrumento. Além disso, Arslan *et al.* (2012) salientam que, por meio das informações acerca do grau de certeza das respostas, é possível estimar porcentagens de falsos negativos (resposta errada com razão correta) e falsos positivos (resposta correta com razão errada) sem realizar entrevistas de acompanhamento, a fim de fornecer provas para validade de conteúdo. Os autores concluíram que o teste se mostrou uma ferramenta útil para a coleta de dados para a avaliação de equívocos dos licenciandos acerca do tema em questão.

Testes em três camadas também foram os instrumentos de coleta utilizados por Eryilmaz (2010) em seu estudo, no qual foi desenvolvido e validado um teste dessa natureza para avaliar os conceitos sobre calor e temperatura de alunos de bacharelado, mestrado e doutorado. A amostra do estudo consistiu em 1.619 estudantes de bacharelado, 219 de mestrado e 60 de doutorado ou doutores.

3.2. Estrutura do teste em três camadas

Os testes em camadas se baseiam no trabalho de Tamir (1989), que foi pioneiro ao utilizar justificativas nas respostas de itens de teste de múltipla escolha como uma maneira eficiente de dimensionar o aprendizado dos estudantes. Esse autor propôs a inclusão de alternativas que representassem as concepções alternativas dos estudantes nos testes de múltipla escolha, demandando que os alunos justificassem a escolha da opção apresentando um motivo (Tamir, 1971). A partir de então, desenvolveram-se testes de múltipla escolha com itens em camadas com o objetivo de ampliar o escopo de informações proporcionadas por esses instrumentos.

Treagust (1988, 2012) explica que a primeira parte de cada item em um teste dessa natureza é uma questão de conteúdo de múltipla escolha com geralmente duas, três ou quatro opções. A segunda parte de cada questão contém um conjunto de razões possíveis para a resposta dada à primeira parte, de modo que, para cada concepção espontânea ou não científica, integrante das alternativas da primeira camada, deve-se ter, pelo menos, uma explicação correspondente na segunda camada. O objetivo da segunda parte é explicitar as razões que levaram o estudante a marcar determinada alternativa. Esse tipo de teste, apesar de considerar os distratores correspondentes a concepções espontâneas conhecidos na literatura, difere dos inventários conceituais por possuírem as outras camadas explicativas e por permitir que, além do aspecto conceitual, também possam ser inseridos itens que demandam raciocínio lógico para resolução de problemas e aplicação da ferramenta matemática.

As questões em camadas são construídas em três etapas principais. Na primeira, é realizada a definição do conteúdo com a delimitação dos limites do conceito; a identificação de declarações de conhecimento de conteúdo proposicional; o desenvolvimento de um mapa conceitual; além da validação do conteúdo por educadores em ciências, professores de ciências e especialistas em ciências com conhecimento profundo do assunto (Treagust, 1988). Desse modo, delimitam-se os tópicos referentes ao conceito que serão abordados nas questões, assim como as relações que se estabelecem entre eles.

A segunda etapa refere-se à construção da segunda parte do teste, que apresenta as justificativas para a opção marcada. O autor explica que ela é feita por meio dos seguintes passos: 1) uma revisão de literatura, na qual se busca equívocos já diagnosticados recorrentes sobre o assunto, não necessariamente concepções espontâneas; 2) entrevistas com os estudantes acerca de suas ideias sobre o tópico em questão; e 3) respostas dos estudantes a questões abertas, nas quais eles têm liberdade de expor seu raciocínio.

Treagust (1988) afirma que esses passos garantem que a lógica de raciocínio apresentada na segunda camada do teste reflita maneiras de pensar dos estudantes e não dos professores ou construtores dos testes. Nesse sentido, o autor cita o trabalho de Tamir (1971) sobre uma abordagem alternativa

à construção de itens de teste de múltipla escolha, que foi inovador, sendo o pioneiro em considerar distratores para os itens de múltipla escolha baseados nas respostas dos alunos a questões abertas.

A terceira etapa consiste na submissão dos testes a aprimoramentos contínuos à medida que vão sendo aplicados para diferentes classes. Ademais, Treagust (1988) salienta que o desenvolvimento desses testes mostrou que cada item pode ser refinado com sucesso para melhorar sua natureza diagnóstica e identificar equívocos. Desde o seu surgimento, uma vasta gama de testes de múltipla escolha em duas camadas tem sido desenvolvida visando determinar a compreensão dos estudantes acerca de conceitos científicos (Tan e Treagust 1999; Griffard e Wandersee, 2001; Tan *et al.*, 2002; Lin, 2004). Geralmente a resposta da primeira camada é relativamente fácil e a segunda investiga profundamente o entendimento por trás da primeira resposta (Treagust, 2012).

Os itens de duas camadas foram desenvolvidos visando compensar a limitação de itens de múltipla escolha simples que não permitem realizar inferências sobre o motivo da seleção das alternativas (Eryilmaz, 2010). Entretanto, apesar do avanço para a compreensão do raciocínio, esse modelo de teste não acessa o grau de certeza do estudante em fornecer determinadas respostas. Eryilmaz (2010) afirma que através do grau de assertividade informado pelo estudante pode-se mensurar, por exemplo, o grau de articulação de seu conhecimento e discernir equívocos de falta de conhecimento. Visando sanar essa lacuna, pesquisadores (Eryilmaz, 2010; Cetin-Dindar e Geban, 2011; Arslan *et al.*, 2012) introduziram uma terceira camada no teste, especificamente para que o aluno possa apontar o grau de segurança que ele teve ao responder as duas camadas anteriores. Assim, os itens de três camadas compensam a limitação de itens de duas camadas que não podem acessar a assertividade das respostas (Eryilmaz, 2010).

A terceira camada baseia-se no índice de certeza de resposta proposto por Hasan *et al.* (1999). Esses autores afirmam que, por meio desse índice, é possível distinguir entre o que seria a falta de conhecimento e o que seriam equívocos, de fato. Embora ambos sejam responsáveis por respostas erradas, os autores salientam que é importante diferenciá-los, visto que a instrução para eliminar equívocos e para remediar a falta de conhecimento pode diferir consideravelmente.

Os autores se baseiam em Hammer (1996) para conceituar equívocos como correspondendo a estruturas cognitivas que se diferem da compreensão aceita em um campo e que interferem na aquisição de novo conhecimento. Hasan *et al.* (1999) enfatizam ainda que, enquanto a falta de conhecimento pode ser remediada com instrução e aprendizado subsequente, equívocos são responsáveis por dificultar, inadvertidamente, a aceitação e integração de novas habilidades ou conhecimentos.

Nesse sentido, integrar ao teste em camadas o índice de certeza de resposta fornece informações valiosas aos professores

e pesquisadores. Hasan *et al.* (1999) explicam que o índice é geralmente associado a uma escala de ordem crescente de assertividade, e que por meio dele pede-se que o respondente forneça sua própria avaliação da certeza que ele tem em sua seleção das leis e métodos utilizados para obter a resposta.

