

química nova

NA ESCOLA

VOLUME

45

Nº 3, AGOSTO 2023

- 173 Ensino de química orgânica a partir da temática óleos essenciais no combate ao mosquito *Aedes aegypti*
Maria Alice S. Vieira, Rejane F. Sousa, Elenice M. Alvarenga e Thiciana S. S. Cole
- 181 Construção de modelo molecular a partir da reutilização de garrafas PET: propostas para o ensino de química
Paulo H. Fabri, Laís S. Oliveira, Lara S. Ribeiro, Larissa C. Crespo, Aline E. Siqueira e Rosana Giacomini
- 187 Supernova: um jogo didático que aborda a tabela periódica e os elementos químicos utilizando a astronomia
Maria Solange P. Martins e Higo L. B. Cavalcanti
- 195 Residência Pedagógica em Química: compreensões e perspectivas para a formação de professores
Cristiane M. da Silva e Bruno S. Leite
- 205 Kit molecular inclusivo para deficientes visuais no ensino de estruturas tridimensionais
Gesielei P. C. da Silva, Franciane de Fátima Foques, Marta Rejane P. Filietaz e Cristiane Pilissao
- 216 O papel da rememoração na construção de significados em uma aula experimental sobre titulação ácido-base
Alcione M. Francisco e João R. R. Tenório da Silva
- 227 A interação de estudantes com vídeos do programa 'Pense como um Corvo': as formas de pensar da Ciência e a elaboração de previsões e hipóteses
Luciana Nami Kadooca e Ana Luiza de Quadros
- 241 O cotidiano em artigos da *Química Nova na Escola*: contribuições a partir da análise de redes
Andriel Rodrigo Colturato e Luciana Massi

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

Giseli de Oliveira Cardoso

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 *Uniblibweb*

Copyright © 2023 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, microfílmicas 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

Química e Sociedade / Chemistry and Society

- 173 Ensino de química orgânica a partir da temática óleos essenciais no combate ao mosquito *Aedes aegypti*
Teaching organic chemistry using essential oils against Aedes aegypti Mosquito

Maria Alice S. Vieira, Rejane F. Sousa, Elenice M. Alvarenga e Thician S. S. Cole

Espaço Aberto / Issues/Trends

- 181 Construção de modelo molecular a partir da reutilização de garrafas PET: propostas para o ensino de química
Molecular model construction from PET bottles: a proposal for chemistry teaching

Paulo H. Fabri, Laís S. Oliveira, Lara S. Ribeiro, Larissa C. Crespo, Aline E. Siqueira e Rosana Giacomini

Relatos de Sala de Aula / Chemistry in the Classroom

- 187 Supernova: um jogo didático que aborda a tabela periódica e os elementos químicos utilizando a astronomia
Supernova: A Didactic Game Addressing The Periodic Table and Chemical Elements Using Astronomy

Maria Solange P. Martins e Higo L. B. Cavalcanti

- 195 Residência Pedagógica em Química: compreensões e perspectivas para a formação de professores
Pedagogical Residence in Chemistry: understandings and perspectives for teacher education

Cristiane M. da Silva e Bruno S. Leite

Ensino de Química em Foco / Chemical Education in Focus

- 205 Kit molecular inclusivo para deficientes visuais no ensino de estruturas tridimensionais
Inclusive molecular kit for the teaching of three-dimensional structures for visually impaired students

Gesiele P. C. da Silva, Franciane de Fátima Foques, Marta Rejane P. Filietaz e Cristiane Pilissao

O Aluno em Foco / The Student in Focus

- 216 O papel da memorização na construção de significados em uma aula experimental sobre titulação ácido-base
The role of remembrance in the construction of meanings in an experimental class on acid-base titration

Alcione M. Francisco e João R. R. Tenório da Silva

Cadernos de Pesquisa / Research Letters

- 227 A interação de estudantes com vídeos do programa 'Pense como um Corvo': as formas de pensar da Ciência e a elaboração de previsões e hipóteses
Students' interactions with videos from 'Think as a Crow' TV show: scientific ways of thinking and the construction of predictions and hypotheses

Luciana Nami Kadooca e Ana Luiza de Quadros

- 241 O cotidiano em artigos da *Química Nova na Escola*: contribuições a partir da análise de redes
Everyday life in Química Nova na Escola articles: contributions from network analysis

Andriel Rodrigo Colturato e Luciana Massi

Amazônia: busca por caminhos para o desenvolvimento econômico sustentável

Neste mês de agosto dois eventos ocorridos em Belém do Pará colocaram a Amazônia em evidência: a *Cúpula da Amazônia* e a *Conferência Internacional Amazônia e Novas Economias*. Dentre os participantes do primeiro estavam chefes de Estado e representantes dos oito países amazônicos: Brasil, Bolívia, Colômbia, Guiana, Equador, Peru, Suriname e Venezuela. O segundo, realizado pelo Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram), contou com a presença de representantes do governo, da academia, da sociedade civil, dos povos da floresta e de lideranças que atuam em iniciativas relacionadas à Amazônia, aí incluídos Tony Blair, ex-primeiro-ministro do Reino Unido, e Ban Ki-moon, ex-secretário-geral da ONU. A grandiosidade territorial da Amazônia, a exuberância de sua biodiversidade e riqueza de recursos naturais foram mais do que suficientes para atrair as atenções internacionais, especialmente no atual contexto mundial, no qual se tornam assustadoras as mudanças climáticas e os prejuízos que acarretam.

Durante os eventos, a riqueza do subsolo regional e seu grande potencial hídrico, dentre outros assuntos, como o desmatamento e o garimpo ilegal, geraram preocupação e desencadearam discussões e reflexões sobre a maneira como os valiosos recursos naturais locais podem ser aproveitados de forma sustentável. Notadamente, posturas mais ativas por parte do Estado e da sociedade civil, capazes de mudar a lógica predatória dominante na região, foram repetidamente apontadas como necessárias para o delineamento de um caminho que coloque a Amazônia na linha de frente da denominada economia verde, alavancando o desenvolvimento sustentável, o crescimento social e econômico. A reativação da Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA), de caráter intergovernamental, formada pelos países amazônicos, é uma iniciativa resultante da *Cúpula da Amazônia* que exemplifica postura dessa natureza, pois a Organização tem o compromisso de propor soluções e desenvolver ações que fomentem o desenvolvimento de iniciativas sociais, ambientais, econômicas e tecnológicas para a Amazônia.

Na expectativa de que a região amazônica seja explorada com critério e tratada de forma cuidadosa, *Química Nova na Escola* apresenta aos leitores mais uma edição. Neste número, a produção de materiais didáticos é abordada em três artigos. Em “Construção de modelo molecular a partir da reutilização de garrafas PET: propostas para o ensino de química”, os autores descrevem um procedimento detalhado que viabiliza a construção de um modelo molecular com

dimensões adequadas para utilização em turmas médias e grandes, versátil o suficiente para permitir a abordagem de tópicos como grupos funcionais, análise conformacional e geometria molecular. A atenção é voltada para estudantes com deficiência visual em outro artigo, que relata a construção de um kit molecular no qual cada átomo é confeccionado com tamanhos e cores diferenciadas, com as devidas simbologias em braile, projetado para favorecer a abordagem de temas como estereoquímica e ligações químicas: “Kit molecular inclusivo para deficientes visuais no ensino de estruturas tridimensionais”. No artigo “Supernova: um jogo didático que aborda a tabela periódica e os elementos químicos utilizando a astronomia”, a construção de um jogo de respostas do tipo tabuleiro é apresentada ao leitor. O avançar dos jogadores em relação ao tabuleiro faz uma analogia aos estágios da existência de uma estrela, com destaque para o processo da síntese dos elementos no seu interior, relacionando o tema tabela periódica e elementos químicos com a astronomia.

A formação inicial e continuada de professores é colocada em pauta em três artigos, um deles na perspectiva da análise do Programa Residência Pedagógica e os demais no contexto da aplicação de atividades didáticas em Cursos de Licenciatura em Química. Os autores do artigo “Residência Pedagógica em Química: compreensões e perspectivas para a formação” investigaram as percepções de professores de Química sobre a participação no Programa e sobre as suas contribuições para a formação profissional, obtendo indicativo de aporte para a formação, principalmente, devido ao contato com novas estratégias didáticas. O artigo “Ensino de química orgânica a partir da temática óleos essenciais no combate ao mosquito *Aedes aegypti*” relata a aplicação de estratégia didática junto a licenciandos em Química, pautada na revisão de conteúdos de química orgânica, por meio da abordagem dos óleos essenciais como larvicidas naturais contra o mosquito *Aedes aegypti*. Também investigando um Curso de Licenciatura em Química, os autores do artigo “O papel da memorização na construção de significados em uma aula experimental sobre titulação ácido-base” analisaram, fundamentados na Teoria da Memória, a construção de significados sobre o conteúdo ácido-base por alunos de graduação.

Os artigos que encerram este número, ambos presentes na seção Cadernos de Pesquisa, são intitulados “A interação de estudantes com vídeos do programa ‘Pense como um Corvo’: as formas de pensar da Ciência e a elaboração de previsões e hipóteses” e “O cotidiano em artigos da *Química*



Nova na Escola: contribuições a partir da análise de redes”, e tratam, respectivamente, de assuntos que são constantemente apontados como relevantes para o ensino de Química: a construção de uma visão mais ampla do empreendimento científico e a abordagem de aspectos do cotidiano em salas de aula dessa disciplina.

Para a nossa tristeza, em maio a comunidade de educadores químicos despediu-se de Nicéa Quintino Amauro, docente da Universidade Federal de Uberlândia e ex-presidenta da Associação Brasileira de Pesquisadores/as Negros/as,

colaboradora assídua da QNEsc, que nos brindou com artigo sobre interações discursivas em sala de aula no número anterior a este da revista. As lutas de Nicéa contra o racismo e sexismo seguramente inspirarão a geração atual e as futuras.

Boa leitura a todos.

Paulo Alves Porto
Salette Linhares Queiroz
Editores de QNEsc

Ensino de química orgânica a partir da temática óleos essenciais no combate ao mosquito *Aedes aegypti*

Maria Alice S. Vieira, Rejane F. Sousa, Elenice M. Alvarenga e Thiciana S. S. Cole

Buscando estratégias pedagógicas que aproximem a experiência prática dos discentes ao conteúdo ministrado na Licenciatura em Química do IFPI- Campus Cocal, este trabalho teve como objetivo utilizar a temática óleos essenciais como larvicidas naturais contra o mosquito *Aedes aegypti* para revisar conteúdos de química orgânica. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, uma aula expositiva *on-line*, e a aplicação de questionários aos discentes das disciplinas de Química Orgânica I e Química Orgânica Experimental. Os resultados mostraram que, embora o tema selecionado seja amplamente discutido pelos meios de comunicação, os participantes deste estudo ainda confundem as doenças e sintomas causados pelo *Aedes aegypti*. Verificou-se também que isomeria, identificação de funções orgânicas oxigenadas e classificação dos carbonos foram os conteúdos mais complexos para os discentes. Por fim, a estratégia metodológica aqui proposta foi aprovada pela maioria dos discentes, que a consideram dinâmica e atrativa.

► *Aedes aegypti*, ensino contextualizado, química orgânica ◀

Recebido em 23/02/2022, aceito em 13/10/2022

173

O clima tropical do Brasil, caracterizado por altas temperaturas e umidade, proporciona um ambiente favorável para o desenvolvimento e proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor de doenças como a dengue, a febre amarela, chikungunya e zika. Segundo o boletim epidemiológico da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde, foram notificados 979.764 casos de dengue, 80.914 casos de chikungunya e 7.119 casos de zika no país no ano de 2020 (Brasil, 2020).

O controle do mosquito *Aedes aegypti* tem constituído um importante desafio. Ele chegou a ser erradicado do país por duas vezes, entre 1958 e 1973, entretanto, ocasionado por falhas na vigilância epidemiológica e pelo crescimento populacional acelerado, em 1976 surgiram os primeiros registros da reintrodução do vetor no Brasil (Zara *et al.*, 2016).

No Brasil são utilizados basicamente três métodos para conter o mosquito: o controle mecânico, que consiste na adoção de práticas capazes de impedir a procriação do vetor, tendo como principais atividades a proteção, a destruição ou

a destinação adequada de criadouros; o controle biológico, que consiste no uso de parasitas, patógenos ou predadores naturais para o controle de populações do mosquito; e o controle químico, que consiste no uso de substâncias químicas – inseticidas – para o controle do vetor nas fases larvária e adulta (Brasil, 2009).

A via de controle mais utilizada aqui ainda é a dos inseticidas químicos, mas sua toxicidade considerável e cumulação nos tecidos do organismo de seres humanos e de animais vem ascendendo à busca por novas formas de controle. Como alternativa de controle químico, os óleos essenciais de plantas têm sido reconhecidos como importantes recursos naturais de inseticidas, uma vez que interferem no crescimento e na reprodução do mosquito e são eficazes contra diferentes fases do seu crescimento. Além disso, são biodegradáveis, não-tóxicos e têm alguns efeitos sobre organismos alvo (Silva *et al.*, 2017).

Os óleos essenciais são substâncias voláteis que podem ser extraídas de várias partes do vegetal, sendo compostos

O controle do mosquito *Aedes aegypti* tem constituído um importante desafio. Ele chegou a ser erradicado do país por duas vezes, entre 1958 e 1973, entretanto, ocasionado por falhas na vigilância epidemiológica e pelo crescimento populacional acelerado, em 1976 surgiram os primeiros registros da reintrodução do vetor no Brasil (Zara *et al.*, 2016).



principalmente de monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanóides. A composição química dos óleos essenciais é determinada por fatores genéticos, porém, diversos fatores ambientais, como clima, solo, estações do ano, forma de plantio, adubação, técnica de extração, entre outros, podem afetar a composição química dos óleos essenciais (Ribeiro *et al.*, 2018).

Além da aplicação dos óleos essenciais na saúde, há também o seu viés no ensino-aprendizagem, isso acontece quando a composição química dos compostos é utilizada na revisão de conteúdos de química orgânica, por exemplo. Segundo Souza (2020), na química orgânica o desafio não é apenas o de ensinar sobre o átomo de carbono, mas sobre os conceitos associados a ele, suas propriedades, seu comportamento físico-químico, suas formas de obtenção, identificação, bem como a forma como interagem quimicamente. Para Solomons e Fryhle (2012), o ensino de química orgânica deve possibilitar aos discentes uma compreensão mais apurada dos aspectos químicos das substâncias que constituem os seres vivos, das relações dessas substâncias com a natureza e dos processos de obtenção, análise e síntese de parte dos materiais que nos cercam rotineiramente.

Aplicar metodologias de ensino que aproximem o docente do discente, que otimizem a qualidade da aula e proporcionem a motivação dos conteúdos é algo fundamental para que a aula aconteça de forma prazerosa e significativa e para que ambos se sintam capazes de promover o ensino-aprendizagem (Cruz e Pessoa Junior, 2016).

Sabendo da importância de se buscar estratégias que aproximem a prática vivenciada pelos discentes dos conteúdos trabalhados pelo docente em sala de aula, este trabalho teve como objetivo utilizar a composição química dos óleos essenciais com atividade larvicida frente ao *Aedes aegypti* para contextualizar o ensino de química orgânica.

Metodologia

A estratégia metodológica foi desenvolvida com 27 discentes do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Piauí – *campus* Cocal. Foram onze discentes que estavam cursando a disciplina de Química Orgânica I, ofertada no segundo período do curso; e dezesseis que estavam cursando a disciplina de Química Orgânica Experimental, ofertada no quarto período.

Revisão bibliográfica

Para a realização desta pesquisa bibliográfica buscou-se por artigos, revistas, documentos didáticos, livros, monografias e trabalhos apresentados em eventos científicos relacionados com a temática óleos essenciais com atividade

larvicida frente ao mosquito *Aedes aegypti*. Para a busca das obras utilizou-se a base de periódicos do *Google Acadêmico* com as palavras-chave óleo essencial e *Aedes aegypti* em seu título e o período compreendido entre 2015 e outubro de 2021.

Questionário de sondagem sobre prevenção e combate ao *Aedes aegypti*

Para investigar os conhecimentos dos discentes sobre as ações de prevenção e combate ao mosquito *Aedes aegypti* e sobre a utilização de óleos essenciais como alternativa natural de controle do vetor, foi aplicado, em ambas as turmas, um questionário elaborado pelos autores no *Google* formulários, formado por dez questões, nove objetivas e uma discursiva. O questionário proposto contemplou perguntas relacionadas à identificação dos mosquitos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, doenças por eles causadas, as medidas de prevenção adotadas em casa e

o uso de óleo essencial como controle químico. Algumas das perguntas presentes no questionário foram: Quais são as doenças que têm como vetor comum o *Aedes aegypti*? Você saberia reconhecer o mosquito *Aedes aegypti* nas figuras abaixo? Algum outro mosquito é capaz de transmitir a dengue? Você sabe o que são óleos essenciais? Como você definiria os óleos essenciais? Você acredita que a utilização de produtos feitos à base de óleos essenciais são boas alternativas para o controle do *Aedes aegypti*? Quais as medidas de prevenção que você e sua família adotam para evitar a proliferação do mosquito?

Busca de possíveis focos de proliferação do mosquito *Aedes aegypti*

Após a aplicação do questionário, foi solicitado aos discentes que identificassem e fotografassem possíveis focos de proliferação do mosquito em suas residências e em suas comunidades. Os discentes foram orientados a eliminar os focos encontrados e comunicar diretamente aos órgãos responsáveis.

Realização de uma aula expositiva contextualizada

Dando prosseguimento à estratégia metodológica, foi realizada uma aula expositiva abordando a temática “Óleos essenciais no combate ao mosquito *Aedes aegypti*” para revisar conteúdos já estudados pelos discentes. A aula foi realizada em ambas as turmas para investigar dificuldades na turma que está cursando e na que já cursou a disciplina, mas que se utiliza de conhecimentos da Química Orgânica I nas aulas de Química Orgânica Experimental. Para revisar os conteúdos, durante a aula foram apresentadas estruturas químicas de compostos majoritários identificados nos óleos essenciais que apresentaram atividade larvicida frente ao

Aplicar metodologias de ensino que aproximem o docente do discente, que otimizem a qualidade da aula e proporcionem a motivação dos conteúdos é algo fundamental para que a aula aconteça de forma prazerosa e significativa e para que ambos se sintam capazes de promover o ensino-aprendizagem (Cruz e Pessoa Junior, 2016).

mosquito *Aedes aegypti*. Foram revisados os seguintes conteúdos: classificação de carbonos, classificação de cadeias carbônicas, hibridização, funções orgânicas, fórmula estrutural e molecular e isomeria. Na aula também foram comentadas as principais dificuldades dos discentes em relação ao questionário, que abordou a temática do *Aedes aegypti* e doenças comuns ao vetor. A aula teve duração de duas horas em cada turma e foi ministrada pela plataforma *Google Meet*.

Esse modelo de ensino-aprendizagem, que antes era feito exclusivamente de forma presencial e passa a ser realizado em casa, é chamado sala de aula invertida. Bergmann e Sams (2018) destacam que na sala de aula invertida o discente tem maior comunicação com o docente, a relação docente e discente é ampliada e o discente é o protagonista do seu aprendizado. Semelhante ao que foi desenvolvido neste estudo, nessa modalidade de aula os discentes já têm internalizado o conteúdo e revisam com a turma, discutindo suas ideias, conhecimentos e tirando as dúvidas.

Questionário de sondagem sobre química orgânica

Finalizada a aula foi disponibilizado aos discentes um segundo questionário, elaborado no *Google Formulários*, contendo oito questões objetivas, nas quais foram abordados, de forma contextualizada, os conteúdos revisados na aula temática, buscando ampliar o horizonte de conhecimento dos discentes. O objetivo do questionário foi identificar os conteúdos de química orgânica os quais os discentes possuem mais dificuldades de aprendizagem.

Resultados e Discussão

Síntese das obras analisadas

Com a pesquisa bibliográfica realizada foram encontradas trinta e nove obras que continham em seu título os vocábulos “óleo essencial” e “*Aedes aegypti*”. Para um estudo mais aprofundado, apenas 26 desses trabalhos foram selecionados, pois apresentavam, concomitantemente, atividade larvicida frente ao mosquito *Aedes aegypti* e composição química dos óleos essenciais estudados.

Na revisão foram identificadas 24 espécies vegetais, pertencentes a diferentes gêneros, entre eles os mais citados foram *Cymbopogon*, *Eugenia* e *Piper*. A técnica de hidrodestilação foi a mais utilizada para a extração do óleo essencial. A parte das plantas mais utilizada para a obtenção dos óleos essenciais foram as folhas, estudadas em 14 espécies. Flores e botões florais, caules, raízes, frutos e sementes também foram utilizadas.

A análise da composição química dos óleos essenciais concentrou-se na identificação dos compostos majoritários. A classe dos terpenos foi a mais representativa, sendo encontrados onze monoterpênicos e nove sesquiterpenos; seguida da classe dos fenilpropanóides, com três compostos. Entre os

compostos majoritários, os mais citados foram: o eugenol, presente em quatro espécies; citronelal, encontrado em três espécies; seguidos do β -cariofileno, espatulenol, linalol e timol, todos identificados em duas espécies. Esses e outros compostos majoritários identificados nos óleos essenciais das espécies estudadas foram utilizados para contextualizar e revisar os conteúdos de química orgânica.

Análise do questionário de sondagem sobre prevenção e combate ao *Aedes aegypti*

Para investigar o conhecimento dos discentes sobre o *Aedes Aegypti*, bem como as ações de prevenção e combate ao mosquito, foi aplicado um questionário prévio. Neste também foi pesquisado o conhecimento dos discentes em relação ao uso de óleos essenciais como alternativa de controle do vetor. As respostas das duas turmas foram analisadas juntas.

Inicialmente os discentes foram indagados sobre as doenças transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti*, dos quais quinze afirmaram que o vetor é responsável apenas pela transmissão da dengue, da zika e da chikungunya. Os demais discentes, doze, acertaram quando incluíram em sua resposta a transmissão da febre amarela urbana, também causada pelo mesmo vetor. O *Aedes aegypti* também é o vetor da febre amarela, responsável pela primeira epidemia que atingiu o Brasil em 1850, que tinha como sintomas febre, pele amarela, calafrios e dores musculares e causou milhares de mortes (Lima *et al.*, 2021). O desconhecimento da maioria dos discentes sobre essa doença possivelmente se deve ao fato de o vírus estar erradicado no país desde 1942, e a doença pode ser prevenida por uma vacina eficaz, segura e acessível, distribuída de forma gratuita em postos de saúde de todo o Brasil (Sociedade Brasileira de Infectologia, 2017).

Aos discentes também foi solicitado que identificassem, em três figuras apresentadas, o mosquito *Aedes aegypti*, uma vez que para combater o vetor é preciso reconhecê-lo, principalmente porque, à primeira vista, o mosquito é bem semelhante aos pernilongos comuns. Todos os discentes identificaram corretamente a imagem que mostrava o mosquito preto com listras brancas no tronco, na cabeça e nas

patas. Indagou-se também se outro mosquito seria capaz de transmitir a dengue, e dezesseis discentes responderam que o mosquito *Aedes albopictus* também é um transmissor potencial da doença, enquanto, onze discentes consideraram o *Aedes aegypti* como o único vetor da dengue. Apesar de não possuir papel relevante como

vetor de arbovírus no Brasil, a população de *Aedes albopictus* introduzida no país mostrou-se capaz de transmitir o vírus da dengue, da febre amarela e da encefalite equina venezuelana sob condições laboratoriais, portanto, é um vetor potencial para diversas arboviroses e deve ser incorporado pelos programas de controle (Alencar *et al.*, 2008).

A análise da composição química dos óleos essenciais concentrou-se na identificação dos compostos majoritários. A classe dos terpenos foi a mais representativa, sendo encontrados onze monoterpênicos e nove sesquiterpenos; seguida da classe dos fenilpropanóides, com três compostos.

Quando questionados sobre as medidas de prevenção adotadas em suas residências para evitar a proliferação do mosquito, observamos que os estudantes estão cientes das medidas básicas que devem ser utilizadas. Um estudante relatou por escrito: “Manter caixas d’água bem fechadas, verificar se não há nada que possa acumular água da chuva, lavar reservatórios de água dos animais regularmente, etc.”. Já outro escreveu: “Evitamos deixar água parada por muito tempo, caixa de água totalmente fechada, quintal sempre limpo e antes da pandemia recebíamos visita da vigilância sanitária”. Um terceiro estudante comentou: “Mantemos bem fechadas caixas de água; lavamos semanalmente com água e sabão tanques utilizados para armazenar água; colocamos o lixo em sacos plásticos em lixeiras fechadas; fechamos bem os sacos de lixo e não deixamos ao alcance de animais; não deixamos acumular água em folhas secas e tampinhas de garrafas; catamos sacos plásticos e lixos do quintal; mantemos garrafas de vidro e latinhas de boca para baixo”.

Os discentes ainda foram questionados se sabiam o que eram os óleos essenciais e se saberiam defini-los, e observou-se que 25 responderam que sabiam o que eram os óleos essenciais e 22 os definiram de forma correta. Além disso, 23 acreditam que a utilização de óleos essenciais pode ser uma boa alternativa para o controle do vetor. Esses dados mostram que a maioria dos discentes reconhece o papel atribuído aos compostos de origem vegetal como potenciais alternativas aos larvicidas químicos utilizados e, principalmente, sabem os significados atrelados à definição dos compostos.

Identificação de possíveis focos de proliferação do mosquito *Aedes aegypti*

Após a aplicação do questionário foi solicitado aos discentes que identificassem em sua residência e proximidades

possíveis focos de disseminação de larvas do mosquito *Aedes aegypti*. Os discentes registraram os possíveis focos em fotografias, algumas delas são apresentadas na Figura 1.

As fotos foram tiradas nos municípios de Buriti dos Lopes, Caxingó e Cocal, e mostram calha de chuva (1), garrafa sem tampa (2), bebedouros de animais (3, 4 e 5) e vasilhame ao relento (6). Todas as fotos mostram focos de acúmulo de água, locais propícios para deposição de ovos do *Aedes aegypti*, que podem se manter viáveis por mais de um ano na água. Com essa atividade, os discentes perceberam sua responsabilidade em contribuir com a prevenção e

eliminação de focos do mosquito, e entenderam que erradicar o mosquito é antes de tudo uma ação social que necessita da atitude de toda a população.

O estudo da realidade dos discentes como porta de acesso de promoção de soluções às problemáticas nas quais eles estão inseridos descreve o que Bacich e Moran (2018) chamam de metodo-

logia ativa. Os discentes estudaram sobre o *Aedes aegypti* e seu controle e buscaram aplicar os conhecimentos adquiridos na identificação e eliminação dos facilitadores de proliferação do mosquito. Aplicar os conhecimentos adquiridos na comunidade, de forma prática, por meio da adoção da sala de aula invertida como metodologia ativa, realizada por meio do ensino híbrido e também digital, propicia a formação de discentes mais reflexivos e críticos, capazes de promover mudanças na realidade onde estão inseridos.

Análise da aula expositiva contextualizada

Após a atividade acima foi realizada uma aula *on-line*, separadamente para as duas turmas. A aula teve duas horas de duração, em cada turma, e foi realizada via plataforma *Google Meet*, tomando por base a temática da utilização de óleos essenciais no combate ao mosquito *Aedes aegypti*.

Os discentes ainda foram questionados se sabiam o que eram os óleos essenciais e se saberiam defini-los, e observou-se que 25 responderam que sabiam o que eram os óleos essenciais e 22 os definiram de forma correta. Além disso, 23 acreditam que a utilização de óleos essenciais pode ser uma boa alternativa para o controle do vetor.



Figura 1: Possíveis focos de proliferação de larvas do mosquito *Aedes aegypti* identificados pelos discentes. (Autoria própria, 2021)

Durante a aula foram revisados conceitos de química orgânica, utilizando como exemplos as estruturas moleculares de alguns compostos majoritários presentes nos óleos essenciais das espécies estudadas.

No início da aula foram discutidas algumas questões do questionário de sondagem prévia, retomando as perguntas que os discentes mais erraram. Esse momento foi importante para sanar as dúvidas dos mesmos e conscientizá-los sobre a necessidade de ações de eliminação e tratamento dos criadouros de suas residências para que se evite a proliferação do mosquito. Utilizar o ambiente escolar para abordar temáticas relevantes como essa é de extrema importância, uma vez que o aprendizado adquirido pelos discentes alcança a comunidade onde vivem, permitindo assim uma atuação mais próxima aos fatores de risco (Nakagawa, 2013). Além disso, permitem que os discentes se tornem sujeitos mais participativos na sociedade, sendo capazes de transformar o ambiente onde vivem na busca de melhores condições de saúde.

Em seguida foram resolvidas questões revisando os conteúdos de classificação de carbonos e de cadeias carbônicas, hibridização, funções orgânicas, fórmulas estrutural e molecular e isomeria. Para isso, foram apresentadas as estruturas moleculares dos compostos terpinoleno, citrônella, eugenol, 1,8-cineol, anetol, ácido dodecanóico, β -bisaboleno, linalol e limoneno, compostos majoritários identificados nos óleos das espécies vegetais estudadas. Percebeu-se que na turma de Química Orgânica I uma das dificuldades encontradas pelos discentes foi a identificação das funções orgânicas oxigenadas, de modo que alguns discentes confundiram a função álcool com fenol, aldeído com ácido carboxílico e éster com éter. Outra dificuldade observada nessa turma foi no conteúdo de isomeria, classificado pelos discentes como um conteúdo complexo e de difícil compreensão. Sulzbach e Ludke (2017) destacam que a isomeria é tida como um conteúdo difícil por apresentar conceitos abstratos, pelo difícil acesso a atividades experimentais e pelos problemas

em nível tridimensional, fatores estes que desmotivam os discentes e os fazem ignorar este conteúdo diante dos outros a serem estudados.

Por sua vez, não muito diferente da turma de Química Orgânica I, na turma de Química Orgânica Experimental a maior dificuldade observada durante a aula foi no conteúdo de isomeria, principalmente a plana, apontado pelos discentes como um dos conteúdos mais difíceis da química. Para o discente, partir do princípio de que ele precisa identificar e descrever compostos diferentes, mas que apresentam a mesma fórmula molecular, parece algo abstrato e complexo demais, e a visão desmotivada dos discentes por parte do assunto, por vezes, os faz preferirem a memorização ao invés do aprendizado.

Mesmo com dificuldades em alguns conteúdos trabalhados durante a aula, os discentes de ambas as turmas foram participativos, interagiram entre si e mostraram interesse em aprender um pouco mais, demonstrando que entendem seu papel ativo nas aulas como sujeitos que constroem conhecimentos e que não apenas os recebem, o que mostra a evolução na visão que os discentes têm da relação docente-discente e do conhecimento como algo construído por ambas as partes e não como algo estático e inabalável.

Análise do questionário de sondagem sobre química orgânica

No final da aula expositiva foi aplicado, em ambas as turmas, um questionário de sondagem envolvendo os conteúdos revisados. Uma comparação entre os percentuais de acertos das questões nas duas turmas está resumida na Figura 2.

Uma análise geral da Figura 2 mostra que a turma de Química Orgânica Experimental mostrou um percentual de acerto das questões superior ao da turma de Química Orgânica I, com exceção da questão cinco, onde observamos o contrário. Esse resultado era esperado, já que as turmas pertencem a períodos diferentes do curso de Licenciatura, sendo a turma de Química Orgânica I do segundo período e a

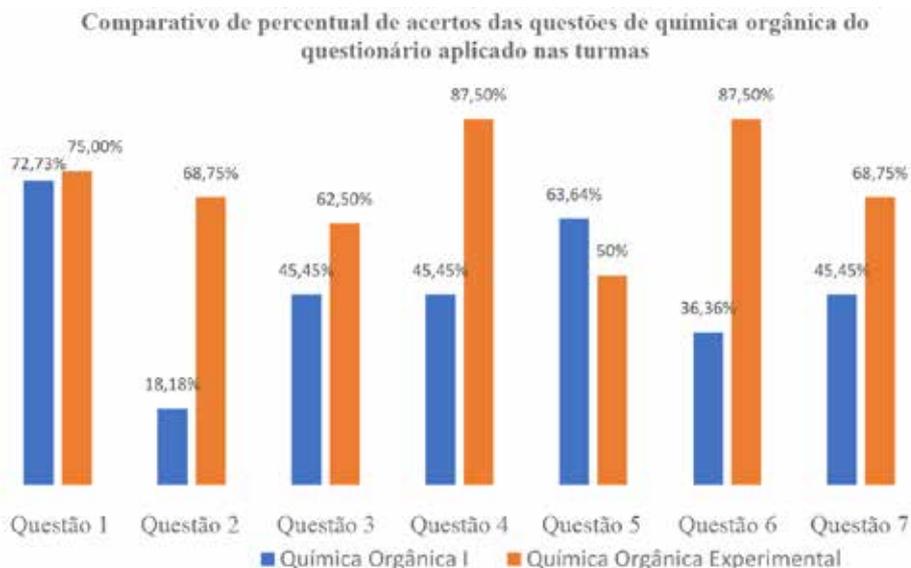


Figura 2: Gráfico do comparativo das respostas obtidas na aplicação do questionário de revisão de química orgânica. (Autoria própria, 2021)

turma de Química Orgânica Experimental do quarto período. No entanto, por meio dessa comparação podemos constatar as dificuldades persistentes no conteúdo de química orgânica no decorrer do curso.

Na primeira questão foi utilizada a estrutura química do linalol para indagar sobre a classificação de sua cadeia carbônica. O linalol foi identificado no óleo essencial das folhas do manjeriço-de-folha-larga com comprovada ação larvicida (Santos, 2018). Sua cadeia carbônica é classificada como aberta, homogênea, ramificada e insaturada. Em ambas as turmas se observou um bom nível de acertos para essa questão, oito discentes acertaram a questão na disciplina de Química Orgânica I (total de 11) e doze discentes na disciplina de Química Orgânica Experimental (total de dezesseis). Ao mesmo tempo, foi perceptível que ambas as turmas possuem um nível de dificuldade semelhante no conteúdo, o que nos leva a crer que se os discentes revisarem o conteúdo mais vezes, essa dificuldade poderá ser completamente sanada.

O conteúdo de classificação de cadeias carbônicas não é um dos apontados como de maior dificuldade na Química Orgânica.

Mastroiano e Zimmermann (2019) também se utilizaram da composição química de óleos essenciais para revisar a classificação de cadeias carbônicas em uma turma de 3º ano e obtiveram resultados semelhantes, nos quais os discentes demonstraram um conhecimento significativo do conteúdo e deixaram perceptível que com revisões posteriores as dificuldades ainda permanentes poderão ser eliminadas por completo.

A segunda questão foi a que a turma de Química Orgânica I demonstrou maior dificuldade, apenas dois discentes acertaram essa questão. Nela perguntou-se sobre a classificação dos carbonos presentes na molécula do β -bisaboleno, composto identificado no óleo essencial das raízes da *Philodendron fragrantissimum* (Saavedra, 2018). O β -bisaboleno, com fórmula molecular $C_{15}H_{24}$, possui quatro carbonos primários, sete secundários, quatro terciários e nenhum quaternário. Contrariamente ao que foi relatado durante a aula temática, na qual poucos discentes mencionaram ter dificuldade em identificar a quantidade de ligações estabelecidas entre carbonos na cadeia, esses dados nos mostram que essa turma precisa reforçar esse conteúdo.

As questões três e quatro abordaram o conteúdo de isomeria plana e isomeria espacial, respectivamente. Na questão três comparou-se os isômeros de função anetol e linalol presentes no óleo essencial das folhas do *Ocimum basilicum* (Santos, 2018). Na questão quatro as duas formas enantioméricas do limoneno (R e S) foram usadas para discutir a isomeria espacial. Em ambas as questões observamos um

percentual de acerto maior para a turma de Química Orgânica Experimental, que antes havia demonstrado dificuldade na aula de revisão, o que mostra a influência positiva da aula realizada na turma, enquanto a turma de Química Orgânica I mostrou um percentual de acerto inferior a 50% para as duas questões, em acordo com a dificuldade exposta pela turma no conteúdo durante a aula temática.

Buscando amenizar as dificuldades de estudantes em isomeria, Costa *et al.* (2017) se utilizaram das ferramentas MarvinSketch (Software que permite a visualização estrutural das moléculas isoméricas) e Kahoot, este último utilizado

na elaboração de um quiz-game contendo questões relativas ao conteúdo. De modo semelhante aos resultados obtidos pela turma de Química Orgânica I, descritos acima, após análise das respostas obtidas no quiz, os autores destacam que os erros obtidos pela maioria dos discentes superaram a quantidade de acertos, o que demonstra a dificuldade ainda persistente nesse conteúdo. Os autores ainda destacam que, mesmo após as aulas, os discentes demonstram dificuldade em propor a montagem da estrutura espacial dos isômeros e confundem os

O conteúdo de classificação de cadeias carbônicas não é um dos apontados como de maior dificuldade na Química Orgânica. Mastroiano e Zimmermann (2019) também se utilizaram da composição química de óleos essenciais para revisar a classificação de cadeias carbônicas em uma turma de 3º ano e obtiveram resultados semelhantes, nos quais os discentes demonstraram um conhecimento significativo do conteúdo e deixaram perceptível que com revisões posteriores as dificuldades ainda permanentes poderão ser eliminadas por completo.

isômeros geométricos.