Nos testes em camadas, a terceira camada geralmente consiste em cinco alternativas por meio das quais o estudante deve expressar quão seguro ele se sente com relação às respostas das camadas anteriores. Elas vão de muito seguro, seguro, neutro, inseguro até muito inseguro. Segundo Eryilmaz (2010), quando os respondentes do teste não têm certeza sobre suas respostas, todas as combinações das respostas corretas e erradas do primeiro e do segundo nível devem ser categorizadas como falta de conhecimento, mesmo se ambas estiverem corretas. Entretanto, em nosso trabalho, entendemos a aprendizagem como algo oscilatório e dinâmico (Parziale, 2002). Nesse sentido, o entendimento correto precisa se consolidar e se articular para que o estudante se sinta seguro em relação a ele. Por isso, discordamos do autor e consideramos que a falta de certeza para respostas corretas (tanto na primeira quanto na segunda camada do teste) caracteriza um conhecimento ainda em construção, não articulado com suas situações de aplicação, fazendo com que o aluno não esteja certo acerca de sua validade.

Já em situações nas quais os estudantes têm certeza sobre suas respostas na primeira e segunda camada, Eryilmaz (2010) considera que o acerto na primeira e segunda camada evidencia um conhecimento correto do conceito; nós interpretamos que, nesse caso, o conhecimento esteja mais articulado e consolidado, a ponto do estudante o reconhecer como válido. O acerto na primeira camada e erro na segunda, de acordo com o autor, geralmente significa um falso positivo (resposta correta com razão errada) e raramente um equívoco; nós interpretamos como conhecimento em construção. Como consideramos que o estudante está em processo de construção de seu conhecimento, avaliamos que o erro nas duas camadas geralmente representa um equívoco sobre o conceito, e nesse ponto concordamos com o autor. Por fim, o erro na primeira e acerto na segunda camada se configura como um falso negativo (Eryilmaz, 2010) (resposta errada com razão correta), o que, segundo a literatura, demonstra falta de clareza acerca do conhecimento. Em nossa pesquisa interpretaremos essa combinação também como conhecimento em construção¹.

A partir dessa interpretação de respostas, uma diversa gama de possibilidades para tratamento de dados se apresenta, desde interpretação de coerência de raciocínio até aplicação de análises estatísticas mais robustas. Além disso, consideramos que os testes em camadas podem se constituir em instrumento que nos permita mapear perfis epistemológicos dos estudantes, aliando a praticidade de testes de múltipla escolha à possibilidade de realizar inferências sobre o raciocínio do estudante, o que o torna uma ferramenta potencialmente valiosa.

4. Perfil Epistemológico em teste de três camadas

Apoiando-nos na noção de perfil epistemológico para compreender as diversas formas pelas quais um determinado conceito pode ser compreendido, construímos um instrumento com o formato de teste em três camadas (TTC) para mapear como os estudantes constroem seus perfis epistemológicos do conceito científico de densidade ao longo do processo da escolarização básica. Para tanto, segmentamos o conteúdo abordado no Ensino Fundamental e Médio nas zonas propostas por Bachelard. Definimos conteúdos referentes a cada uma das zonas e construímos um questionário composto por questões discursivas referentes a cada uma delas. Inicialmente estabelecemos hierarquias dentro de cada uma das zonas, que posteriormente foram corroboradas por meio da aplicação de questionário aberto (apresentado e discutido em De Melo, 2020).

Após a aplicação do questionário a uma amostra de 38 estudantes, avaliamos a validade da hierarquia estabelecida para as zonas do perfil através da análise da média do escore de cada um dos itens². Nessa análise, tomamos as respostas dos estudantes como dados e verificamos que, empiricamente, é possível atribuir características específicas a essas respostas que se configuram como zonas do realismo ingênuo, empirismo e racionalismo tradicional. Nesse percurso, a possibilidade de utilizar questões abertas mostrou-se muito promissora, visto que, assim, pudemos ter indícios do raciocínio utilizado pelos estudantes. A partir da validação da hierarquia das zonas do perfil epistemológico, elaboramos itens correspondentes a cada uma dessas zonas. Esses itens foram construídos no formato dicotômico, com 5 assertivas, dentre as quais uma cientificamente correta e outras com distratores apontados pela literatura, provenientes da experiência docente de uma das pesquisadoras, ou estabelecidos a partir do padrão de respostas fornecidas ao questionário aberto. As respostas, além de nos fornecerem indicativos de distratores, foram fundamentais para a construção da segunda camada do teste.

Como aponta Tamir (1971), as questões abertas podem ser muito úteis para auxiliar na construção de testes de múltipla escolha que se preocupam em acessar a lógica de raciocínio dos estudantes. Consideramos que o cuidado metodológico da triangulação de diferentes dados para mapear as concepções e transformá-las em itens correspondentes a zonas do perfil epistemológico permite que o teste de múltipla escolha se aproxime da lógica de raciocínio dos estudantes e forneça evidências mais bem fundamentadas para interpretar não só o perfil, mas também a aprendizagem, a partir da construção de zonas científicas nesse perfil.

Em nossas questões, elaboramos para a segunda camada uma explicação referente a cada alternativa existente na primeira. Desse modo, tivemos alternativas de “a” a “e” tanto na primeira quanto na segunda camada, assim como uma ordem de assertividade para a terceira camada também com cinco

alternativas que iam desde muito seguro (alternativa “a”) até muito inseguro (alternativa “e”).

Na literatura acerca de testes de múltipla escolha em camadas não há obrigatoriedade de que a segunda camada apresente a mesma quantidade de alternativas que a primeira, tampouco que todas as questões tenham número igual de alternativas. Entretanto, para fins de análise e comparações estatísticas optamos por homogeneizar, com cinco alternativas, todas as nossas questões, nas três camadas.

Na segmentação do conteúdo de densidade referente ao Ensino Básico, detalhada em De Melo (2020), observamos que, para a escolaridade definida em nossa pesquisa, o conteúdo escolar referente ao conceito se dispersa pelas zonas do empirismo e do racionalismo tradicional do perfil epistemológico. Entretanto, para avaliar os perfis dos estudantes, julgamos pertinente incluir questões com elementos referentes à zona do realismo ingênuo, a fim de averiguar se os estudantes apresentam equívocos decorrentes da interpretação do fenômeno nessa doutrina filosófica. Assim como o próprio Bachelard reconhece, não estamos isentos de, por vezes, nos valermos desse paradigma para lidar com determinadas situações (Bachelard, 1979). Todavia, aliado ao processo de construção dos perfis epistemológicos de qualquer conceito, está a consciência para discernir situações nas quais se deve utilizar uma zona em detrimento de outra (De Melo, 2020).

Nesse sentido, consideramos que essa parte do perfil é fundamental para trazer informações para o processo de ensino e aprendizagem, visto que se refere às concepções que os estudantes apresentam no nível do senso comum. Para um mapeamento que vise informar ações didáticas, é importante incluir elementos que os estudantes possam apresentar nesse nível. A decisão de inclusão da zona do realismo ingênuo demandou uma ampliação do sistema categórico hierárquico inicial, que passou a incluir a zona não escolarizada do conceito, para a qual não existe hierarquia interna. Ademais, para auxiliar no mapeamento dos perfis, incluímos uma zona híbrida entre as duas zonas escolarizadas.

Tendo em vista a não linearidade característica dos processos de aprendizagem, os momentos de transição devem ser considerados quando acessamos conhecimentos em momentos pontuais. Tais transições usualmente são interpretadas em termos de articulação do conhecimento e, por isso, representam uma complexidade maior em relação ao que é concebido previamente, mas ainda sem atingir o patamar de conhecimento do próximo nível. Tal perspectiva é adotada por alguns autores que se valem da complexidade hierárquica para delinear evolução de conhecimento, habilidades e outros traços ao longo do tempo (Fisher, 1980; Biggs, 1995; Parziale, 2002; Dawson e Stein, 2008). Nesse sentido, a zona híbrida é delimitada e definida em termos da transição, de um conhecimento na zona do empirismo, para outro na zona do racionalismo tradicional, tendo como característica a presença de elementos das duas zonas para representar o conhecimento.

No Quadro 1 apresentamos o sistema ampliado com os conteúdos referentes à etapa da escolarização básica³.

A partir desse sistema categórico, construímos três tipos diferentes de questões: i) questões que apresentavam alternativas referentes tanto à zona do realismo ingênuo quanto a do empirismo, na primeira e segunda camada, nomeadas de questões de iniciação; ii) questões totalmente empiristas ou racionalistas (racionalismo tradicional), em que tanto a primeira quanto a segunda camadas são compostas por alternativas que representam a zona em questão, as quais denominamos de questões legítimas e; iii) questões em que a primeira camada equivale ao empirismo, mas a alternativa correta da segunda é referente ao racionalismo tradicional, denominadas de híbridas.

Apresentamos abaixo um exemplo de cada tipo de questão, assim como a interpretação das possíveis combinações de respostas dos estudantes para cada uma delas, de acordo com a discussão estabelecida na seção que versa sobre a estrutura dos testes em três camadas.

4.1. Tipos de Questões e interpretação de respostas

1) Exemplo de uma questão de iniciação

Nosso objetivo no uso de questões desse tipo é verificar se o estudante é capaz de superar a zona do realismo ingênuo amplamente divulgada no senso comum, que associa densidade à forma ou tamanho. Esse tipo de questão é importante porque marca o início da construção de um modo de operar com a realidade de

forma sistematizada e organizada, na maioria das vezes, resultado do processo de escolarização. Nesse sentido, a questão exemplificada (Figura 2) marca a transição do estudante das concepções do senso comum para aquelas aceitas cientificamente.

Especificamente nesses dois itens, procuramos representar as associações que se estabelecem no senso comum, que relacionam densidade ao tamanho do objeto, assim como oferecer justificativas de acordo com essa concepção. A alternativa correta afirma que as três chapas têm a mesma densidade, assim como sua justificativa, cuja explicação é devido ao fato de serem constituídas pelo mesmo material, e representa o conhecimento de que densidade é uma propriedade intrínseca da matéria. Esse conhecimento vai de encontro ao uso que cotidianamente se faz do conceito e, por isso, marca o início da construção de outra zona do perfil epistemológico. No Quadro 2 apresentamos as possíveis combinações de respostas para a primeira e segunda camadas.

A partir da relação entre a primeira e a segunda camada soma-se a terceira, que versa sobre o grau de assertividade do estudante em suas respostas anteriores. Neste trabalho, analisamos duas possíveis combinações de respostas para essa camada – Seguro e Inseguro.

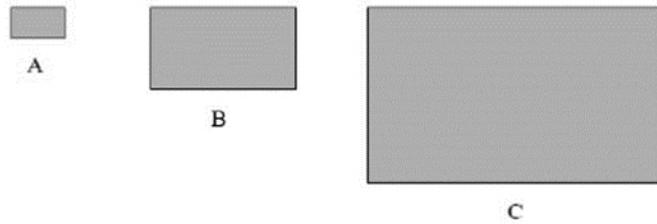
A interpretação dessas combinações de respostas varia a depender do tipo de questão. O Quadro 3 apresenta a interpretação para questões de iniciação.

Para interpretação das combinações de respostas possíveis para essa questão, adotamos a hierarquia apresentada na Figura 3.

Quadro 1: Entendimento do conceito nas zonas do perfil

Realismo Ingênuo (RI)	Empirismo (E)	Empirismo/Racionalismo Tradicional	Racionalismo Tradicional (RT)
Associar o conceito à forma, tamanho ou peso	Nível 1		
	Saber operar com a fórmula de densidade $d=m/v$	Saber a relação entre densidade e flutuação/saber densidade em termos de configuração molecular	Saber que a densidade é dependente da configuração molecular ou cristalina dos átomos ou moléculas que compõem a substância
	Nível 2		
	Saber a relação entre densidade e flutuação	Saber a relação entre densidade, flutuação /Saber delimitar densidade a partir de relações estabelecidas entre grandezas microscópicas e/ou macroscópicas.	Saber calcular a densidade utilizando elementos abstratos/teóricos
	Nível 3		
	Saber calcular a densidade de misturas/ soluções	Saber relacionar densidade com o conceito de polaridade/ Saber o papel das forças intermoleculares na determinação da densidade.	Saber relacionar o conceito de densidade de substâncias puras com forças intermoleculares
	Nível 4		
	Saber identificar a variação no valor de densidade de misturas por meio da adição de solutos e/ ou solventes.	Saber avaliar densidade de misturas/ Saber relacionar o conceito de densidade de misturas com forças intermoleculares.	Saber explicar a alteração da densidade de misturas a partir de força intermoleculares

(Questão 4) Considere as três chapas abaixo, cada uma com suas respectivas dimensões, todas formadas pelo mesmo material, à mesma temperatura.



1ª Camada	2ª Camada
Com relação à densidade delas, podemos afirmar que:	Qual das seguintes explicações é o motivo de você ter marcado a resposta para a pergunta anterior?
(A) A densidade da A é a menor. (B) A densidade da A é a maior. (C) A densidade das três é a mesma. (D) A densidade da B é a média da densidade da A e da C. (E) A densidade da C é o dobro da de B.	(A) Como B tem volume e massa intermediária em relação a A e C, sua densidade é a média dos valores de A e C. (B) Como as três são formadas pelo mesmo material, a densidade delas é a mesma. (C) Como A é a menor, ela é a mais leve, logo a menos densa. (D) Como a C tem aproximadamente o dobro do tamanho da B, sua densidade também segue essa relação. (E) Como A é a menor, a massa dela é mais concentrada, por isso ela é a mais densa.
3ª Camada	
Quanto seguro(a) você se sente para dar as respostas das duas perguntas anteriores?	
"muito seguro (s)" [MS] / "seguro(a)" [S] / "neutro(s)" [N] / "inseguro(s)" [I] / "muito inseguro(s)" [MI]	
(A) MS	(B) S
(C) N	(D) I
(E) MI	