Na questão cinco, o composto eugenol, identificado por Martins *et al.* (2020) no óleo essencial da popular Pimenta-da-jamaica, foi usado para revisar os conteúdos de fórmula molecular, hibridização, classificação de carbonos, tipos de ligações entre carbonos e funções orgânicas. Essa foi a questão que a turma de Química Orgânica Experimental apresentou menor número de acertos, oito discentes acertaram. A turma de Química Orgânica Experimental não havia demonstrado grandes dificuldades nos conteúdos abordados na questão quando estes foram revisados de forma isolada na aula temática, o alto percentual de erro no questionário pode estar atribuído à dificuldade da turma em trabalhar vários conceitos em uma mesma questão.

Nas questões seis e sete explorou-se o conteúdo de funções orgânicas oxigenadas. Na questão seis os compostos citronelal, ácido dodecanóico e 2-undecanona, presentes em óleos essenciais com atividade larvicida (Borges *et al.*, 2021; Santos, 2016; Orlanda e Mouchrek, 2021), foram usados para a identificação das funções orgânicas aldeído, ácido carboxílico e cetona. Na turma de Química Orgânica I apenas quatro discentes conseguiram acertar essa questão, enquanto a maioria dos discentes da turma de Química Orgânica Experimental, quatorze discentes, acertaram. Na questão sete os compostos eucaliptol, presente no óleo da planta Chan (Silva *et al.*, 2017); o eugenol, presente no óleo do cravo-da-índia (Rezende, 2017), e o anetol, presente no óleo das folhas do manjeriço (Santos, 2018), foram usados

para identificar a função éter, comum aos três compostos. Novamente o percentual de acertos foi menor na turma de Química Orgânica I, mostrando a dificuldade da turma no conteúdo de funções orgânicas oxigenadas.

Silva (2020) revisou o conteúdo de funções orgânicas oxigenadas utilizando como ferramenta didática um jogo digital. O autor destaca que a preocupação do discente em decorar conceitos na Química Orgânica o leva ao não aprendizado do que são os grupos funcionais e a sua influência na diferenciação das diversas funções orgânicas oxigenadas, o que os faz confundir funções orgânicas oxigenadas com estruturas semelhantes. Nas palavras do autor, uma ferramenta alternativa de ensino não é a salvação das aulas tradicionais, mas é um complemento e sua aplicação não funciona da mesma forma em todas as turmas nas quais é aplicada, o docente precisa conhecer os discentes para saber qual ferramenta será a mais indicada para cada turma (Silva, 2020).

Por último, foi indagado aos discentes se estes concordavam com a afirmativa: a utilização de aulas temáticas no ensino de química, especificamente de química orgânica, torna as aulas mais interessantes e o ensino de química mais dinâmico e prazeroso. A maioria concordou totalmente com a afirmação, nove discentes na turma de Química Orgânica I e doze discentes na turma de Química Orgânica Experimental. Camargo e Daros (2018) destacam a necessidade de mudanças na prática pedagógica por parte dos docentes, buscando promover um ensino mais próximo da realidade do discente e mais interativo. A criatividade e a produção de novas ideias poderão ser a força motriz para um ensino moderno e mais eficiente. Costa *et al.* (2020) afirmam que as metodologias tradicionais se mostram cada vez mais ineficazes no papel de formar um cidadão desenvolvido em habilidades e competências exigidas em um mundo cada vez mais competitivo e modernizado.

Considerações Finais

Os resultados obtidos evidenciaram a necessidade de se desenvolver projetos educativos voltados à educação no ambiente escolar, priorizando as condições locais da comunidade e levando em consideração a dinâmica da infestação por *Aedes aegypti* na região. No ambiente escolar os conhecimentos adquiridos pelos discentes ultrapassam as barreiras geográficas das salas de aula e chegam a toda a comunidade por meio

de ações de multiplicação de informações. Nesse sentido, cabe aos docentes utilizar metodologias diferenciadas que reforcem para os discentes a necessidade de transmissão dos conhecimentos e os instiguem a praticar o que aprenderam.

Além disso, foi possível constatar as principais dificuldades enfrentadas pelos discentes nas disciplinas de Química Orgânica I e Química Orgânica Experimental durante o curso de Licenciatura em Química. Os conteúdos de isomeria e identificação de grupos funcionais foram os considerados mais difíceis de serem assimilados pelos discentes da turma de Química Orgânica I, porém pode-se constatar que essa turma também apresentou dificuldade em classificar os carbonos na cadeia carbônica. Já a turma de Química Orgânica Experimental considerou o conteúdo de isomeria como o mais difícil da Química Orgânica, mas apresentou uma melhora significativa no conteúdo quando participou da aula de revisão e aplicou os conhecimentos revisados no questionário.

Pôde-se perceber que contextualizar o ensino de química orgânica, por meio da temática óleos essenciais com atividade larvívora frente ao mosquito transmissor de muitas doenças, como o *Aedes aegypti*, é uma estratégia metodológica que contribuiu para a oferta de um ensino interdisciplinar e de qualidade. Constatou-se também que a estratégia metodológica utilizada foi considerada pelos discentes como uma ferramenta que torna o ensino da química orgânica mais dinâmico, prazeroso e interessante. Vale ressaltar que a proposta de utilização de ferramentas diferenciadas no ensino-aprendizagem não busca substituir as aulas tradicionais, mas sim complementá-las, e que nem todos os discentes vão tender a preferi-las em detrimento das outras.

Maria Alice de Sousa Vieira (mariaalicevieira892@gmail.com), licenciada em Química e cursando Especialização em Ensino de Ciências pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI Campus Cocal. Cocal, PI - BR. **Rejane Fontenele de Sousa** (fontenele@ifpi.edu.br), licenciada em Letras/Português pela Universidade Estadual do Piauí - UESPI, graduada em Pedagogia e especialista em Docência do Ensino Superior pela Universidade Federal do Piauí - UFPI. mestrada em Artes, Patrimônio e Museologia pela Universidade Federal do Delta do Parnaíba - UFDPAr. Atualmente Professora do IFPI Campus Cocal. Cocal, PI - BR. **Elenice Monte Alvarenga** (elenice.alvarenga@ifpi.edu.br), bacharela e licenciada em Ciências Biológicas e mestrada em Biologia Celular e Estrutural pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, é doutora em Biotecnologia pela Universidade Federal do Piauí - UFPI. Atualmente é professora do IFPI Campus Cocal. Cocal, PI - BR. **Thiciane Silva Sousa Cole** (thiciane.sousa@ifpi.edu.br), licenciada em Química e mestrada e doutora em Química pela Universidade Federal do Ceará. Atualmente é professora do IFPI Campus Cocal. Cocal, PI - BR.

Referências

ALENCAR, C. H. M.; ALBUQUERQUE, L. M.; AQUINO, T. M. F.; SOARES, C. B.; RAMOS JÚNIOR, N. A. e LIMA, J. W. O. Potencialidades do *Aedes albopictus* como vetor de arboviroses no Brasil: um desafio para a atenção primária. *Revista de Atenção Primária à Saúde*, v. 11, n. 4, p. 459-67, 2008.

BACICH, L. e MORAN, J. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre, 1ª ed. Penso, 2018.

BERGMANN, J. e SAMS, A. *Sala de aula invertida: uma*

metodologia ativa de aprendizagem. Rio de Janeiro, 1ª ed. LTC, 2018.

BORGES, A. D. C.; CARVALHO, C. E. G.; SOUZA, J. R. L.; MORATTO, E. F.; CADAXO-SOBRINHO, E. S. e MARQUES, D. D. Avaliação da composição química e atividade larvívora do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* no controle de *Aedes aegypti* na Amazônia sul-ocidental. *HOLOS*, v. 5, n. 1, p. 1-13, 2021.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo Aedes aegypti (dengue, chikungunya e zika)*,

semanas epidemiológicas 1 a 50, 2020. Boletim Epidemiológico, Brasília, v. 51, n. 2, 2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue*. Departamento de Vigilância Epidemiológica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2009.

CAMARGO, F. e DAROS, T. *A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo*. Porto Alegre, 1ª ed, Penso, 2018.

COSTA, C. H. C.; DANTAS FILHO, F. F. e MOITA, F. M. G. S. C. MarvinSketch e Kahoot como ferramentas no ensino de isomeria. *HOLOS*, v. 1, n. 1, p. 31-43, 2017.

COSTA, J. A. C.; OLIVEIRA, J. D. e DANTAS, D. R. *Metodologias ativas e suas contribuições no processo de ensino-aprendizagem*. Série Educar: Prática Docente, v. 40, 1ª ed, p. 1-201. Belo Horizonte, Editora Poisson, 2020.

CRUZ, N. C. A. e PESSOA JUNIOR, E. S. F. Uso do software “Construa uma molécula” na abordagem do tema isomeria. *Scientia Amazonia*, v. 5, n. 2, p. 68-71 2016.

LIMA, L. P.; SILVA, E. M. e SOUZA, A. S. B. *Aedes aegypti*: doenças relacionadas: uma revisão histórica e biológica. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 4, n. 3, p. 3429-3448, 2021.

MARTINS, T. G. T.; EVEERTON, G. O.; ROSA, P. V. S.; ARRUDA, M. O.; SOUTO, L. A. S.; FONSECA, D.; SILVA, I. S.; COSTA, A. T.; SOUZA, L. S.; NETO, A. P. A. e MOUCHREK, V. E. F. Atividade larvívica do óleo essencial de Pimenta dioica Lindl. frente as larvas do mosquito *Aedes aegypti*. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 8, p. e151985518-e151985518, 2020.

MASTROIANO, Y. F. e ZIMMERMANN, N. E. K. Essências e óleos essenciais: uma proposta de intervenção pedagógica no âmbito da aprendizagem significativa defendida por Ausubel. In: 5º Encontro de Ciência e Tecnologia do IFsul – Campus Bagé. *Anais...* Bagé, Rio Grande do Sul, 2019.

NAKAGAWA, C. K. *Promoção da saúde nas ações de controle e combate ao dengue nas escolas de Ceilândia*. 2013. 70 f. Monografia (Bacharelado em Saúde Coletiva) – Universidade de Brasília, Ceilândia-DF, 2013.

ORLANDA, J. F. F. e MOUCHREK, A. N. Efeito larvívica do óleo essencial das folhas de *Ruta graveolens* LINNEAU no controle de *Aedes aegypti* (LINNAEU, 1762) (Diptera: Culicidae). *Research, Society and Development*, v. 10, n. 12, p. e115101220028-e115101220028, 2021.

REZENDE, B. M. M. *Desenvolvimento e caracterização de microemulsões com óleo essencial Syzygium aromaticum dispersas em hidrogéis com ação larvívica contra o Aedes aegypti*. 2017. 82 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2017.

RIBEIRO, S. M.; BONILLA, O. H. e LUCENA, E. M. P.

Influência da sazonalidade e do ciclo circadiano no rendimento e composição química dos óleos essenciais de *Croton* spp. da Caatinga. *Iheringia, Série Botânica*, v. 73, n. 1, p. 31-38, 2018.

SAAVEDRA, M. G. *Avaliação da atividade larvívica da nanoemulsão do óleo essencial das raízes de Philodendron fragrantissimum (Hook) G. Don (Araceae) contra Aedes aegypti (Linnaeus 1762) (Diptera: Culicidae)*. 2018. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Departamento de Pós-Graduação, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2018.

SANTOS, E. L. V. S. *Atividade larvívica da nanoemulsão do óleo essencial de Ocimum basilicum Linn (Lamiaceae) em Aedes aegypti Linnaeus e Culex quinquefasciatus Say (Diptera: Culicidae)*. 2018. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Departamento de Pós-Graduação, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2018.

SANTOS, L. M. M. *Avaliação do potencial de óleo essencial de sementes de Syagrus coronata (Martius) Beccari (Arecaceae: Arecoideae) para controle do Aedes aegypti*. 2016. 70 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica e Fisiologia) - Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Fisiologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

SILVA, F. G. B. *TRILHA ORGÂNICA: A influência do jogo digital na aprendizagem de funções orgânicas oxigenadas com alunos da 3ª série do ensino médio*. 2020. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências da Natureza), Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2020.

SILVA, T. I.; ALVES, A. C. L.; AZEVEDO, F. R.; MARCO, C. A.; SANTOS, H. R. e ALVES, W. S. Efeito larvívica de óleos essenciais de plantas medicinais sobre larvas de *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 12, n. 2, p. 256-260, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFECTOLOGIA. *FEBRE AMARELA - INFORMATIVO PARA PROFISSIONAIS DE SAÚDE*. 2017. Disponível em: <https://sbim.org.br/images/files/sbi-famarela-saude.pdf>, acesso em nov. 2021.

SOLOMONS, G. e FRYHLE, C. *Química Orgânica*. Rio de Janeiro, 10ª ed, LTC, 2012.

SOUZA, D. J. *Uma sequência didática utilizando óleos essenciais para o ensino de química orgânica na Educação Básica*. 2020. 148 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, Instituto Federal de Goiás, IFG, Jataí, GO, 2020.

SULZBACH, A. C. e LUDKE, E. O ensino de isomeria óptica por meio da utilização de um polarímetro didático. *Vivências*, v. 13, n. 24, p.333-342, 2017.

ZARA, A. L. S. A.; SANTOS, S. M.; OLIVEIRA, E. S. F.; CARVALHO, R. G. e COELHO, G. E. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 25, n. 1, p. 391-404, 2016.

Abstract: *Teaching organic chemistry using essential oils against Aedes aegypti Mosquito*. This study was developed as a pedagogical proposal to bring the students' experiences closer to the academic content taught in the undergraduate course in Chemistry at IFPI - Cocal campus. To achieve this pedagogical approach, essential oils were used as a natural larvívica against *Aedes aegypti* mosquito to review the content of Organic Chemistry. For this purpose, it was carried out bibliographical research, an online lecture and a survey to students from different terms who were attending Organic Chemistry I and Experimental Organic Chemistry. The results showed that many students misunderstand illnesses and symptoms caused by *Aedes aegypti*, although those information are widely spread and discussed by media. It was also possible to identify that isomerism, identification of oxygenated organic functions and carbon classification were contents considered more difficult to students. Finally, the methodological approach proposed was approved by most participants, which was considered dynamic and attractive.

Keywords: *Aedes aegypti*, contextualized teaching, organic chemistry

Construção de modelo molecular a partir da reutilização de garrafas PET: propostas para o ensino de química

Paulo H. Fabri, Laís S. Oliveira, Lara S. Ribeiro, Larissa C. Crespo, Aline E. Siqueira e Rosana Giacomini

Descreve-se neste artigo um procedimento passo a passo para a construção de um modelo molecular de tamanho grande a partir da reutilização de garrafas PET de refrigerantes. Esse modelo molecular possui medidas adequadas para apresentações em turmas médias e grandes e tem demonstrado excelente estabilidade manipulativa e também ser uma ferramenta eficiente para atrair a atenção dos alunos. O modelo mostrou versatilidade e pode ser usado para trabalhar um grande número de tópicos, como análise conformacional, vários tipos de isomeria, geometria molecular, grupos funcionais, conceitos de ressonância (teoria da ligação de valência) e teoria orbital molecular.

► análise conformacional, estereoquímica, estrutura molecular ◀

Recebido em 14/05/2022, aceito em 03/09/2022

181

Os modelos moleculares são ferramentas úteis como auxílio e guia para ajudar os alunos no processo de aprendizagem. Eles contribuem na visualização de alguns conceitos de difícil compreensão. Existem diferentes tipos de modelos moleculares, os quais são projetados com o foco direcionado para um determinado conceito que se deseja estudar (Francoeur, 1997; Charbonneau, 2013). Por exemplo, se o principal interesse é mostrar os raios de Van der Waals, seriam necessários modelos de preenchimento de espaço. Para abordar problemas de geometria molecular ou de conformação, recomenda-se a utilização de modelos de bola e bastão. Por outro lado, modelos de estrutura de arame mais rigorosos podem ser usados para enfatizar distâncias e ângulos de ligação. Existem modelos alternativos com abordagem mista, mostrando, por exemplo, a estrutura atômica e também incluindo a visualização de ligações π . No caso específico de ligações múltiplas, elas não são necessariamente representadas nos modelos moleculares usuais, mas podem ser inferidas a partir da geometria de cada átomo envolvido na ligação. Para uma representação mais didática das ligações π , alguns modelos usam conectores

A visualização da estrutura espacial e a compreensão completa do porquê as formas dessas moléculas são afetadas por arranjos eletrônicos geralmente são difíceis para os estudantes de química (Dori e Barak, 2001).

diferentes para átomos com geometria híbrida sp^2 ou sp , e outros usam ligações dobradas (“banana-bonds”) para átomos híbridos sp^3 .

A visualização da estrutura espacial e a compreensão completa do porquê as formas dessas moléculas são afetadas por arranjos eletrônicos geralmente são difíceis para os estudantes de química (Dori e Barak, 2001). Modelos moleculares de tamanho grande podem mostrar resultados ainda melhores em relação à percepção de um aluno trabalhando no modo operacional concreto de pensar (Battino, 1983). O uso de modelos moleculares tangíveis e animações computadorizadas ajuda a facilitar essa compreensão e os alunos geralmente acham mais fácil transformar representações 2D em 3D e vice-versa. A utilização de uma dessas ferramentas não descarta ou substitui a outra. Em vez disso, o uso de ambas simultaneamente tem um efeito sinérgico e melhora significativamente a percepção do modelo e o entendimento da estrutura espacial das moléculas orgânicas (Dori e Barak, 2001; Abraham *et al.*, 2010; Al-Balushi e Al-Hajri, 2014).

Vários materiais podem ser usados para construir modelos moleculares tridimensionais. Para citar apenas alguns deles,



destacam-se aqueles construídos com fios (Hernandez *et al.*, 1996), papel (He *et al.*, 1990), impressoras 3D (Scalfani e Vaid, 2014), tampas de garrafas (Siodłak, 2013), bolas de isopor (Birk e Foster, 1989), canudos (Mak *et al.*, 1997) e balões (Williams, 2005). Neste artigo, descreve-se a montagem de um *kit* de modelo molecular a partir de garrafas PET e dois exemplos explorando seu uso. Embora esse modelo tenha sido descrito anteriormente em outros trabalhos (Mateus e Moreira, 2007; Passoni *et al.*, 2012), aqui descreve-se um guia detalhado para sua construção, incluindo carbonos hibridizados sp^2 e outras modificações que não são observadas nos trabalhos anteriores. O uso de materiais recicláveis para construir ferramentas didáticas não é apenas barato, mas também uma prática ecológica. O compromisso com o meio ambiente é destacado pelo uso de garrafas PET em alguns procedimentos experimentais, como a síntese de MOF e a despolimerização de PET (Kaufman *et al.*, 1999; Roy *et al.*, 2013).

Descrição da construção e montagem

O bloco de construção para todos os átomos é o topo de uma garrafa PET de dois litros de refrigerante. A melhor opção são as incolores e hemisféricas de formato arredondado. Garrafas pontiagudas ou de tamanhos menores ou maiores que as de dois litros não são ideais para a confecção dos modelos, pois não se consegue um encaixe adequado entre elas para a construção dos módulos. Os materiais e as quantidades necessárias para a montagem de um *kit* completo

são: tesoura, estilete, régua, tinta a óleo nas cores preta, azul e vermelha, pincel para pintura, furadeira com broca número 5, 63 rebites, alicate rebitor manual, 57 garrafas PET, 4 tampas vermelhas, 1 tampa azul, 14 tampas brancas, 12 tampas pretas e 6 condutores elétricos flexíveis de PVC (conduítes) de 15 centímetros cada.

Corte as garrafas a cerca de 10 centímetros do topo com um estilete e uma tesoura (Figuras 1a e 1b). São necessárias quatro garrafas para construir um módulo representando um átomo tetraédrico e três para construir um módulo representando um átomo planar trigonal. Pinte a parte interna das peças das garrafas cortadas com tinta a óleo (Figuras 1c, 1d e 1e) usando a convenção de cores CPK: preto para carbono, vermelho para oxigênio, azul para nitrogênio e branco para hidrogênio (Figura 1f) (Corey e Pauling, 1953). Deixe secar e verifique se há áreas que não estejam completamente cobertas pela tinta. Aplique uma segunda camada, se necessário. Monte um átomo tetraédrico juntando quatro peças, colocando-as uma dentro da outra de forma que haja espaços idênticos entre os bicos (Figuras 1g, 1h, 1i e 1j). Use uma furadeira elétrica para perfurar o meio de cada uma das três partes superpostas e insira um rebite para configurar a estrutura (Figuras 1g, 1h e 1i). Quatro rebites são usados para construir um átomo tetraédrico (Figura 1j) e três para um átomo planar trigonal (Figura 1k). As tampas brancas são usadas para representar átomos de hidrogênio e as coloridas para caracterizar elétrons não ligantes. As tampas também são usadas para denotar ligações simples entre dois átomos. Coloque duas tampas de cabeça para baixo, fure-as ao meio

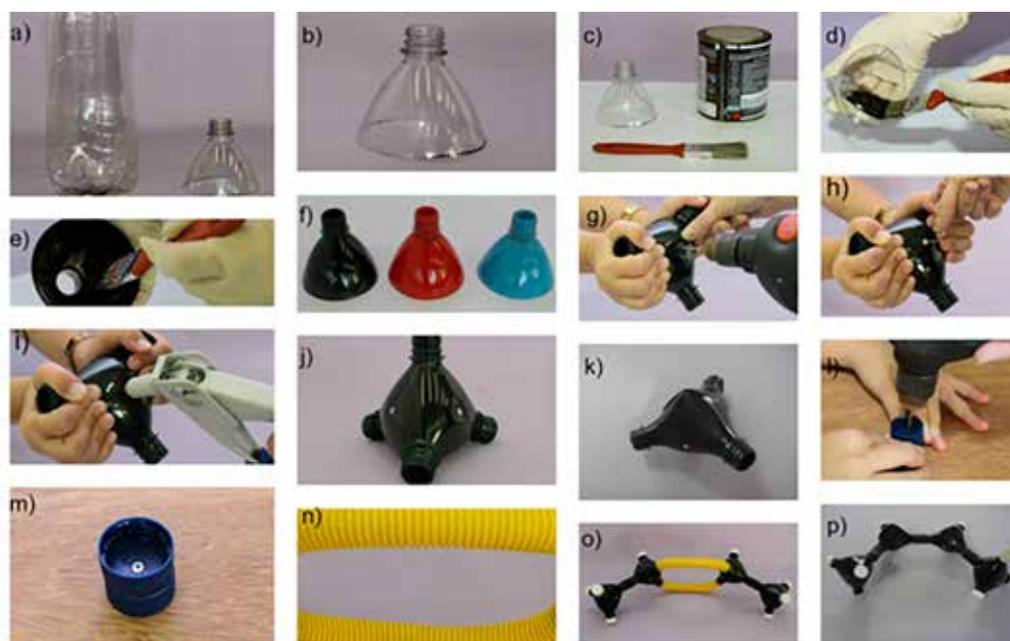


Figura 1: Etapas para a construção de modelos moleculares feitos de uma garrafa PET: (a) corte 10 cm do topo da garrafa; (b) a parte da garrafa usada para construir os átomos; (c) materiais de pintura; (d) / (e) pintar o interior da garrafa; (f) garrafas pintadas e secas usando a convenção de cores CPK; (g) perfurar um lado do tetraedro com a broca; (h) / (i) adição do rebite no furo; (j) átomo tetraédrico pronto; (k) átomo planar trigonal pronto; (l) perfurar as tampas; (m) ligação simples pronta montada a partir das tampas unidas; (n) um par de condutores elétricos flexíveis de PVC; (o) (cis) 2-buteno mostrando a representação de ligações simples em C – C e C – H usando as tampas, bem como para ligações duplas em C = C usando os conduítes; (p) representação do (cis) 2-buteno usando átomos com hibridações sp^3 e sp^2 . Nesse caso, as ligações π podem ser inferidas diretamente a partir da geometria e hibridação de cada átomo de carbono envolvido na ligação.

com furadeira elétrica e junte-as com um rebite (Figuras 1l e 1m). Do ponto de vista de conveniência e didática, as ligações duplas podem ser representadas por condutores elétricos flexíveis de PVC (Figura 1n). Assim, uma ligação dupla pode ser representada por duas peças com cerca de 15 centímetros de conduíte (Figura 1o). Caso contrário, as ligações poderiam ser inferidas diretamente da geometria de cada átomo de carbono envolvido na ligação (Figura 1p).

Recomenda-se, para desenvolver atividades gerais, um *kit* contendo no mínimo: seis átomos de carbono sp^3 , seis átomos de carbono sp^2 , dois átomos de oxigênio sp^3 , um átomo de oxigênio sp^2 , um átomo de nitrogênio sp^3 , quatro tampas vermelhas, uma tampa azul, quatorze tampas brancas, seis conectores pretos para conexões simples e três pares de conduítes para representar ligações duplas. A principal vantagem desses modelos em relação aos comerciais é a possibilidade de construção de diversos kits com baixo custo, pois são feitos de materiais reutilizados e de fácil obtenção. Além disso, o uso desses modelos permite uma excelente interação e visualização pelos alunos, por serem leves, de tamanho relativamente grande e apresentarem módulos com grande estabilidade.

Os modelos se aplicam em todos os níveis de ensino e podem ser construídos pelos próprios alunos na forma de projetos. Como sugestão, pode-se reservar de uma a duas semanas para a coleta das garrafas e dos materiais necessários, uma semana para o corte e pintura das garrafas e uma semana para a perfuração e rebitação dos módulos, totalizando de três a quatro semanas de projeto. Segundo Hageman (2010), o fato de os alunos construírem seus próprios modelos moleculares e manipulá-los pode contribuir de forma significativa na compreensão de conceitos químicos e bioquímicos, pois aumenta o envolvimento e o interesse do aluno pelas atividades realizadas, além de desenvolver a criatividade e habilidades manuais, resultando em melhor aprendizado.

Como todo modelo, este também apresenta limitações. No caso, podemos exemplificar a de não expressar proporcionalmente o tamanho das ligações simples e duplas, uma vez que as ligações duplas são menores que as simples. Conforme pode ser visto na Figura 1o, a ligação dupla representada pelos conduítes é maior que a ligação simples representada pelas tampas. Esse fato se deu em função de, ao conectar os módulos por meio das tampas para fazer as ligações simples, permite-se ao aluno girá-lo tal qual ocorre nos átomos unidos por essas ligações. No entanto, ao realizar a ligação dupla por meio de tampas, por exemplo, em um módulo de carbono sp^2 (Figura 1k), a ligação fica representada da mesma forma que uma ligação simples, não permitindo ao aluno diferenciá-las. Além disso, dessa maneira os módulos giram em torno da ligação dupla, o que poderia induzir o aluno a uma concepção errônea sobre a rigidez desse tipo de ligação. A fim de contornar essa limitação, optou-se por utilizar os conduítes, pois dessa forma não é possível girar os módulos em torno do eixo das ligações duplas. Somado a isso, o uso dos conduítes em tamanhos maiores proporciona

mais firmeza na montagem da estrutura molecular, o que não se aplica ao usar conduítes de tamanhos menores, os quais se desmontavam ao serem manuseados. Outra vantagem a ser destacada com o uso dos conduítes é a possibilidade de montar estruturas muito rígidas como, por exemplo, o ciclopropeno.

Obviamente, há muitos assuntos que poderiam ser abordados usando esse modelo nas aulas de química. Dois exemplos de conteúdo são apresentados abaixo para ilustrar e comparar o uso desse modelo molecular com outros comerciais. Muitos outros tópicos podem ser trabalhados com a ajuda de um modelo desse tipo. Cabe aos educadores usar a criatividade para desenvolver novas possibilidades de trabalho na sala de aula.

Exemplo de conteúdo: Análise Conformacional

A análise conformacional pode ser examinada considerando os alcanos simples. A rotação sobre ligações simples C – C pode ser facilmente realizada por esse modelo molecular. Comparações entre conformações eclipsadas e escalonadas de etano (Figura 2a), ou conformações de cadeira e barco (Figuras 2b e 2c) de ciclo-hexano, foram bem compreendidas pelos alunos. A substituição de dois hidrogênios em etano por dois grupos metil para gerar n-butano (Figura 2d), que agora permite várias disposições distintas entre esses grupos maiores (antiperiplanar, anticlinal, sinclinal e sinperiplanar de acordo com a nomenclatura de Klyne-Prelog), também foi amplamente compreendida por eles. As Figuras 2e a 2h mostram essas disposições grupais e os alunos foram capazes de rastrear a rotação em torno da ligação C2 – C3 de butano, fazendo facilmente uma correlação precisa entre conformação, ângulos diédricos e suas nomenclaturas. Vale ressaltar que a maioria das questões conformacionais explicadas usando a projeção de Newman foi prontamente seguida pelos estudantes que usavam esse modelo molecular. Eles também mostraram uma clara percepção das posições equatorial e axial na conformação cadeira do ciclohexano (Figura 2c) e o impedimento estérico causado pelas interações 1,3-diaxiais.

Exemplo de conteúdo: Isomeria e Estereoquímica

Conceitos de isomeria, geometria molecular, grupos funcionais, quiralidade e configuração absoluta são abordados diretamente usando este modelo molecular. O conceito de isomeria cis e trans pode ser introduzido usando exemplos mostrados nas Figuras 3a e 3b, nos quais os alunos podem interagir com estruturas montadas (por exemplo, girar, traduzir, etc.) e ver por si mesmos que a ligação dupla C = C não é capaz de girar. Os alunos também alcançaram total compreensão usando esse modelo em tópicos como isomeria estrutural e estereoquímica de compostos orgânicos. A isomeria em cadeia (Figuras 3c e 3d), bem como a tautomeria posicional, funcional, foram claramente percebidas pelos alunos nas aulas. Exemplos trabalhados de vários grupos funcionais são exibidos nas Figuras 3e a 3l e o uso desse modelo



Figura 2: Exemplos de modelo molecular de PET cobrindo análise conformacional: (a) conformações eclipsadas e escalonadas de etano; (b) conformação por barco de ciclohexano; (c) conformação da cadeira de ciclohexano; (d) n-butano e suas diferentes conformações observadas através da ligação C2 – C3: (e) antiperiplanar; (f) anticlinal; (g) sinclinal; (h) sinperiplanar.

molecular torna a compreensão desse tópico mais interessante e acessível aos alunos. Eles foram capazes de identificar grupos funcionais e nomear compostos (Figuras 3e a 3l), reconhecer vários tipos de isomeria e inferir propriedades moleculares, como polaridade e capacidade de ligação de

hidrogênio, manipulando as estruturas. Da mesma forma, as atribuições de quiralidade para moléculas orgânicas foram facilitadas pelo uso do modelo molecular quando ambos os enantiômeros foram mostrados e vistos ao longo de uma ligação específica no centro estereogênico (Figura 3m). Os

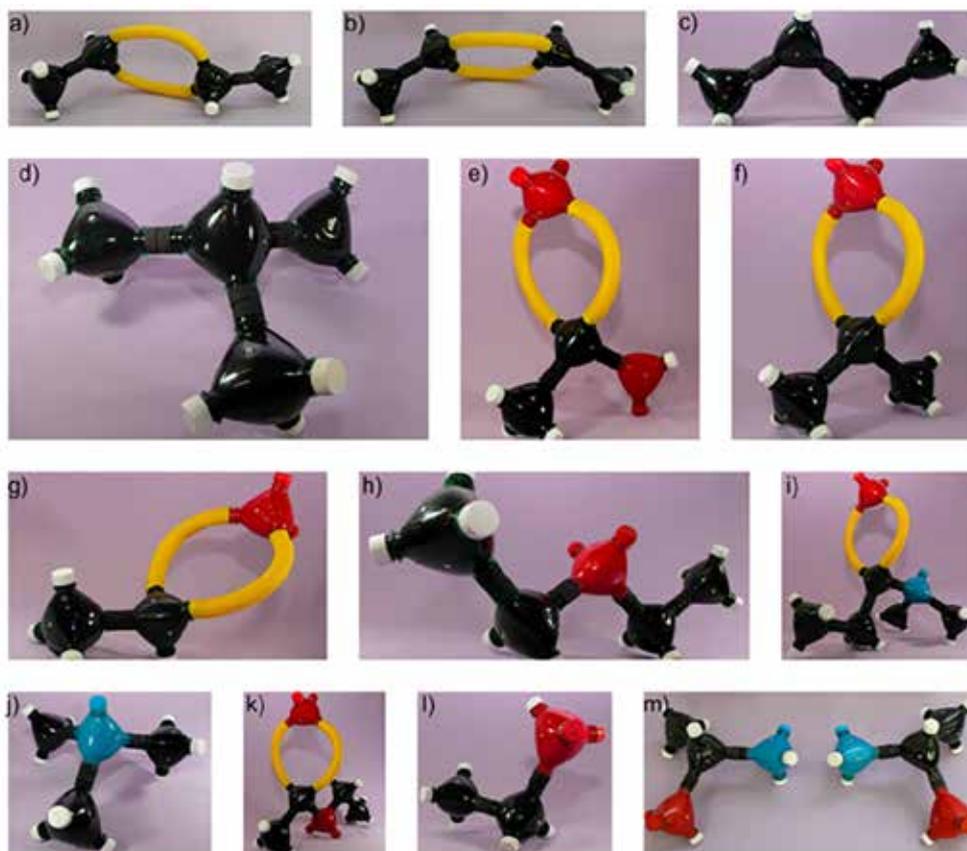


Figura 3: Exemplos de modelo molecular de PET cobrindo grupos orgânicos funcionais, isomeria e estereoquímica. Isomeria geométrica exibida por (a) (trans) 2-buteno e (b) (cis) 2-buteno. Isomeria de cadeia exibida por (c) butano e (d) 2-metilpropano. Exemplos trabalhados de grupos funcionais / compostos orgânicos considerados nas classes: (e) ácido acético; (f) 2-propanona; (g) acetaldeído; (h) éter dietílico; (i) N, N-dimetilpropanamida; (j) trimetilamina; (k) acetato de etila e (l) etanol. Isomeria conformacional apresentada pelos (m) isômeros R e S do 1-aminoetanol.

alunos foram capazes de identificar a prioridade de cada substituinte no formalismo de Cahn-Ingold-Prelog (CIP) e usá-lo para nomear os compostos corretamente. Mais uma vez, eles manipularam as estruturas e compreenderam o conceito de enantiômeros R e S, assim como a impossibilidade de interconversão e sobreposição desses enantiômeros.

Outros tópicos comuns podem ser facilmente abordados por esse modelo molecular, permitindo também o uso nas aulas de química geral. A geometria de moléculas ou íons simples, como nitrônio (Figura 4a), nitrito (Figura 4b) ou tetrametilamônio (Figura 4c), pode ser avaliada por essa ferramenta e usada para explicar arranjos lineares, curvados ou piramidais. As formas canônicas do ânion nitrito podem ser facilmente interconvertidas, abordando o conceito de ressonância (Figuras 4b e 4d). O professor também pode enfatizar que átomos de nitrogênio e oxigênio transportam pares solitários de elétrons. Assim, o íon nitrito é uma base de Lewis e é um nucleófilo ambidentado em relação a um eletrófilo, doando um par de elétrons de átomos de nitrogênio ou oxigênio. Se o professor pretende abordar o conceito de orbitais moleculares, o mesmo ânion nitrito poderá ser montado usando um átomo de nitrogênio sp^2 e dois átomos de oxigênio sp^2 . Nesse caso, as ligações π devem ser inferidas diretamente da geometria de cada átomo envolvido no arranjo, como já visto nos casos (trans) e (cis) de 2-buteno.

Conclusão

Foi descrita a construção passo a passo de um modelo molecular a partir de garrafas PET de refrigerante. Seu

tamanho grande permite que seja facilmente visualizado por turmas numerosas e provou ser uma ferramenta eficiente para atrair a atenção dos alunos e facilitar a compreensão de conceitos abstratos na química. Na prática, esses modelos mostraram versatilidade e podem ser usados para trabalhar um número de tópicos bem diversificados. Uma vez montados, os modelos mostraram excelente estabilidade ao ser manipulado pelos alunos. O uso desses modelos portáteis nas aulas de química enfatiza os conceitos 3D para os alunos e facilita o vínculo entre as representações 2D e 3D. A representação de ligação dupla pode ser feita por duas estratégias diferentes, dependendo da escolha do professor: (i) uma representação didática usando conduítes elétricos flexíveis como conectores (“representação de ligação dobrada”); ou (ii) inferido a partir da geometria e hibridação dos átomos conectados. Finalmente, o uso de materiais recicláveis para construir ferramentas didáticas não é apenas de fácil acesso, mas também uma prática ecológica que deve ser amplamente recomendada.

Notas

Os autores declaram não ter interesse financeiro concorrente.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), do PPGCN da Universidade Estadual do Norte Fluminense – Darcy Ribeiro e da FAPERJ.

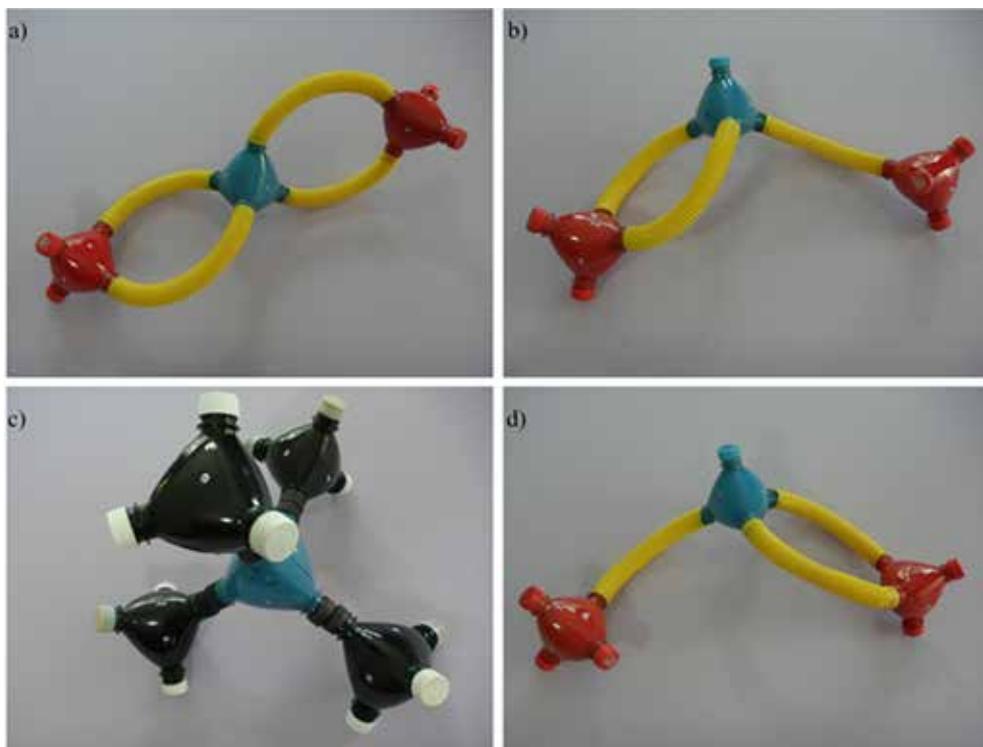


Figura 4: Exemplos de modelo molecular de PET cobrindo a geometria molecular e o conceito de ressonância: (a) íon nitrônio; (b) íon nitrito; (c) íon tetrametilamônio; e (d) a outra forma canônica de íon nitrito.

Os autores são devedores de Jason G. Taylor pela discussão perspicaz e pela revisão do manuscrito.

Paulo Henrique Fabri (fabri.paulohenrique@gmail.com), licenciado e bacharel em Química, com habilitação em Química Industrial, pela Universidade Federal de Ouro Preto, mestre em Ciências Naturais, na área de Ensino de Ciências, pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Alegre, ES – BR. **Lais Stoller Oliveira** (laisstoller@gmail.com), licenciada em Ciências, habilitação em Química, pelo Instituto Federal Fluminense, mestre em Ciências Naturais pela Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro. São Fidélis, RJ – BR.

Referências

ABRAHAM, M.; VARGHESE, V. e TANG, H. Using molecular representations to aid student understanding of stereochemical concepts. *Journal of Chemical Education*, v. 87, n. 12, p. 1425-1429, 2010.

AL-BALUSHI, S. M. e AL-HAJRI, S. H. Associating animations with concrete models to enhance students' comprehension of different visual representations in organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, n. 15, p. 47-58, 2014.

BATTINO, R. Giant atomic and molecular models and other lecture demonstration devices designed for concrete operational students. *Journal of Chemical Education*, v. 60, n. 6, p. 485-488, 1983.

BIRK, J. P. e FOSTER, J. Molecular models for the do-it-yourselfer. *Journal of Chemical Education*, v. 66, n. 12, p. 1015-1018, 1989.

CHARBONNEAU, M. The cognitive life of mechanical molecular models. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, n. 44, p. 585-594, 2013.

COREY, R. B. e PAULING, L. Molecular models of amino acids, peptides, and proteins. *The Review of Scientific Instruments*, v. 24, n. 8, p. 621-627, 1953.

DORI, Y. J. e BARAK, M. Virtual and physical molecular modeling: fostering model perception and spatial understanding. *Educational Technology and Society*, v. 4, n. 1, p. 61-74, 2001.

FRANCOEUR, E. The forgotten tool: the design and use of molecular models. *Social Studies of Science*, v. 27, n. 1, p. 7-40, 1997.

HAGEMAN, J. H. Use of molecular models for active learning in biochemistry lecture courses. *Journal of Chemical Education*, v. 87, n. 8, p. 291-293, 2010.

Lara Santos Ribeiro (lararibeiro535@gmail.com), licenciada em Química e mestra em Ciências Naturais pela UENF. São João da Barra, RJ – BR. **Larissa Codeço Crespo** (lcodeco@iff.edu.br), licenciada em Química, mestra e doutora em Ciências Naturais, na linha de pesquisa de Ensino de Ciências, pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ – BR. **Aline Escocard Siqueiraicenci** (aline_escocard@hotmail.com), licenciada em Química pela Universidade Estadual do Norte Fluminense e especialista em Educação Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. Campos dos Goytacazes, RJ – BR. **Rosana Giacomini** (rosanag@uenf.br), farmacêutica, bacharel e licenciado em Química pela Universidade Estadual de Londrina, mestra e doutora em Química pela Universidade Estadual de Campinas. Goytacazes, RJ – BR.

HE, F. C.; LIU, L. B. e LI, X. Y. Molecular models constructed in an easy way. *Journal of Chemical Education*, v. 67, n. 8, p. 650-652, 1990.

HERNANDEZ, S. A.; RODRIGUEZ, N. M. e QUINZANI, O. An easily constructed and versatile molecular model. *Journal of Chemical Education*, v. 73, n. 8, p. 748, 1996.

KAUFMAN, D.; WRIGHT, G.; KROEMER, R. e ENGEL, K. "New" compounds from old plastics: recycling PET plastics via depolymerization. *Journal of Chemical Education*, v. 76, n. 11, p. 1525-1526, 1999.

MAK, T. C. W.; LAM, C. N. e LAU, O. W. Drinking-straw polyhedral models in structural chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 54, n. 7, p. 438-439, 1997.

MATEUS, A. L. e MOREIRA, M. G. *Construindo com PET: como ensinar truques novos com garrafas velhas*. São Paulo: Livraria da Física, p. 67-78, 2007.

PASSONI, L. C.; VEGA, M. R. G.; GIACOMINI, R.; BARRETO, A. M. P.; SOARES, J. S. C.; CRESPO, L. C. e NEY, M. R. G. Relatos de experiências do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência no curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual do Norte Fluminense. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 4, p. 201-209, 2012.

ROY, P. K.; RAMANAN, A. e RAJAGOPAL, C. Post consumer PET waste as potential feedstock for metal organic frameworks. *Materials Letters*, n. 106, p. 390-392, 2013.

SCALFANI, V. F. e VAID, T. P. 3D Printed molecules and extended solid models for teaching symmetry and point groups. *Journal of Chemical Education*, n. 91, p. 1174-1180, 2014.

SIODŁAK, D. Building molecular models using screw-on bottle caps. *Journal of Chemical Education*, v. 90, n. 9, p. 1247-1249, 2013.

WILLIAMS, K. R. Balloon – toy of many colors. *Journal of Chemical Education*, v. 82, n. 10, p. 1448-1449, 2005.

Abstract: *Molecular model construction from PET bottles: a proposal for chemistry teaching.* This article describes a step-by-step procedure for constructing a large size molecular model from PET bottles. This molecular model is suitable for medium and large classroom presentations and has demonstrated excellent manipulative stability as well as being an efficient tool to attract students' attention. The model has shown versatility and can be used in the teaching of a large number of topics such as conformational analysis, various types of isomerism, molecular geometry, functional groups, resonance concepts (valence bonding theory) and molecular orbital theory.

Keywords: conformational analysis, stereochemistry, molecular structure.



Supernova: um jogo didático que aborda a tabela periódica e os elementos químicos utilizando a astronomia

Maria Solange P. Martins e Higo L. B. Cavalcanti

No presente trabalho apresenta-se a elaboração de um jogo didático denominado Supernova, que contextualiza o tema tabela periódica e elementos químicos com a astronomia e a síntese de elementos. Trata-se de um jogo de perguntas e respostas do tipo tabuleiro. Os jogadores são divididos em grupos e, com o lançar de dados, avançam através do tabuleiro, respondendo questões e discutindo sobre a origem, curiosidades e aplicações dos elementos químicos. O Supernova foi aplicado em uma turma do primeiro ano do ensino médio. Foi possível observar um alto índice de satisfação e envolvimento por parte dos estudantes bem como evidenciar a importância da mediação docente e a aplicabilidade das atividades lúdicas nas aulas de química.

► jogo didático, astronomia, elementos químicos ◀

Recebido em 16/08/2022, aceito em 10/11/2022

187

Trabalhar conteúdos de química no ensino médio vem sendo um desafio para os docentes, levando em consideração fatores como a dificuldade alegada pelo alunado e a falta de recursos como laboratórios, reagentes, entre outros. Segundo Lindemann (2010), observar o comportamento dos alunos de ensino médio permite constatar que apresentam inúmeras dificuldades e pouco interesse pela disciplina de química, o que se estende para o estudo de ciências de maneira geral (Ribeiro, 2011; Padilha, 2017). Apesar de tais constatações, autores como Pozo e Crespo (2009) chamam a atenção para o fato de que não se deve assumir previamente um interesse do alunado pela ciência, mas sim entender que despertar esse interesse é objetivo da educação científica, bem como fomentar a motivação por meio de atividades que se relacionem com o contexto dos estudantes ou que os envolvem ativamente aplicando diversas ferramentas de ensino.

Nesse contexto, Krasilchik (2004) salienta sobre a necessidade de haver uma renovação no método de ensino, defendendo a substituição das aulas expositivas por aquelas que estimulem a discussão de ideias e maior participação dos alunos. Com os avanços tecnológicos e outras concepções do processo de ensino e aprendizagem foram surgindo novas ferramentas que possibilitaram ao docente tornar as aulas mais atrativas e gerar maior engajamento dos alunos (Benedetti Filho *et al.*, 2020). Uma dessas ferramentas é a utilização de atividades lúdicas no processo de ensino e

aprendizagem, o que pode auxiliar no despertar do interesse pela disciplina de química. Para Silva (2018): “a disciplina de química é tida como de difícil assimilação, portanto o uso de novas técnicas é indispensável para que os alunos tenham uma nova visão dessa disciplina. A ludicidade é uma alternativa para tornar o ensino de química mais atrativo, por ser um método que proporciona prazer e interação e facilita a aprendizagem”. (Silva, 2018, s/p.)

O lúdico está associado a jogos, divertimento e estímulo por meio de brincadeiras, tornando o ensino e a aprendizagem atrativos. Barreto (2008, p.7) afirma: “Educar ludicamente desenvolve as funções cognitivas e sociais, interioriza conhecimentos, mobiliza as relações funcionais, permite a interação com seus semelhantes, contribui para a melhoria do ensino, qualificação e formação crítica do educando”. A inclusão do lúdico no campo educacional é um impulso norteador que melhora o desempenho do alunado de forma considerável, visão compartilhada por Silva *et al.* (2019), que atribuem às atividades lúdicas um papel importante no desenvolvimento social do aluno e como ferramenta importante para estimular o seu progresso educacional.

Na história da evolução humana é notório que as práticas dos jogos têm caráter significativo não apenas na aprendizagem, como também na interação social. Piaget (1975) afirma que se constituem como “admiráveis instituições sociais” e que por meio dessa metodologia as crianças desenvolvem noção de autonomia, ordem e de respeito. Entre outras

vantagens, o autor cita o desenvolvimento cognitivo, físico, entre outros; segundo Piaget, “Jogar é pensar” (Piaget, 1975).

Algumas distinções são importantes ao tratarmos dos jogos aplicados ao processo de ensino e aprendizagem. Leite e Soares (2020, p. 227) afirmam: “Todo jogo didático é um jogo educativo, mas nem todo jogo educativo é um jogo didático” e, retomando trabalhos anteriores de Soares (2015), reafirmam a necessidade do equilíbrio entre o jogo (em seu caráter lúdico) e a educação, no sentido do desenvolvimento cognitivo. Ainda segundo os autores, quando o jogo educativo (sendo materiais ou situações) é aplicado com finalidade de adquirir ou reforçar habilidades, técnicas e conhecimentos específicos em um ambiente organizado pelo professor e constituído de ações orientadas, este passa a ser chamado de jogo didático (Soares, 2015; Leite e Soares, 2020). Outras definições foram trazidas por Cleophas *et al.* (2018), afirmando que o jogo educativo é aquele que não implica em um ambiente formal de ensino ou conteúdo específico de um dado currículo, sendo utilizado de maneira abrangente, para ensinar algo a alguém. Por sua vez, o jogo direcionado ao ambiente formal da escola passa a se chamar jogo educativo formalizado, que pode ser dividido em dois grupos: o jogo didático, que visa reforçar conceitos previamente discutidos e diagnosticar o aprendizado (o que implica na realização de aulas anteriores à aplicação do jogo) e o jogo pedagógico, que objetiva ensinar determinado conteúdo sem a realização de aulas anteriores, ou seja, introduzindo um novo tema ou conteúdo.

Tornar as aulas de química mais atrativas é um desafio para muitos docentes, levando em consideração problemáticas como a falta de recursos, desinteresse dos estudantes entre outros. Os jogos educativos têm se apresentado como uma ferramenta importante para mitigar as dificuldades do processo de ensino e aprendizagem, porém ainda há muito o que fazer, seja em termos de produção de artigos a respeito do tema bem como na quantidade de relatos de experiência que são importantes para a discussão e a elaboração de cada vez mais jogos didáticos e pedagógicos. Nesse cenário, a revista Química Nova na Escola possui grande relevância, pois conta com diversos textos que são referências na área e retratam o crescimento do número de publicações com esse viés (Leite e Soares, 2020; Gama e Alves, 2022; Benedetti Filho *et al.*, 2021; Benedetti Filho *et al.*, 2020; Rezende *et al.*, 2019; Silva e Soares, 2021; Barbosa e Rocha, 2022)

Considerando o exposto, o presente trabalho descreve a criação e aplicação de um jogo educativo formalizado do tipo jogo didático, segundo a definição de Cleophas *et al.* (2018). Com o objetivo de produzir uma atividade interdisciplinar e de caráter lúdico foi criado um jogo no formato tabuleiro – que inclui atividade de perguntas e respostas – abordando a temática da síntese dos elementos presentes na tabela periódica a partir do processo de fusão nuclear que ocorre nas estrelas. A temática do jogo, que envolve a astronomia, astrofísica e a astroquímica (cujas fronteiras nem sempre são claras), foi escolhida por trazer interdisciplinaridade à aula de química, bem como fomentar o interesse pelas

ciências correlatas. A presente pesquisa tem por finalidade ainda avaliar a aplicabilidade do material e, para tanto, foi escolhida a aplicação em uma turma de estudantes de 1º ano do ensino médio, tão logo fossem contemplados em sala de aula temas como: átomos, isótopos, elementos, tabela periódica e propriedades periódicas.

Um pouco sobre Astronomia e Síntese dos Elementos

Ainda não se sabe qual foi o fator que impulsionou a grande explosão que deu origem ao universo como o conhecemos, o Big Bang. A partir das partículas fundamentais oriundas do Big Bang surgiu o primeiro e mais leve elemento químico, o hidrogênio (H), cujo núcleo é formado por um próton (acredita-se que hélio, He, e lítio, Li, também surgiram muito rapidamente). Com o universo em expansão, a força gravitacional passou a exercer um papel importante para o acúmulo de matéria em certas regiões, de sorte que em diversos pontos no espaço quantidades gigantescas de H e He se acumularam, assumindo formato esférico devido à própria gravidade e, alcançando temperaturas adequadas para a fusão do hidrogênio em seus centros, tornaram-se as primeiras estrelas.

A partir do momento em que há a fusão do hidrogênio no núcleo estelar inicia-se o ciclo de vida da estrela. Hussein e Guimarães (2004) tratam o período em que ocorre a fusão do hidrogênio como a infância da estrela, em que quatro núcleos se fundem para produzir um núcleo de hélio (o Sol encontra-se nessa fase). Ainda segundo Hussein e Guimarães (2004), esse período inicial é de relativa calma, em que há um equilíbrio entre a energia liberada na fusão nuclear (uma pressão de dentro para fora) e a força gravitacional produzida pela massa da própria estrela (pressão de fora para dentro, comprimindo a estrela).

O hidrogênio no núcleo estelar pode ser entendido como um combustível, que, ao ser esgotado, ou seja, totalmente convertido em hélio, pode levar a diferentes caminhos na evolução da estrela, por exemplo: estrelas com massas iguais ou menores que o sol, possuirão um núcleo composto por hélio ou carbono (produto da fusão do hélio) e seguem para tornar-se anãs brancas; estrelas com massa muito superior ao sol (cerca de 20 vezes mais massivas) produzem elementos mais pesados que o carbono. Estrelas de alta massa, por sua vez, podem continuar a fusão, prosseguindo para a formação de elementos como o oxigênio (O), silício (Si) e ferro (Fe). (Horvath, 2011)

Diz-se que a síntese e acumulação de ferro no núcleo da estrela representa o estágio final de sua existência. Isto ocorre porque a fusão do ferro é um processo que absorve energia, ao invés de liberar e a pressão gravitacional não mais encontra oposição, rompendo o equilíbrio de forças mencionado anteriormente. Dessa forma a compressão da estrela mediante sua própria massa ocorre de maneira desenfreada, resultando em uma explosão (Horvath, 2011). A violenta explosão conhecida como Supernova libera uma enorme quantidade de energia; a energia liberada é suficiente

para efetuar as reações nucleares que forjam elementos mais pesados que o ferro, além de espalhar todos esses elementos para o espaço. Esse processo de nucleossíntese é o responsável pela formação da maioria dos elementos da tabela periódica. Quanto mais massiva a estrela for, mais intensa será a explosão, e após, o núcleo pode se transformar em uma estrela de nêutrons ou até mesmo em um buraco negro (Carroll e Ostlie, 1996). Para além das referências textuais, canais de vídeos na plataforma YouTube podem auxiliar como referencial para estudo da astronomia, como por exemplo o canal “Astrofísica para todos” (2018), projeto da UFSC, e os “Cursos USP”, em especial o curso intitulado “Astronomia: Uma Visão Geral I” (UNIVESPTV, 2014).

Criação do jogo “Supernova”

Sabe-se que a tabela periódica é uma das imagens mais duradouras no imaginário dos estudantes da educação básica e costuma ser estudada em maiores detalhes no primeiro ano do ensino médio. O estudo dos elementos e sua organização segundo algumas propriedades, em geral, exige certo grau de abstração por parte dos discentes (Carbuloni *et al.*, 2017), e os jogos educativos formais surgem como uma ferramenta de valor para superar barreiras na aprendizagem do tema. Rezende e colaboradores (2019) chegam a argumentar que beira um consenso a afirmação de que não há necessidade de se produzir novos jogos cujo tema a ser trabalhado seja a tabela periódica, dada a quantidade de trabalhos já lançados. No entanto, o presente trabalho buscou afastar-se de redundâncias ao criar e aplicar um jogo didático que aborda o tema tabela periódica ligando-o ao processo de síntese dos elementos, de modo a ilustrar o próprio processo de surgimento dos elementos químicos e interligar ideias da astronomia, da física e da química.

O jogo proposto, doravante chamado “Supernova”, engloba características de jogo de tabuleiro e de *quiz*. Com o rolar dos dados os estudantes são levados a percorrer um caminho estratificado na forma de “casas” numeradas. A maior parte das casas apresenta pontos em que os participantes devem responder questões de múltipla escolha sobre os elementos, suas características e propriedades periódicas. Ao acertar a questão garante-se vantagens, e desvantagens para o caso de resposta incorreta, conforme indicado no corpo do tabuleiro, que pode ser observado na Figura 1. Convém mencionar que é bastante pertinente que, após cada pergunta e resposta (correta ou incorreta), haja uma intervenção por parte do docente ou supervisor, garantindo que as respostas possam ser amplamente discutidas, visando mitigar as dificuldades de aprendizagem. A importância do papel do professor é reforçada por Benedetti Filho *et al.* (2020, p.39) ao afirmarem: “[...] a figura do professor é extremamente importante para avaliar o comportamento dos alunos, a interação entre eles, e se eles estão mantendo a ordem, atentos à proposta, questionando e interagindo entre si para propor a melhor resposta e explicação para os erros observados”.

O tabuleiro propriamente dito foi produzido em uma impressão utilizando lona como material (tal qual um *banner*). Silva *et al.* (2017) já elaboravam sobre a importância da estética para a efetividade da atividade lúdica e o tabuleiro foi construído de modo a obter uma aparência atrativa, com cores destacadas e informações adicionais sobre a síntese elementar. As imagens reais de pesquisas astronômicas foram obtidas a partir do arquivo disponível no site da NASA – Agência Espacial Americana. As cartas contendo informações e as perguntas foram produzidas em papel cartão. As peças móveis, que podem avançar no tabuleiro conforme o resultado do lançamento de dados, e que identifiquem os grupos de jogadores participantes, foram preparadas utilizando “bolas de gude”, tinta guache e isopor, a fim de representar estrelas de cores diferentes, conforme apresentadas na Figura 2.

O jogo se inicia no “Berçário Estelar” (nome dado para aludir o estágio de nascimento da estrela), apresentado em destaque na Figura 3. O lançamento de dados inicia o jogo, em que os jogadores percorrerão espaços facilmente indicados (as 27 casas que compõe o caminho a ser percorrido). Conforme mencionado anteriormente, algumas das casas apresentam questionamentos, a partir de agora chamados de “Perguntas Elementares” (um exemplo pode ser observado na Figura 4). As Perguntas Elementares foram distribuídas em cartões (um total de 40) contendo o questionamento e quatro alternativas, com a única resposta correta destacada em vermelho. Os cartões devem permanecer virados para baixo em um espaço indicado no tabuleiro, sendo acessadas exclusivamente pelo mediador da atividade (o professor ou algum discente designado para a tarefa) apenas quando o jogador for requisitado a respondê-las. Cada jogador só pode responder uma Pergunta Elementar por rodada, mesmo que por resultado de ação própria do jogo o jogador seja posicionado passivamente em outra região contendo uma Pergunta Elementar.

Considerando a existência das Perguntas Elementares faz-se importante ressaltar a necessidade de que os estudantes já possuam um conhecimento prévio em relação ao conteúdo, ou seja, que a aplicação do material didático se dê em momento posterior a um ensino inicial sobre elementos e tabela periódica. Nesse sentido, o material proposto é uma ferramenta oportuna para fixação e teste dos conhecimentos adquiridos em sala de aula, o que o caracteriza como um jogo didático, segundo a classificação de Cleophas *et al.* (2018).

O exame da Figura 1, o tabuleiro do jogo, mostra ainda duas regiões de destaque, os campos destacados com os números “1” e “2”. Naquelas regiões cada equipe deve parar a movimentação de sua jogada e cumprir o exposto no texto. Para o caso da região 1: “Pesquisa Astronômica – Sorteie uma carta PESQUISA ASTRONÔMICA e descubra um pouco mais sobre a sua estrela! CUIDADO: Nem sempre será algo bom...”, o que implica no sorteio de uma carta chamada “Pesquisa Astronômica”. O contexto a ser apresentado é que, com as constantes evoluções de pesquisa, novas informações sobre o cosmos são reveladas. Para o caso



Figura 1: Tabuleiro do jogo Supernova. Fonte: Autoria própria, 2022



Figura 2: Peças móveis, as “estrelas” que representam cada jogador ou grupo de jogadores. Fonte: Autoria própria, 2022

dos jogadores, a carta mencionada trará alguma informação bastante relevante sobre a estrela que eles representam no

jogo, podendo ser uma informação vantajosa ou não. Um exemplo de carta “Pesquisa Astronômica” é apresentado na Figura 5. A região 2, por sua vez, apresenta o seguinte texto: “Pesquisa Astronômica Avançada – Sorteie uma carta PESQUISA ASTRONÔMICA AVANÇADA e descubra um pouco mais sobre a sua estrela!”, o que implica no sorteio da carta “Pesquisa Astronômica Avançada”, de natureza semelhante à carta anterior, porém com informações relacionados à existência mais tardia das estrelas, ou seja, de momentos mais próximos ao fim de seu ciclo. Um exemplo de carta “Pesquisa Astronômica Avançada” pode ser observado na Figura 6. O Quadro 1 apresenta alguns exemplos dos textos presentes nas casas do tabuleiro e nas cartas Pesquisa Astronômica e Pesquisa Astronômica Avançada.

O jogo Supernova encerra-se quando um dos jogadores ou equipes alcança a região final do tabuleiro, denominada também SUPERNOVA (região abaixo à direita na Figura 1), contendo a imagem da nebulosa do caranguejo (que é de



Figura 3: Berçário Estelar, região de início do jogo Supernova. Fonte: Autoria própria, 2022.

PERGUNTAS ELEMENTARES

Este elemento é um metal, porém encontra-se no estado líquido em temperatura ambiente. Estamos falando do:

A Mercúrio **C** Fósforo

B Ferro **D** Hélio

Hidrogênio
1,00794

Figura 4: Carta "Pergunta Elementar". Fonte: Autoria própria, 2022.

PESQUISA ASTRONÔMICA

Uma equipe de astrônomos realizando observações sobre emissões de Raios-X verificou que a sua estrela está próxima a um buraco negro supermassivo! Ela jamais entrará em Supernova, terá toda sua matéria incorporada ao buraco negro.

Conclusão da pesquisa: Volte ao Berçário Estelar

Figura 5: Carta "Pesquisa Astronômica". Fonte: Autoria própria, 2022

fato o resultado de uma explosão estelar desse tipo). Com o percorrer das casas e regiões do tabuleiro os jogadores traçam o ciclo de vida de uma estrela massiva, do nascimento no Berçário Estelar à cataclísmica explosão que espalha os elementos pelo universo.

Aplicação do Jogo Didático Supernova

Para a aplicação do jogo didático foi escolhida a escola estadual ENE José de Paiva Gadelha, situada na cidade de Sousa, no sertão da Paraíba. A escola abrange turmas de 9º



Figura 6: Carta “Pesquisa Astronômica Avançada”. Fonte: Autoria própria, 2022

Quadro 1: Possíveis ações apresentadas durante o jogo considerando a região em que o jogador se encontra no tabuleiro

Casas de 1 a 27
<p>“Acerte a Pergunta Elementar e avance 2 casas”;</p> <p>“Acerte a Pergunta Elementar e jogue o dado novamente”;</p> <p>“Se errar a Pergunta Elementar vá para a casa 2”;</p> <p>“Acerte a Pergunta Elementar e escolha um colega para voltar 2 casas”;</p> <p>“Erre a Pergunta Elementar e volte ao ponto 1”.</p>
Pesquisa Astronômica
<p><i>Sua estrela não reuniu massa suficiente para iniciar a fusão nuclear do Hidrogênio em seu núcleo. Seu destino é apenas esfriar e vagar pelo universo como uma estrela “Anã Marrom”</i></p> <p style="text-align: center;">Conclusão da Pesquisa: Volte para o Início</p> <p><i>Obs: a estrela deve ter ao menos, aproximadamente, 0,07 vezes a massa do Sol (75 vezes a massa de Júpiter) para dar início à fusão do hidrogênio</i></p> <p><i>Sua estrela possui mais de 8 vezes a massa do Sol. A fusão de elementos como o Carbono prosseguirá.</i></p> <p style="text-align: center;">Conclusão da Pesquisa: Na próxima rodada prossiga normalmente</p>
Pesquisa Astronômica Avançada
<p><i>Uma nuvem de poeira interestelar encobriu sua estrela, que pareceu estar prestes a explodir. Novos dados indicam que a Supernova ainda pode demorar”</i></p> <p style="text-align: center;">Conclusão da Pesquisa: Permaneça uma rodada sem lançar o dado</p> <p><i>Uma nova medição atualizou a massa estimada da estrela; a fusão do ferro acontecerá mais rápido que o esperado”</i></p> <p style="text-align: center;">Conclusão da Pesquisa: Avance duas casas imediatamente</p>

ano do ensino fundamental a 3º ano do ensino médio. O Supernova foi aplicado em uma turma denominada 1º ano F, que compreende 35 alunos. Antes da atividade lúdica propriamente dita, os estudantes acompanharam as aulas regulares da disciplina química, ministradas pelo professor

titular, referentes a tópicos como: elementos químicos, isótopos e tabela periódica (nesse contexto, uma turma do 1º ano do ensino médio tornou-se uma escolha natural, pois é nessa etapa que os estudantes são apresentados aos temas citados), reforçando o caráter de jogo didático da proposta aqui apresentada. Os 35 estudantes presentes no momento da atividade foram distribuídos em oito grupos de quatro jogadores e um grupo de três jogadores. A aplicação do jogo teve a duração de aproximadamente duas horas-aula.

A análise dos resultados da aplicação do jogo didático na referida turma deu-se de forma qualitativa, considerando relatos por parte dos participantes (estudantes e professor titular) e a visão dos autores acerca da receptividade e participação dos estudantes na atividade. O registro das ações deu-se por meio da produção de um diário de campo, incluindo registros em áudio, vídeo e imagens (não reproduzidos no presente trabalho).

Cada equipe, ordenada por sorteio, seguiu com o lançamento de dados a fim de deixar a região do Berçário estelar e “caminhar” ao longo do tabuleiro, eventualmente respondendo às Perguntas Elementares, sendo bonificados ou penalizados de acordo com o descrito em cada casa numerada. A cada Pergunta Elementar eram feitas intervenções por parte do docente e dos pesquisadores a fim de esclarecer questionamentos e aprofundar o tópico trazido à tona.

Leite e Soares (2020) verificaram que, ao aplicar um jogo didático a uma turma da Educação de Jovens e Adultos (EJA), houve grande estranheza com a aplicação de uma atividade lúdica no horário de sala de aula, uma vez que os estudantes associavam o ambiente escolar a uma seriedade incompatível com o aspecto lúdico inerente ao jogo; a mesma estranheza inicial foi destacada por Benedetti Filho *et al.* (2020), a partir da aplicação de um jogo agora em turmas do ensino médio. Tais observações anteriores não foram reforçadas quanto à aplicação do Supernova na turma de 1º ano do ensino médio, acompanhada aqui, uma vez que os estudantes não apresentaram quaisquer objeções e pareceram tratar com muita naturalidade a substituição da aula tradicional. Isso pode indicar que, com a crescente popularização de metodologias

diferentes das tradicionais, os estudantes podem habituar-se a métodos diferenciados de ensino e repensar a sala de aula como um ambiente agradável de aprendizagem.

Durante a aplicação da atividade lúdica foi notório o envolvimento do alunado. Sempre que um colega adversário caía na “região 1” e eventualmente deveria retornar ao berçário estelar (início do jogo), ou quando caía em alguma casa de bonificação, porém errava a Pergunta Elementar, observou-se grande euforia por parte dos participantes, além de uma crescente sensação de competitividade, que também é própria dos jogos. Soares (2015) alerta, no entanto, que a competição deve estar atrelada à ludicidade e o fim é o aprendizado e a diversão, inclusive dando-se preferência à formação de grupos de alunos, o que estimula a cooperação. Kishimoto (2000) argumenta ainda que há um estímulo ao aprendizado pelo erro com o uso do jogo na escola, incentivando a resolução de problemas e a exploração sem a pressão inerente às aulas tradicionais e as avaliações.

Considerando a severidade de alguns resultados presentes nas cartas de pesquisa astronômica (como voltar ao início do tabuleiro, por exemplo) ou nas próprias casas do tabuleiro, observou-se um estímulo à discussão interna nos grupos para que as respostas fornecidas fossem certas. Dessa forma fica evidenciado o potencial da atividade lúdica para o desenvolvimento do alunado, uma vez que a construção do conhecimento se dá de forma coletiva e humanizada, com transferência de conhecimento entre os pares. O processo pode ser entendido como um estímulo da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos estudantes, conforme trata Vigotski (2007).

Segundo registro em diário de campo, um grupo de alunos abordou o professor de química titular da disciplina e questionou sobre a possibilidade de jogar o Supernova em aulas futuras, demonstrando satisfação com a aplicação da atividade. O registro corrobora a observação dos pesquisadores, que notaram um expressivo envolvimento e interesse dos estudantes, alinhado à posição de Gama e Alves (2022, p.24), que sustentam: “Quando se utiliza um recurso didático diferenciado em sala de aula com os alunos, espera-se um maior engajamento deles diante do que lhes é apresentado, do que é novo e, conseqüentemente, com o maior envolvimento e interesse deles, espera-se melhores resultados frente às avaliações escolares.”

Ainda no diário de campo, registrou-se que alguns estudantes relataram que consideravam aprender mais jogando do que apenas com a aula teórica de química; o professor titular da disciplina mostrou-se bastante satisfeito com o resultado da atividade e solicitou a permissão para aplicar o jogo em outras turmas para trabalhar o tema tabela periódica.

De maneira geral foi possível constatar uma grande aceitação por parte dos alunos, bem como o aspecto lúdico da atividade, que, além de abordar conteúdos sobre os elementos químicos, também trabalha o respeito, a interação e a memorização. Promoveram-se discussões dentro de cada grupo a fim de responder corretamente as questões apresentadas, gerando motivação e interesse pelo conteúdo,

além da competitividade saudável entre grupos distintos. A clareza e simplicidade das regras, bem como a mediação participativa do docente e dos pesquisadores e o próprio *design* chamativo e colorido do tabuleiro, contribuíram para uma atividade exitosa.

Considerações Finais

Embora o lúdico seja uma ferramenta facilitadora de aprendizagem, é necessário ter um certo cuidado com sua aplicação. A ideia é quebrar as barreiras da monotonia do ensino básico, porém, o lúdico não pode ter apenas a função de divertimento; a atividade lúdica precisa atender satisfatoriamente a função de construir conhecimentos para o alunado. Nesse contexto, a quantidade de artigos sobre a inclusão do lúdico no ensino da Química vem crescendo consideravelmente.

Considerando os aspectos positivos que o jogo didático pode propiciar para o processo de ensino e aprendizagem, produziu-se neste trabalho um jogo didático do tipo tabuleiro, nomeado “Supernova”, que contém um caminho a ser percorrido pelos jogadores conforme interagem a partir do lançamento de dados e das respostas e discussões acerca das chamadas “Perguntas Elementares”, perguntas de múltipla escolha que abrangem tópicos como a tabela periódica e as propriedades dos elementos químicos. O avançar dos jogadores em relação ao tabuleiro faz uma analogia aos estágios da existência de uma estrela, de sorte que fica evidenciado o processo da síntese dos elementos no interior das estrelas e cria-se uma conexão com a astroquímica e a astronomia, trazendo um aspecto interdisciplinar importante à atividade.

Os estudantes de uma turma de 1º ano do ensino médio, puderam ter a construção de conhecimentos prévios sobre a temática do jogo por meio das aulas regulares sobre elementos químicos, necessárias para o andamento satisfatório da atividade. Após as aulas introdutórias, no tempo de duas horas-aula os estudantes foram divididos em grupos, a fim de estimular a cooperação, e demonstraram grande entusiasmo e interesse em participar ativamente da aula proposta. Diversos estudantes relataram sua preferência por atividades que se afastam do modelo de ensino tradicional e trazem alternativas diferenciadas, em termos metodológicos, para a construção do conhecimento. Foi possível constatar grande satisfação por parte dos alunos com base nos relatos dos participantes registrados em diário de campo. O presente trabalho soma-se a diversas outras publicações que demonstram a importância das atividades lúdicas, em especial dos jogos, como mediadores importantes para o processo de ensino e aprendizagem, além de sua capacidade de moldar a visão dos estudantes de forma positiva sobre a disciplina de química.

Maria Solange Martins da Silva (solangeat23@gmail.com), licenciada em Química pelo Instituto Federal da Paraíba. Atua como docente em Química em diversas escolas da rede pública. Aparecida, PB – BR. **Higo de Lima Bezerra Cavalcanti** (higo.cavalcanti@ifpb.edu.br), licenciado em Química pela Universidade Federal da Paraíba, mestre em Química e doutor em Química pela UFPB. Atua como Professor do Ensino Básico Técnico e Tecnológico do Instituto Federal da Paraíba. Sousa, PB – BR.