Figura 2: Exemplo de uma questão de iniciação. Fonte: Melo e Amantes (2022)

Quadro 2: Combinações de repostas das duas primeiras camadas

Combinação	1	2	3	4
1ª Camada	✗	✓	✗	✓
2ª Camada	✗	✗	✓	✓

De acordo com a literatura sobre testes em três camadas (Eryilmaz, 2010), devemos dar especial atenção àqueles alunos que errem as duas camadas e estejam seguros de suas respostas (RI2), pois isso evidencia equívocos, que correspondem a estruturas cognitivas que interferem na construção de um novo conhecimento. De acordo com o nosso referencial, esses

Quadro 3: Interpretação das respostas das questões de iniciação

Combinação	Assertividade	Interpretação
1 1ªC – Erro 2ªC – Erro	Seguro	O estudante opera na zona do realismo ingênuo (RI2).
	Inseguro	O estudante pode ter consciência da existência de mais um modo de operar com o conceito científico de densidade, visto que declara incerteza sobre a adequação de sua resposta. (RI1).
2 1ªC – Acerto 2ªC – Erro	Seguro	Conhecimento em construção (E1). Apesar de o estudante apresentar um entendimento que ultrapassa o realismo ingênuo, ele ainda não consegue justificar de forma adequada a sua resposta e não percebe isso.
	Inseguro	Conhecimento em construção (E2). Apesar de o estudante apresentar um entendimento que ultrapassa o realismo ingênuo, ele ainda não consegue justificar de forma adequada a sua resposta, mas dispõe de algum nível de percepção quanto a isso.
3 1ªC – Erro 2ªC – Acerto	Seguro	Conhecimento em construção (E1). O estudante não apresenta entendimento sobre o fenômeno, consegue justificar de forma adequada e não percebe isso ⁴ .
	Inseguro	Conhecimento em construção (E2). O estudante não apresenta entendimento sobre o fenômeno, consegue justificar de forma adequada e dispõe de algum nível de percepção quanto a isso.
4 1ªC – Acerto 2ªC – Acerto	Inseguro	Conhecimento em construção (E3). O estudante apresenta certo domínio do conceito, entretanto ainda não está seguro quanto a aplicação de seu conhecimento.
	Seguro	O estudante consegue operar com o conceito na zona do empirismo (E4).

Legenda: 1ªC: Primeira camada da questão; 2ªC: Segunda camada da questão.

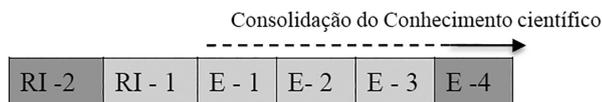


Figura 3: Ordem hierárquica para respostas das questões de iniciação

equívocos podem ser interpretados como o uso de estruturas pertencentes a uma zona do perfil que não seja adequada para lidar com a situação em questão.

(Questão 1) Um limão foi espremido num copo contendo água e as sementes ficaram no fundo do recipiente. A seguir foi adicionado ao sistema um pouco de açúcar, que se dissolveu completamente. Em consequência dessa dissolução as sementes subiram e passaram a flutuar.

2) Exemplo de uma questão legítima - zona do empirismo (Figura 4)

3) Exemplo de uma questão legítima - zona do racionalismo tradicional (Figura 5)

Nosso objetivo com a utilização das questões legítimas,

1ª Camada	2ª Camada
Marque a alternativa que explica esse fenômeno: (A) A adição de açúcar diminuiu a densidade das sementes. (B) A adição de açúcar diminui a densidade da solução. (C) A adição de açúcar aumentou a densidade da solução. (D) A adição de açúcar aumentou o volume da solução. (E) Nenhuma das alternativas anteriores.	Qual das seguintes explicações é o motivo de você ter marcado a resposta para a pergunta anterior? (A) Os dados do problema são insuficientes para explicar a flutuação das sementes. (B) O açúcar reage com as sementes diminuindo sua densidade. (C) Quanto mais concentrada for a solução menor será sua densidade, tornando as sementes mais densas do que o líquido, o que faz com que elas flutuem. (D) O aumento na massa do soluto pela adição do açúcar tornou a solução mais densa que as sementes, fazendo com que elas flutuassem. (E) Quando adicionamos açúcar aumentamos a massa e o volume da solução diminuindo sua densidade, nesse caso essa diminuição foi suficiente para fazer com que as sementes flutuassem.
3ª Camada Quanto seguro(a) você se sente para dar as respostas das duas perguntas anteriores? <small>"muito seguro (a)" [MS] / "seguro(a)" [S] / "neutro(a)" [N] / "inseguro(a)" [I] / "muito inseguro(a)" [MI]</small>	
(A) MS	(B) S
(C) N	(D) I
	(E) MI

Figura 4: Exemplo de uma questão legítima – zona do empirismo. Fonte: Melo e Amantes (2022)

(Questão 6) Usando as substâncias dessa tabela como referência.

Líquido	Densidade à 20 °C
Hexano (C ₆ H ₁₄)	0,66 g/cm ³
Água (H ₂ O)	0,99 g/cm ³

1ª Camada	2ª Camada
Qual das alternativas abaixo você considera que melhor explica a diferença de densidade entre essas duas substâncias? (A) Forças intermoleculares (B) Arranjo tridimensional das moléculas na fase líquida (C) Geometria molecular (D) Número de ligantes ao átomo central (E) Movimento de rotação dos átomos nas respectivas moléculas	Qual das seguintes explicações é o motivo de você ter marcado a resposta para a pergunta anterior? (A) A cadeia do hexano é linear, o que dificulta o movimento das moléculas na fase líquida, conferindo a elas um arranjo mais volumoso e, com isso, menos denso. (B) Os átomos de carbono que formam a molécula de hexano são mantidos juntos por ligações duplas, o que impossibilita seu movimento de rotação, fazendo com que exista mais espaço entre as moléculas, por isso, elas são menos densas. (C) As forças que agem entre as moléculas de água são mais fortes fazendo com que elas fiquem mais unidas, e consequentemente mais densas. (D) A geometria da molécula de água é angular e isso confere a ela um caráter mais compacto e, portanto, mais denso. (E) O átomo de oxigênio, como tem apenas dois ligantes, consegue atraí-los mais fortemente que o átomo de carbono, que tem quatro; em virtude disso, as moléculas de água são mais compactas e mais densas.
3ª Camada Quanto seguro(a) você se sente para dar as respostas das duas perguntas anteriores? <small>"muito seguro (a)" [MS] / "seguro(a)" [S] / "neutro(a)" [N] / "inseguro(a)" [I] / "muito inseguro(a)" [MI]</small>	
(A) MS	(B) S
(C) N	(D) I
	(E) MI

Figura 5: Exemplo de uma questão legítima – zona do racionalismo tradicional. Fonte: Melo e Amantes (2022)

tanto empíricas quanto racionalistas, é acompanhar a construção do entendimento do conceito de densidade dentro de cada zona do perfil. O exemplo 2 refere-se a uma questão pertencente ao nível 4 da zona do empirismo, que diz respeito ao entendimento da variação no valor da densidade de misturas por meio da adição de solutos ou solventes. No exemplo 3, temos uma questão referente ao nível 3 do racionalismo tradicional.