Referências

- ASTROFÍSICA PARA TODOS. Youtube, 29 de setembro de 2018. Disponível em <<https://www.youtube.com/c/Astrof%C3%ADsicaparaTodos>>. Acesso em nov. 2022.
- BARBOSA, D. M. e ROCHA, T. R. Jogos didáticos em um curso de formação inicial docente em química: aspectos teórico-práticos para a abordagem de conteúdos de físico-química. *Química Nova na Escola*, v. 44, n. 1, p. 45-56, 2022.
- BARRETO, N. R. U. Livro didático público e o uso de “passatempos” nas aulas de química. 2008. 31 p. Trabalho (Programa de Desenvolvimento Educacional) - Secretaria do Estado da Educação do Paraná, Arapucana, 2008.
- BENEDETTI FILHO, E.; CAVAGIS, A. D. M. e BENEDETTI, L. P. dos S. Um jogo didático para revisão de conceitos químicos e normas de segurança em laboratório de química. *Química Nova na Escola*, v. 42, n. 1, p. 37-44, 2020.
- BENEDETTI FILHO, E.; CAVAGIS, A. D. M.; SANTOS, K. O. e BENEDETTI, L. P. dos S. Um jogo de tabuleiro envolvendo conceitos de mineralogia no ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 43, n. 2, p. 167-175, 2021.
- CARBULONI, C. F.; OLIVEIRA, J. B.; SANTOS, K. B. e RIVELINI-SILVA, A. C. Levantamento bibliográfico em revistas brasileiras de ensino: artigos sobre o conteúdo tabela periódica. *Actio*, v. 2, n. 1, p. 225-242, 2017.
- CARROLL, B. D. e OSTLIE, D. A. *An introduction to modern astrophysics*. Boston: Addison Wesley, 1996.
- CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D. e 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. G. e SOARES, M. H. F. B. *Didatização lúdica no ensino de química/ciências. Teorias de aprendizagem e outras interfaces*. São Paulo: Livraria da Física, 2018.
- GAMA, B. M. e ALVES, A. A. R. Reelaboração de um jogo: recurso didático como facilitador do processo de ensino e de aprendizagem no ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 44, n. 1, p. 17-25, 2022.
- GUIMARÃES, V.; HUSSEIN, M. S. *Nucleossíntese dos elementos e astrofísica nuclear*. Revista USP, n. 62, p. 74-87, 2004.
- HORVATH, J. E. *Fundamentos da evolução estelar, supernovas e objetos compactos*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- KISHIMOTO, T. M. (org). *Jogo, brincadeira e educação*. 4ª. ed. São Paulo: Cortez, 2000.
- KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004.
- LEITE, M. A. S. e SOARES, M. H. F. B. Jogo pedagógico para o ensino de termoquímica em turmas de educação de jovens e adultos. *Química Nova na Escola*, v. 43, n. 3, p. 227-236, 2020.
- LINDEMANN, R. H. Ensino de química em escolas do campo com proposta agroecológica: contribuições a partir da perspectiva freireana de educação. 2010. 339 p. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- PADILHA, C. M. A motivação na aprendizagem à luz da teoria de FOGG: contribuições das neurociências. 2017. 81 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2017
- PIAGET, J. *A Psicologia da Inteligência*. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1975.
- POZO, J. I. e CRESPO, M. A. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- REZENDE, F. A. M.; CARVALHO, C. V. M.; GONTIJO, L. C. e SOARES, M. H. F. B. RAIQUIZ: Discussão de um conceito de propriedade periódica por meio de um jogo educativo. *Química Nova na Escola*, v. 41, n. 3, p. 248-258, 2019.
- RIBEIRO, F. Motivação e aprendizagem em contexto escolar. *Revista Online do Centro de Formação de Professores do Nordeste Alentejano*, n. 3, p. 1-5, 2011
- SILVA, C. M. J.; ALMEIDA, H. C. R.; SIVA, J. C. S. e SIMÕES NETO, J. E. Percepção dos licenciandos em química sobre a aplicação do jogo da química II. *Revista eletrônica Ludus Scientiae*, v. 1, n. 1, p. 126-141, 2017.
- SILVA, C. S. e SOARES, M. H. F. B. GeomeQuímica: um jogo baseado na Teoria Computacional da Mente para a aprendizagem de conceitos de geometria molecular. *Química Nova na Escola*, v. 43, n. 4, p. 371-379, 2021.
- SILVA, G. A. da; VIEIRA, E. L.; CARVALHO, L. B. de; OLIVEIRA, M. S. e SILVA, E. V. da. O lúdico no ensino de química: aplicações de jogos como recurso didático em sala de aula. In: SEMANA DE QUÍMICA DA UFCG, 4., 2018, Cajazeiras. Anais [...]. Pombal: Editora Verde, 2019. p. 1-9.
- SILVA, L. M. de Q. U. O lúdico como estratégia para um melhor aprendizado em biologia e química. 2018. Disponível em: <https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/educacao/o-ludico-como-estrategia-para-um-melhor-aprendizado-biologia.htm>, acesso abr. 2021
- SOARES, M. H. F. B. *Jogos e atividades lúdicas para o ensino de Química*. 2ª ed. Goiânia: Kelps, 2015.
- UNIVESPTV. Astronomia: Uma Visão Geral I. Youtube, 30 de abril de 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Mr97PrJZCag&list=PLxI8Can9yAHd7kUPviBHXr-49QE17PRXR>, acesso em nov. 2022.
- VIGOTSKI, L. V. *A formação social da mente*. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2007.

Abstract: *Supernova: A Didactic Game Addressing The Periodic Table and Chemical Elements Using Astronomy*. The present work presents the creation of a didactic game called Supernova, that addresses the topic Periodic Table and Chemical Elements in the context of Astronomy and synthesis of elements. It is a boardgame that includes questions and answers. The players are separated in groups and, with the roll of the dice, advance across the board, answering questions and discussing the origin, applications and facts about chemical elements. Supernova was applied to a first year high school class. It was observed a high level of satisfaction and involvement of students and also it was possible to highlight the role of teacher mediation and the overall applicability of ludic activities in Chemistry classes.

Keywords: didactic game, astronomy, chemical elements

Residência Pedagógica em Química: compreensões e perspectivas para a formação de professores

Cristiane M. da Silva e Bruno S. Leite

O Programa de Residência Pedagógica (PRP) constitui um espaço auxiliar para a realização de práticas formativas nas escolas buscando aperfeiçoar a formação dos discentes de cursos de licenciatura e dos docentes da educação básica. Assim, este estudo tem o objetivo de compreender as percepções sobre a participação no PRP e sobre as contribuições para a formação profissional apresentadas por três professores de Química. Para isso, realizamos entrevistas semiestruturadas e, realizamos a análise dos dados buscando identificar os significados manifestados pelos docentes utilizando como técnica a Análise de Conteúdo de Bardin. Os resultados mostram que, para os docentes, a participação no PRP traria desenvolvimento para a escola e para a própria formação profissional. Para eles, as atividades do PRP contribuíram para a formação devido ao contato com novas estratégias. Entretanto, os docentes relataram sentir falta de maior atenção e orientação das atividades pelos orientadores do PRP.

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

Recebido em 11/06/2022, aceito em 09/12/2022

195

A formação de professores, tanto inicial quanto continuada, tem sido um desafio aos formadores de professores que têm buscado alternativas para agregar uma instrução teórica acompanhada de uma dimensão pragmática do ensino, que proporcione aos docentes experiências que estimulem as ações e atuações em situações e problemas imediatos do contexto escolar (Souza Neto *et al.*, 2021).

Nesse cenário, diversas iniciativas de parceria entre universidade e escola têm sido utilizadas como um caminho para promover uma formação que desenvolva a valorização docente e a melhoria da prática formativa de licenciandos e professores da educação básica (Faria e Diniz-Pereira, 2019). Dentre essas estratégias, destacamos o Programa Residência Pedagógica (PRP), que tem entre seus objetivos a “implementação de projetos inovadores que estimulem articulação entre teoria e prática nos cursos de licenciatura, conduzidos em parceria com as redes públicas de educação básica” (CAPES, 2018, p. 1).

Dessa forma, o PRP colabora para que a aprendizagem aconteça tanto para os licenciandos quanto para os

professores da educação básica, uma vez que a instrução se desenvolve de forma colaborativa a partir do compartilhamento de variados conhecimentos, experiências e saberes que se constituem a partir de diálogos e ações realizados nos contextos da escola e da universidade (Souza Neto *et al.*, 2021).

Nesse sentido, o presente artigo tem como objetivo compreender as percepções sobre a participação no PRP e suas contribuições para o desenvolvimento profissional apresentados por três professores de Química da Educação Básica do interior de Pernambuco, participantes do

[..] o presente artigo tem como objetivo compreender as percepções sobre a participação no PRP e suas contribuições para o desenvolvimento profissional apresentados por três professores de Química da Educação Básica do interior de Pernambuco, participantes do programa.

programa. Para isso, analisamos, especificamente, quais as percepções dos professores sobre a participação no PRP, e quais as contribuições do PRP para a formação dos professores a partir de seus envolvimento nas ações realizadas no âmbito do programa. Assim, propiciamos reflexões sobre o uso do PRP como espaço de formação continuada de professores a partir dos diferentes sentidos atribuídos pelos interlocutores.



O Parecer CNE/CES nº 1.303, de 06/11/2001, que trata das Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química, e a Resolução CNE/CES nº 8 de 11/03/2002, destacam as orientações para a formação do licenciado em Química, incluindo sugestões relacionadas à compreensão da Química, à busca de informação, à formação pessoal, à comunicação e expressão, à prática pedagógica crítica/reflexiva, à qualidade do ensino de Química e à profissão. No que concerne ao Parecer CNE/CP 009/2001, sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica em nível superior (Brasil, 2001), a legislação enfatiza a importância da formação de professores discutindo sobre o curso de licenciatura e de graduação plena.

Esses documentos, entre outras discussões presentes na literatura, mostram a preocupação por melhorias nos cursos de formação, em uma tentativa de superar uma concepção fragmentada de formação: por exemplo, superar a visão dicotômica entre teoria e prática, garantir uma identidade e especificidade de cada curso e melhorar a formação docente. Não obstante, a busca por ações efetivas e consistentes nos cursos de licenciatura em Química é urgente (Rossi, 2013) e tem se tornado objeto de reflexão na comunidade de educadores químicos. Para Echeverría e Zanon (2010) não basta apenas modificar o esquema 3+1 de ensino, é preciso também refletir sobre as modificações que estão sendo realizadas no currículo dos cursos de licenciatura em Química.

Diante das necessidades atuais, a prática docente se encontra em um processo permanente de resignificação social, importante para a inserção de novas metodologias e práticas em uma escola plural. Segundo Jesus *et al.* (2014), os cursos de formação de professores de Química têm sido construídos no intuito de superar modelos curriculares tradicionais. Ademais, observamos a existência de concepções reducionistas (que privilegiam exclusivamente os conteúdos específicos) que se sobrepõem à importância dos conhecimentos didático-pedagógicos para a formação da identidade profissional docente. Conforme o parecer CNE/CP 009/2001, o professor não deve somente apresentar conhecimentos sólidos dos conteúdos de Química, mas sua formação deve habilitá-lo a contextualizar os tópicos da Química e ser capaz de relacionar seu conteúdo com áreas afins da Ciência. Além disso, o professor deve também ter habilidades no uso das tecnologias digitais, de modo que possa ser criativo na utilização e diversificação de materiais didáticos, bem como ser capaz de analisar a qualidade destes materiais (Brasil, 2001).

O aprimoramento da prática pedagógica do professor (em formação e atuante) perpassa diferentes visões, expectativas e contribuições para o processo de ensino e aprendizagem da

Diante das necessidades atuais, a prática docente se encontra em um processo permanente de resignificação social, importante para a inserção de novas metodologias e práticas em uma escola plural. Segundo Jesus *et al.* (2014), os cursos de formação de professores de Química têm sido construídos no intuito de superar modelos curriculares tradicionais.

Química (Rossi, 2013). É importante que as práticas docentes direcionem possibilidades de se inovar e discutir conceitos químicos de forma integrada e contextualizada. Segundo as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM) (Brasil, 2006, p. 125), “não existe uma forma homogênea de organização do conteúdo da química no currículo escolar”. Diversas pesquisas destacam diferentes formas de organizar o conteúdo na Química (Mortimer e Machado, 2002; Santos e Nagashima, 2017) que são utilizadas como referências pelos professores. O parecer CNE/CP nº 2/2015 tem incentivado que os cursos de formação de professores reformulem seus currículos (Brasil, 2015), reconhecendo as lacunas científicas dos programas atuais

de formação de professores e propondo uma carga horária de 3200 horas de efetivo trabalho acadêmico, distribuídos em três núcleos (Estudos de formação geral; Aprofundamento e diversificação de estudos das áreas de atuação profissional; Estudos integradores para enriquecimento curricular). O documento ainda garante que, durante a formação do licenciado, exista uma “efetiva e concomitante relação entre

teoria e prática, ambas fornecendo elementos básicos para o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades necessários à docência” (Brasil, 2015, p. 30-31).

Nesse contexto, foi criado em 2018 pela Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) o Programa de Residência Pedagógica (Figura 1), por meio da Portaria nº 38, de 28 de fevereiro de 2018 e amparado pela Portaria nº 219, de 27 de setembro de 2018, que institui e regulamenta o Programa de Fomento à Formação de Professores da Educação Básica (ProF Licenciatura), o qual apoia a realização das atividades dos projetos aprovados no Edital 06/2018 do Programa de Residência Pedagógica.



Figura 1: Logo do Programa de Residência Pedagógica.

Residência Pedagógica como formação inicial e continuada

O Programa de Residência Pedagógica é um programa cujos objetivos são:

1. “Aperfeiçoar a formação dos discentes de cursos de licenciatura, por meio do desenvolvimento de projetos que fortaleçam o campo da prática e que conduzam o

licenciando a exercitar de forma ativa a relação entre teoria e prática profissional docente, utilizando coleta de dados e diagnóstico sobre o ensino e a aprendizagem escolar, entre outras didáticas e metodologias;

2. Induzir a reformulação do estágio supervisionado nos cursos de licenciatura, tendo por base a experiência da residência pedagógica;
3. Fortalecer, ampliar e consolidar a relação entre a Instituição de Ensino Superior (IES) e a escola, promovendo sinergia entre a entidade que forma e aquelas que receberão os egressos das licenciaturas, além de estimular o protagonismo das redes de ensino na formação de professores; e
4. Promover a adequação dos currículos e propostas pedagógicas dos cursos de formação inicial de professores da educação básica às orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).” (CAPES, 2018, p. 1.)

O programa apresenta uma proposta de fomento à formação de professores com financiamento específico para execução de projetos, envolvendo: licenciandos que tenham cursado o mínimo de 50% do curso ou que estejam cursando a partir do 5º período (denominados de residentes); professores do ensino básico (designados como preceptores) que devem possuir licenciatura correspondente ao componente curricular; docentes do ensino superior com experiência mínima de três anos em curso de licenciatura (chamados de docentes orientadores); além do Coordenador Institucional, que é responsável pelo projeto de residência pedagógica na instituição de ensino superior.

Ao todo foram contempladas 47.792 bolsas de residentes para 245 instituições de ensino superior (públicas e privadas) participantes do programa nos seguintes componentes curriculares: Língua Portuguesa, Língua Inglesa, Língua Espanhola, Matemática, Ciências, Física, Química, Biologia, Geografia, História, Informática, Arte, Educação Física, Sociologia e Filosofia, e ainda nos cursos de Pedagogia, Licenciatura Intercultural Indígena e Licenciatura em Educação do Campo (CAPES, 2018). A IES desta pesquisa (uma Universidade Federal no estado de Pernambuco) foi contemplada com 288 bolsas de residentes, das quais 48 foram destinadas aos cursos de licenciatura em Química dos dois *campi* da universidade (24 para cada curso).

A partir do projeto proposto e de estratégias adequadas, o PRP constituiu-se em um espaço de interação produtiva para os residentes e as escolas, não se limitando à efêmera presença do residente na escola nos horários pré-estabelecidos. O entendimento da residência pedagógica como estágio em prática de ensino pode inclusive ser justificada pela coincidência entre sua organização prevista no edital (CAPES, 2018) e a divisão em quatro ciclos formativos do estágio em prática de ensino proposta por Santiago e Batista Neto (2006). O primeiro ciclo corresponde às 60 horas de

A partir do projeto proposto e de estratégias adequadas, o PRP constituiu-se em um espaço de interação produtiva para os residentes e as escolas, não se limitando à efêmera presença do residente na escola nos horários preestabelecidos.

ambientação exigidas no edital. Os ciclos dois e três correspondem à imersão planejada e sistemática (320 horas). A regência no PRP se relaciona com o terceiro ciclo, e o quarto ciclo corresponde à produção do relatório, abrangendo 60 horas (Quadro 1).

Quadro 1: Ciclos formativos do estágio em prática de ensino.

Ciclo	Descrição	Tempo exigido no Edital
1º	Dedicado à organização escolar, às condições de exercício do trabalho educativo e formas de organização dos trabalhadores da educação, a produtividade escolar e a história da instituição escolar.	60 horas
2º	Refere-se a prática de ensino, cujo objetivo é refletir sobre as diversas relações no grupo-classe e sobre os saberes e competências profissionais mais significativas à docência, o ambiente da sala de aula e seus rituais e processos interativos (reflexão sobre as situações de ensino, aprendizagem e avaliação). Nesta etapa, os residentes devem produzir subsídios para a elaboração do projeto de ensino.	320 horas
3º	Tematiza a preparação de intervenção pedagógica, a vivência da docência em sala de aula e a avaliação das aprendizagens (que implica na análise individual dos resultados individuais e coletivos da turma, bem como a vivência de conselho de classe).	
4º	Corresponde à produção do relatório final e às atividades de avaliação e socialização das potencialidades e fragilidades da construção individual e coletiva	60 horas

Fonte: os autores.

As ações desse programa são baseadas na tríade formada pelo docente orientador, pelo preceptor e pelo residente, os quais se organizam a fim de planejar, elaborar e escolher atividades didáticas a serem aplicadas na escola pública pelos residentes supervisionados pelos preceptores. A Figura 2 destaca uma possível relação entre os formadores (docente orientador), formados (preceptores) e em formação (residentes) no processo de ensino e aprendizagem.

As contribuições observadas na Figura 2 conjecturam a viabilidade de uma “mão dupla” no processo de ensino e aprendizagem dos envolvidos no PRP. O docente orientador pode se relacionar com o preceptor ao contribuir com sua formação

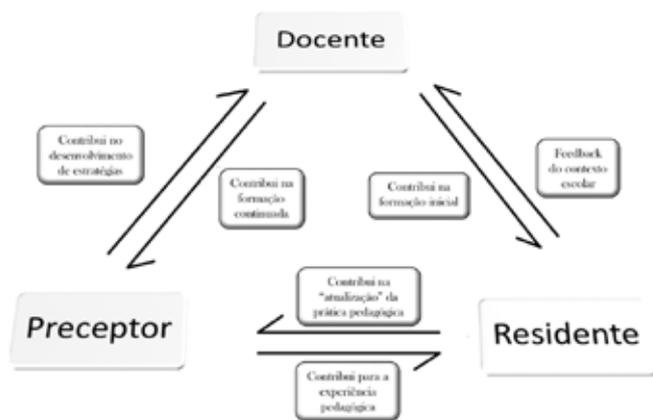


Figura 2: Relações entre docente orientador, preceptor e residente no PRP.

(continuada) e com o residente em formação inicial. O preceptor fornece ao docente orientador informações relevantes que podem conduzi-lo a desenvolver estratégias didáticas (a partir do contexto da escola/preceptor) para a construção do conhecimento, e com sua experiência em sala de aula pode também contribuir no desenvolvimento da prática pedagógica do residente, desde o suporte na preparação das aulas, como nas observações e correções durante a prática do residente.

Ao analisarmos o papel do residente nesse ciclo, destacamos a importância de seu *feedback* sobre sua atuação na escola, seu relacionamento com o preceptor, demais professores, gestores e com os estudantes da escola. Os residentes podem compreender o papel do professor na mediação do conhecimento, pois, segundo Souza *et al.* (2015, p. 152), é “através da comunicação e da interação entre educador e educando que o conhecimento é construído e a aprendizagem pode acontecer”. Além disso, a relação do residente com o preceptor é ampliada no que possibilita a este se “atualizar” com práticas pedagógicas discutidas na academia, além de uma proximidade com uma geração mais “conectada”.

O programa também propicia aos residentes uma experiência na sua formação, permitindo-lhes atuar diretamente em seu futuro campo de trabalho e, conseqüentemente, desenvolver nesses sujeitos uma prática reflexiva fulcral no exercício do magistério (Tardif, 2014) e em aprendizagens imprescindíveis à profissão docente (Nóvoa, 2009). A possibilidade de uma permanente articulação entre a teoria estudada nos cursos de licenciatura em Química e a prática pedagógica corrobora a construção de saberes necessários para a formação do professor.

Metodologia

Acreditamos que o PRP pode contribuir para uma maior aproximação da comunidade escolar (colaboradores,

gestores e professores da educação básica) com a comunidade acadêmica (estudantes e professores dos cursos de licenciatura), possibilitando maior relação entre a discussão de questões teóricas do ensino de Química e situações reais de ensino. Tais situações podem se estabelecer na execução e na discussão de novas propostas e estratégias em sala, colaborando para uma formação continuada dos professores preceptores, bem como promover a inserção de aspectos práticos do ensino nos cursos de licenciatura em Química e na execução de propostas pedagógicas diferenciadas, contribuindo efetivamente para o aprimoramento da formação de professores em Química.

As práticas pedagógicas que constituem a atuação do residente nas escolas participantes do PRP foram fundamentadas em bases teóricas e no projeto político-pedagógico dos cursos de licenciatura em Química. Uma de nossas premissas foi considerar a escola como campo de trabalho, pesquisa e aprendizado para os residentes, contribuindo para a sua formação e evidenciando suas potencialidades. Por outro lado, almejávamos no PRP a possibilidade de uma formação continuada para os preceptores participantes do projeto. Ao participarem do PRP, os preceptores, em algum nível, são modificados pela interação vivenciada com o docente orientador e, principalmente, com os residentes. Assim, para identificar como o PRP tem sido compreendido pelos professores da educação básica, e como a inserção no programa tem contribuído para a formação dos mesmos, analisamos as contribuições, impressões e expectativas

Ao analisarmos o papel do residente nesse ciclo, destacamos a importância de seu *feedback* sobre sua atuação na escola, seu relacionamento com o preceptor, demais professores, gestores e com os estudantes da escola.

sobre o PRP de três professores participantes do programa como preceptores. Os três docentes, aos quais foram atribuídos os nomes fictícios de Comenius, Rousseau e Montessori, nunca participaram de nenhum outro programa de formação continuada ou de programas de incentivo à docência, como o PIBID ou o próprio PRP. Além disso, eles apresentavam algumas características semelhantes, tais como formação em Licenciatura em Química e pouco tempo de atuação em sala de aula: Comenius possuía três anos de atuação, Montessori, cinco anos, e Rousseau, nove anos de atuação na educação básica.

Para analisarmos as percepções e contribuições do PRP segundo os professores participantes, realizamos entrevistas semiestruturadas com cada um dos preceptores ao final do segundo ciclo do PRP, momento no qual os estudantes já frequentavam as escolas e já haviam realizado os planejamentos de intervenção, sendo auxiliados pelos preceptores e o supervisor do programa. Boni e Quaresma (2005, p. 75) caracterizam as entrevistas semiestruturadas como aquelas em que o “pesquisador deve seguir um conjunto de questões previamente definidas, mas ele o faz em um contexto muito semelhante ao de uma conversa informal”. Nesse contexto, para um melhor entendimento das discussões dos resultados, dividimos a entrevista em dois objetivos, sendo que o

objetivo 1 se refere a questões centradas nas percepções dos preceptores sobre o PRP e o *objetivo 2*, a questionamentos relacionados às contribuições do PRP para a formação dos preceptores. No Quadro 2 apresentamos uma síntese dos tópicos que foram questionados durante as entrevistas em cada um dos objetivos.

Quadro 2: Tópicos da entrevista realizada com os preceptores.

Objetivos	Tópicos da entrevista
Percepções sobre o PRP	- Quais os interesses dos preceptores para participar do PRP.
	- As expectativas foram correspondidas ou não quanto à participação.
	- Quais as relações entre preceptor e residentes.
Contribuições para a formação dos preceptores	- Quais os pontos positivos e negativos dos processos desenvolvidos do PRP até o momento.
	- Quais as contribuições do programa para o desenvolvimento do preceptor.

Fonte: os autores.

Destarte, esta pesquisa, de natureza qualitativa, abrange uma abordagem descritiva e interpretativa das interações dos sujeitos no espaço de formação investigado. Segundo Lüdke e André (1986, p. 13), “a pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes”. Desse modo, a entrevista foi gravada em áudio e vídeo e, na análise dos dados, buscamos “evidenciar as relações existentes entre o fenômeno estudado e outros fatores” (Marconi e Lakatos, 2017, p. 22).

Para a análise dos dados, foi realizada uma análise exploratória na qual buscamos identificar os significados manifestados pelos professores nas entrevistas, utilizando como técnica a Análise de Conteúdo de Bardin (2011). Nesse contexto, realizamos as seguintes etapas da análise de conteúdo: 1º.) pré-análise: inicialmente assistimos a todas as entrevistas no intuito de compreender as discussões presentes. Posteriormente, transcrevemos as entrevistas dos preceptores a fim de facilitar a análise e organização dos dados; 2º.) Exploração do material: realizamos uma segunda leitura do material, identificando e destacando os pontos de cada resposta de acordo com o objetivo da pesquisa. Assim, buscamos codificar (a partir de unidades de registros) o conjunto de palavras presentes em cada resposta, os significados ou os pontos principais apresentados pelos docentes que possibilitariam interpretar os sentidos de acordo com os objetivos da pesquisa; 3º.) tratamento dos resultados: a partir dos significados encontrados, realizamos a análise das

informações e a organização dos sentidos em categorias de análise que foram criadas a partir da interpretação da codificação dos dados. As categorias representam a classificação dos códigos através das similaridades e diferenciações entre as unidades de registro que se reúnem através das características em comum entre eles. As categorias e subcategorias para o objetivo 1 (Percepções sobre o PRP) e objetivo 2 (Contribuições para a formação dos preceptores) da pesquisa foram definidas após a análise dos dados e estão descritas no Quadro 3. As categorias foram identificadas de acordo com a interpretação das entrevistas e as subcategorias criadas a fim de explicitar os fragmentos das respostas dos professores utilizados para a análise dos dados.

Os trechos observados durante a análise são apresentados a seguir, expondo de forma destacada as unidades de registro utilizadas para a análise dos dados. Ademais, para manter a fidedignidade das narrativas, as transcrições foram realizadas após as entrevistas; com o intuito de manter o sigilo, assegurado aos envolvidos na pesquisa, foram preservadas as identificações dos preceptores, por isso foram atribuídos nomes fictícios (Comenius, Rousseau e Montessori).

Significados dos preceptores sobre o PRP

Percepções sobre o PRP

De modo prospectivo, as percepções e interesses desses preceptores foram bastante similares, sendo que as principais expectativas apontadas por eles estavam na perspectiva de que o PRP possibilitasse o desenvolvimento do espaço escolar, para o desenvolvimento dos estudantes do ensino médio, bem como para o crescimento da sua própria formação profissional. Conforme descreve Comenius: “*A escola nunca teve essa oportunidade de participar desse tipo de programa e o interesse principal era abrir a escola para receber novas ideias e colocar outras em prática, porque a escola vivia muito no seu ‘mundinho fechado’ e participar do programa vai agregar valor para gente*”. Já Montessori destaca que é possível “*construir algo para a escola que gere frutos e venha melhorar [...]*”. Contribuindo para as expectativas dos professores, Vasconcelos e Silva (2020), defendem que o PRP pode ser um espaço relevante para o desenvolvimento de conhecimentos, tanto nas formações docente e discente quanto no aprimoramento das atividades desenvolvidas na escola, uma vez que o programa possibilita momentos nos quais os envolvidos terão a oportunidade de participar conjuntamente das práticas reflexivas das situações variadas que acontecem no ambiente escolar.

Além disso, os três preceptores citam como expectativa a possibilidade de aproximar os estudantes do ensino médio à universidade, oportunizando que os discentes possam conhecer as atividades e os cursos da instituição a fim de incentivá-los a dar continuidade aos estudos, como cita Rousseau, por exemplo: “*a presença dos residentes lá (na escola) já é muito bom, porque na nossa realidade onde o aluno está meio sem objetivo [...], a universidade ainda é uma realidade distante para eles, então ter os residentes lá*

Quadro 3: Categorias e subcategorias de acordo com os objetivos da pesquisa.

Percepções sobre o PRP		
Categorias	Subcategorias	Preceptores
Interesse em participar do PRP	Desenvolver novas práticas na escola.	Comenius, Montessori.
	Melhorar a formação dos estudantes.	Comenius, Montessori, Rousseau.
	Contribuir para a sua formação profissional.	Rousseau, Montessori.
Expectativas correspondidas	Sim, houve troca de conhecimentos com os residentes.	Rousseau, Montessori.
	Não, residentes não assumiram funções extras na escola.	Comenius.
Relação entre professor e residentes	Boa relação com os residentes.	Rousseau, Montessori.
	Dificuldade inicial em se relacionar com os residentes.	Comenius.
Contribuições para a formação dos preceptores		
Categorias	Subcategorias	Preceptores
Pontos positivos do programa	Formação dos residentes através do contato com os estudantes e com a realidade escolar.	Montessori, Rousseau.
	Formação dos professores através do contato com novas estratégias.	Comenius, Rousseau.
	Boa relação professores-residentes.	Rousseau, Montessori.
	Aproximação da universidade com a escola.	Comenius, Rousseau, Montessori.
Pontos negativos do programa	Maior atenção e orientação das atividades pelo docente orientador.	Comenius, Rousseau, Montessori.
	Cumprir o calendário escolar e as atividades do PRP	Rousseau.
Contribuições para a formação	Conhecer novas práticas para a aplicação em sala de aula.	Comenius, Rousseau, Montessori.
	Aproximação da universidade com a escola.	Rousseau.

Fonte: os autores.

é uma oportunidade para eles conhecerem o que a universidade oferece [...]”.

Assim, com a melhoria da escola e a formação dos estudantes, os professores tiveram a expectativa também de que o programa pudesse contribuir para o desenvolvimento da sua formação profissional, conforme os seguintes relatos: *“Eu pensei que conviver com pessoas que estão neste momento passando por um processo mais novo da licenciatura iria me agregar valor; iria renovar e trazer novidade para a minha prática me fazendo crescer”* (Montessori). Observamos nessa fala que a presença do PRP na escola possibilitaria que o professor pudesse atualizar as suas práticas pedagógicas através da aproximação das discussões realizadas na academia e que, por vezes, estão distanciadas

[...] o PRP se mostra um espaço relevante de formação dos participantes do programa, uma vez que direciona os licenciandos a relacionarem a teoria com a prática, aplicando no ambiente que estão atuando as metodologias que foram aprendidas de forma teórica nos cursos de licenciatura (Silva e Martins, 2019).

do chão da escola. Sobre isso, o PRP se mostra um espaço relevante de formação dos participantes do programa, uma vez que direciona os licenciandos a relacionarem a teoria com a prática, aplicando no ambiente que estão atuando as metodologias que foram aprendidas de forma teórica nos cursos de licenciatura (Silva e Martins, 2019). Esse contexto possibilitaria também que os professores, principalmente os que possuem muitos anos de formação, adquirissem novos conhecimentos através da interação com os residentes. Já Rousseau acredita que *“não deixa de ser uma formação continuada para mim, eu estou fazendo uma releitura e me atualizando, o que ajuda para experiência profissional”*.

De fato, essa expectativa dos docentes quanto ao PRP como um espaço de formação continuada se deve ao fato de que,

para uma grande parcela de professores, a formação inicial se mostra insuficiente para a sua prática docente, principalmente quando eles iniciam a carreira ou possuem muitos anos de docência (Giglio e Lugli, 2013).

Quando os docentes são questionados se as expectativas têm sido correspondidas, percebemos que, de maneira geral, sim. Isso se deve, principalmente, às boas relações que se desenvolveram entre os residentes e preceptores. Essa interação tem proporcionado uma grande troca de conhecimentos (sejam teóricos ou experienciais), tornando produtiva a relação de parceria entre os professores e os residentes. Na opinião de Rousseau, por exemplo, a presença do PRP na escola tem favorecido a sua prática *“porque eu tenho conversado muito com eles sobre o que acontece nas aulas e o que poderia ser realizado, e eles sempre mostram para mim uma ideia que era muito parecida com a minha só que eu não sabia como executar”*. Tal situação mencionada pelo docente possibilita a discussão de *“questões que resultam da prática, promovendo a construção de novos conhecimentos e estratégias diante das necessidades que lhes são impostas”* (Vasconcelos e Silva, 2020, p. 221). O professor ainda argumenta que *“esse pensamento novo deles, junto com as minhas experiências em sala de aula, me mostram como algumas coisas podem ser realizadas”*

(Rousseau). Situações semelhantes também foram descritas por Montessori, que cita as atividades propostas pelos residentes para serem aplicadas em sala de aula: *“Eles têm trazido propostas que eu não conhecia e não sabia se daria certo em sala de aula, mas eu tenho deixado eles fazerem, só dou algumas dicas pensando nas turmas. O resultado tem sido bom e acaba que eu aprendo outras propostas que eu posso fazer depois”*. De forma geral, podemos dizer que a relação entre os professores e os residentes possibilita uma aprendizagem coletiva entre os pares que se desenvolve através de uma oferta plural de experiências e vivências por ambas as partes (Giglio e Lugli, 2013).

Entretanto, apesar do retorno positivo dos preceptores, identificamos que algumas expectativas não foram alcançadas, como na resposta de Comenius: *“No começo foi difícil porque eu e a direção esperávamos que os residentes pudessem assumir algumas funções na escola. A direção esperava quase como um ‘professor reserva’, por exemplo, mas aí nas reuniões do PRP e conversando com o orientador a gente começou a entender o objetivo do programa”*. Nessa fala, percebemos a falta de entendimento dos objetivos do PRP, uma vez que a escola e o preceptor esperavam um substituto para suprir as necessidades daquele espaço. A percepção e adaptação aos objetivos do programa foram se desenvolvendo ao longo das discussões entre orientador, direção escolar, preceptor e residentes, como destacou Comenius.

Ao contrário dos dois outros preceptores, Comenius teve

dificuldade em se relacionar com os residentes no início do programa, como citado por ele: *“eu acho que falta uma certa maturidade aos residentes, eles não se comunicavam muito comigo e nem estavam muito interessados também no que estava acontecendo. Acho que não era o que eles estavam esperando. Acho também que eu não estava conseguindo fazer com que eles se interessassem”*. Isso pode ter acontecido em função de Comenius não ter entendido inicialmente os objetivos do programa, o que fez com que ele se relacionasse e exigisse dos residentes da mesma forma, não percebendo as particularidades de cada participante, não estimulando uma aprendizagem coletiva em grupo, situação que foi se modificando ao longo do programa, com as reuniões entre os membros do PRP.

Contribuições para a formação dos preceptores

Quanto à contribuição para o desenvolvimento dos docentes, os professores reiteram a importância de os residentes trazerem novas práticas para a escola, contribuindo para o trabalho docente. Em uma das respostas, Montessori afirma que *“Eu gosto que os residentes tragam ideias novas para a escola, isso me ajuda, pois eu ainda não tenho muita experiência em relação a essas novas estratégias”*, demonstrando a abertura para novas práticas pedagógicas.

Com a inclusão do PRP, identifica-se avanços no diálogo entre o que é desenvolvido na universidade e o que pode ser implementado nas escolas que recebem esse programa. A relação entre as discussões teóricas ocorridas no âmbito da universidade e a realidade das escolas é descrita também por

Rousseau: *“Eu acho que é bom também para nós e para os residentes [conhecerem a realidade das escolas], porque eles deixam de viver aquela fantasia do que seria a sala de aula para viver a realidade do que acontece e do que funciona ou não, isso é importante”*. A presença dos preceptores durante as ações dos residentes é de extrema importância, uma vez que são realizadas ações de *“mediação de conhecimentos, experiências, reflexão, ação, teorização e formalização, no sentido de vincular o conhecimento teórico à prática”* (Soares et al., 2020, p.12).

Ao refletirem sobre os pontos positivos dos processos desenvolvidos no PRP, os docentes citaram como pontos positivos algumas situações relevantes, tais como: i) a boa relação entre os residentes e os estudantes das escolas, o que pode servir como incentivo para o desenvolvimento dos discentes; ii) a possibilidade dos residentes terem contato com a realidade escolar, contribuindo para uma formação mais ampla dos mesmos; iii) a inclusão de novas estratégias desenvolvidas em sala de aula, que em sua maioria eram desconhecidas para os preceptores e para os estudantes, o que pode favorecer a formação dos mesmos; iv) o comprometimento dos residentes, possibilitando uma boa interação

A presença dos preceptores durante as ações dos residentes é de extrema importância, uma vez que são realizadas ações de “mediação de conhecimentos, experiências, reflexão, ação, teorização e formalização, no sentido de vincular o conhecimento teórico à prática” (Soares et al., 2020, p.12).

entre preceptores, estudantes e residentes; v) a autonomia que o programa concede ao preceptor para conduzir as atividades na escola; vi) a aproximação entre a universidade e a escola que até então ainda era pequena.

Entre os pontos negativos, os professores citam situações relacionadas à estrutura e organização do programa, como: i) maior presença e maior retorno do programa (orientação) às atividades desenvolvidas na escola pelos residentes; ii) realizar mais reuniões entre todos os participantes do programa; iii) maior orientação aos prazos do programa; iv) dificuldade em organizar as atividades do PRP com o calendário de atividades da escola.