O Quadro 4 apresenta a interpretação para as combinações de respostas para as questões legítimas.

Para interpretação das combinações de respostas possíveis para esses tipos de questão, adotamos a hierarquia vista na Figura 6.

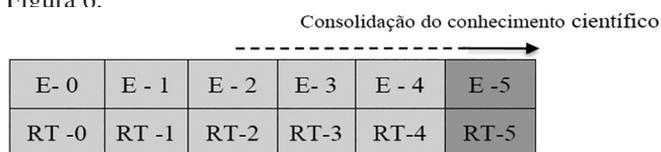


Figura 6: Ordem hierárquica para respostas das questões legítimas (Empirismo ou Racionalismo Tradicional)

4) Exemplo de uma questão híbrida (Figura 7)

Em nosso questionário, as questões híbridas representam situações nas quais a explicação, ou seja, a segunda camada correta para a questão, pertence à zona do racionalismo tradicional, e a primeira camada ao empirismo. Essas são questões chave dentro do nosso mapeamento, visto que, por meio delas, conseguimos evidenciar a construção do entendimento entre zonas. Um estudante que seguramente acerte tanto a primeira quanto a segunda camadas evidencia que consegue discernir situações em que teorias se fazem necessárias para explicar fenômenos empíricos. No Quadro 5, sintetizamos as

interpretações das combinações de respostas.

Para interpretação das combinações de respostas possíveis para esse tipo de questão, adotamos a hierarquia mostrada na Figura 8.

Um dos pontos-chave de nosso questionário pode ser evidenciado pelas questões apresentadas nos exemplos 3 e 4. Ambas se referem à mesma situação, entretanto, na questão apresentada no exemplo 3, a resposta correta para explicar a situação apresentada refere-se à polaridade das moléculas, algo que consideramos empírico pelo fato de poder ser visualizado através de experimentos – como usar um balão eletricamente não neutro para desviar um filete de água. Na questão referente à zona do racionalismo tradicional, exemplo 4, a explicação aparece em termos de teorias que são usadas para explicar a situação – as forças que agem entre as moléculas das substâncias.

Consideramos que, do ponto de vista didático, é muito frutífero utilizar a parte empírica para criar uma situação cuja explicação final seja feita em termos teóricos. A Química apresenta uma quantidade pequena de conceitos que pode ser categorizada exclusivamente na zona empírica; entretanto, sendo uma ciência experimental na qual os experimentos são teoricamente pensados e construídos de forma racional, pode-se utilizar experimentos nessa zona para apresentar aos estudantes os fenômenos de interesse dessa ciência.

Consideramos que esse questionário, assim como a metodologia aqui apresentada para a interpretação das marcações nas camadas, contribua para a avaliação dos estudantes em termos de construção de seus conhecimentos nas zonas do perfil epistemológico. Por meio das análises das combinações de respostas entre as camadas é possível tecer interpretações em termos de coerência do raciocínio dos estudantes, fato frutífero para indicar ações didáticas apropriadas. Além disso, a partir do

Quadro 4: Interpretação das respostas das questões legítimas (Empirismo ou Racionalismo Tradicional)

Combinação	Assertividade	Interpretação
1 1ªC – Erro 2ªC – Erro	Seguro	O estudante não demonstra possuir o entendimento referente a esse nível da zona em questão e não percebe isso (E0/RT0).
	Inseguro	O estudante não demonstra o conhecimento referente a esse nível da zona em questão, mas dispõe de algum nível de percepção quanto a isso (E1/RT1).
2 1ªC – Acerto 2ªC – Erro	Seguro	Conhecimento em construção (E2/RT2). O estudante apresenta um entendimento incipiente acerca do fenômeno em questão, não consegue justificar de forma adequada a sua resposta e não percebe isso.
	Inseguro	Conhecimento em construção (E3/RT3). O estudante apresenta um entendimento incipiente acerca do fenômeno em questão, não consegue justificar de forma adequada a sua resposta, mas dispõe de algum nível de percepção quanto a isso.
3 1ªC – Erro 2ªC – Acerto	Seguro	Conhecimento em construção (E2/RT2). O estudante não apresenta entendimento sobre o fenômeno, consegue justificar de forma adequada e não percebe isso ⁵ .
	Inseguro	Conhecimento em construção (E3/RT3). O estudante não apresenta entendimento sobre o fenômeno, consegue justificar de forma adequada e dispõe de algum nível de percepção quanto a isso.
4 1ªC – Acerto 2ªC – Acerto	Inseguro	Conhecimento em construção (E4/RT4). O estudante apresenta certo domínio do conceito, entretanto ainda não está seguro quanto a aplicação de seu conhecimento.
	Seguro	O estudante demonstra possuir o entendimento referente ao nível da zona em questão (E5/RT5).

Legenda: 1ªC: Primeira camada da questão; 2ªC: Segunda camada da questão.

(Questão 6) Usando as substâncias dessa tabela como referência.

Líquido	Densidade à 20 °C
Hexano (C ₆ H ₁₄)	0,66 g/cm ³
Água (H ₂ O)	0,99 g/cm ³

1ª Camada	2ª Camada
Qual das alternativas abaixo você considera que melhor explica a diferença de densidade entre essas duas substâncias?	Qual das seguintes explicações é o motivo de você ter marcado a resposta para a pergunta anterior?
(A) Tamanho das moléculas. (B) Peso das moléculas. (C) Volume e massa das moléculas. (D) Polaridade das moléculas. (E) Nenhuma das alternativas anteriores.	(A) As moléculas de água são mais leves que as de hexano e como a densidade é inversamente proporcional ao peso, a água é mais densa que o hexano. (B) Entre as moléculas de água existem ligações de hidrogênio que são fortes e por isso as mantém mais unidas fazendo com que a densidade seja maior. (C) Não há explicação, porque a molécula de hexano é mais pesada e maior que a molécula de água, assim sendo, ela não pode ser menos densa que a molécula de água. (D) Como a densidade significa massa por unidade de volume, apenas a relação entre essas duas grandezas explica essa diferença. (E) As moléculas de hexano são maiores que as da água e como a densidade é inversamente proporcional ao volume, o hexano é menos denso que a água.
3ª Camada	
Quanto seguro(a) você se sente para dar as respostas das duas perguntas anteriores?	
<small>"muito seguro(a)" [MS] / "seguro(a)" [S] / "neutro(a)" [N] / "inseguro(a)" [I] / "muito inseguro(a)" [MI]</small>	
(A) MS	(B) S (C) N (D) I (E) MI

Figura 7: Exemplo de uma questão híbrida. Fonte: Melo e Amantes (2022)

Quadro 5: Interpretação das respostas das questões híbridas

Combinação	Assertividade	Interpretação
1 1ªC – Erro 2ªC – Erro	Seguro	O estudante não demonstra possuir o entendimento referente ao fenômeno em questão no nível do empirismo, tampouco de suas explicações teóricas, nível do racionalismo tradicional e não percebe isso. (E0.RT0)
	Inseguro	O estudante não demonstra possuir o entendimento referente ao fenômeno em questão no nível do empirismo, tampouco de suas explicações teóricas, nível do racionalismo tradicional, mas dispõe de algum nível de percepção quanto a isso. (E1.RT1)
2 1ªC – Acerto 2ªC – Erro	Seguro	O estudante demonstra possuir o entendimento referente ao fenômeno em questão no nível do empirismo, mas não de suas explicações teóricas, nível do racionalismo tradicional e não percebe isso. (E2)
	Inseguro	O estudante demonstra possuir o entendimento referente ao fenômeno em questão no nível do empirismo, mas não de suas explicações teóricas, nível do racionalismo tradicional, mas dispõe de algum nível de percepção quanto a isso. (E3)
3 1ªC – Erro 2ªC – Acerto	Seguro	O estudante não demonstra possuir o entendimento referente ao fenômeno em questão no nível do empirismo, mas demonstra entendimento quanto às explicações teóricas, nível do racionalismo tradicional. O estudante não manifesta dúvida quanto ao seu conhecimento (RT2).
	Inseguro	O estudante não demonstra possuir o entendimento referente ao fenômeno em questão no nível do empirismo. Entretanto, demonstra entendimento quanto às explicações teóricas, nível do racionalismo tradicional. O estudante percebe de que está em dúvida quanto ao conhecimento. (RT3)
4 1ªC – Acerto 2ªC – Acerto	Inseguro	O estudante demonstra possuir o entendimento referente ao fenômeno em questão no nível do empirismo e de suas explicações teóricas, nível do racionalismo tradicional. Entretanto apresenta dúvida quanto à adequação das zonas a depender do contexto. (E3.RT3)
	Seguro	O estudante demonstra possuir o entendimento referente ao fenômeno em questão no nível do empirismo e de suas explicações teóricas, nível do racionalismo tradicional e consegue transitar entre as duas zonas a depender do contexto. (E4.RT4)

Legenda: 1ªC: Primeira camada da questão; 2ªC: Segunda camada da questão.

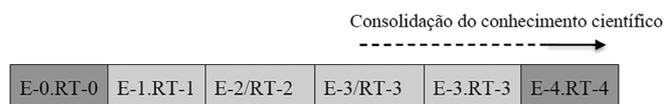


Figura 8: Ordem hierárquica para respostas das questões híbridas

sistema de classificação hierárquico é possível gerar pontuações suscetíveis a outros tipos de análises, inclusive estatísticas, para trabalhar a qualidade ou a coerência do raciocínio em termos de medidas.

5. Considerações Finais

Neste trabalho, demonstramos como aliamos o instrumento de coleta de dados dos testes em três camadas com a noção de perfil epistemológico para a construção de um questionário sobre o conceito científico de densidade abordado na Educação Básica (o instrumento completo está disponível em Melo e Amantes, 2022). Adequamos a interpretação proposta por Eryilmaz (2010) para resultados entre as camadas com os três tipos de questões que construímos para mapear a construção do perfil epistemológico de densidade, de modo que a interpretação é dependente do tipo de questão analisada.

Consideramos que utilizar o teste em três camadas como instrumento de acesso ao entendimento dos estudantes, juntamente seus respectivos instrumentos de análise, seja um meio potencial para acompanhar a construção dos perfis epistemológicos dos discentes, visto que possibilita um maior entendimento do raciocínio aliado à praticidade dos testes de múltipla escolha.

Itens como os aqui apresentados podem ser utilizados como instrumentos de avaliação diagnóstica para informar ao professor em qual zona o estudante se encontra dentro do perfil. De posse dessas informações, professores podem orientar seus planejamentos de ensino, de modo a auxiliar os discentes na construção de perfis que atendam aos objetivos de ensino e à perspectiva curricular.

O teste elaborado não só aponta um conhecimento em termos da dicotomia das respostas, mas também permite realizar inferências quanto ao raciocínio e interpretar a articulação do conhecimento, a partir do desempenho na primeira e segunda camadas e das relações estabelecidas entre as três camadas do teste. Entendemos que, ao elaborar um instrumento com esse nível de complexidade e com uma estrutura que permite aplicá-lo a uma grande amostra, temos o potencial para realizar o mapeamento do perfil epistemológico e generalizar, ainda que com as devidas limitações, um conhecimento acerca das características desse perfil para alunos de diferentes níveis de escolarização.

Notas

¹Uma das grandes contribuições de Bachelard para o debate epistemológico refere-se ao papel do erro na ciência. Em

seu livro *A formação do espírito científico* (1996), ele analisa o problema do conhecimento científico a partir da noção de obstáculos epistemológicos – percalços inerentes ao ato de conhecer. Com essa proposição inovadora, Bachelard inverte o ponto de partida a partir do qual se olha para o conhecimento científico: a ciência que, até então, era vista apenas por seus acertos e avanços, na perspectiva dos obstáculos epistemológicos passa a ser analisada de forma contrária. Ao explicitar que o fazer científico pressupõe superar obstáculos epistemológicos, Bachelard oferece um novo papel para o erro dentro do conhecimento científico: de obstáculo a ser superado, ele passa a ser visto como condição necessária para a construção de conhecimentos mais elaborados.

²A validação do questionário discursivo é apresentada em De Melo (2020).

³O foco deste trabalho foi a construção de um instrumento analítico para avaliação do perfil epistemológico do conceito científico de densidade de estudantes do Ensino Médio. Assim sendo, foi realizado o recorte no conteúdo, visto que os procedimentos de validação hierárquica só poderiam ser realizados por discentes desse nível.

⁴Apesar de poder aparecer, essa combinação de respostas é pouco esperada, porque se espera que um estudante que consiga oferecer uma justificativa adequada para um fenômeno demonstre conhecimento sobre ele. Portanto, pode ser também considerada como acerto ao acaso, dependendo das outras marcações do sujeito no teste.

⁵Apesar de poder aparecer, essa combinação de resposta é pouco esperada, porque se espera que um estudante que consiga oferecer uma justificativa adequada para um fenômeno demonstre conhecimento sobre ele. Portanto, pode ser também considerada como acerto ao acaso, dependendo das outras marcações do sujeito no teste.

Referências

- AMANTES, A.; COELHO, G. R. e MARINHO, R. A medida nas pesquisas em educação: empregando o modelo Rasch para acessar e avaliar traços latentes. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 17, n. 3, p. 657-684, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172015170306>, acesso em abr. 2023.
- AMANTES, A. e OLIVEIRA, E. A construção e o uso de sistemas de categorias para avaliar o entendimento dos estudantes. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 14, n. 2, p. 61-79, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172012140204>, acesso em abr. 2023.
- ARSLAN, H. O., CIGDEMOGLU, C. e MOSELEY, C. A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, v. 34, n. 11, p.1667-1686, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500693.2012.680618>, acesso em abr. 2023.