Para os preceptores, ainda falta uma maior interação entre todos os participantes, como cita Comenius: “*os residentes se encontram na universidade com o orientador e lá eles têm discussões, reuniões e formações que eu muitas vezes não sei, aí eles chegam aqui na escola trazendo um monte de novidades do que fazer, aí como eu não sei o que tá acontecendo eu vou conversar com o orientador para me situar e me planejar com os residentes. Então eu acho que falta essa interação, porque as conversas são realizadas de forma separada e aí fica muito mais complicado para as atividades se desenvolverem*”. Indo ao encontro do que foi citado anteriormente, Rousseau destaca que seria necessário haver uma maior presença do orientador do programa na escola: “*Os residentes planejam as atividades na universidade com o orientador, eu ajudo dando algumas sugestões, mas depois que eles aplicam eu não sei se os resultados estão de acordo com o que o programa quer, então acho que falta um retorno*”. Nessas situações, podemos perceber que os preceptores sentem falta de um maior contato entre todos os participantes para a realização de um trabalho conjunto. Por maior que tenha sido o avanço na relação universidade-escola, uma maior participação muitas vezes não é possível, devido à disponibilidade dos participantes, acarretando que os encontros sejam realizados de forma separada.

Além disso, a presença constante do orientador do programa nas escolas é uma situação que precisa de uma ampla reflexão, pois limita de alguma forma a autonomia dos preceptores em relação a suas atividades na escola que não se relacionam ao PRP. Entretanto, para possibilitar um trabalho colaborativo entre os participantes, de forma a permitir uma melhor formação aos residentes e aos preceptores, acreditamos que seja necessário promover uma adaptação de forma que exista uma maior relação entre os sujeitos do PRP.

Outro ponto negativo que também se relaciona com o anterior é que os professores são unânimes em destacar a dificuldade em organizar a participação dos residentes nas atividades e o cumprimento do cronograma escolar, conforme se observa na fala de Rousseau: “*os residentes planejam algumas atividades longas que necessitam de muitas aulas.*

Os alunos gostam e participam, mas toma muito tempo da aula e depois eu tenho que ‘correr’ com a matéria para conseguir finalizar o conteúdo”. Como um processo formativo, ocasionado pela inserção do PRP nas escolas, o professor busca alertar os residentes sobre o plano de aula e o tempo para a execução da aula planejada: “*Eu tenho conversado com os residentes para as atividades ficarem menores para a gente conseguir passar todo o conteúdo. Acho que isso é bom para eles perceberem esse problema que a gente enfrenta com poucas aulas na semana*” (Rousseau). Observamos a preocupação dos professores com o desenvolvimento dos residentes, tentando mostrar todos os aspectos cotidianos que eles vivenciam, além de uma forte preocupação conteudista ao ensinar Química, que decorre principalmente de exigências de órgãos superiores.

Essas situações são habituais na escola e contribuem para a construção do conhecimento dos residentes, uma vez que, para Souza e Bernardes (2015), uma formação que explora as situações diárias da escola e da sala de aula contribui para que os residentes reflitam sobre a prática não apenas como a aplicação de teorias, mas como um processo desenvolvido no próprio exercício da docência.

À guisa de algumas considerações

Quanto às percepções dos professores sobre a participação no PRP, percebemos que os professores apresentaram expectativas de que o PRP contribuísse para o desenvolvimento da formação profissional, assim como melhorias para a escola, a partir da inclusão de projetos e atividades que não eram comuns a esses espaços. Além disso, os professores percebem a atuação do PRP como uma forma de valorização das escolas e de aproximação dos estudantes do ensino médio com a universidade, que, de forma geral, ainda é desconhecida por esse público. Sobre os residentes,

os professores entendem a participação dos mesmos na escola como uma oportunidade para que eles tenham o conhecimento da realidade escolar, a qual muitas vezes não pode ser explorada na graduação, o que contribuiria para uma formação mais abrangente dos residentes. Dessa forma, a

escola se fortalece como um espaço de profissionalização e valorização docente, no qual os futuros professores se identificam com o ambiente escolar e incorporam novas práticas a sua ação docente, auxiliados pelos professores preceptores da escola.

No que diz respeito às contribuições para a formação profissional dos preceptores, percebemos que os docentes reconhecem a importância da relação com os residentes para o seu desenvolvimento profissional. Tais situações têm trazido novas aprendizagens, seja através da inclusão de atividades diversificadas em sala de aula, seja na discussão, apresentação e planejamento coletivo dessas atividades.

[...] a presença constante do orientador do programa nas escolas é uma situação que precisa de uma ampla reflexão, pois limita de alguma forma a autonomia dos preceptores em relação a suas atividades na escola que não se relacionam ao PRP.

Isso favorece que as aprendizagens e desenvolvimentos sejam colaborativos, o que indica a relevância das relações entre universidade e escola para a formação continuada dos preceptores e inicial dos residentes.

Entretanto, os professores citaram dificuldades em conciliar o calendário escolar e as atividades do PRP, além de problemas de orientação dos professores orientadores do PRP. Tais situações são importantes de serem percebidas, pois o programa ainda é recente (foi implementado em 2018). Assim, conhecer essas dificuldades é importante para a área, pois possibilita que os envolvidos na implementação do PRP (professores, gestores e estudantes), estejam atentos para sanar essas situações.

Por fim, o Programa de Residência Pedagógica constitui um espaço auxiliar para a realização de práticas formativas nas escolas da educação básica, pois a escola é um espaço de vivências, experiências, observação-participação e exposição de novas perspectivas teóricas. Aponta-se a importância de

mais pesquisas voltadas a avaliação do processo de implementação do PRP nos cursos de Química, investigando o impacto do programa na formação inicial e continuada de professores, suas contribuições para os residentes, preceptores, docentes orientadores e escolas parceiras, além do estreitamento da relação entre a universidade (instituição de ensino superior) e a escola.

Cristiane Martins da Silva (cristiane.martins@uftm.edu.br). Doutora pelo programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Mestre em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professora Assistente da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) no Campus Iturama. Iturama, MG – BR. **Bruno Silva Leite** (brunoleite@ufrpe.br), licenciado em Química e mestre em Ensino das Ciências pela UFRPE e doutor em Química pela Universidade Federal de Pernambuco. É professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE, onde coordena o Laboratório para Educação Ubíqua e Tecnológica no Ensino de Química (LEUTEQ). Recife, PE – BR.

Referências

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
BONI, V. e QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. *Em Tese*, v. 2, n. 1, p. 68-80, 2005.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. Conselho Nacional de Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena*. Brasília, DF: MEC/CNE, 2001.

BRASIL. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Básica, Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, v. 2, p. 135, 2006.

BRASIL. *Resolução CNE/CP 2/2015, de 01 de julho de 2015*. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Diário Oficial da União, Brasília, 2 jul. 2015.

CAPES. COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. *Edital 06/2018. Programa de Residência Pedagógica*. 2018.

ECHEVERRÍA, A. R. e ZANON, L. B. (Orgs.) *Formação Superior em Química no Brasil: práticas e fundamentos curriculares*. Ijuí: Unijuí, 2010.

FARIA, J. B. e DINIZ-PEREIRA, J. E. Residência Pedagógica: afinal, o que é isso? *Revista Educação Pública*, v. 28, n. 68, p. 333-356, 2019.

GIGLIO, C. M. B. e LUGLI, R. S. G. Diálogos pertinentes na formação inicial e continuada de professores e gestores. A concepção do programa residência pedagógica na UNIFESP. *Cadernos de Educação*, v. 46, n. 1, p. 62-82, 2013.

JESUS, W. S.; ARAUJO, R. S. e VIANNA, D. M. Formação de Professores de Química: a realidade dos cursos de Licenciatura segundo os dados estatísticos. *Scientia Plena*, v. 10, n. 8, p. 1-12, 2014.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MARCONI, M. A. e LAKATOS, M. *Técnicas de Pesquisa*, 8ª edição. São Paulo: Atlas, 2017.

MORTIMER, E. F. e MACHADO, A. H. *Química para o ensino médio*. Volume único. São Paulo: Scipione, 2002.

NÓVOA, A. S. *Profissão professor*. Porto: Porto Editora, 2009.

ROSSI, A. V. O PIBID e a Licenciatura em Química num Contexto Institucional de Pesquisa Química Destacada: Cenário, Dificuldades e Perspectivas. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 4, p. 255-263, 2013.

SANTIAGO, E. e BATISTA NETO, J. A prática de ensino como eixo estruturador da formação docente. In: BATISTA NETO, J. e SANTIAGO, E. (Org.). *Formação de professores e prática pedagógica*. Recife: Massangana, 2006. p. 29-37.

SANTOS, D. M. e NAGASHIMA, L. A. A Base Nacional Comum Curricular: a reforma do ensino médio e a organização da disciplina de química. *Pedagogia em Foco*, v. 12, n. 7, p. 175-191, 2017.

SILVA, M. C. e MARTINS, I. G. R. Representações sobre as relações teoria-prática e universidade-escola no Programa de Residência Pedagógica. *Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2019. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1618-1.pdf>, acesso em out. 2021.

SOARES, R. G.; VARGAS, V. C.; MARIANO, V. G. e RUPPENTHAL, R. Programa de Residência Pedagógica: perspectivas iniciais e desafios na implementação. *Revista Insignare Scientia*, v. 3, n. 1, p. 116-131, 2020.

SOUZA, J. I. R.; LEITE, Q. S. S. e LEITE, B. S. Avaliação das dificuldades dos ingressos no curso de licenciatura em Química no sertão pernambucano. *Revista Docência do Ensino Superior*, v. 5, n. 1, p. 135-160, 2015.

SOUZA, R. B. e BERNARDES, M. B. J. Estágio supervisionado: o papel do professor regente na formação dos licenciandos. *Caminhos de Geografia*, v. 16, n. 55, p. 89-103, 2015.

SOUZA NETO, S.; BORGES, C. e AYOUB, E. Formação de professores na contemporaneidade: desafios e possibilidade da parceria entre universidade e escola. *Pro-Posições*, v. 32, p. 1-10, 2021.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. 14ª ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

VASCONCELOS, F. C. G. C. e SILVA, J. R. R. T. A vivência na residência pedagógica em química: aspectos formativos e reflexões para o desenvolvimento da prática docente. *Formação*

Docente - Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores, v. 12, n. 25, p. 219-234, 2020.

Para saber mais

Programa de Residência Pedagógica. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/educacao-basica/programa-residencia-pedagogica>.

Abstract: *Pedagogical Residence in Chemistry: understandings and perspectives for teacher education.* The Pedagogical Residency Program (PRP) is an auxiliary space for carrying out training practices in schools, seeking to improve the training of students in undergraduate courses and teachers of basic education. Thus, this study aims to understand the perceptions about participation in the PRP and about the contributions to professional training presented by three Chemistry teachers. For this, we carried out semi-structured interviews and performed data analysis seeking to identify the meanings expressed by the teachers using Bardin's Content Analysis technique. The results show that, for teachers, participation in the PRP brought development to the school and to their own professional training. For them, the PRP activities contributed to the formation due to the contact with new strategies. However, teachers also felt a lack of greater attention and guidance of activities by the PRP supervisors.

Keywords: pedagogical residence, teacher training, chemistry teaching.

Kit molecular inclusivo para deficientes visuais no ensino de estruturas tridimensionais

Geslieli P. C. da Silva, Franciane de F. Foques, Marta Rejane P. Filietaz e Cristiane Pilissao

A pesquisa em ensino-aprendizagem é uma forma de encontrar soluções para problemas vivenciados em sala de aula e, conseqüentemente, desenvolver métodos de ensino para enfrentá-los. No Brasil, tem ocorrido uma transição natural para acomodar alunos com deficiências no currículo regular, porém, a metodologia de ensino de química para essa população ainda é muito incipiente. Para enfrentar esse problema, desenvolvemos um kit molecular sustentável, acessível e versátil que pode ser usado para tornar as aulas de química mais acessíveis para alunos com deficiência visual. O kit utiliza esferas de isopor revestido com massa de biscoito e tubos de caneta transparentes recicláveis vazios, projetado para abordar temas relacionados à química: ligações químicas, geometria molecular e estereoquímica. Torna-se uma alternativa ideal para docentes, alunos regulares e, principalmente, alunos com deficiência visual.

► deficiência visual, kit molecular, isomeria, estereoquímica ◀

Recebido em 28/10/2021, aceito em 03/11/2022

205

Atualmente, 285 milhões de pessoas apresentam alguma deficiência visual, correspondendo a 3,8 % dos 7,6 bilhões de habitantes da Terra. Em 1994, na conferência mundial sobre Educação Especial organizada em Salamanca (Espanha), 88 governos e 25 organizações internacionais reconheceram a importância de fornecer educação de nível adequado de aprendizagem para crianças, jovens e adultos com necessidades educacionais especiais, dentro do sistema de educação convencional (Costa *et al.*, 2018).

No Brasil, a inclusão de pessoas com deficiência no ensino convencional está amparada pela lei nº 13.146/15, que visa promover condições de igualdade para pessoas com deficiência, bem como seu direito e liberdade por meio de uma sociedade inclusiva. Caracterizam-se como pessoas com deficiência aquelas que têm impedimentos a longo prazo, podendo ser de natureza física, mental, intelectual ou sensorial.

Na atualidade, os cursos de formação de professores têm dado pouca atenção para a inclusão e formação de alunos com dificuldades visuais. Os trabalhos de Costa e Fernandes (2018) e Caruso *et al.* (2017) compartilham o entendimento de que três obstáculos podem atrapalhar o

desenvolvimento do ensino inclusivo. O primeiro se refere à pedagogia, ou seja, à falta de preparo dos docentes; o segundo seria a acessibilidade, as limitações que o aluno encontra em relação às instalações e equipamentos; e, por último, a aceitação: os profissionais da educação não acreditam que alunos com necessidades educacionais especiais são

capazes de compreender os conteúdos. Nesse sentido, o sistema de ensino deve promover formas integradas, capazes de oferecer a acessibilidade e condições necessárias, por intermédio de recursos pedagógicos, meios alternativos

e estratégicos para atender os alunos com necessidades educacionais especiais, de forma que se possa minimizar os obstáculos por eles encontrados (Fernández *et al.*, 2019; Brasil, 2017).

A educação inclusiva está relacionada com as diferentes formas de aprendizagem. Assim, o docente deve estar preparado para esse desafio de diversidade de aprendizagem. Para o discente que possui deficiência visual, o educador deve reconhecer suas diferentes habilidades, necessidades e restrições, considerando que a competência, a inteligência, e a motivação variam. Essas variações devem ser consideradas não apenas para os alunos com deficiência visual,

Caracterizam-se como pessoas com deficiência aquelas que têm impedimentos a longo prazo, podendo ser de natureza física, mental, intelectual ou sensorial.



mas para todos os envolvidos no ensino-aprendizagem (Fernández *et al.*, 2019).

A química é uma ciência baseada em representações visuais, manipulação e observação, visto que os conceitos que explicam os fenômenos observados situam-se no nível submicroscópico. Isso mostra quão difícil é incluir alunos com deficiência visual em aulas de química, e porque os professores têm uma grande preocupação sobre como envolver no ensino as pessoas cegas ou com baixa visão (Brasil, 2017; Lima *et al.*, 1999; Pozo e Crespo, 2009; Silva *et al.*, 2017).

Dialogar sobre educação inclusiva no ensino de química remete à problematização da concepção sobre a formação inicial e a aprendizagem; permite contestar a ideia de que alunos com deficiência visual não conseguem compreender o conteúdo conceitual das aulas; e viabiliza a apreensão das dimensões que compõem o conceito de educação inclusiva. Ter alunos com deficiência visual na sala de aula leva a ajustes que não afetam o componente comportamental, mas apenas as atividades metodológicas ou estratégias didáticas e critérios de avaliação. “Minimizar a adaptação” é muito importante para os alunos com deficiência visual para que se sintam acolhidos, pois a adaptação enfatiza a deficiência do aluno. Essa ênfase cria uma lacuna entre o aluno com deficiência visual e seus colegas, o que pode dificultar suas interações sociais (Fernández *et al.*, 2019). Viabilizar, flexibilizar e adaptar os canais de comunicação do aluno com deficiência visual com o meio externo faz com que se produza uma aprendizagem mais íntegra do conteúdo, não apenas pelo aluno cego, mas também pelos videntes, que são oportunizados a ter conteúdos não visuais reforçados. Para ter as mesmas possibilidades que um aluno vidente, o estudante com deficiência visual deve buscar um ambiente escolar não discriminatório, cúmplice a ele, bem como um professor que estimule discussões dentro da sala de aula. Nessa conjuntura, é conveniente questionar: o docente de Química considera-se apto para encaminhar atividades experimentais em turmas regulares que contam com a presença de aluno com deficiência visual?

Os estudantes com deficiência visual precisam de um ambiente formativo diferenciado, que satisfaça às suas necessidades, pois o modo de percepção desses alunos é distinto em relação ao de um aluno vidente. Essa variável na forma de perceber o mundo proporciona ao aluno com deficiência visual uma estruturação e organização particular de aspectos cognitivos (Silva *et al.*, 2017). Nas aulas de química, independentemente do tipo de aluno, o professor deve dispor de atividades que estimulem os estudantes, não apenas utilizando recursos visuais, mas também através de observações, investigação e experimentação (Benite *et al.*, 2017). Nesse contexto, cabe ao professor estruturar suas

aulas de maneira que atendam todos os estudantes, bem como desenvolver estratégias para o ensino inclusivo, reconhecendo as diferentes habilidades, necessidades e inteligência de cada estudante e mantendo o direito de igualdade a todos. Os conteúdos ensinados aos alunos com e sem deficiência visual não devem ser baseados apenas em teorias e conceitos, mas sim abordando o meio científico de maneira contextualizada, utilizando metodologias que possam vencer os obstáculos (Fernández *et al.*, 2019; Lima *et al.*, 2019).

Textos e grafia em braille estão disponíveis para o ensino de química. No entanto, considerando que a química possui diversos modelos representacionais, o sistema braille nem sempre é suficiente para promover a aprendizagem, sendo necessário o uso de recursos educacionais que possam auxiliar os alunos, permitindo que a aprendizagem seja eficiente para os alunos com ou sem deficiência (Faria *et al.*, 2017). Tabelas, grá-

ficos, expressões e cálculos matemáticos não são abarcados de forma funcional pelo método braille. Durante a dinâmica da escrita em braille, o aluno não observa simultaneamente o que se escreve, uma vez que a escrita ocorre na parte oposta do papel. Posta essa dificuldade, faz-se necessário um processo de audiodescrição, no qual o professor deve propiciar muita clareza oral e a narração das representações, assim como o investimento no desenvolvimento de materiais em que esse aluno tenha a condição simultânea de registrar, observar e raciocinar sobre aquilo que inscreve.

Na literatura, alguns recursos educacionais voltados para alunos com deficiência visual já foram desenvolvidos, como por exemplo, tabelas periódicas, jogos de cartas para o ensino e compreensão de compostos orgânicos (funções orgânicas), modelos moleculares, gráficos em alto relevo inclusivos, entre outros (Paulo e Delou, 2018; Fernandes, 2014; Lima, 2017; Melaku *et al.*, 2016; Laconsay *et al.*, 2020; Silva, 2017).

No escopo de delineamentos educativos para o ensino de química em perspectiva inclusiva, salientam-se, a seguir, orientações didáticas concernentes à multissensorialidade. Esses recursos devem ter forma, tamanho, textura e relevos adequados e de fácil percepção, e ser o mais próximo das representações encontradas nos livros impressos, para que o aluno possa interpretar as informações necessárias sem barreira. É imprescindível para o aluno com deficiência visual o manuseio de materiais concretos e táteis, para que ele possa desenvolver a aprendizagem e construir sua própria representação de modelo mental (Lima *et al.*, 2019; Ferreira *et al.*, 2011).

Um recurso didático muito utilizado para o ensino da química são os modelos moleculares, pois possibilitam a compreensão das relações entre os três níveis: macroscópico, submicroscópico e simbólico. A junção desses três

Dialogar sobre educação inclusiva no ensino de química remete à problematização da concepção sobre a formação inicial e a aprendizagem; permite contestar a ideia de que alunos com deficiência visual não conseguem compreender o conteúdo conceitual das aulas; e viabiliza a apreensão das dimensões que compõem o conceito de educação inclusiva.

níveis possibilita a construção de modelos mentais, o que é essencial para compreender os conceitos e fenômenos químicos. Alguns conteúdos abordados no ensino de química necessitam da utilização de modelos tridimensionais, como, por exemplo, estrutura atômica, geometria molecular, estereoquímica, entre outros (Fabri e Giacomini, 2017; Gibin e Ferreira, 2010; Raupp e Pino, 2015).

A estereoquímica estuda a geometria tridimensional das moléculas, as quais possuem diferentes arranjos espaciais. A compreensão da estereoquímica depende muito das representações tridimensionais para explicar conteúdos abstratos; essas representações auxiliam a compreensão dos conceitos químicos em nível submicroscópico. Uma parte importante da estereoquímica é a estereoisomeria, que ocorre quando dois ou mais compostos apresentam a mesma fórmula molecular, mas os átomos estão conectados de forma distinta. Esses compostos podem ser isômeros constitucionais (diferem na maneira com que seus átomos estão conectados) e estereoisômeros (apresentam diferentes arranjos espaciais dos átomos). Dentre esses últimos, tem-se os diastereoisômeros (apresentam diferente disposição espacial dos átomos em cadeias insaturadas ou cíclicas, ou em moléculas que têm dois ou mais estereocentros) e os enantiômeros (moléculas que são imagem especular uma da outra e não são sobreponíveis) (Carey, 2011).

O estudo da estereoquímica é muito importante para o ser humano, pois faz parte das aplicações cotidianas, principalmente na farmacologia, sendo que a maioria dos fármacos comerciais são quirais (Lima *et al.*, 1999; Coelho, 2001). Compostos quirais não apresentam plano de simetria e a quiralidade de compostos, em sua grande maioria (mas não exclusivamente), está associada à estereoquímica tetraédrica do carbono com hibridização sp^3 . Essa é a condição básica para a existência de enantiômeros. Os enantiômeros apresentam propriedades físicas e químicas semelhantes; o que os difere é o desvio da luz plano polarizada. Também podem apresentar atividades biológicas diferentes, por exemplo, a carvona está presente na natureza na forma de dois enantiômeros, o enantiômero (*S*) possui odor de cominho, enquanto o enantiômero (*R*) possui aroma de hortelã (Thomas, 2015). Outro exemplo é o ibuprofeno, um fármaco com dois enantiômeros que apresentam efeitos biológicos distintos: o enantiômero (*S*)-ibuprofeno possui atividade anti-inflamatória, analgésica e antipirética, enquanto o enantiômero (*R*)-ibuprofeno é inativo. A forma (*S,S*) do fármaco etambutol é utilizada no tratamento de tuberculose, enquanto a forma (*R,R*) pode provocar cegueira (Romero *et al.*, 2012; Lima, 1997).

A partir dessas considerações, o presente estudo propõe o desenvolvimento de um kit molecular de baixo custo e versátil, sendo cada átomo confeccionado com tamanhos e cores diferenciadas, com as devidas simbologias em braille.

O kit visa facilitar o processo de ensino e aprendizagem por parte de alunos com ou sem deficiência visual ao promover um ensino inclusivo do conteúdo de estereoquímica (estruturas tridimensionais-3D), ligações químicas e geometria molecular.

Metodologia

Proposta metodológica de ensino

O kit molecular foi desenvolvido para que estudantes com deficiência visual ou videntes possam, pelo manuseio e percepção dos modelos moleculares, compreender o arranjo espacial das moléculas. O kit molecular proposto teve como referência kits de modelagem molecular já existentes no mercado (Kit molecular Atomlig 107, Molymod® molecular model set), porém foram desenvolvidos com materiais de baixo custo e de fácil acesso (massa de biscuit e hastes flexíveis).

No ensino de química, destaca-se a multissensorialidade, especificamente o tato associado à manipulação de modelos tridimensionais, identificação de tamanhos, texturas e volumes, bem como atividades experi-

mentais envolvendo densidades, variações de temperatura, expansão e compressão. A formação de imagens mentais é um processo subjetivo, particular de cada indivíduo e está associado diretamente a uma diversidade de variáveis, como as características do material e clareza (Fernandes, 2014).

Através desse kit molecular, o professor pode montar diferentes geometrias moleculares e variadas moléculas, podendo auxiliar no ensino-aprendizagem de conteúdos de estrutura atômica, ligações químicas, geometria molecular e estereoquímica.

Materiais

Para a confecção do kit molecular foram necessários: massa pronta de biscuit marca Fox; cola de silicone líquida marca Rendicolla; esferas de isopor de tamanhos diferenciados (15 mm, 19 mm, 25 mm e 35 mm); tintas para artesanato da marca Acrilex de diversas cores; hastes flexíveis transparentes (material reciclado, oriundo de tubos transparentes de caneta vazios); tesoura; régua (30 cm); transferidor de grau; tubo de policloreto de vinila (PVC) transparente (3,2 mm x 1,0 mm); fita para rotulador da marca Dymo, usado para fazer a gramatura específica para escrever em braille.

Confecção do kit molecular

Com auxílio de um transferidor de grau foram medidos os ângulos das ligações (para o carbono: ângulo de 109,5°; oxigênio: 104,5°; nitrogênio: 107°; enxofre: 90° e 109,5°; e fósforo: 107°); foram feitos orifícios nas esferas de isopor, levando em conta a geometria de ligação de cada átomo (carbono: geometria tetraédrica; oxigênio: angular; nitrogênio: pirâmide trigonal; enxofre: tetraedro e octaedro; e fósforo:

A compreensão da estereoquímica depende muito das representações tridimensionais para explicar conteúdos abstratos; essas representações auxiliam a compreensão dos conceitos químicos em nível submicroscópico.

pirâmide trigonal). Em seguida, foi inserido e colado um pequeno pedaço de tubo de policloreto de vinila (PVC) de aproximadamente 1 cm, para encaixar as respectivas representações das ligações químicas, conforme é mostrado na Figura 1.



Figura 1: Esfera de isopor com as adaptações para representar as ligações químicas.

As esferas de isopor foram revestidas com massa de biscuit (com suas respectivas cores, sendo: para o hidrogênio-amarelo; carbono-vermelho; oxigênio-azul claro; cloro-verde escuro; enxofre-magenta; fósforo-roxo; nitrogênio-azul escuro; e sódio-cinza), conforme representado no Quadro 1.

Após a secagem da massa de biscuit, foi colada a devida simbologia em braille (H, C, N, O, S, P, Na e Cl) para cada elemento químico, conforme representado na Figura 2 e Quadro 1.

Para a representação das ligações químicas, foram utilizadas hastes flexíveis (podendo ser utilizados tubos vazios transparentes de canetas), medidas e cortadas em três tamanhos, como representado na Figura 3 [Ligações simples (2 cm) - Figura 3a, ligações simples (3,5 cm) - Figura 3b e ligações dupla e tripla (5 cm) - Figura 3c].

No Quadro 2, encontram-se exemplos de ligações químicas, representadas com o kit molecular: ligação simples (água), ligação dupla (oxigênio) e ligação tripla (etino).

Resultados e Discussão

Nos últimos anos, a busca por recursos didáticos voltados para o ensino inclusivo de química tem se intensificado devido à lei nº 13.146/15, que visa promover condições de igualdade para pessoas com deficiência na educação básica e superior (Razuck e Guimarães, 2014).

Ao longo desses anos, uma sequência de ferramentas metodológicas foi desenvolvida, com a finalidade de facilitar o processo de ensino-aprendizagem, relacionadas aos conteúdos de estrutura atômica, propriedades químicas, geometria molecular e estereoquímica (estruturas tridimensionais-3D), por alunos com ou sem deficiência visual.

Para entender os fenômenos químicos, há necessidade de compreender a estrutura dos átomos, bem como suas propriedades e, para isso, modelos atômicos foram desenvolvidos ao longo da história, evoluindo com o avanço científico. O desenvolvimento da Tabela Periódica e do conceito de configuração eletrônica forneceram aos químicos uma base lógica para explicar a formação de moléculas e de compostos.

Quadro 1: Legenda das representações de átomos desenvolvidas no kit molecular.

Elemento	Símbolo	Cor	Imagem
Hidrogênio	H	Amarelo	
Carbono	C	Vermelho	
Oxigênio	O	Azul claro	
Cloro	Cl	Verde escuro	
Enxofre	S	Magenta	
Fósforo	P	Roxo	
Nitrogênio	N	Azul escuro	
Sódio	Na	Cinza	



Figura 2: Modelo de átomo (carbono) com a simbologia em braille.

A maneira como os átomos estão ligados influencia na geometria de uma molécula.

A geometria molecular é o arranjo tridimensional dos átomos em uma molécula, sendo que a geometria afeta as suas propriedades físicas e químicas, como densidade, ponto de fusão, ponto de ebulição e reatividade. Diante da estrutura tridimensional de uma molécula, o estudante pode prever sua reatividade e propriedades químicas e físicas (Fabri e Giacomini, 2017; Lima, 2017).

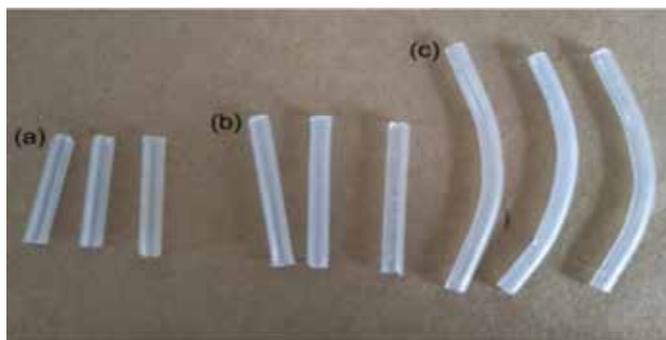


Figura 3: (a) representação de ligação simples (2 cm), (b) representação de ligação simples (3,5 cm), (c) representação de ligação dupla ou tripla (5 cm).

Ensinar geometria molecular e estereoquímica é algo desafiador para os professores, já que é muito visual, necessitando a compreensão das representações tridimensionais. Para minimizar essa dificuldade e auxiliar a compreensão dos conceitos químicos e representações tridimensionais, alguns recursos didáticos são utilizados, como, por exemplo, os modelos moleculares (Raupp e Pino, 2013). Para que essas representações possam ser inclusivas, há necessidade de associar sentidos táteis e sensoriais aos modelos moleculares, sobretudo para os alunos com deficiência visual (Brasil, 2017, Fernandes *et al.*, 2017).

Tratando-se da concepção sensorial, a observação deixa de ser um recurso exclusivamente visual e passa a abranger o maior número de informações que possam ser captadas através de todos os sentidos complementares, para viabilizar um aprendizado significativo para alunos cegos e videntes (Anjos e Camargo, 2011).

Para contribuir com o ensino inclusivo, Scalco *et al.* (2012) desenvolveram um modelo molecular utilizando esferas de isopor em tamanhos diferenciados, fios de cobre para representar as ligações químicas, cola branca, tinta, massa de textura, verniz incolor, areia colorida, cola colorida e barbante colorido. As esferas de isopor foram recobertas com texturas diferentes para representar cada um dos átomos, cola cinza (nitrogênio), barbante preto (carbono), textura lisa pintada de lilás (fósforo), areia vermelha (oxigênio), pasta de modelagem pintadas na cor verde (enxofre) e textura lisa pintada de branco (hidrogênio).

Fernandes *et al.* (2014) também contribuíram para o ensino inclusivo. Eles representaram os átomos como esferas de isopor em que a simbologia dos elementos foi marcada em braille. Esse é um material de fácil acesso e baixo custo; no entanto, apresenta algumas desvantagens, devido às esferas de isopor serem frágeis e quebradiças, apresentarem grande desgaste com o uso e assim, necessidade de confeccionar novos modelos a cada uso.

Lounnas *et al.* (2014) também fizeram sua contribuição ao ensino inclusivo, desenvolvendo o software AsteriX capaz de converter imagem molecular dimensional (2D) em tridimensional (3D), e assim a molécula pode ser impressa em formato físico. Os modelos físicos 3D com impressão em braille permitem que o aluno com deficiência visual possa desenvolver modelos mentais de moléculas complexas, sendo possível obter as mesmas informações que os estudantes videntes têm ao observar os modelos de moléculas através da tela de computador. O software está disponível publicamente, sendo que as representações das estruturas são extraídas automaticamente de artigos em formato PDF e analisadas para verificar os tipos de átomos, conectividade, ligações químicas e estereoquímica presentes na molécula.

Considerando as metodologias e ferramentas disponíveis na literatura, bem como a dificuldade que os professores têm no planejamento e confecção de materiais inclusivos, nosso grupo propôs a produção de um kit molecular inclusivo, confeccionado com massa de biscuit, um material mais resistente, que, ao ser manipulado durante as aulas, não é facilmente danificado. Esses modelos foram produzidos de forma a ser utilizados por várias vezes consecutivas e podem ser montados e desmontados, possibilitando a representação de diversas moléculas orgânicas para o ensino de ligações química, geometria molecular e isomeria.

Na elaboração do kit molecular, os átomos foram confeccionados com cores mais fortes e diferenciadas, permitindo que alunos com baixa visão possam melhor visualizar os diferentes átomos (Bustos *et al.*, 2004; Maranhão *et al.*, 2018).

Conforme já citado, substâncias que possuem a mesma fórmula molecular, porém que apresentam estruturas diferentes, são ditas isômeros. Os isômeros podem ser classificados em isômeros constitucionais e estereoisômeros, conforme representado na Figura 4 (Singh *et al.*, 2014).

Quadro 2: Representações de ligações químicas utilizando o kit molecular.

Ligações químicas	Estrutura 2D	Estrutura 3D	Fórmula molecular	Nome
Simples			H ₂ O	Água
Dupla			O ₂	Oxigênio
Tripla			C ₂ H ₂	Etino

Os isômeros de constituição são compostos que apresentam mesma fórmula molecular, porém estão conectados e arranjados de forma distinta. Já os estereoisômeros são isômeros com a mesma constituição, porém seus átomos estão espacialmente distribuídos de formas diferentes e são subdivididos em enantiômeros e diastereoisômeros (Carey, 2011; Thomas, 2015; Barreiro *et al.*, 1997). A mistura com a mesma proporção de dois enantiômeros (*R,S*) em uma solução é denominada mistura racêmica. Para diferenciar um enantiômero do outro, usam-se as regras de nomenclatura de Cahn-Ingold-Prelog, com as configurações (*R*) ou (*S*). De acordo com a ordem de prioridade dos átomos arranjados espacialmente, se no sentido anti-horário, levam a configuração (*S*), e, no sentido horário, a (*R*) (Carey, 2011; Cahn *et al.*, 1966).

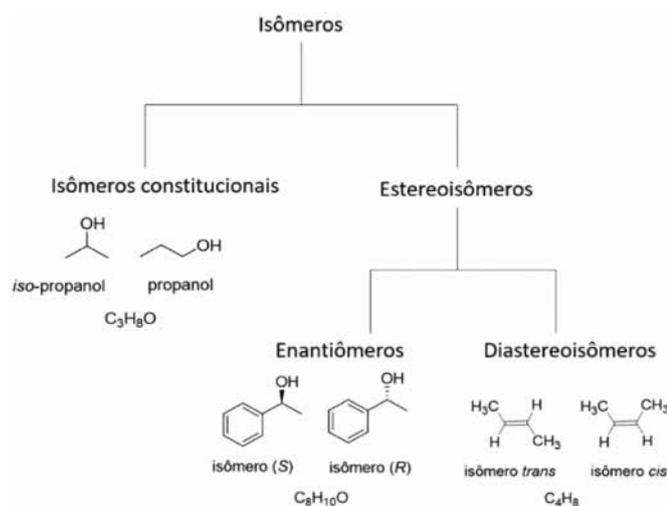


Figura 4: Representação dos diferentes tipos de isomeria

Para entender a geometria das moléculas, bem como a isomeria, é fundamental a compreensão das ligações químicas, sendo esta a união entre átomos. As ligações podem ser divididas em ligações iônica (que envolvem a atração eletrostática entre íons de cargas opostas) e a ligação covalente (que é o compartilhamento entre os pares de elétrons de valência de cada átomo). Esta última pode ser subdividida em ligação covalente polar ou apolar (Carey, 2011; Lima *et al.*, 2018). A ligação covalente entre átomos diferentes é formada através do compartilhamento do par de elétrons de forma desigual, ou seja, com cargas eletrostáticas parciais entre os átomos, resultando na ligação covalente polar. A ligação

covalente apolar ocorre entre átomos iguais e os elétrons são compartilhados igualmente pelos átomos envolvidos (Fernandes e Silva, 2019).

A partir da conectividade entre os átomos pode-se prever a geometria de uma molécula, ou seja, como os átomos estão arranjados espacialmente (Lima *et al.*, 2018; Clayden, 2012). No Quadro 3 estão representados exemplos de ligação covalente polar (ácido clorídrico) e ligação covalente apolar (dióxido de carbono).