- BACHERLARD, G. *A Filosofia do Não*. In: Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1979, p. 1-87.
- BACHELARD, G. *A Formação do Espírito Científico: Contribuição para uma Psicanálise do Conhecimento*. Tradução: Esteia dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BIGGS, J. Assessing for learning: Some dimensions underlying new approaches to educational assessment. *The Alberta Journal of Educational Research*, v.41, n. 1, p. 1-17, 1995.
- BUSCATTI JUNIOR, D. A. *O perfil epistemológico do conceito de espaço em alunos do curso de licenciatura em Física*. Dissertação de mestrado em Educação para a Ciência – Faculdade de Ciências – UNESP, Bauru, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/132508>, acesso em abr. 2023.
- CETIN-DINDAR, A. e GEBAN, O. Development of a three-tier test to assess high school students' understanding of acids and bases. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v.15, p. 600-604, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811003260?via%3Dihub>, acesso em abr. 2023.
- DAWSON, T. L. e STEIN, Z. Cycles of research and application in education: learning pathways for energy concepts. *Mind, Brain, and Education*, v. 2, n. 2, p. 90-103, 2008.
- De MELO, V. F. *Investigando o entendimento sobre densidade à luz da noção de Perfil Epistemológico e do Autoconceito em Química*. Tese de Doutorado, Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, Brasil, 2020.
- DINIZ, F. E.; DA SILVA, O. G.; DIAS-DA-SILVA, C. D. e DOS SANTOS, D. B. Análise das concepções alternativas dos estudantes de Ensino Médio sobre as funções orgânicas e suas relações com o meio ambiente. *Revista Brasileira de Educação Básica*, v. 5, n.16, p. 1-13, 2020.
- ERYILMAZ, A. Development and application of three-tier heat and temperature test: Sample of bachelor and graduate students. *Eurasian Journal of Educational Research*, v. 40, n. 1, p. 53-76, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ali-Eryilmaz-2/publication/282910056_Development_and_Application_of_Three-Tier_Heat_and_Temperature_Test_Sample_of_Bachelor_and_Graduate_Students/links/56223acb08aea35f2681c138/Development-and-Application-of-Three-Tier-Heat-and-Temperature-Test-Sample-of-Bachelor-and-Graduate-Students.pdf, acesso em mar. 2023.
- FISCHER, K. W. A theory of cognitive development: the control and construction of hierarchies of skills. *Psychological Review*, v. 87, p. 477-531, 1980.
- GRECA, I. M. Discutindo aspectos metodológicos da pesquisa em ensino de ciências: algumas questões para refletir. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 1, 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4152>, acesso em abr. 2023.
- GRIFFARD, P. B. e WANDERSEE, J. H. The two-tier instrument on photosynthesis: What does it diagnose? *International Journal of Science Education*, v. 23, n. 10, p.1039-1052, 2001. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500690110038549>, acesso em mar. 2023.
- HAMMER, D. More than misconceptions: Multiple perspectives on student knowledge and reasoning, and an appropriate role for education research. *American Journal of Physics*, v. 64, n. 10, p.1316-1325, 1996. Disponível em: <https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.18376>, acesso em mar. 2023.
- HASAN, S.; BAGAYOKO, D. e KELLEY, E. L. Misconceptions and the certainty of response index (CRI). *Physics Education*, v. 34, n. 5, p. 294-299, 1999. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/241530804_Misconceptions_and_the_Certainty_of_Response_Index_CRI/link/53d2e74d0cf220632f3cc30a/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19, acesso em abr. 2023.
- IACHEL, G.; LANGHI, R. e SCALVI, R. M. F. Concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de formação das fases da Lua. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, v. 5, p. 25-37, 2008.
- KRAISIG, A. R. e BRAIBANTE, M. E. F. Concepções de acadêmicos de química licenciatura sobre transformações químicas e os níveis de representação da matéria. *Vivências*, v. 15, n. 28, p. 76-86, 2019.
- KUTLUAY, Y. *Diagnosis of eleventh grade students' misconceptions about geometric optic by a three-tier test*. Master's thesis, Middle East Technical University, 2005. Disponível em: <https://open.metu.edu.tr/handle/11511/15684>, acesso em abr. 2023.
- IN, S. W. Development and application of a two-tier diagnostic test for high school students' understanding of flowering plant growth and development. *International Journal of Science and Mathematics Education*, v. 2, n. 2, p. 175-199, 2004. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-004-6484-y>, acesso em abr. 2023.
- MARTINS, A. F. P. e PACCA, J. L. A. O conceito de tempo entre estudantes do ensino fundamental e médio: uma análise à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.10, n. 3, p. 299-336, 2005.
- MELO, V. F. e AMANTES, A. Validação de teste em três camadas para mapear perfis epistemológicos de densidade. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 24, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172022240124>, acesso em abr. 2023.
- MUCHENSKI, J. C. e MIQUELIN, A. F. Experimentação no ensino de Física como Método de aperfeiçoamento do perfil epistemológico dos estudantes do sétimo ano do ensino fundamental. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 1, p. 23-40, 2015. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/512>, acesso em abr. 2023.
- PARZIALE, J. Observing the dynamics of construction: Children building bridges and new ideas. In: GRANOTT, N. e PARZIALE, J. (Eds.), *Microdevelopment: Transition processes in development and learning*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002, p. 157-180.
- ROGER, L. Le profil épistémologique comme outil méthodologique et heuristique pour soutenir le développement de l'apprentissage professionnel en formation. *Recherches qualitatives*, v. 34, n. 1, p. 143-156, 2021. Disponível em: <https://www.erudit.org/en/journals/rechqual/2015-v34-n1-rechqual06613/1084518ar/>, acesso em abr. 2023.