A partir do kit molecular, também é possível representar e explorar a geometria molecular de diferentes moléculas, por exemplo, a geometria linear representada pela molécula de dióxido de carbono, a angular (água), a trigonal plana (formaldeído), a pirâmide trigonal (amônia), a tetraédrica (metano) e a gangorra (tetracloreto de enxofre), conforme exposto no Quadro 4. Com essas estruturas, o professor pode explorar as ligações químicas, as ligações sigma (σ) e pi (π), a polaridade, o comprimento de ligação, a ressonância, a força de ligação entre os átomos, a hibridação dos orbitais, dentre outros conceitos.

Através desse kit molecular inclusivo, diferentes representações tridimensionais de compostos orgânicos podem ser abordadas. Os alunos podem utilizar o sentido tátil para compreender os conteúdos, pois as representações, no ensino de química, auxiliam os estudantes a compreender conteúdos abstratos. Dessa maneira, a junção do conhecimento envolvendo o sentido auditivo, oral e tátil com os materiais concretos possibilita uma aprendizagem mais significativa, desenvolvendo o conhecimento científico. Para os alunos com deficiência visual, representações com modelos concretos é imprescindível, pois, através de modelos táteis, os alunos podem desenvolver a representação do modelo mental e assim compreender o conteúdo estudado (Fabri e Giacomini, 2017; Fernandes *et al.*, 2017).

De acordo com Giordan (1999) e Marra e colaboradores (2017), a viabilidade de aproximar a química do modo concreto e perceptível aos sentidos faz com que os estudantes sintam-se motivados a assimilar os conceitos de forma mais efetiva. Nesse contexto, diversos exemplos podem ser discutidos com os alunos, contextualizando-os com temas que estão presentes em seu cotidiano, como o butano, que é um gás pertencente a classe dos hidrocarbonetos, sendo um dos gases presentes no gás liquefeito de petróleo (GLP) e também conhecido como gás de cozinha, sendo obtido pelo refino do petróleo (Gioda, 2018). Na Figura 5a encontra-se

Quadro 3: Representações de ligações química desenvolvidas com o kit molecular

Ligações química	Estrutura 2D	Estrutura 3D	Fórmula molecular	Nome
Covalente Polar			HCl	Ácido clorídrico
Covalente Apolar			CO ₂	Dióxido de carbono

Geometria molecular	Estrutura 2D	Estrutura 3D	Fórmula molecular	Nome
Linear			CO ₂	Dióxido de carbono
Angular			H ₂ O	Água
Trigonal Plana			CH ₂ O	Formaldeído
Pirâmide Trigonal			NH ₃	Amônia
Tetraedro			CH ₄	Metano
Gangorra			SCl ₄	Tetracloroeto de enxofre

representada sua estrutura no plano bidimensional (2D) e na Figura 5b tem-se a representação tridimensional (3D).



Figura 5: Representação da estrutura molecular do butano. (a) Estrutura molecular do butano bidimensional. (b) estrutura molecular do butano tridimensional, desenvolvida com o kit molecular inclusivo.

Outro exemplo é o ácido acético, principal componente do vinagre de cozinha representado na estrutura bidimensional (2D) na Figura 6a e em estrutura tridimensional (3D) na Figura 6b.

Além desses exemplos, pode ser explorada a estrutura molecular tridimensional de moléculas presente em fármacos, como, por exemplo, o captopril (utilizado no tratamento da hipertensão), o ácido acetilsalicílico (conhecido como aspirina, analgésico antipirético e anti-inflamatório), dentre vários outros (Raupp e Pino, 2015).

Na Figura 7, tem-se a representação da estrutura da



Figura 6: Representação da estrutura molecular do ácido acético. (a) Geometria molecular do ácido acético bidimensional. (b) geometria molecular do ácido acético tridimensional desenvolvida com o kit molecular inclusivo, representando a geometria molecular presente entre as ligações química.

molécula do ácido acetilsalicílico, sendo a estrutura bidimensional (2D) na Figura 7a e a estrutura tridimensional (3D) na Figura 7b.

Outro conceito, envolvendo o entendimento de estruturas tridimensionais e de grande importância no cotidiano das pessoas, é a quiralidade das moléculas, sendo essa a condição necessária para a existência de enantiômeros (Carey, 2011). Os enantiômeros podem apresentar atividades biológicas distintas um do outro como, por exemplo, o fármaco ibuprofeno representado na Figura 8, que é um anti-inflamatório composto por dois enantiômeros, sendo

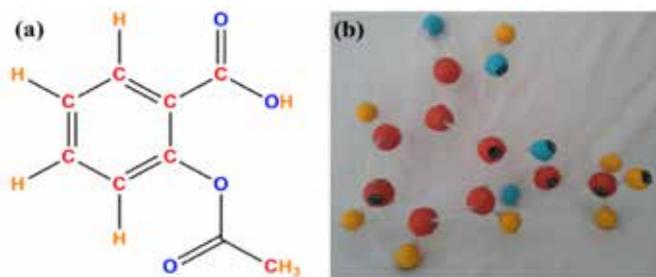


Figura 7: Representação da estrutura molecular do ácido acetilsalicílico. (a) Geometria molecular bidimensional do ácido acetilsalicílico. (b) estrutura tridimensional do ácido acetilsalicílico desenvolvida com o kit molecular inclusivo.

que somente o enantiômero (*S*) (Figura 8a e 8b) é o agente ativo; o isômero (*R*) (Figura 8c e 8d) é inativo, ou seja, não possui ação anti-inflamatória (Paiva, 2006). Na farmacologia, muitos medicamentos são quirais, como, por exemplo, a fluoxetina, em que o enantiômero *R* é um antidepressivo e a *S*-fluoxetina foi testada para tratar enxaqueca. Para o fármaco cetamina, o isômero (*S*) possui ação anestésica, enquanto o isômero (*R*) causa alucinações e agitação (Ribeiro *et al.*, 2016).

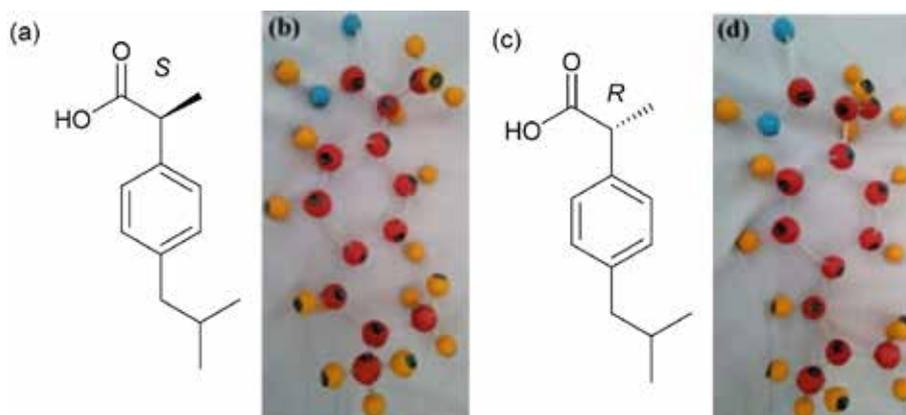


Figura 8: Representação da estrutura molecular do ibuprofeno (a) Estrutura bidimensional do enantiômero (*S*)-ibuprofeno. (b) Estrutura tridimensional do enantiômero (*S*)-ibuprofeno desenvolvida com o kit molecular inclusivo. (c) Estrutura bidimensional do enantiômero (*R*)-ibuprofeno. (d) Estrutura tridimensional do enantiômero (*R*)-ibuprofeno desenvolvida com o kit molecular inclusivo.

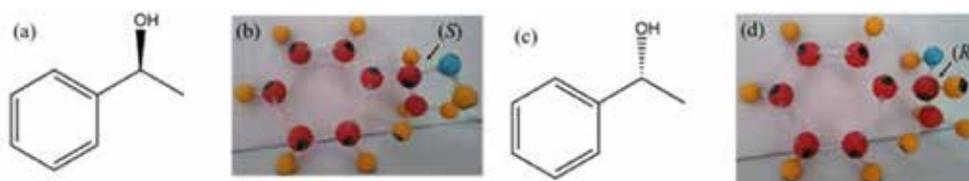


Figura 9: Representação da estrutura molecular do feniletanol. (a) Estrutura bidimensional do enantiômero (*S*)-feniletanol. (b) Estrutura tridimensional do enantiômero (*S*)-feniletanol desenvolvida com o kit molecular inclusivo. (c) Estrutura bidimensional do enantiômero (*R*)-feniletanol. (d) Estrutura tridimensional do enantiômero (*R*)-feniletanol desenvolvida com o kit molecular inclusivo.

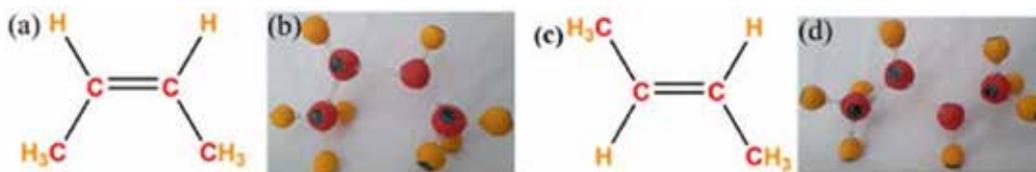


Figura 10: Representação da estrutura molecular do 2-butenos. (a) Estrutura bidimensional do *cis*-2-butenos. (b) Estrutura tridimensional do *cis*-2-butenos desenvolvida com o kit molecular inclusivo. (c) Estrutura bidimensional do *trans*-2-butenos. (d) Estrutura tridimensional do *trans*-2-butenos desenvolvida com o kit molecular inclusivo.

Outra molécula que pode ser explorada para o entendimento da quiralidade e da isômeria é o feniletanol (Figura 9), pertencente à classe dos álcoois secundários quirais, molécula muito usada como bloco de construção na síntese de diferentes fármacos dentro da química medicinal, na síntese de compostos bioativos e agroquímicos (Sampaio *et al.*, 2020).

No conceito de isomeria, o conhecimento de moléculas diastereoisoméricas também é de grande relevância: essas moléculas possuem propriedades físicas diferentes, como ponto de fusão e ebulição, solubilidade, etc. (Gandolfi *et al.*, 2020). Os isômeros *cis* e *trans* são diastereoisômeros. Para nomeá-los, basta levar em conta a prioridade dos átomos ligados à dupla, de acordo com a regra de nomenclatura de Cahn-Ingold-Prelog. Os substituintes de maior prioridade, se estiverem do mesmo lado, levam à nomenclatura *cis* e, em lados opostos, *trans*, como pode ser observado nos isômeros do 2-butenos, representado na Figura 10.

Para um alqueno trissubstituído ou tetrassubstituído, a terminologia *E* (substituintes de maior prioridade em lados opostos) e *Z* (substituintes de maior prioridade do mesmo lado) é utilizada, levando em conta a regra de nomenclatura de Cahn-Ingold-Prelog (Clayden, 2012; Cahn *et al.*, 1966).

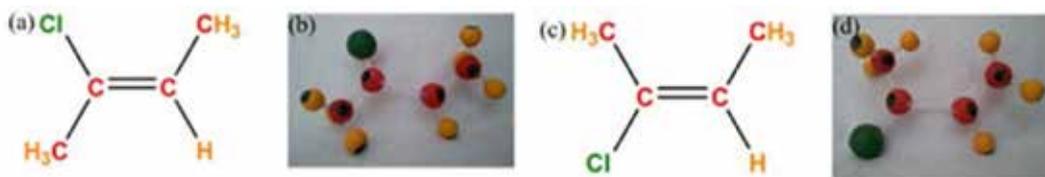


Figura 11: Representação da estrutura molecular do 2-cloro-2-buteno. (a) Estrutura bidimensional do isômero (Z)-2-cloro-2-buteno. (b) Estrutura tridimensional do isômero do (Z)-2-cloro-2-buteno desenvolvida com o kit molecular inclusivo. (c) Estrutura bidimensional do isômero (E)-2-cloro-2-buteno. (d) Estrutura tridimensional do isômero (E)-2-cloro-2-buteno desenvolvida com o kit molecular inclusivo.

Na Figura 11, está representado um exemplo de isomeria de alquenos trissubstituído, o 2-cloro-2-buteno.

A versatilidade do kit molecular permite que muitas estruturas moleculares possam ser representadas, abordando diferentes conteúdos de forma inclusiva. Devido ao fato de ser desenvolvido com materiais acessíveis e de baixo custo, pode ser facilmente reproduzido e, com isso, contribuir para um ensino inclusivo e auxiliar no processo de ensino aprendizagem, envolvendo professores, alunos com deficiência visual, bem como os alunos videntes.

Conclusão

Os avanços em relação à elaboração de políticas educacionais inclusivas estabelecem a garantia de direito para a inserção de estudantes com necessidades educacionais especiais na rede regular de ensino, conforme contemplado na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9394/1996) e no Estatuto da Pessoa com Deficiência (13146/2015) (Brasil, 2015). Infere-se que todo o processo de ensino e aprendizagem requer o desenvolvimento das propostas políticas pedagógicas, relativa ao planejamento adaptado, escolhas de metodologias ativas, processos de avaliação qualitativa, recursos didáticos, avaliação da aprendizagem e formação docente inicial e continuada.

Nesse sentido, é de extrema relevância que a formação inicial do docente de química, com vista a aspectos teóricos e filosóficos relativos à inclusão escolar, seja recebida como parte integrante do processo de formação e não como um

adendo para complementar os estudos. O enfrentamento a esses desafios fez com que os autores propusessem possibilidades de práticas pedagógicas eficientes para docentes e discentes e, assim, os mesmos se habilitem para superar os desafios que existem em sala de aula e na sociedade, colaborando com uma educação inclusiva. Dessa forma, foi desenvolvido um kit molecular flexível que pode promover um ensino inclusivo tanto na educação básica, como no ensino superior, e auxiliar no ensino das ligações químicas, geometria molecular, isomeria e estereoquímica. Devido ao kit molecular ter sido desenvolvido com materiais de baixo custo (isopor revestido com massa de biscoito e hastes de caneta reciclável), é facilmente reproduzido, podendo ser construído e utilizado por diferentes públicos, auxiliando professores e alunos no ensino de química.

213

Gesieli Prado Cardoso da Silva (gesieli@alunos.utfpr.edu.br), licenciada em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Atualmente é professora SEED-PR. Curitiba, PR – BR. **Franciane de Fátima Foques** (franfoques@yahoo.com.br), mestra em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, bacharel e licenciada em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é editora de conteúdo de materiais didáticos da rede privada de ensino. Curitiba, PR – BR. **Marta Rejane Proença Filietaz** (martafiletiz@utfpr.edu.br), licenciada em Pedagogia, mestra em Educação e doutora em Distúrbios da comunicação pela Universidade Tuiuti do Paraná. Atualmente é professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, PR – BR. **Cristiane Pilissão** (pilissao@utfpr.edu.br), bacharel em Química pela Universidade Federal de Santa Maria, licenciada em Química, mestra e doutora em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, PR – BR.

Referências

- ANJOS, P. T. A. e CAMARGO, E. P. Didática multissensorial e o ensino inclusivo de ciências. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*, v. 17, p. 192-196, 2011.
- BARREIRO, E. J.; FERREIRA, V. F. e COSTA, P. R. R. Substâncias enantiomericamente puras (SEP): A questão dos fármacos quirais. *Química Nova*, v. 20, n. 6, p. 647-656, 1997.
- BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C.; BONOMO, F. A. F.; VARGAS, G. N.; ARAÚJO, R. J. S. e ALVES, D. R. A experimentação no ensino de química para deficientes visuais com o uso de tecnologia assistiva: o termômetro vocalizado. *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 3, p. 245-249, 2017.
- BRASIL. Ministério de Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. *Grafia Química Braille para uso no Brasil*. 3ª ed. Brasília: SECADI, 2017.

- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.
- BUSTOS, C.; FEDRIZZI, B. e GUIMARÃES, L. B. M. Percepção dos deficientes visuais cores x texturas. In: *Conferência latino-americana de construção sustentável, X Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído*, São Paulo-SP, 2004.
- CAHN, R. S.; INGOLD, C. K. e PRELOG, V. Specification of molecular chirality. *Angewandte Chemie International Edition*, v. 5, n. 4, p. 385-415, 1966.
- CAREY, F. A. *Química orgânica*. 7ª ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.
- CARUSO, F. T.; HUSSEIN, F. R. G. S. e DOMINGUES, R. C. P. R. Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação num enfoque multissensorial. *Química Nova na Escola*; v. 39, n. 2, p. 195-203, 2017.
- CLAYDEN, J. e GREEVES, N. *Organic Chemistry*. 2ª ed. Oxford: OUP, 2012.

- COELHO, F. A. S. Fármacos e quiralidade. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 3, p. 23-32, 2001.
- COSTA, S. C. e FERNANDES, J. C. B. Listening to pH. *Journal of Chemical Education*, v. 2, n. 96, p. 372-376, 2018.
- DUARTE, C. C. C.; OSHIRO, L. C. S.; CARVALHO, L. P.; BENEDETTI, F. E. e SOUZA, J. A. Química além da visão: uma proposta de material didático para ensinar química para deficientes visuais. *Revista ELO – Diálogos em Extensão*, v. 8, n. 2, p. 42-50, 2019.
- FABRI, P. H. e GIACOMINI, R. A. Estudo da motivação do aluno no processo de ensino e aprendizagem promovida pelo uso de modelos moleculares, validado por meio de áudio e vídeo. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 3, p. 196-208, 2017.
- FARIA, B.; BONOMO, F.; RODRIGUES, A.; VARGAS, G.; SILVA, J.; OLIVEIRA, M. e BENITE, C. Ensino de química para deficientes visuais numa perspectiva inclusiva: estudo sobre o ensino da distribuição eletrônica e identificação dos elementos químicos. *Resumos do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XI ENPEC)*, Florianópolis-SC, 2017.
- FERNANDES, T. C. *Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação e dos programas computacionais para um ensino mais inclusivo*. 2014. 88f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- FERNANDES, J. M.; FRANCO, P. S.; ZAMBELLI, M. H. e FREITAS, R. I. A elaboração de materiais para o ensino de modelos atômicos e distribuição eletrônica para discente cego: produtos de um projeto PROBIC-Jr. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 6, p. 95-108, 2017.
- FERNANDES, S. L. e SILVA, J. L. P. B. Um sistema conceitual para ligação covalente na perspectiva da teoria histórico-cultural. *Resumos do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XII ENPEC)*. Rio Grande do Norte, Natal, 2019.
- FERNANDES, G. A.; OCAMPO, R. A.; CONSTANTINO, A. R. e DOP, N. S. Application of didactic strategies as multisensory teaching tools in organic chemistry practices for students with visual disabilities. *Journal of Chemical Education*, v. 96, n. 4, p. 691-696, 2019.
- FERREIRA, C.; ARROIO, A. e BRITO, R. D. Uso de modelagem molecular no estudo dos conceitos de nucleofilicidade e basicidade. *Química Nova*, v. 34, n. 9, p. 1661-1665, 2011.
- GANDOLFI, R. C.; PEREIRA, M. A. A.; LIMA, R. Y.; SILVA, E. F.; MARTINS, J. V. T. B.; CARVALHO, R. G.; FIGUEIREDO JUNIOR, A. G.; FERRAZ, R. R. N. e MENEZES-RODRIGUES, F. S. A importância da técnica de cromatografia líquida de alta eficiência no isolamento do fármaco enantiômero puro esomeprazol. *International Journal of Health Management Review*, v. 6, n. 1, p. 1-12, 2020.
- GIBIN, G. B. e FERREIRA, L. H. A formação inicial em química baseada em conceitos representados por meio de modelos mentais. *Química Nova*, v. 33, n. 8, p. 1809-1814, 2010.
- GIODA, A. Comparação dos níveis de poluentes emitidos pelos diferentes combustíveis utilizados para cocção e sua influência no aquecimento global. *Química Nova*, v. 41, n. 8, p. 839-848, 2018.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 10, p. 43-49, 1999.
- LACONSAY, C. J.; HENRY, B. e TANTILLO, D. J. Visualization without vision - how blind and visually impaired students and researchers engage with molecular structures. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, v. 26, n. 1, p. 1-21, 2020.
- BRASIL. *Lei n. 13.146, de 6 de julho de 2015. Estatuto da Pessoa com Deficiência*. Brasília, 2015.
- LIMA, B. T. S. A natureza da ciência e o ensino: investigando as percepções de futuros professores de química. *Resumos do VI Congresso Nacional de Educação (VI CONEDU)*, Fortaleza, 2019.
- LIMA, B. T. S. *Proposta de Química Orgânica para alunos com deficiência visual: desenhando prática pedagógica inclusiva*. 2017. 172 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.
- LIMA, E. F. O uso das TICs e da pesquisa como recursos pedagógicos no ensino de bioquímica para o curso de licenciatura em Química. *Revista de Graduação USP*, v. 2, n. 2, p. 115-120, 2017.
- LIMA, F. S. C.; ARENAS, L. T. e PASSOS, C. G. A metodologia de resolução de problemas: uma experiência para o estudo das ligações químicas. *Química Nova*, v. 41, n. 4, p. 468-475, 2018.
- LIMA, M. B. e LIMA, N. P. Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de química. *Química Nova*, v. 22, n. 6, p. 903-906, 1999.
- LIMA, V. L. E. Os fármacos e a quiralidade: uma breve abordagem. *Química Nova*, v. 20, n. 6, p. 657-663, 1997.
- LOUNNAS, V.; WEDLER, H. B.; NEWMAN, T.; SCHAFTENAAR, G.; HARRISON, J. G.; NEPOMUCENO, G.; PEMBERTON, R.; TANTILLO, D. J. e VRIEND, G. Visually impaired researchers get their hands on quantum chemistry: application to a computational study on the isomerization of a sterol. *Journal of Computer-Aided Molecular Design*, v. 28, p. 1057-1067, 2014.
- MARANHÃO, J. C.; DAXENBERGER, A. C. S. e SANTOS, M. B. H. O ensino de química em uma perspectiva inclusiva: proposta de adaptação curricular para o ensino da evolução dos modelos atômicos. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, v. 4, n. 2, p. 568-587, 2018.
- MARRA, N. N. S.; CAMPOS, R. C. R.; SILVA, N. S. e CAVALCANTE, F. S. Z. Atividade experimental de química para uma turma inclusiva com um estudante cego: a importância do estudo do contexto. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 8, p. 13-30, 2017.
- MELAKU, S.; SCHRECK, J. O.; GRIFFIN, K. e DABKE, R. B. Interlocking toy building blocks as hands-on learning modules for blind and visually impaired chemistry students. *Journal of Chemical Education*, v. 93, n. 6, p. 1049-1055, 2006.
- PAIVA, A. P. O fenômeno da quiralidade – bases de estereoquímica. *Química*, série II, n.103, p. 56-61, 2006.
- PAULO, P. R. N. F.; BORGES, N. M. e DELOU, C. M. C. Produção de materiais didáticos acessíveis para o ensino de química orgânica inclusiva. *Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, v. 11, n. 23, p. 116-125, 2018.
- POZO, J. I. e CRESPO, M. A. G. *A aprendizagem e o Ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- RAUPP, D. T. e PINO, J. C. D. O desafio do ensino de estereoquímica no Ensino Médio e o papel da visualização. *Resumos do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC)*, Águas de Lindóia, São Paulo, 2013.

RAUPP, D. e PINO, J. C. D. Estereoquímica no ensino superior: historicidade e contextualização em livros didáticos de química orgânica. *Acta Scientiae*, v. 17, n. 1, p. 146-168, 2015.

RAZUCK, R. C. S. R. e GUIMARÃES, L. B. O desafio de ensinar modelos atômicos a alunos cegos e o processo de formação de professores. *Revista Educação Especial*, v. 27, n. 48, p. 141-154, 2014.

RIBEIRO, A. R.; AFONSO, C.; CASTRO, P. M. L. e TIRITAN, M. E. Fármacos quirais em diferentes matrizes ambientais: ocorrência, remoção e toxicidade. *Química Nova*, v. 29, n. 5, p. 598-607, 2016.

ROMERO, A. L.; BAPTISTELLA, L. H. B.; COELHO, F. e IMAMURA, P. M. Resolution of ibuprofen: a project for an experimental organic chemistry course. *Química Nova*, v. 35, n. 8, p. 1680-1685, 2012.

SAMPAIO, V. H. G.; ASSUNÇÃO, J. C. C.; DANTAS, C. R. A. A.; FERREIRA, D. A.; BASTOS, A. K. P. e SAMPAIO, C. G. Biocatalisadores vegetais na redução de acetofenonas pró-quirais e suas contribuições para a química verde. *Conexão Ciência e Tecnologia*, v. 14, n. 3, p. 34-44, 2020.

SCALCO, K. C.; PINHEIRO, B. S.; PIETRO, G. M. e KIIL, K. B. O modelo molecular adaptado e o desenvolvimento da noção

da tridimensionalidade. *Resumos do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)*, Salvador, Bahia, 2012.

SILVA, R. P. *A Tabela periódica como tecnologia assistiva na educação em química para discentes cegos e com baixa visão*. 2017. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

SILVA, W.; SOUSA, A. E. S. B.; SONDERMANN, D. V. C. e COMARÚ, M. W. Materiais didáticos inclusivos para o ensino de química: desafiando professores em formação. *Resumos do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XI ENPEC)*, Florianópolis, 2017.

SINGH, K.; SHAKYA, P.; KUMAR, A.; ALOK, S.; KAMAL, M. e SINGH, S. P. Stereochemistry and its role in drug design. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, v. 5, n. 11, p. 4644-4659, 2014.

THOMAS, J. C. *Aplicação do sistema de fluxo contínuo em reações de resolução cinética enzimática: obtenção de álcoois secundários opticamente ativos empregando a lipase B de Candida antartica*. 2015. 121 f. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

Abstract: *Inclusive molecular kit for the teaching of three-dimensional structures for visually impaired students.* Research in teaching-learning is a way to find solutions to problems experienced in the classroom and, consequently, develop teaching methods to address these problems. In Brazil, there has been a natural transition to accommodate students with disabilities in the regular curriculum. However, methods to teach chemistry to this population are still very incipient. In order to address this issue, we have developed a sustainable, affordable and versatile molecular kit that can be used to make chemistry classes more accessible to visually impaired students. The kit uses biscuit dough-coated Styrofoam spheres and recyclable pen sticks and is designed to address topics related to chemistry: chemical bond, molecular geometry and stereochemistry. It is an ideal alternative for instructors, regular students, and especially students visually impaired students.

Keywords: visual impairment, molecular kit, isomerism, stereochemistry

O papel da memorização na construção de significados em uma aula experimental sobre titulação ácido-base

Alcione M. Francisco e João R. R. Tenório da Silva

Substâncias ácidas e básicas sempre foram utilizadas no cotidiano. Com o passar dos anos tais substâncias foram estudadas a fim de se compreender seus comportamentos. Hoje em dia os estudos sobre ácido-base envolvem uma discussão sobre as definições de Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis. Dessa forma esta pesquisa se propôs, por meio de uma aula experimental no formato remoto, analisar a construção de significados sobre o conteúdo com estudantes do ensino superior de um curso de Licenciatura em Química, considerando o papel da memória de acordo com a teoria da memorização. Através dos resultados obtidos foi possível observar que grande parte dos alunos apresentou um conhecimento prévio do conteúdo que, a partir da mediação da atividade experimental, foi sendo ressignificado por meio da identificação de modificações mnemônicas.

► ácido-base, aula experimental, memorização ◀

Recebido em 19/07/2022, aceito em 28/10/2022

No ensino de química a utilização de atividades experimentais é importante para a aprendizagem, pois possibilita uma articulação entre teoria e prática, confere um caráter investigativo (a depender da abordagem utilizada), abre possibilidades de discussões de aspectos que envolvem a natureza da ciência, e permite uma articulação com problemáticas reais dos estudantes (Silva *et al.*, 2010). A relação entre tais possibilidades não ocorre de forma direta, mas depende da abordagem adotada em sala de aula, fazendo com que a condução de uma atividade experimental parta de situações vivenciadas pelos estudantes, os conduzindo em discussões teóricas e metodológicas sobre como se dá a construção de conhecimento e a resolução de problemas por meio do desenvolvimento do trabalho científico. Diante dessa perspectiva, é possível perceber como o uso de atividades experimentais tem sido feito pelos professores de química em suas aulas (Gonçalves e Goi, 2020).

Uma das atividades experimentais realizada no ensino de química é a titulação, uma técnica analítica que determina concentrações de espécies químicas envolvidas em diversos tipos de reação. Uma das reações químicas que pode ser estudada a partir da titulação é entre soluções ácidas e alcalinas – reação ácido-base (Nascimento e Santos, 2019).

Uma das atividades experimentais realizada no ensino de química é a titulação, uma técnica analítica que determina concentrações de espécies químicas envolvidas em diversos tipos de reação. Uma das reações químicas que pode ser estudada a partir da titulação é entre soluções ácidas e alcalinas – reação ácido-base (Nascimento e Santos, 2019). Constituindo um dos conteúdos fundamentais no currículo da química, presente tanto no ensino médio quanto no ensino superior, as reações de ácido-base, na maioria das vezes, são apresentadas sem uma devida discussão, apenas se resumindo a alguns pontos das principais definições, como as propostas por Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis. Assim, algumas concepções informais podem ser reforçadas, como a ideia de que uma reação ácido-base será sempre uma neutralização, independente da força dos ácidos e bases envolvidos e das concentrações das soluções (Paik, 2015).

Nesse tipo de reação são utilizados indicadores para possibilitar macroscopicamente a observação da ocorrência

da mudança de pH que caracteriza a transformação química. Consideramos que a utilização da técnica da titulação pode contribuir para o ensino do conteúdo de ácidos e bases, ao possibilitar a construção de significados a respeito da natureza e força relativa de soluções ácidas e alcalinas. Neste artigo, propomos que a construção de significados é um processo relacionado à memória a partir da teoria da rememoração (Bartlett, 1932; Silva e Lyra, 2017).

De acordo com a teoria da rememoração (Bartlett, 1932), experiências passadas podem ser ressignificadas quando a pessoa está diante de demandas no presente. A ressignificação de experiências passadas é representada por mudanças mnemônicas, em que é possível observar a modificação de elementos daquilo que é rememorado. Para isso, parte-se do pressuposto que a memória não é um local de armazenamento em que as experiências são rememoradas de forma literal, mas um processo construtivo em que novos elementos podem ser incorporados àquilo que é rememorado, permitindo a ressignificação das experiências passadas (Wagoner, 2013). Neste sentido, Silva e Lyra (2017) discutem como essa perspectiva teórica pode ser útil para compreensão do processo de aprendizagem de conceitos científicos, levando em conta que o passado de experiências do estudante pode representar conhecimentos prévios, os quais são rememorados e, conseqüentemente, ressignificados em determinadas situações de aprendizagem.

Uma possível situação de aprendizagem é a atividade experimental, partindo do pressuposto de que quando os estudantes estão engajados neste tipo de atividade podem ser levados a construir novos significados por meio da rememoração de conhecimentos prévios úteis na elaboração de hipóteses e discussões de ideias.

Diante do exposto, o objetivo deste artigo é analisar o processo de construção de significados sobre o conteúdo ácido-base, por meio de uma aula experimental de titulação no formato remoto, com estudantes do ensino superior do curso de Licenciatura em Química. Para isso, adotamos a teoria da rememoração de Bartlett (1932) como referencial, mantendo o foco no papel da rememoração neste processo.

Referencial Teórico

O conteúdo de ácido-base e sua aprendizagem

De acordo com Vos e Pilot (2001), a palavra ácido é de origem grega e indica o sabor azedo de algumas substâncias. Já a palavra base tem origem árabe, denominada *álcali*, e tem seu significado relacionado ao que sobra após a queima de algum material. A origem dessas palavras constitui a maneira como são entendidas por uma parcela de pessoas a partir de ideias informais, construídas em situações do dia a dia.

Segundo Souza e Silva (2018), as definições conceituais

e características de ácidos e bases conhecidas hoje partiram de estudos antigos, nem sempre citados em livros didáticos ou textos que abordem esse assunto, como apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Abordagens históricas sobre o conceito de ácido-base

Estudioso	Abordagem
Otto Tachenius	Não chegou a ter um estudo detalhado nem a definir os termos em questão, mas fazia uso das palavras ácido e base.
Robert Boyle	Fez abordagem dos conceitos através da sua obra "Reflexões sobre a hipótese de álcali e ácido".
Antoine Lavoisier	Ideia da acidez ser causada pela presença de oxigênio em um dado composto. Apresenta a primeira tentativa para definir ácido e base através da constituição química do composto.
Humphry Davi e Pierre Louis Dulong	Anulação da teoria de Lavoisier devido ao fato de alguns ácidos não possuírem oxigênio em sua composição. Toma como exemplo o ácido clorídrico (HCl), constituído por cloro e hidrogênio, levando a acreditar que o hidrogênio era essencial para definir uma substância como ácida.
Justus von Liebig	Definiu ácido como uma substância que contém hidrogênio em sua composição, entretanto, não apresentou uma definição para base.

Fonte: Elaboração própria com base em Souza e Silva (2018).

Como apresentado pelos estudos de Souza e Silva (2018), as definições conceituais mais usuais de ácido e base envolvem as definições de Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis.

Para Svante August Arrhenius (Atkins e Jones, 2012),

ácido é um composto que possui hidrogênio e, em solução aquosa (aq), ou seja, em solução na qual o solvente é água, libera íons hidrogênio, H^+ (íon com carga elétrica positiva-cátion). Enquanto a base é definida como um composto que, em solução aquosa, produz íons hidróxido, OH^- (íon com carga elétrica negativa-ânion).

Logo, se algum composto em meio aquoso liberar o cátion H^+ , é considerado um ácido pela definição de Arrhenius, assim como se outro dado composto produzir o ânion OH^- em meio aquoso, é considerado uma base, segundo o mesmo. O único problema desta definição está relacionado ao solvente ser a água, em particular.

Johannes Nicolaus Bronsted e Thomas Martin Lowry, a partir de estudos independentes, obtiveram as mesmas definições para ácido e base. Os autores apresentam um avanço no entendimento desses conceitos, por meio da compreensão

Uma possível situação de aprendizagem é a atividade experimental, partindo do pressuposto de que quando os estudantes estão engajados neste tipo de atividade podem ser levados a construir novos significados por meio da rememoração de conhecimentos prévios úteis na elaboração de hipóteses e discussões de ideias.

das propriedades dos ácidos e bases pela transferência de próton entre duas substâncias (Atkins e Jones, 2012). Para eles, ácido é um doador de próton, referindo-se ao íon hidrogênio (H^+) e a base um aceitador desse próton. Apesar das ideias de Bronsted-Lowry, outras definições também surgiram acerca de substâncias ácidas e básicas, como a proposta por Lewis.

Gilbert Newton Lewis conceituou ácido como uma substância que “aceita” um par de elétrons, por conter em um de seus átomos um grupo incompleto de elétrons, sendo esse definido em Atkins e Jones (2012, p. 835) como: “uma partícula subatômica com carga negativa que se encontra fora do núcleo de um átomo”. Já a base é uma substância doadora de par de elétrons. Essa doação de um par de elétrons pela base é permitida pelo compartilhamento dos elétrons por meio de uma ligação covalente coordenada, ligação formada entre uma base e um ácido de Lewis.

Como apresentado, existem diferentes definições para os conceitos de ácido e base. Sendo assim, ao serem abordados em sala de aula é importante iniciar buscando saber a compreensão dos alunos a respeito do assunto e relacionar com os elementos comuns do dia a dia deles, possibilitando que consigam explicar por meio da linguagem da química os fenômenos cotidianos, construindo significados.

Desta forma, ao se abordar o conhecimento científico, de acordo com Nascimento e Santos (2019), é preciso levar em consideração três aspectos que envolvem a linguagem da química e conseqüentemente sua aprendizagem: 1) Fenomenológico – diz respeito às propriedades empíricas das substâncias estudadas; 2) Teórico – as explicações são construídas para explicar um dado fenômeno; e a 3) Representacional – uso de símbolos e signos que caracterizam determinados conteúdos/conceitos. O uso desses três aspectos acaba sendo um fator que influencia na aprendizagem dos alunos em expressar seus conhecimentos, principalmente ao envolver a escrita, pela dificuldade conceitual que esses apresentam ao trabalhar os termos utilizados no ensino de química.

Um outro fator que acaba por influenciar a aprendizagem dos conceitos aqui discutidos é a forma como esses são abordados nos livros didáticos. Muitas vezes, faz-se uma abordagem destas definições de maneira cumulativa e linear, sem abordar o contexto histórico que antecede essas definições, conforme os estudos apresentados por Souza e Silva (2018). Vale salientar que a definição de ácido e base adotada neste trabalho é a de Bronsted-Lowry, que foi útil na discussão com os estudantes na intervenção proposta em um experimento de titulação para compreensão de uma reação ácido-base.

O papel da experimentação no ensino de química

De acordo com estudos sobre o porquê do uso da experimentação ao ensinar química, é visto a amplitude gerada pela aprendizagem de tais aulas, por assumir uma função

pedagógica, afirmada por Souza *et al.* (2013, p. 13):

A experimentação nas aulas de Química tem função pedagógica, ou seja, ela presta-se a aprendizagem da Química de maneira ampla, envolvendo a formação de conceitos, a aquisição de habilidades de pensamento, a compreensão do trabalho científico, aplicação dos saberes práticos e teóricos na compreensão, controle e previsão dos fenômenos físicos e o desenvolvimento da capacidade de argumentação científica.

Entretanto, para que essa função pedagógica das aulas experimentais de química se concretize é necessário dar espaço aos alunos, permitindo que apresentem seus pensamentos, para que assim possam debater e argumentar, de maneira a refletirem sobre o conceito que estão estudando. Carvalho *et al.* (2010) denominam esse fato como grau de liberdade dado ao aluno, permitindo que tome decisões a fim de solucionar um problema proposto em uma aula experimental contextualizada, com uma experimentação voltada para o cotidiano.

A experimentação no contexto de sala de aula deve ser pautada com a finalidade dos alunos construírem seus conhecimentos por meio de questionamentos levantados pelos mesmos na realização da prática, buscando respostas a respeito e partindo de seus conhecimentos prévios, norteados pelo professor, como aborda Guimarães (2009). As atividades experimentais desenvolvidas pelos professores, na maioria das vezes, não são pensadas de forma a gerar criticidade nos alunos, o máximo exigido deles é que suas observações se aproximem dos resultados que o professor já conhece. Acreditamos que tais atividades devem ser repensadas e reelaboradas para trabalhar o intelecto dos alunos, como citado por Souza *et al.* (2013, p. 13): “Não basta que o aluno manipule vidrarias e reagentes, ele deve antes de tudo, manipular ideias (problemas, dados, teorias, hipóteses, argumentos)”.

Assim sendo, a experimentação pode ser considerada como um instrumento mediador para o processo de ensino e aprendizagem. Segundo Vigotski (1991), instrumentos são objetos elaborados para atingir um objetivo específico para o qual foram criados a fim de mediar a relação do sujeito com o meio, apresentando como função ajudar na realização de uma atividade, ampliando as possibilidades na qual intervêm. Desta maneira, no ensino de química a experimentação pode ser compreendida como um instrumento mediador da aprendizagem, pois possibilita a mediação entre o sujeito (aluno) e o fenômeno a ser estudado.

Memória e construção de significados

Bartlett (1932), em seu livro *Remembering, A study in experimental and social psychology*, publicado pela

Vale salientar que a definição de ácido e base adotada neste trabalho é a de Bronsted-Lowry, que foi útil na discussão com os estudantes na intervenção proposta em um experimento de titulação para compreensão de uma reação ácido-base.

Universidade de Cambridge, apresenta uma série de estudos sobre a memória, a fim de apresentar argumentos que fundamentassem tal processo como culturalmente situado. Isso significa que, para Bartlett, a memória é um processo influenciado pela cultura dos indivíduos, se afastando de abordagens cognitivistas que a consideram como uma faculdade mental isolada, sem relação com outras funções mentais ou com as ações do sujeito em seu ambiente sociocultural.

Bartlett (1932) se contrapõe ao modelo de memória como local de armazenamento, visto a limitação deste modelo em explicar como as pessoas lembram de fatos e informações em seu ambiente sociocultural. Em situações reais do dia a dia, por exemplo, é comum uma pessoa esquecer detalhes de algo a ser lembrado, acabar misturando memórias ou até mesmo modificá-las. Dessa forma, para Bartlett, não se poderia considerar a memória como um local de armazenamento ou caixa de arquivos, onde as informações são guardadas e recuperadas de forma literal quando necessário. Essa noção foi discutida por outros autores no decorrer dos anos se tornando um campo de estudo na área da Educação (Silva e Lyra, 2017) e Psicologia (Wagoner, 2013), corroborando com um modelo de memória processual e construtivo, interpretando-a como uma função mental flexível e sujeita às mudanças.

Ao discutir a teoria proposta por Bartlett, Valsiner (2012) justifica as mudanças mnemônicas a partir do que ocorre entre os processos de internalização e externalização. O processo de internalização, segundo o autor, consiste na experiência do meio em que o sujeito está incluso, transformando essa experiência em algo interno, de seu domínio intrapsicológico. Já o processo de externalização é quando o que foi internalizado é transposto para fora, sendo observadas modificações, por ser um processo construtivo de novos significados. Assim, sustenta-se a ideia de Bartlett sobre a rememoração na construção de significados.

Retomando à teoria da rememoração, as modificações mnemônicas, que podem representar a emergência de novos significados, são categorizadas por Bartlett (1932) a partir de suas características. Silva e Lyra (2017) ao discutirem o papel da rememoração no processo de aprendizagem de conceitos científicos sintetizaram tais características nas categorias a seguir: 1) Transformação: consiste em substituir elementos do material lembrado (termos específicos) por termos familiares; 2) Importação: novos elementos surgem na lembrança com características advindas de outros contextos; 3) Transferência: ocorre a troca de características de um material a outro a ser lembrado, divergindo-se entre si; 4) Elaboração: ocorre a construção de novas ideias advindas da autorreflexão, capaz de preencher determinadas lacunas de memória.

Para Silva e Lyra (2017), a memória em seu processo de construção de significados pode resultar em aprendizagem. Em sala de aula, partimos do pressuposto de que a aprendizagem acontece a partir do momento em que os estudantes estabelecem relações entre o conhecimento novo e suas concepções informais rememoradas em alguma situação de aprendizagem.

Para Silva e Lyra (2017), a memória em seu processo de construção de significados pode resultar em aprendizagem. Em sala de aula, partimos do pressuposto de que a aprendizagem acontece a partir do momento em que os estudantes estabelecem relações entre o conhecimento novo e suas concepções informais rememoradas em alguma situação de aprendizagem. Assim, o conhecimento informal rememorado pode apresentar as modificações categorizadas anteriormente.

Dentro do contexto de sala de aula, ao rememorar o conhecimento prévio referente a qualquer conceito, o aluno poderá elaborar novos significados. Esse processo de rememoração realizado pelo aluno faz com que estabeleça uma relação entre seu conhecimento prévio e seu conhecimento científico. Diante do surgimento de novas demandas, o aluno pode ressignificar novamente as relações estabelecidas anteriormente.

Retomando o papel da experimentação discutido no tópico anterior e a sua potencialidade como instrumento mediador, na perspectiva de Vigotski, neste trabalho partimos do pressuposto que a atividade experimental pode ser um elemento importante como uma situação de aprendizagem que favoreça a ressignificação de conhecimento prévio a ser rememorado. Assim, consideramos que a experimentação tem possibilidade de ser uma potencializadora de discussões que promovam a ressignificação do conhecimento prévio a partir de mudanças mnemônicas, por meio das constantes internalizações e externalizações promovidas pelas discussões fomentadas pela atividade.

Metodologia

Esta é uma pesquisa descritiva de caráter exploratório, a qual buscou descrever as características do processo de aprendizagem, a partir da influência da memória, por meio de uma atividade experimental mediadora. Assim, este estudo apresenta uma natureza qualitativa.

Sujeito e campo da pesquisa

A pesquisa foi realizada com estudantes do primeiro período do curso de Licenciatura em Química de uma Universidade no estado de Pernambuco. A seleção dos sete participantes ocorreu de forma voluntária a partir de um convite realizado por e-mail, no qual os interessados preencheram um formulário de participação. Nesta pesquisa, os participantes foram identificados como A1, A2, A3, A4, A5, A6 e A7.

Coleta de dados

A coleta de dados ocorreu por meio da realização de uma intervenção no formato remoto em decorrência do período pandêmico enfrentado entre os anos de 2020 e 2021.

A intervenção se deu a partir da abordagem sobre técnicas de titulação.

Técnicas de titulação

A titulação é uma técnica laboratorial bastante usada no ramo da química analítica. É baseada em uma reação entre um analito, espécie química de interesse, cuja concentração (mol/L) é desconhecida (também chamado de titulado), e um reagente padrão, assim denominado por sua concentração ser conhecida, chamado titulante. A titulação refere-se ao processo em que o reagente padrão contido em uma bureta (tubo graduado que permite medir volumes) sobre um suporte é adicionado lentamente (gota a gota) à solução de um analito, contido em um Erlenmeyer com um volume conhecido da solução a ser titulada, até que a reação entre o titulante e o titulado seja dada como completa, denominada ponto final.

A ocorrência da reação é observada devido ao uso de indicadores na solução do analito, que produz uma alteração física visível na cor, de forma persistente. Essas alterações ocorrem no ponto de equivalência, que corresponde a um ponto teórico na titulação quando a quantidade de mols (n) de titulante adicionada é equivalente à quantidade de mols (n) de analito (Skoog *et al.*, 2010). O aparato para realização de uma titulação pode ser observado na Figura 1.

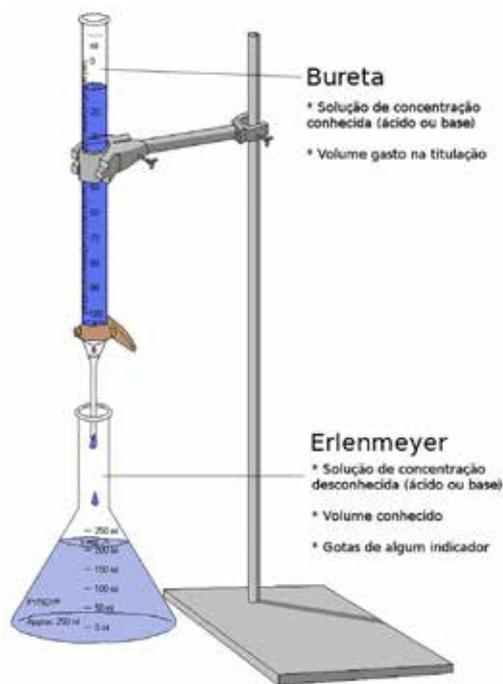


Figura 1: Instrumentos utilizados para realização de uma titulação volumétrica. Fonte: QUEVEDO, R. T. Titulometria. Disponível em: <https://www.infoescola.com/quimica/titulometria/>. Acesso em: 16 mar. 2021.

Entre os tipos de titulação conhecidas tem-se Titulação Volumétrica, que envolve a medida de volume do titulante necessário para reagir completamente com o titulado. Para saber esse volume é preciso realizar a leitura inicial e final da bureta, na qual o volume gasto é obtido pela diferença entre essas leituras de volume.

Uma das reações estudadas por este tipo de titulação é a reação que ocorre entre um ácido e uma base, tendo como produtos formados um sal e água, para ácidos e bases de Arrhenius e Bronsted-Lowry. Neste tipo de titulação é usado como indicador a fenolftaleína, um indicador líquido que sinaliza para variação de pH do meio a partir da alteração em sua cor, que se dá a partir de alterações na sua estrutura molecular pelo meio em que está inserido (Skoog *et al.*, 2010). Sabe-se que essas alterações ocorrem no ponto de equivalência (P.E), em que o número de mols é obtido de acordo com a equação (1):

$$n = C \text{ (concentração, mol/L)} \times V \text{ (volume, L)} \quad (1)$$

Dessa forma, o ponto de equivalência entre um ácido e uma base será determinado pela equação (2):

$$C \text{ (ácido)} \times V \text{ (ácido)} = C \text{ (base)} \times V \text{ (base)} \quad (2)$$

As soluções padrões utilizadas neste tipo de titulação são ácidos ou bases fortes, por reagirem completamente com o analito, permitindo uma visualização clara no ponto final. Geralmente as soluções ácidas utilizadas como padrão são: ácido clorídrico (HCl), ácido perclórico (HClO₄) e o ácido sulfúrico (H₂SO₄). Já as soluções básicas são: hidróxido de sódio (NaOH) e hidróxido de potássio (KOH) (Skoog *et al.*, 2010). É válido ressaltar que as soluções ácidas e básicas mencionadas anteriormente passam por um processo de padronização, para que possa ser feito uso delas, neste caso, pois não são padrões primários.

Condução da intervenção e instrumentos de coleta de dados

A intervenção foi realizada e gravada via aplicativo *Google Meet*, totalizando uma carga horária de 8h. Para a coleta de dados tivemos os seguintes momentos:

Primeiro momento – Questionário 1

Este questionário teve como objetivo fazer uma sondagem sobre o conhecimento prévio dos participantes acerca do conteúdo a ser trabalhado. Com base na teoria da rememoração aqui adotada pudemos ter acesso ao passado de experiência dos estudantes. Com base nisso, foram elaboradas sete perguntas, as quais são apresentadas a seguir: 1- Para você, o que é um ácido? Exemplifique com uma substância, preferencialmente do seu cotidiano; 2- Para você, o que é uma base? Exemplifique com uma substância, preferencialmente do seu cotidiano; 3- Considerando a reação entre um ácido e uma base, quais podem ser os produtos formados?; 4- Quando uma pessoa está com azia, é recomendado que ela tome um tipo de remédio chamado antiácido. Como você explica a ação desses remédios no combate à azia?; 5- Você sabe o que é uma titulação e quais espécies químicas são envolvidas nesse processo?; 6- Você sabe o que é uma reação de ácido-base? Se sim, explique.; 7- Em uma reação química qualquer, a quantidade das substâncias envolvidas interfere no processo? Argumente.

Segundo momento – Intervenção: aula experimental no formato remoto

A intervenção consistiu em uma aula experimental no formato remoto, no aplicativo *Google Meet*, com registro em vídeo a partir da captura de tela, a fim de analisar como o experimento pode mediar o processo de rememoração, levando em conta o seu papel na aprendizagem (Silva e Lyra, 2017). Foram discutidos os conceitos básicos de ácido-base partindo do conhecimento prévio dos alunos nas respostas obtidas no questionário 1.

A prática experimental da titulação ácido-base foi apresentada em vídeo, o qual foi gravado anteriormente, e, a partir de sua apresentação, mobilizamos os participantes a partir da seguinte questão: Como identificar experimentalmente se o leite que eu consumo é ácido ou básico? Quais os impactos do pH do leite na saúde humana?

Após a apresentação do vídeo citado, os dados do experimento exibidos foram passados para que os estudantes, em discussão conjunta, determinassem o ponto de equivalência da reação estudada. Em seguida, uma nova questão foi levantada: O que ocorrerá com a reação se for adicionado mais base depois do ponto de equivalência? Para isso, foi pedido aos alunos que realizassem em casa a reação entre o bicarbonato de sódio e vinagre, instruídos para tal ação. Só após 3 dias houve um novo encontro com os estudantes, para que tivessem tempo de realizar o experimento solicitado.

Terceiro momento – Questionários 2 e 3

Os questionários foram usados para identificar as modificações na rememoração dos pontos discutidos na aula, levando em conta que podem indicar a emergência de novos significados. A utilização de questionário para identificação de mudanças mnemônicas é proposta por Silva (2018), haja vista o método da repetição utilizado por Bartlett (1932) e replicado em Wagoner (2013). Assim, os questionários 2 e 3, analisados em comparação ao questionário 1, puderam ser úteis para identificação de mudanças mnemônicas, as quais representam indícios da emergência de novos significados em decorrência da mediação da atividade experimental. Seguindo a metodologia proposta por Silva (2018), o questionário 2 foi aplicado depois de 3 dias da intervenção e, posteriormente, o questionário 3 foi aplicado após 7 dias da intervenção.

Ambos os questionários apresentavam as mesmas perguntas, as quais foram elaboradas com base nas falas dos alunos durante a intervenção. Com base nisso, foram elaboradas sete perguntas, apresentadas a seguir: 1- De acordo com que discutimos, como você define e caracterize uma substância como sendo ácida ou básica? Comente sobre; 2- Fale um pouco sobre as principais ideias das definições ácido-base,

propostas por Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis, e como se diferenciam entre si; 3- Foi visto que uma reação de neutralização, que ocorre entre um ácido e uma base, pode ser do tipo total ou parcial. Ao trabalhar com esse tipo de reação, utilizando o método de titulação, como podemos observar se a neutralização que ocorrerá será total ou parcial?; 4- Qual definição ácido-base (Arrhenius, Bronsted-Lowry, Lewis) está associada ao processo de titulação? Por quê?; 5- Em um processo de titulação ácido-base, como é identificado (a nível macroscópico) o ponto de equivalência, da reação?

O que acontece com esta se tivermos um excesso de titulante? Como podemos identificar isso?; 6- Sabe-se que o valor de pH de uma determinada substância nos indica se esta é ácida ou básica, dentro da escala de pH existente, que varia de 0 a 14. O que esse valor nos informa em relação à ingestão de alimentos muito ácidos, por exemplo? Como pode ser prejudicial à saúde?; 7- Ao realizar em casa a reação entre

vinagre de álcool e bicarbonato de sódio, você conseguiu visualizar os produtos formados? Comente sobre este fato. E ao adicionar mais bicarbonato de sódio na reação, o que você percebeu?

Análise de dados

Os dados foram analisados em três blocos, apresentados a seguir:

- Bloco I (Identificando os conhecimentos prévios): corresponde à análise do questionário 1, analisando o conhecimento prévio dos alunos, os quais foram categorizados de acordo com o nível de entendimento que os participantes exprimiram. Dessa forma, poderíamos ter os seguintes perfis: a) conhecimento adequado – diferencia ácidos e bases, a existência das definições ácido-base e a aplicação do conteúdo no cotidiano; b) conhecimento médio – diferencia ácidos e bases mas sem saber explicitar essas diferenças em termos de propriedades físico-químicas, a existência de definições que explicam a natureza dos ácidos e bases mas sem diferenciá-las e não saber aplicações do conteúdo no cotidiano e c) conhecimento inadequado – não diferencia ácidos e bases, a existência das definições ácido-base e a aplicação do conteúdo no cotidiano;
- Bloco II (A experimentação como mediadora da aprendizagem): corresponde à análise da gravação transcrita da intervenção, identificando momentos em que há emergência de novos significados, fomentada a partir do papel mediador da experimentação. A partir do discurso dos participantes, identificamos como concepções prévias (identificadas anteriormente no questionário 1) foram retomadas durante as discussões, fomentando a emergência de novos significados;

Para Silva e Lyra (2017), a memória em seu processo de construção de significados pode resultar em aprendizagem. Em sala de aula, partimos do pressuposto de que a aprendizagem acontece a partir do momento em que os estudantes estabelecem relações entre o conhecimento novo e suas concepções informais rememoradas em alguma situação de aprendizagem.

- Bloco III (emergência de novos significados a partir da rememoração): corresponde à análise dos questionários 2 e 3. Em ambos os questionários foi analisado como os participantes rememoram os novos significados construídos durante a intervenção (identificados na etapa anterior), a partir da mediação de momentos da intervenção. A rememoração, neste momento, foi categorizada a partir das modificações mnemônicas que indicam novos significados (Silva e Lyra, 2017): Importação, Elaboração, Transferência e Transformação, apresentadas anteriormente.

Resultados e Discussão

A seguir apresentaremos um recorte dos dados analisados a fim de ilustrar as ideias aqui apresentadas. Os resultados serão apresentados por blocos, seguindo as etapas descritas na metodologia.

Análise do Bloco I- identificando os conhecimentos prévios

De forma geral, foi observado que os alunos apresentaram um conhecimento adequado sobre o conteúdo, caracterizando-se como um conhecimento prévio próximo da visão científica, em termos de definições dos conceitos. Contudo, algumas respostas de conhecimento médio ou inadequado surgiram, sendo possível notar que nem todos os alunos, de fato, conheciam o conteúdo de ácidos e bases. Algumas dessas respostas representam concepções informais, já identificadas na literatura (Silva et al, 2008; Oliveira, 2008; Cardoso, Silva e Lima, 2014; Silva e Amaral, 2020).

No Quadro 2, apresentamos algumas das respostas dos alunos para as perguntas 1 e 2 do questionário.

Com relação ao Quadro 2, percebemos que o aluno A1, na questão 1, caracterizou um ácido a partir de suas propriedades químicas, sendo formado por íons H^+ e por ter um valor de pH abaixo de 7. Consideramos esse conhecimento como adequado porque se aproxima de uma visão científica fundamentada na definição de Arrhenius, mencionando a presença do íon H^+ . Em contrapartida, o aluno A5 apresentou um conhecimento médio para a questão 1. Embora ele tenha citado a escala de pH que se encontra em uma substância

ácida e tenha apresentado um exemplo de forma adequada, ele se baseou em aspectos macroscópicos, sem se aprofundar acerca da composição ou propriedades. Esse tipo de ideia também é encontrada no trabalho de Oliveira (2008) e Souza e Silva (2018).

Em relação às respostas dos estudantes para a questão 2, contidas no Quadro 2, foi possível observar que tanto o aluno A5 como o A1 apresentaram um conhecimento adequado. Ambos foram capazes de definir uma base como uma substância que tem capacidade de neutralizar um ácido, citando também a escala de pH que uma substância desse tipo se enquadra. Podemos considerar que o aluno A1 vai além ao mencionar a composição de uma base a partir da perspectiva da teoria de Arrhenius.

Para as questões 4 e 5 do questionário também foi possível observar conhecimentos prévios que se aproximaram de uma visão científica, assim como conhecimentos que se distanciaram um pouco, conforme apresentado no Quadro 3.

Como visto no Quadro 3, os alunos A2 e A5 apresentaram um conhecimento prévio que se aproximou de uma visão científica para a questão 4. Ambos justificaram o antiácido agir como um neutralizador do ácido contido no estômago por conter um sal básico em sua composição. Na questão 5, a respeito do processo de titulação, o participante A2 apresentou um conhecimento médio. Apesar de saber a função de uma titulação, parece haver uma confusão entre os conceitos de substância e solução. Não está claro o que o aluno A2 quis afirmar sobre concentração de substâncias, parecendo uma tentativa de retomar o conceito de solução. Além disso, o termo substância composta parece não fazer sentido na resposta dada. O aluno A5 apresenta o mesmo tipo de confusão, ao citar “concentração de uma substância”, mesmo sabendo a função de uma titulação.

Análise do Bloco II- experimentação como mediadora da aprendizagem

Foi possível identificar momentos em que a experimentação mediou o processo de aprendizagem dos alunos por meio dos novos significados externalizados por eles. Consideramos que a externalização dos novos significados

Quadro 2: Respostas de três alunos para as duas primeiras perguntas do questionário

Participantes	Questão 1 – Para você o que é um ácido? Exemplifique com uma substância preferencialmente do seu cotidiano	Questão 2 – Para você o que é uma base? Exemplifique com uma substância preferencialmente do seu cotidiano
A1	Conhecimento adequado	Conhecimento adequado
	Ácidos são aquelas substâncias formadas por íons H^+ e que possuem pH abaixo de 7. Por exemplo: HCl (ácido clorídrico). No cotidiano, temos o limão como um exemplo bem clássico de ácido.	Bases são aquelas substâncias formadas por íons OH^- e que possuem pH acima de 7. Por exemplo: NaOH (hidróxido de sódio). No cotidiano, temos o sabão como um exemplo de base.
A5	Conhecimento médio	Conhecimento adequado
	Substância que possui gosto azedo, possuindo um pH abaixo do neutro (7), exemplo: suco de limão que possui um pH significativamente baixo.	Substância que possui a capacidade de neutralizar o ácido, possuindo um pH acima do neutro (7), exemplo: soda cáustica que possui um pH alto.

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 3: Respostas de três alunos para as perguntas quatro e cinco do questionário

Participantes	Questão 4 – Quando uma pessoa está com azia, é recomendado que ela tome um tipo de remédio chamado antiácido. Como você explica a ação desses remédios no combate a azia?	Questão 5 – Você sabe o que é uma titulação e quais espécies químicas são envolvidas nesse processo?
A2	Conhecimento adequado	Conhecimento médio
	O antiácido seria uma substância básica que age neutralizando o ácido que esteja causando azia.	É um processo que determina a concentração de determinadas substâncias em uma substância composta.
A5	Conhecimento adequado	Conhecimento médio
	Esse remédio possui um pH alcalino sendo assim um neutralizador do ácido clorídrico, ajudando a diminuir a queimação causada pela azia.	Titulação é um processo utilizado para analisar a quantidade de concentração de uma substância. Utiliza-se um ácido e uma base junto com um indicador universal para observar e reconhecer qual é o pH da substância.

Fonte: Elaboração própria.

foi em função da discussão fomentada pelo experimento utilizado.

Uma das discussões girou em torno do que ocorreria com uma titulação ácido-base se fosse adicionado mais base depois do ponto de equivalência da reação. Os participantes A2, A5 e A7, responderam o questionamento da seguinte forma:

A2: “Vai ficar numa coloração um rosa escuro” (sic).

A5: “Vai se tornar uma substância alcalina”.

A7: “A partir do momento que teve um excesso de base, vira uma neutralização parcial”.

É possível identificar que as respostas dadas por esses participantes foram mediadas pelo experimento, uma vez que no vídeo da titulação a coloração foi rosa claro, indicando que a equivalência foi atingida ao obter tal cor. Em função da imagem destacada no vídeo, os alunos apoiaram suas respostas, retomando o que foi apresentado. O aluno A2 prende-se ao aspecto macroscópico do assunto tratado, o que é comum entre os estudantes, como também apontado por Silva e Amaral (2020). Já os alunos A5 e A7 apoiam-se em conceitos mencionados no vídeo e durante a intervenção, retomando as ideias de propriedade e de reação de neutralização (reação ácido-base). Assim, o papel de instrumento mediador da experimentação relaciona-se com a potencialidade de estabelecer a relação entre o estudante e o conhecimento a ser construído. A importância dessa relação é apontada por Barbosa e Paulo (1999), quando destacam a interação didático/pedagógica entre a atividade experimental e o conhecimento que será construído, sendo algo dependente do processo de significação.

Sabendo que em uma titulação ácido-base as definições de Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis podem ser associadas para interpretação dos dados, os alunos foram questionados durante o vídeo do experimento sobre que definição achavam que estaria relacionada a esse tipo de titulação. Neste sentido, o participante A2 respondeu: “A de Lewis. Não foi ele quem

falou sobre a troca de próton? Onde o ácido doa e a base recebe? Ah não, foi Bronsted-Lowry”. A resposta dada por A2 pode ter sido mediada pelo experimento apresentado, uma vez que a resposta é em função da reação química que foi exibida no vídeo.

Ao ser questionado sobre os impactos do pH do leite na saúde humana, como a ingestão de um leite muito ácido, o participante A2 respondeu: “Acho que é mais a questão do desgaste do estômago e do intestino como qualquer alimento muito ácido”. É possível observar que o aluno relacionou a discussão apresentada durante a intervenção com o experimento utilizado e apresentado no vídeo, responsável pela tentativa de articulação de ideias de A2. Mais uma vez retomando as ideias de Barbosa e Paulo (1999), a potencialidade da atividade experimentação está na articulação promovida pela própria intervenção. Em outras palavras, o experimento apresentado ou executado de forma isolada pouco teria a contribuir no processo de aprendizagem.

Análise do Bloco III- emergência de novos significados a partir da rememoração

Durante a análise dos questionários 2 e 3 foi possível observar em algumas questões que o processo de significação se deu através da rememoração, identificado a partir de modificações no conhecimento prévio por alterações mnemônicas (Silva e Lyra, 2017).

No Quadro 4 é possível observar a ocorrência de uma *elaboração*, a qual consiste em novas ideias que são adicionadas ao que está sendo memorado por meio de uma autorreflexão, impulsionada pelo esforço em preencher determinadas lacunas de memória.

É possível observar no Quadro 4 que o aluno A1, na resposta fornecida ao questionário 2, cita que a teoria ácido-base associada ao processo de titulação seria a de Lewis, entretanto não consegue justificar sua resposta. Ao ser questionado novamente a respeito, no questionário 3, 7 dias depois da intervenção, é observado que o aluno A1 mantém a definição e acrescenta uma explicação que está de acordo

Quadro 4: Respostas do aluno A1 para questão quatro dos questionários

Participantes	Questão 4 – Qual teoria ácido-base (Arrhenius, Bronsted-Lowry, Lewis) está associada ao processo de titulação? Por quê?	
	Questionário 2	Questionário 3
A1	A teoria de Lewis. O porquê não me lembro bem.	A teoria de Lewis pois propõe que, enquanto um ácido recebe elétrons, a base doa.

Fonte: Elaboração própria.

com a definição associada, apontando para uma possível autorreflexão para lembrar da resposta – o que fez com que houvesse o acréscimo da justificativa. Tal acréscimo pode estar associado a um conhecimento prévio lembrado e ressignificado, dada a diferença entre o que é internalizado e externalizado (Valsiner, 2012). Silva (2021) aponta que o esforço em lembrar um conhecimento prévio pode ocasionar uma espécie de “combinação” de ideias. Isso significa que a definição da teoria de Lewis adicionada ao questionário 3 pode ter origem em outro contexto, que não tenha sido a intervenção aplicada.

Uma outra categoria de memorização identificada foi a *transformação*, a qual consiste em mudar elementos do conhecimento prévio que está sendo lembrado. Essa mudança é caracterizada normalmente pela troca de termos, palavras ou expressões (Silva e Lyra, 2017). Podemos observar isso nas respostas de A4 (Quadro 5).

Na resposta do estudante A4, no questionário 2, como apresentado no Quadro 5, ácidos e bases são definidos em termos dos íons liberados H^+ e OH^- e dos valores de pH dessas substâncias. No questionário 3 tal ideia é mantida, contudo, o participante muda um detalhe no que diz respeito

à faixa de pH. A mudança de detalhes é prevista na teoria da memorização (Bartlett, 1932) como característica básica de uma memória que não pode ser interpretada como um local de armazenamento. No entanto, o detalhe aqui destacado diz respeito ao processo de significação. O pH no valor 7 é neutro na faixa de pH, sendo abaixo disso ácido, e acima básica. Na resposta ao questionário 3, A4 troca 7 por 8 na faixa de pH básico. Tal troca pode ser justificada, mais uma vez, pela ressignificação que existe entre os processos de internalização e externalização (Valsiner, 2012). Afirmar que o pH básico se inicia a partir do valor 8 pode ser mais aceitável do que responder que é a partir do pH 7. A *transformação*, como categoria mnemônica, é definida como uma troca de termos ou expressões que façam mais sentido para a pessoa (Silva, 2021). Neste caso, na resposta ao questionário 3, talvez para o estudante A4 fez mais sentido afirmar que a faixa de pH básico se inicia no valor 8 e não 7.

E, por fim, identificamos as categorias *transformação* e *transferência* nas respostas fornecidas pelo participante A6 (Quadro 6). A *transferência* é caracterizada como uma troca de atributos entre elementos que estão sendo lembrados. De acordo com Silva e Lyra (2017), muitas vezes erros

Quadro 5: Respostas dos alunos A4 e A5 para a questão um dos questionários

Participantes	Questão 1 – De acordo com o que discutimos como você define e caracteriza uma substância sendo ácida ou básica?	
	Questionário 2	Questionário 3
A4	Ácida que em solução aquosa libera H^+ (hidrogênio) ionizado H^+ e possuem pH entre 0 até 7, já a básica libera íons negativos (HO^-) e possuem pH de 7 a 14.	São substâncias que em solução aquosa libera H^+ e tem pH entre 0 e 7 enquanto as bases em solução aquosa liberam OH^- e tem pH entre 8 e 14.

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 6: Respostas do aluno A6 para as questões dois e sete dos questionários

Participante	Questão 2 – Fale um pouco sobre as principais ideias das definições Ácido-Base propostas por Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis	
	Questionário 2	Questionário 3
A6	Arrhenius: Criou os termos dissociação iônica e ionização, onde o primeiro se refere à separação de íons em um meio aquoso e o segundo se refere à formação de íons. Bronsted-Lowry: Tem como base a reação de neutralização, onde o ácido doa elétrons e a base recebe. Lewis: Define que ácido é todo elemento que aceita receber um elétron e base é todo elemento que doa elétron.	Arrhenius: Em meio aquoso, ácidos liberam cátions H^+ e bases ânions OH^- . Bronsted-Lowry: em reações, ácidos doam prótons e bases recebem. Lewis: essa teoria diz que ácidos recebem elétrons e bases doam.

Fonte: Elaboração própria.

conceituais são reflexos de *transferências*, quando o aluno está tentando resolver alguma demanda em uma situação de aprendizagem.

Como visto no Quadro 6, ao falar um pouco sobre as definições de Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis, o estudante A6, no questionário 2, fala sobre a definição de Arrhenius usando os termos dissociação iônica e ionização. Ao responder a mesma pergunta posteriormente, no questionário 3, esse aluno substitui a explicação dos processos de ionização e dissociação pela ideia de liberação de íons - cátions (H^+) e ânions (OH^-). Como já discutido, a *transformação* é caracterizada pela troca de termos ou expressões por outras que sejam mais familiares para o indivíduo (Silva e Lyra, 2017). Assim, existe a possibilidade de que a explicação sobre liberação de íons, que caracteriza a teoria de Arrhenius, faça mais sentido para A6, por ser familiarmente utilizada por docentes e estar presente em livros didáticos. Já a *transferência* foi identificada desde a resposta ao questionário 2, quando o participante inverteu as características que definem as teorias de Bronsted-Lowry e Lewis. Silva (2018) argumenta que as transferências são comuns no início do processo de aprendizagem, quando é corriqueiro que os estudantes confundam definições acerca de determinados conceitos, o que pode justificar a *transferência* aqui identificada. No questionário 3 a confusão de definições é corrigida com o participante A6 definindo de forma adequada as duas teorias.

Considerações Finais

Este trabalho analisou a construção de significados sobre o conteúdo ácido-base por meio de uma aula experimental de titulação no formato remoto, envolvendo o processo de memorização dos alunos. Com base na teoria da memorização (Bartlett, 1932) foi possível observar como o conhecimento prévio foi ressignificado a partir de mudanças mnemônicas. Tal resultado reforça a ideia da relação entre memória e aprendizagem a partir da consideração da memória como um processo construtivo (Silva e Lyra, 2017). Dentre as mudanças mnemônicas possíveis, identificamos *transformações*, *transferências* e *elaborações*. Importante destacar que as

mudanças mnemônicas não representam novos significados consolidados, mas a emergência deles no início do processo de construção, o que justifica, por exemplo, a identificação da *transferência*.

Além disso, foi possível observar como a atividade experimental, mesmo em formato remoto, foi um elemento importante, configurando-se como instrumento mediador (Vigotski, 1991). A partir do vídeo do experimento e das perguntas que conduziram a sua apresentação, os estudantes mobilizaram um conhecimento prévio importante na construção de novos significados. As ideias relativas ao conhecimento sobre ácidos e bases corroboraram com o que a literatura apresenta, sobretudo nos trabalhos de Silva et al (2008), Oliveira, (2008), Cardoso, Silva e Lima (2014) e Silva e Amaral (2020).

Como implicações deste trabalho, acreditamos que no ensino é importante que o trabalho docente seja pautado em metodologias que busquem partir do conhecimento prévio dos estudantes, de forma a criar um ambiente de discussão de ideias. Neste artigo o ambiente para discussão foi proporcionado a partir do vídeo do experimento e as questões em torno da titulação. A discussão de ideias pôde fomentar a mobilização e ressignificação do conhecimento prévio dos estudantes. Na pesquisa, acreditamos que a teoria da memorização (Bartlett, 1932) pôde ser útil na identificação da emergência de novos significados, por meio da identificação de mudanças mnemônicas. É importante o desenvolvimento de mais pesquisas empíricas de forma a se estabelecer melhor uma relação entre a memória e aprendizagem.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal de Pernambuco e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação (PROPESQI – UFPE).

Alcione Maria Francisco (alcionefrancisco211@gmail.com), licenciada em Química pela Universidade Federal de Pernambuco. Surubim, PE – BR. **João Roberto Ratis Tenório da Silva** (joaoratistenorio@gmail.com), licenciado em Química, mestre em Ensino das Ciências e doutor em Psicologia Cognitiva, atualmente é docente na Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE – BR.

Referências

ATKINS, P. e JONES, L. *Princípio de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

BARBOSA, J. O.; PAULO, S. R. e RINALDI, C. Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 16, n. 1, p. 105-122, 1999.

BARTLETT, F.C. *Remembering: a study in experimental and social psychology*. New York: Cambridge Univ. Press, 1932.

CARDOSO, S. M. B.; SILVA, L. H. B. e LIMA, J. P. M. Concepções alternativas de estudantes da 1ª série do ensino médio sobre ácidos e bases investigadas nas ações do PIBID/Química/ UFS/São Cristóvão. *Scientia Plena*, v. 10, n. 8, p. 1-8, 2014.

CARVALHO, A. M. P.; RICARDO, E. C.; SASSERON, L. H.; ABIB, M. L. V. S. e PIETROCOLA, M. *Ensino de Física*. São Paulo; Cengage Learning, 2010.

GONÇALVES, R. P. N. e GOI, M. E. J. Experimentação no ensino de química na educação básica: uma revisão de literatura. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 6, n. 1, p. 136-152, 2020.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

NASCIMENTO, G. S. e SANTOS, B. F. Aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases em um estudo sobre a linguagem. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 41, n. 2, p. 179-189, 2019.

OLIVEIRA, A. M. *Concepções alternativas de estudantes do ensino médio sobre ácidos e bases: um estudo de caso*. 2008. 71

f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Instituto De Ciências Básicas Da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

PAIK, S. H. Understand the relationship among Arrhenius, Bronsted-Lowry and Lewis theories. *Journal of Chemical Education*. v. 92, n. 9, p. 1484-1489, 2015.