- SILVA JÚNIOR, A. G. D., TENÓRIO, A. C. e BASTOS, H. F. B. N. O perfil epistemológico do conceito de tempo a partir de sua representação social. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, p. 188-204, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/wjRXTp48KRSwSxTGZhcTbYp/abstract/?lang=pt>, acesso em abr. 2023.
- TAMIR, P. An alternative approach to the construction of multiple choice test items. *Journal of Biological Education*, v. 5, n. 6, p. 305-307, 1971. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00219266.1971.9653728>, acesso em abr. 2023.
- TAMIR, P. Some issues related to the use of justifications to multiple-choice answers. *Journal of Biological Education*, v. 23, n. 4, p. 285-292, 1989. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00219266.1989.9655083>, acesso em abr. 2023.
- TAN, K. C. D.; GOH, N. K.; CHIA, L. S. e TREAGUST, D. F. Development and application of a two-tier multiple choice diagnostic instrument to assess high school students' understanding of inorganic chemistry qualitative analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 39, n. 4, p. 283-301, 2002. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.10023>, acesso em abr. 2023.
- TAN, K. C. D. e TREAGUST, D. F. Evaluating students' understanding of chemical bonding. *School Science Review*, v. 81, n. 294, p. 75-84, 1999. Disponível em: <https://repository.nie.edu.sg/handle/10497/14150>, acesso em abr. 2023.
- TOBIN, K. G. e CAPIE, W. The development and validation of a group test of logical thinking. *Educational and Psychological Measurement*, v.41, n. 2, p. 413-423, 1981. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/001316448104100220>, acesso em abr. 2023.
- TREAGUST, D. F. Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, v.10, n. 2, p. 159-169, 1988. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0950069880100204>, acesso em abr. 2023.
- TREAGUST, D. F. Diagnostic assessment in science as a means to improving teaching, learning and retention. In: *Proceedings of The Australian Conference on Science and Mathematics Education*, 2006. Disponível em: <https://openjournals.library.sydney.edu.au/index.php/IISME/article/view/6375>, acesso em abr. 2023.
- TREVISAN, R. e ANDRADE NETO, A. S. Uma construção do Perfil Epistemológico de licenciandos em Física acerca da dualidade onda-partícula em Mecânica Quântica após o uso de bancadas virtuais: um estudo a partir do discurso gestual e verbal. *RENOTE*, v.14, n. 1, 2016. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/67375>, acesso em abr. 2023.

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 incluídos) e a indicação de três palavras-chave, seguidos de suas traduções para a linha inglesa, incluindo o título.

Não deve haver indicação dos autores no documento com o manuscrito e nenhum dado ou marcas em qualquer parte do texto que conduzam à sua identificação, durante a avaliação como, por exemplo: nome e filiação institucional; nomes de projetos e coordenadores de projetos (quando não são indispensáveis); referências e citações (utilizar "Autor1, ano", "Autor2, ano"... para manter o anonimato); local, título ou local de defesa de mestrado ou doutorado; agradecimentos etc. Os autores devem eliminar auto-referências. As informações dos autores devem estar descritas na carta de apresentação aos editores, e esta deverá conter o título do trabalho, o(s) nome(s) do(s) autor(es), sua(s) formação(ões) acadêmica(s), a instituição em que trabalha(m) e o endereço completo, incluindo o eletrônico. Verifique as propriedades do documento para retirar quaisquer informações. As referências citadas devem ser relacionadas ao final do texto, segundo exemplos abaixo:

- **Para livros** referência completa:

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.

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), atualizando 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.

Os artigos não devem incluir informações que excedam o limite de páginas na forma de materiais suplementares.

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: Marcelo Giordan (USP)

Visa a aproximar o leitor das aplicações das tecnologias da informação e comunicação no contexto do ensino-aprendizado de Química, publicando resenhas de produtos e artigos/notas teóricos e técnicos. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Limite de páginas: 15

● ESPAÇO ABERTO

Responsável: Luciana Massi (Unesp)

Divulgação de temas que igualmente se situam dentro da área de interesse dos educadores em Química, de forma a incorporar a diversidade temática existente hoje na pesquisa e na prática pedagógica da área de ensino de Química, bem como desenvolver a interface com a pesquisa educacional mais geral. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Limite de páginas: 20

● CONCEITOS CIENTÍFICOS EM DESTAQUE

Responsável: Marcia Borin da Cunha (UNIOESTE)

Discussão de conceitos básicos da Química, procurando evidenciar sua relação com a estrutura conceitual da Ciência, seu desenvolvimento histórico e/ou as principais dificuldades e alternativas para o ensino.

Limite de páginas: 20

● HISTÓRIA DA QUÍMICA

Responsável: Paulo Porto (USP)

Esta seção contempla a História da Química como parte da História da Ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído. Deve-se apresentar dados históricos, preferencialmente, de fontes primárias e explicitar o contexto sociocultural do processo de construção histórica.

Limite de páginas: 15

● ATUALIDADES EM QUÍMICA

Responsável: Edvaldo Sabadini (Unicamp)

Procura apresentar assuntos que mostrem como a Química é uma ciência viva, seja com relação a novas descobertas, seja no que diz respeito à sempre necessária redefinição de conceitos. Deve-se explicitar contribuições para o ensino da Química.

Limite de páginas: 15

● RELATOS DE SALA DE AULA

Responsável: Nyuara Araújo da Silva Mesquita (UFG)

Divulgação das experiências dos professores de Química, com o propósito de socializá-las junto à comunidade que faz educação por meio da Química, bem como refletir sobre elas. Deve-se explicitar contribuições da experiência vivenciada e indicadores dos resultados obtidos.

Limite de páginas: 20

● ENSINO DE QUÍMICA EM FOCO

Responsável: Rafael Cava Mori (UFABC)

Investigações sobre problemas no ensino da Química, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

● O ALUNO EM FOCO

Responsável: Edênia Maria Ribeiro do Amaral (UFRPE)

Divulgação dos resultados das pesquisas sobre concepções de alunos e alunas, sugerindo formas de lidar com elas no processo ensino-aprendizagem, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

● EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Responsável: Mara Elisa Fortes Braibante (UFMS)

Divulgação de experimentos que contribuam para o tratamento de conceitos químicos no Ensino Médio e Fundamental e que utilizem materiais de fácil aquisição, permitindo sua realização em qualquer das diversas condições das escolas brasileiras. Deve-se explicitar contribuições do experimento para a aprendizagem de conceitos químicos e apresentar recomendações de segurança e de redução na produção de resíduos, sempre que for recomendável.

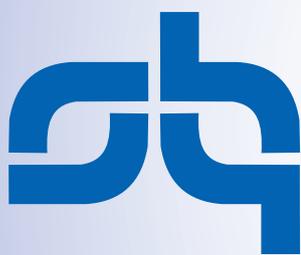
Limite de páginas: 10

● CADERNOS DE PESQUISA

Responsável: Ana Luiza de Quadros (UFMG)

Esta seção é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Os artigos empíricos deverão conter revisão consistente de literatura nacional e internacional, explicitação clara e contextualização das questões de pesquisa, detalhamento e discussão dos procedimentos metodológicos, apresentação de resultados e com conclusões que explicitem contribuições, implicações e limitações para área de pesquisa em Ensino de Química. Os artigos de revisão deverão introduzir novidades em um campo de conhecimento específico de pesquisa em Ensino de Química, em um período de tempo não inferior a dez anos, abrangendo os principais periódicos nacionais e internacionais e apresentando profundidade na análise crítica da literatura, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Os artigos teóricos deverão envolver referenciais ainda não amplamente difundidos na área e trazer conclusões e implicações para a pesquisa e a prática educativa no campo do Ensino de Química, apresentando profundidade teórica, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Para esta seção, o resumo do artigo deverá conter de 1000 a 2000 caracteres (espaços inclusos), explicitando com clareza o objetivo do trabalho e informações sobre os tópicos requeridos para o tipo de artigo. Poderão ser indicadas até seis palavras-chaves.

Limite de páginas: 30 a 40.



*Publi***SBQ**
Sociedade Brasileira de Química