SILVA, S. M.; EICHLER, M. L.; SALGADO, T. D. M. e DEL PINO, J. C. Concepções alternativas de calouros de química para as teorias ácido-base. Encontro Nacional de Ensino de Química, *Anais*. v. 14, p. 1-11, 2008.

SILVA, J. R. R. T. e LYRA, M. C. D. P. Rememoração: contribuições para a compreensão do processo de aprendizagem de conceitos científicos. *Revista Psicologia Escolar e Educacional*, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 33-40, 2017.

SILVA, J. R. R. T. *Memória e aprendizagem: construção de significados sobre o conceito de substância química*. 2018. 212 f. Tese (Doutorado em Psicologia Cognitiva) – Departamento de Psicologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

SILVA, J. R. R. T. Memory, imagination, and meaning-making in learning scientific concepts: a case study about the concept of substance in chemistry. *Human Arenas*, v. 4, n. 4, p. 577-598, 2021.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L. e TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O.

A. (Orgs.) *Ensino de química em foco*. Ijuí: Editora da Unijuí, p. 231-261, 2010.

SILVA, F. C. V. e AMARAL, E. Articulando conhecimentos científicos e práticos sobre ácidos/bases: uma análise de formas de falar e modos de pensar de licenciandos em química e cabeleireiras. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 22, 2020.

SKOOG, D. A. WEST, D. M., HOLLER, F. J. e CROUCH, S. R. *Fundamentos de Química Analítica*. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SOUZA, C. R. e SILVA, F. C. Discutindo o contexto das definições de ácido e base. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 14-18, 2018.

SOUZA, F. L.; AKAHOSH, L. H.; MARCONDES, M. G. R. e CARMO, M. P. *Atividades experimentais investigativas no ensino de química*. São Paulo: Centro Paula Souza, 2013.

VALSINER, J. *Fundamentos de uma psicologia cultural: mundos da mente, mundos da vida*. Porto Alegre: Artmed, 2012.

VOS, W. e PILOT, A. Acids and bases in layers: the stratal structure of an ancient topic. *Journal of Chemical Education*, v. 78, n. 4, p. 494, 2001.

VIGOTSKI, L. S. *A formação social da mente*. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

WAGONER, B. Bartlett's concept of schema in reconstruction. *Theory & Psychology*, v. 23, n. 5, p. 553- 575, 2013.

Abstract: *The role of remembrance in the construction of meanings in an experimental class on acid-base titration.* Acidic and basic substances have always been used in everyday life. Over the years such substances have been studied in order to understand their behavior, properties and chemical transformations. Nowadays it is one of the contents studied in the classroom, involving the definitions of Arrhenius, Bronsted-Lowry and Lewis. In this way, this research proposed, through an experimental class in the remote format, to analyze the construction of meanings about the content involving the remembrance process with higher education students of a undergraduation in Chemistry, considering that the remembered theory proposed by Frederic Bartlett. Through the results obtained, it was possible to observe that most of the students presented a previous knowledge of the content that, from the mediation of the experimental activity, was being resignified from the identification of mnemonic changes.

Keywords: acid-base, experimental class, recall

A interação de estudantes com vídeos do programa ‘Pense como um Corvo’: as formas de pensar da Ciência e a elaboração de previsões e hipóteses

Students' interactions with videos from 'Think as a Crow' TV show: scientific ways of thinking and the construction of predictions and hypotheses

Luciana Nami Kadooca e Ana Luiza de Quadros

Resumo: O ensino remoto emergencial ampliou os desafios enfrentados pelos professores ao ensinar Ciências, principalmente diante das condições limitadas de acesso à *internet* e dos distratores presentes no ambiente doméstico, no qual o estudante realiza todas as atividades escolares. Usamos vídeos educativos produzidos para um programa da televisão japonesa em uma sequência de aulas com estudantes do oitavo ano do Ensino Fundamental de uma escola localizada em uma universidade federal. O objetivo foi envolver os estudantes com as atividades propostas, que incluíam fazer previsões e elaborar hipóteses, e construir uma visão mais ampla de Ciência a partir da lida com essas práticas epistêmicas. A produção de dados se deu por meio da gravação das aulas síncronas e de atividades escritas durante as aulas assíncronas. Como resultados, percebemos um grande envolvimento dos estudantes com as atividades e com as práticas epistêmicas, principalmente as relacionadas a hipóteses e previsões. Argumentamos que houve a construção de uma visão mais ampla do empreendimento científico, possibilitada pelos vídeos educativos e pelas atividades propostas.

Palavras-chave: vídeo educativo, ensino remoto emergencial, práticas epistêmicas.

Abstract: Emergency distance education expanded the challenges faced by teachers when teaching science, especially in view of the limited conditions of Internet access and the distraction elements found in the home environment, where students perform all school activities. We used educational videos produced for a Japanese television program in a sequence of classes with eighth-graders from a school located at a Brazilian federal university. The objective was to involve students with the proposed activities and build a broader view of Science by dealing with epistemic practices. Data were produced by recording synchronous classes and written activities during asynchronous classes. As results, we noticed a great involvement of students with epistemic activities and practices, especially those related to hypotheses and predictions. We argue that the construction of a broader view of the scientific enterprise occurred, enabled by the educational videos and activities proposed.

Keywords: educational video, emergency distance education, epistemic practices.

227

Luciana Nami Kadooca (lkadooca@gmail.com), licenciada em Química, mestra em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG – BR. Ana Luiza de Quadros (aquadros@qui.ufmg.br), licenciada em Química, mestre em Educação nas Ciências pela UNIJUÍ e doutora em Educação pela UFMG-. Professora de Ensino de Química no Departamento de Química/ICEx, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG – BR. Recebido em 07/01/2022, aceito em 23/09/2022

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.



No momento em que os seis continentes foram acometidos por uma doença causada pela transmissão massiva de um vírus (novo coronavírus/SARS-CoV-2), vivemos uma pandemia que exigiu mudanças de atitude. Com isso, o distanciamento social passou a ser considerado como medida eficaz para desacelerar a transmissão do vírus e reduzir os riscos de superlotação de hospitais e de sobrecarga dos sistemas de saúde.

Nos sistemas de ensino a alternativa foi o Ensino Remoto Emergencial (ERE), uma solução estratégica temporária adotada por instituições para retomar as atividades escolares e acadêmicas. Nessa modalidade de ensino, além de problemas decorrentes de falta de equipamento adequado ou de *internet*, o reduzido contato visual entre os participantes de uma aula associado aos inúmeros distratores presentes no ambiente doméstico, que podem interferir na concentração dos estudantes, impuseram o uso de estratégias que ainda não estavam estabelecidas.

Ensinar Ciências tornou-se um desafio ainda maior nesse contexto de ERE, tanto em aulas síncronas quanto em aulas/atividades assíncronas. Na experiência objeto deste trabalho, usamos vídeos educativos produzidos para um programa da televisão japonesa como forma de envolver os estudantes com as atividades propostas e construir uma visão mais abrangente da Ciência. Nosso objetivo foi analisar o envolvimento de estudantes com as atividades que incluíam as práticas epistêmicas de fazer previsões e de elaborar hipóteses, bem como a contribuição dessas práticas para construir um entendimento mais amplo da Ciência.

Referencial Teórico

Nos vídeos educativos usados na experiência objeto desta investigação os personagens se envolviam, de certa forma, em práticas epistêmicas, especialmente na formulação de previsões e hipóteses. Partimos do princípio de que esses vídeos poderiam promover tanto o envolvimento dos estudantes quanto o entendimento mais amplo da Ciência. Nesse sentido, nosso olhar para a literatura considerou o uso de vídeos educativos e também as práticas epistêmicas.

O uso de vídeos educativos

Vídeos são recursos audiovisuais que possuem linguagem “resultante do entrosamento ou da mixagem de dois elementos fundamentais: a imagem e o som (palavras, músicas e ruídos)” (Cinelli, 2003, p. 37). Segundo Moran (1995), vídeos trazem as linguagens visual, musical e escrita interligadas, seduzindo, informando e entretendo os espectadores. Nesse sentido, vídeos podem ser grandes aliados para a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem (Cinelli, 2003; Moran, 1995). Rosa (2000) defende o caráter motivador de um vídeo em função do apelo emocional e pela quebra de ritmo de uma aula, o que considera saudável, por alterar a rotina.

Pesquisadores (Cappelin, 2015; Moran, 1995; Rosa, 2000) têm defendido que os vídeos podem ser utilizados como

auxiliares na promoção de aprendizagens; como ferramenta para despertar a atenção e reforçar o interesse dos estudantes; para demonstrar processos de difícil visualização; e para introduzir novos assuntos, entre outras finalidades. Porém, deve-se ter em mente que a exibição de vídeos educativos por si só não é suficiente para garantir a aprendizagem, já que seu uso requer alguns cuidados (Moran, 1995; Rosa, 2000; Silva *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2017), sendo necessária a devida mediação do professor (Oliveira, 2019; Santos e Arroio, 2008).

Entre esses cuidados, Rosa (2000) alerta para aqueles relacionados a fatores culturais. Para esse pesquisador, todos os produtos audiovisuais, sejam eles vídeos, filmes, ou outro recurso multimídia, foram produzidos com base em uma matriz cultural, contendo, portanto, símbolos próprios da cultura que são partilhados pelos produtores e públicos-alvo da obra. Sendo assim, é indicada atenção na utilização de recursos em que a diferença cultural entre produtores e público-alvo seja significativa. Sabemos que todo material audiovisual, seja ele um filme, um *slide* ou uma simulação, traz consigo uma série de códigos definidos pelo(s) autor(es) que precisam ser decodificados pelo receptor, e esse processo é dependente da matriz cultural.

Assim sendo, nossa atenção inicial foi para a possibilidade de que ocorresse um certo “estranhamento” com o uso de vídeos japoneses. No entanto, os personagens dos vídeos selecionados para este trabalho, os *Dedenion*, não apresentam características próprias de uma única cultura e, sim, elementos comuns a diferentes culturas. Entre esses elementos podemos citar: problemas corriqueiros conhecidos dos estudantes; a ausência de linguagem falada; o uso de símbolos comuns a diferentes culturas, como é o caso do ponto de interrogação para indicar uma dúvida ou algo desconhecido pelos personagens. Além disso, ao serem usados como apoio ao professor, a apresentação desses vídeos foi intercalada com interrupções para a reflexão dos participantes ou como ponto de partida para uma discussão mais ampla. Com isso, consideramos que os vídeos não teriam influência significativa da matriz cultural a ponto de prejudicar o entendimento dos estudantes.

Na literatura brasileira são encontrados relatos de pesquisas tratando do uso de vídeos em salas de aula de Ciências contemplando: a análise de um conjunto de videoaulas (Almeida *et al.*, 2018), a produção de vídeos educativos (Bastos *et al.*, 2015), as suas potencialidades para o ensino (Schmiedecke e Porto, 2015), e os resultados da sua implementação no ambiente escolar (Assis *et al.*, 2012; Ndiokubwayo *et al.*, 2020). Por seu caráter atrativo e pelas potencialidades desse recurso no ERE, optamos por usar os vídeos produzidos para um programa de televisão japonesa durante as aulas.

As práticas epistêmicas nas aulas de Ciências: elaborar hipóteses e fazer previsões

Temos tratado de uma aprendizagem mais ampla da Ciência, o que inclui a aprendizagem conceitual, mas também

o entendimento de como esse conhecimento é produzido. O estudo do conhecimento, suas origens, sua natureza e suas limitações é chamado de epistemologia (Kelly, 2008). A epistemologia da Ciência é voltada para as bases nas quais o conhecimento se fundamenta e é justificado, buscando compreender a natureza e as características essenciais do conhecimento científico e de que maneira se dá a sua produção, comunicação e avaliação (Gomes, 2009), não devendo ser considerada como sinônimo de crenças e concepções (Sandoval, 2005). Porém, essas concepções podem se manifestar de forma implícita e, nesse sentido, Sandoval (2005) propõe a relação entre a epistemologia e as práticas epistêmicas (PE).

Conhecer os aspectos envolvidos na atividade científica, incluindo suas práticas, produtos e procedimentos, é um dos propósitos do ensino de Ciências e faz parte de diretrizes especificadas em documentos oficiais da educação (Ferraz e Sasseron, 2017a). Duschl (2008) argumenta que a Educação em Ciências deve ser organizada de forma a considerar de forma integrada os aspectos conceituais, epistêmicos, sociais e culturais da prática científica.

Portanto, a aprendizagem mais ampla da Ciência, que inclui o desenvolvimento da compreensão epistemológica, pode ocorrer por meio da participação, socialização e engajamento dos estudantes em práticas epistêmicas, possibilitando discussões significativas de conceitos e procedimentos científicos, além do exercício das normas sociais e do criticismo (Kelly e Licona, 2018; Sasseron e Duschl, 2016; Silva, 2011).

Práticas epistêmicas (PE) são definidas por Kelly (2008, p. 99) como “formas específicas que membros de uma comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam o conhecimento”. Nessa definição são ressaltadas as práticas sociais de uma comunidade específica que possui propósitos e expectativas comuns e que compartilha valores e ferramentas culturais semelhantes, sendo o foco voltado para o processo social de investigação (Silva, 2015a). Transpor aspectos da investigação científica para a sala de aula pode propiciar a construção de entendimentos a respeito dos processos de elaboração do conhecimento científico, além de possibilitar uma aproximação dos aprendizes ao “fazer científico” (Sasseron e Duschl, 2016; Ferraz e Sasseron, 2017b).

Na literatura há uma extensa lista de práticas epistêmicas com as quais os estudantes podem se envolver em situações de investigação, a exemplo de problematizar, elaborar hipótese, planejar investigação, argumentar, fazer previsões, usar linguagem representacional (Araújo, 2008; Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2008; Silva, 2015b). Nesta investigação, exploramos as práticas de elaborar hipóteses e fazer previsões, uma vez que elas são mais destacadas nos vídeos educativos selecionados para a sequência de aulas desenvolvidas.

As hipóteses estão presentes em variadas etapas de uma investigação científica (Kasseboehmer e Ferreira, 2013; Lakatos e Marconi, 2003) e possuem o papel de orientar o rumo da pesquisa, criando possíveis soluções para problemas

ou explicações provisórias para determinado fenômeno por meio da articulação de fatos, de teorias e do desencadeamento de inferências (Gil-Pérez *et al.*, 2001; Lakatos e Marconi, 2003; Trivelato e Tonidandel, 2015). Elas atuam como uma solução provisória para uma determinada investigação, pergunta ou problema, estabelecendo relações entre as variáveis e as condições observadas, sempre fundamentadas em algum conhecimento anterior (Lakatos e Marconi, 2003; Silva, 2015b).

A prática de fazer previsões, por sua vez, está relacionada à elaboração de hipóteses (Sasseron e Carvalho, 2008; Silva, 2015b), uma vez que a tendência seja de elaborar uma previsão com base em uma hipótese. A previsão pode ser considerada uma antecipação do resultado de um fenômeno, com base em algum conhecimento prévio, padrões observados ou dados empíricos (Scribner-Maclean, 2012). O trabalho com hipóteses e previsões em sala de aula possui um grande potencial para propiciar a sondagem das compreensões iniciais de estudantes, a construção do conhecimento, a sua ressignificação e a elaboração de explicações e justificativas para um determinado fenômeno (Medeiros, 2019; Nunes, 2016; Trivelato e Tonidandel, 2015; Santos e Galembeck, 2018).

Além de serem as duas práticas epistêmicas mais destacadas nos vídeos que utilizamos durante as aulas, sabíamos que em função do ERE, principalmente pelo fato de parte das atividades acontecerem de forma assíncrona, havia a tendência de redução das interações discursivas, resultando também na redução de outras práticas epistêmicas. Diante desse cenário, nossa opção foi por explorar a elaboração de hipóteses e de previsões, embora outras pudessem ocorrer simultaneamente. Optamos por valorizá-las e associá-las ao cotidiano, à escola e às atividades dos cientistas.

Retomando os estudos de Sandoval (2005) no que diz respeito à necessária relação entre a compreensão mais ampla da Ciência (epistemologia) e as práticas epistêmicas (Duschl, 2008; Sasseron e Duschl, 2016), no item seguinte destacamos alguns estudos que mostram a necessidade de ampliar essa discussão na escola, em função de resultados que explicitam uma visão estereotipada da Ciência.

A compreensão de estudantes quanto à atividade científica: algumas investigações

Data de 1957 o trabalho pioneiro que buscou descrever sistematicamente as visões de 35 mil estudantes de Ensino Médio dos Estados Unidos sobre cientistas e a Ciência, realizado pelas pesquisadoras Margaret Mead e Rhoda Métraux (Chambers, 1983; Ribeiro e Silva, 2018). Nessa investigação, os estudantes apresentaram visões estereotipadas do cientista e do seu trabalho. Inúmeras outras investigações foram realizadas desde então (De Meis *et al.*, 1993; Kosminsky e Giordan, 2002; Christidou, 2011; Pujalte *et al.*, 2012; Pombo e Lambach, 2017; Adúriz-Bravo e Pujalte, 2020) e a maioria delas indica que o estereótipo e as visões distanciadas continuam persistentes

(Ribeiro e Silva, 2018), embora observadas algumas “tímidas” mudanças.

Entre os achados de Mead e Métraux (1957), a aparência do cientista talvez tenha sido o estereótipo mais significativo. Pesquisas mais recentes têm explorado a concepção de que a atividade científica é apenas experimental (Ribeiro e Silva, 2018); que é individual (Gil-Pérez *et al.*, 2001); que o trabalho do cientista é exaustivo e repetitivo, sem *hobbies* ou família (Pujalte *et al.*, 2012; Ribeiro e Silva, 2018); que gera um desenvolvimento linear (Gil-Pérez *et al.*, 2001); que esse conhecimento é neutro, definitivo e sempre verdadeiro, e que a Ciência é capaz de encontrar soluções para todos os problemas (Reis e Galvão, 2004; Thomas, 1997).

Apesar do cenário de persistência de concepções equivocadas a respeito da Ciência, os trabalhos de Cotta *et al.* (2019) e Adúriz-Bravo e Pujalte (2020) dão-nos indícios de que as representações vêm se transformando aos poucos, distanciando-se das imagens estereotipadas.

Concordamos com esses pesquisadores que a construção e o desenvolvimento das compreensões dos estudantes a respeito da Ciência e dos cientistas envolvem um processo complexo que precisa ser enfrentado pela escola e que pode ser influenciado pelo contexto atual (Reis e Galvão, 2004; Thomas, 1997) e pela mídia (Driver *et al.*, 1997; Kosminsky e Giordan, 2002).

A complexidade envolvida na evolução conceitual (Mortimer, 1996) e os resultados relatados em algumas das pesquisas citadas nos levaram a seguir o caminho sugerido por Duschl (2008) e por Sasseron e Duschl (2016), limitando nossa investigação às práticas de elaborar hipóteses e fazer previsões, considerando o contexto de ERE. Os vídeos selecionados trazem personagens envolvidos nessas práticas.

Metodologia

Esta investigação assume características de pesquisa qualitativa, na qual os raciocínios e as interpretações feitas se baseiam principalmente na percepção e na compreensão humana, sendo, portanto, a subjetividade um elemento essencial (Stake, 2011). Esse tipo de estudo leva em consideração diferentes pontos de vista e uma multiplicidade de significados resultantes das interações entre os pesquisadores e os sujeitos da pesquisa. Creswell (2014), ao tratar da pesquisa qualitativa, ressalta que a abordagem é interpretativa e naturalística e que o estudo se dá, portanto, em um ambiente natural com a intenção de entender ou interpretar fenômenos em termos dos significados que os participantes atribuem.

Desenvolvemos e implementamos uma sequência de aulas com estudantes do oitavo ano de uma escola de Ensino Fundamental localizada em uma universidade federal do estado de Minas Gerais. Participaram da pesquisa 32 estudantes, sendo 17 meninas e 15 meninos, com idades entre 13 e 15 anos. As atividades didáticas da escola em questão haviam sido suspensas em março de 2020 e foram retomadas de forma remota em

agosto do mesmo ano. A produção de dados desta investigação aconteceu a partir de setembro, época em que os estudantes estavam em período de adaptação ao ERE.

A organização das aulas

A sequência de ensino contemplava nove aulas, sendo seis assíncronas e três síncronasⁱ. Neste trabalho usamos os dados de uma aula síncrona e de cinco atividades assíncronas. As atividades envolviam vídeos educativos em forma de animação e faziam parte do programa da TV japonesa chamado *Pense como um corvo, as formas de pensar da Ciência* (tradução nossa de 考えるカラス～科学の考え方 – *kangaeru karasu ~ kagaku no kangaekata*ⁱⁱ). O programa aborda, por meio de quadros variados, os modos de pensar da Ciência e é transmitido pela emissora NHK, no canal NHK E-TV (NHK E-テレ), desde abril de 2013 (Takeuchi *et al.*, 2013). Ele foi premiado no *Science and Technology Film/Video Festival*ⁱⁱⁱ e tem recebido avaliações positivas desde a sua primeira exibição (Takeuchi *et al.*, 2016).

Na experiência objeto deste trabalho, tratamos de um conjunto de atividades que envolvem os vídeos da série *Dedenion, os que adoram hipóteses* (tradução nossa de 仮説大好きーデデニオン – *kasetsu daisuki – Dedenion*), que consiste em uma animação sem falas com três personagens (os *Dedenion*) que se deparam com fenômenos curiosos e se envolvem com o levantamento de hipóteses. Nesse recorte, utilizamos seis episódios da série, detalhados no Quadro 1, para motivar reflexões e discussões a respeito de características do empreendimento científico. As cinco atividades descritas no Quadro 1 foram assíncronas e envolveram assistir ao vídeo e responder aos questionamentos feitos por meio do *Google* formulários. Em seguida, algumas atividades foram objeto de discussão em aula síncrona.

Após a Atividade 3, foi realizada uma aula síncrona, com a discussão de previsões e hipóteses e dos resultados constantes nos formulários das atividades 1, 2 e 3.

A Produção e análise dos dados

A produção de dados ocorreu durante o desenvolvimento da sequência de ensino no ERE, por meio da gravação da tela do computador durante a aula síncrona, da coleta de atividades escritas produzidas pelos estudantes e dos registros no diário de campo da pesquisadora. As atividades síncronas foram realizadas por meio de duas ferramentas, o *BigBlueButton* (BBB) e o *Google Meet*, enquanto as assíncronas contaram com o *Google* Formulários. O registro em vídeo e áudio foi feito por meio do *software* gratuito *Open Broadcaster Software* (OBS), deixando a aba de *chat* aberta durante a gravação para possibilitar o registro simultâneo dos comentários escritos e orais dos estudantes, monitores^v e do professor da disciplina, que também acompanhou as aulas. As atividades escritas foram coletadas usando as próprias ferramentas do *Google* Formulários. Nos

Quadro 1: Descrição dos episódios do quadro Dedenion, os que adoram hipóteses^{iv}, por atividade realizada.

Atividade	Vídeo	Link de acesso	Descrição	Característica explorada
1	Vídeo 1 <i>O cano misterioso</i>	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110301_00000#in=233&out=338	Os <i>Dedenion</i> encontram dois canos e uma bola vermelha no meio do caminho. Ao colocar a bola dentro de um dos canos, na outra extremidade sai uma bola vermelha. Ao colocar essa bola no segundo cano, na outra extremidade sai uma bola branca. Os personagens passam, então, a fazer previsões e elaborar hipóteses para o conteúdo desses canos “misteriosos.” Duração: 1min 45s	Elaboração de previsões no cotidiano, em sala de aula e na Ciência. Incerteza na análise de dados.
2	Vídeo 2 <i>Pegadas misteriosas</i>	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110303_00000#in=303&out=373	Ao passarem por uma poça de água os <i>Dedenion</i> percebem pegadas que foram deixadas no chão. Após essa constatação, percebem marcas diferentes do comum perto da poça. Os três personagens levantam hipóteses sobre o que poderia ter deixado tais marcas. Duração: 1min 10s	Elaboração de hipóteses no cotidiano, em sala de aula e na Ciência. Incerteza na análise de dados. Erros.
3	Vídeo 3.1 <i>A cadeira que não dá para sentar</i>	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110302_00000#in=278&out=382	Os <i>Dedenion</i> investigam uma cadeira estranha, que possui as duas pernas de trás menores do que as da frente. Após alguns testes, um deles levanta a hipótese sobre o uso da cadeira e o episódio é encerrado com um suposto “sucesso” na elaboração da explicação. Duração: 1min 44s	Coletividade e Individualidade do trabalho científico.
	Vídeo 3.2 <i>O cano misterioso, parte 2</i>	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110305_00000#in=251&out=387	É retomado o cenário do episódio 1. Entretanto, dessa vez um dos personagens questiona o conteúdo do cano que não tinha sido investigado a fundo por eles. Após repetir o teste de colocar uma bola vermelha dentro do cano, eles observam a saída de uma bola azul. O episódio se encerra com cada sujeito apresentando uma hipótese diferente. Duração: 2 min 16s	Provisoriedade do conhecimento científico. Coletividade e Individualidade do trabalho científico. Erros. Retomada dos dados e reanálise.
4	Vídeo 4 <i>Como foi colocado dentro?</i>	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110307_00000#in=223&out=334	Os <i>Dedenion</i> elaboram hipóteses para explicar como uma maçã foi parar dentro de um recipiente de vidro. No decorrer do vídeo os personagens descobrem que as hipóteses levantadas não condiziam com a explicação observada. Duração: 1 min 51s	Temas de Pesquisa. Relação entre as práticas de fazer previsões e levantar hipóteses com a atividade científica.
5	Vídeo 5 <i>Peguem o ladrão de queijo!</i>	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110312_00000#in=160&out=268	Os <i>Dedenion</i> perseguem um rato que roubou o seu queijo. O animal entra em um dentre uma série de buracos presentes no terreno. Os personagens elaboram hipóteses a respeito da existência de conexões entre os buracos tentando recuperar o queijo roubado, fracassando em suas tentativas. Duração: 1min 48s	Limitações da Ciência.

Fonte: elaborado pelas autoras

formulários das atividades, foram inseridos os *links* que levavam diretamente aos vídeos de interesse.

A pesquisa foi aprovada sob o número CAAE 28460819.4.0000.5149 pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP). No uso das falas/respostas dos estudantes, monitores e professores, atribuímos nomes fictícios para preservar o anonimato dos participantes. Estes assinaram um termo de assentimento livre e esclarecido e, no caso dos estudantes, os seus responsáveis legais assinaram termos de consentimento concordando em participar da pesquisa.

Embora a análise dos dados tenha sido realizada de forma qualitativa, optamos por usar dados numéricos para reforçá-la. A partir da discussão das previsões e hipóteses presentes nos vídeos e a ampliação da discussão para o cotidiano, para a sala de aula e para a Ciência, o foco da análise se deu nas concepções demonstradas pelos estudantes quanto aos aspectos da produção do conhecimento científico, o que incluiu o uso de previsões e hipóteses na própria Ciência.

Para facilitar a análise foram transcritas as discussões ocorridas durante a aula síncrona. Nessa transcrição, os estudantes receberam nomes fictícios, preservando o anonimato. As respostas fornecidas nos formulários escritos foram agrupadas por semelhança e, para esse agrupamento, as categorias foram definidas a partir dos dados.

Resultados e Discussão

Considerando que a aprendizagem em Ciências e o desenvolvimento da compreensão epistemológica pode ocorrer por meio da participação, socialização e engajamento dos estudantes em práticas epistêmicas (Sandoval, 2005), e que isso pode promover um conhecimento mais amplo do “fazer científico” (Sasseron, 2018; Sasseron e Duschl, 2016; Ferraz e Sasseron, 2017b), dividimos o resultado de nossa análise em: (a) envolvimento dos estudantes, em um olhar panorâmico do que aconteceu ao longo das aulas; (b) as práticas epistêmicas de elaborar hipóteses e fazer previsões; (c) a atividade científica, procurando identificar o entendimento dos estudantes em relação à Ciência.

O envolvimento dos estudantes

Em relação à presença nas aulas, observamos que 28 estudantes participaram da aula síncrona que foi objeto de nossa análise. Nas atividades assíncronas 22,4 estudantes, em média, entregaram as atividades propostas. Em função de ser um período de adaptação da escola e dos estudantes ao ERE, essa participação foi considerada positiva tanto pelas pesquisadoras quanto pelo professor regente da disciplina.

O fato de alguns estudantes eventualmente não terem participado pode estar ligado a inúmeras variáveis envolvidas no contexto do ensino remoto e da pandemia. A pouca familiaridade dos estudantes, professores, escola e famílias ao

ERE, as possíveis dificuldades com tecnologias (problemas na conexão de *internet*, computador, microfone, celular), questões emocionais em função da pandemia, fatores domésticos, tais como barulhos e outras distrações, podem ter influenciado no envolvimento dos aprendizes com as atividades. O ERE exige um mínimo de maturidade do estudante, principalmente para a lida com atividades assíncronas, observado que no ensino fundamental essa maturidade nem sempre está desenvolvida, o que exigiria um maior comprometimento da família e melhor articulação entre a família e a escola.

Apesar do contexto, encontramos várias evidências de envolvimento dos estudantes com as atividades para além da participação. Em uma das aulas síncronas, quando um dos estudantes abria seu microfone para falar, era possível ouvir um barulho forte e contínuo ao fundo. Ele explicou, no *chat*, que sua casa estava em obras, e mesmo assim continuou participando ativamente da atividade. Esse é um forte indício de interesse pelas discussões que ocorriam nas aulas. Além disso, algumas observações feitas de forma livre e voluntária pelos estudantes ao final das atividades foram significativas para avaliar o seu envolvimento, a exemplo dos seguintes comentários feitos ao final do vídeo *Pegadas misteriosas*, por Giovana e Mariana:

Achei o vídeo surpreendente; não passou pela minha mente essa hipótese, realmente achei que era um animal. (Giovana)

Achei interessante no final, porque não esperava que um homem com um carrinho de mão tivesse feito as pegadas. (Mariana)

Essas falas indicam que os participantes faziam previsões e hipóteses enquanto assistiam aos vídeos da série *Dedenion*. Na Atividade 5, envolvendo questões a respeito do vídeo *Peguem o ladrão de queijo!*, Vitória comentou que sentiria falta dos vídeos com os personagens *Dedenion* e informou ter feito buscas na *internet* para encontrar mais informações a respeito da animação. De forma geral, pareceu-nos que os estudantes gostaram dos vídeos e isso os levou a fazer as atividades, uma vez que sempre haveria um vídeo novo para ser assistido.

Diante dessas evidências, podemos dizer que, apesar de nos utilizarmos de vídeos produzidos no Japão e, portanto, para aquele público, os estudantes os acolheram bem e se envolveram com as atividades e com as práticas epistêmicas exploradas nesses recursos. Ao assistirem aos vídeos os estudantes mostravam-se curiosos e, de certa forma, se colocavam no papel dos personagens, tentando descobrir o que tinha acontecido.

As práticas epistêmicas de elaborar hipóteses e fazer previsões

As atividades contemplaram a exploração das hipóteses e previsões dos personagens, sendo os estudantes orientados a refletir sobre essas práticas no cotidiano, em sala de aula e na Ciência (atividades 1 e 2). Os estudantes também foram

instigados a se envolverem com essas práticas, colocando-se no lugar dos personagens ao avaliar as hipóteses produzidas por eles e ao serem estimulados a elaborar novas explicações para os fenômenos em questão (atividades 2 e 4).

Na Atividade 1, com o vídeo *O cano misterioso*, os estudantes foram orientados a pensar na prática de previsão no cotidiano ou em sala de aula e no trabalho dos cientistas, levantando exemplos para cada situação. Para as previsões feitas no cotidiano ou em sala de aula, 72% (18 em 25) apresentaram exemplos consistentes. Destacamos uma das respostas:

Sim, em momentos em que não temos certeza do que vai acontecer, mas tem aquilo que é previsto, ou seja, aquilo que tem mais chances de acontecer. Exemplo: um time de futebol conhecido por ser o melhor do Brasil irá jogar com um time considerado ruim ou de poucas qualidades. A previsão é que o melhor time vença, mas não temos a certeza absoluta. (Luiz)

Luiz e outros estudantes colocaram a incerteza como uma condição inerente à previsão, sendo essa prática considerada comum no dia a dia e passível de erros. No entanto, 16% (4 em 25) deles confundiram a previsão com a elaboração de hipóteses ou com uma simples adivinhação, e 12% (3 em 25) apresentaram exemplos pouco detalhados ou genéricos a respeito dessa prática epistêmica.

Ao serem incentivados a pensar em situações em que os cientistas fazem previsões, observamos três categorias de respostas: aquelas que trouxeram situações diretamente ligadas ao contexto dos estudantes (40%; 10 em 25); aquelas com exemplos genéricos (48%; 12 em 25); aquelas que não relacionaram as previsões à Ciência ou que confundiram previsões e hipóteses (12%; 3 em 25). Transcrevemos as respostas de Leonardo e Luiz:

Sim. Previsão do tempo é um ótimo exemplo. Os cientistas preveem o tempo de uma forma que, por exemplo, eles olham as condições meteorológicas e sabem se em tal lugar vai chover, nevar, fazer sol, etc. (Leonardo – situação ligada ao contexto)

Em minha opinião, não, pois a Ciência procura sempre ser precisa e correta, por isso em minha visão ela não faz previsões, mas posso estar errado. (Luiz – não relacionou previsões à Ciência)

As condições meteorológicas, citadas por Leonardo, são um exemplo de tema frequentemente presente nos noticiários de televisão e jornais, indicando uma compreensão de que a atividade científica está ligada ao cotidiano da população e pode influenciá-lo. Já Luiz afastou a previsão do trabalho dos cientistas, provavelmente considerando que só se trabalha com resultados, o que indicaria a precisão desse empreendimento.

Trata-se de uma concepção equivocada a respeito da produção científica e que é frequentemente citada na literatura (Adúriz-Bravo e Pujalte, 2020; Gil-Pérez *et al.*, 2001). Sandoval (2005), ao tratar da epistemologia, alerta que ela não é sinônimo de crenças e concepções, mas que as concepções costumam se manifestar de forma implícita nas discussões que envolvem a Ciência e as práticas epistêmicas, a exemplo do observado na resposta de Luiz.

No vídeo *Pegadas misteriosas* (Figura 1), os três personagens faziam suas próprias hipóteses para explicar as marcas misteriosas que haviam encontrado no chão, sendo uma delas a de um dinossauro (Figura 1) e a outra a de uma cobra perseguida por uma onça. Na Atividade 2, na qual esse vídeo foi utilizado, os estudantes foram instigados a pensar na situação exibida, escolhendo a hipótese que consideravam mais adequada e apontando outras explicações para as pegadas, antes de assistirem ao final do vídeo.

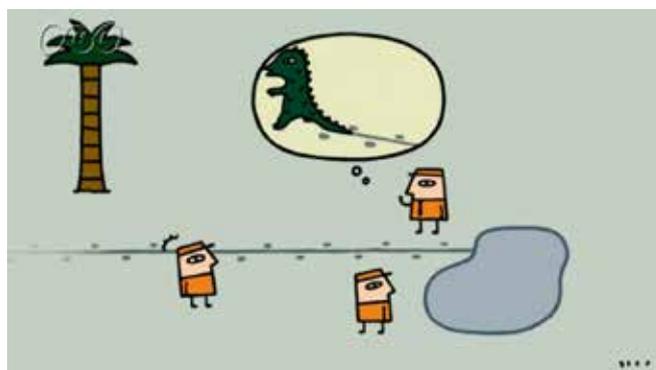


Figura 1: Cena do episódio *Pegadas misteriosas*^{vi}. Fonte: https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110303_00000 (aos 5:04)

Para essas hipóteses iniciais, trazemos as respostas de Mariana e Melissa:

Eu acho que pode ter sido o da cobra e de outro bicho, porque dinossauros não existem e talvez porque o bicho que foi depois da cobra queria comê-la. (Mariana – escolha da hipótese mais adequada)

Pode ter sido alguém que passou de bicicleta e depois uma pessoa. (Melissa – elaboração de outra hipótese)

Mariana embasou sua escolha no conhecimento teórico relacionado à extinção dos dinossauros. Melissa, por sua vez, apresentou a possibilidade de ser uma pessoa e um objeto, atendendo às evidências visuais das marcas no chão. As estudantes embasaram suas escolhas e suas hipóteses em dados empíricos, provas ou conhecimentos teóricos, o que é uma característica importante da prática de levantar hipóteses (Jiménez-Aleixandre e Agraso, 2006).

Ainda nessa atividade, ao refletirem sobre a elaboração de hipóteses no cotidiano/sala de aula, 45% (9 em 20) dos

estudantes deram exemplos consistentes de situações que levam à elaboração de hipóteses. Destacamos a resposta de Lúcia:

Bom, sim, nós levantamos hipóteses durante o dia a dia. Como, por exemplo, você não acha algo na geladeira e levanta uma hipótese de o que pode ter acontecido para não estar lá. (Lúcia)

A resposta de Lúcia indicou uma compreensão a respeito dessa PE, que pode estar presente no cotidiano da população em geral. No entanto, outros 45% (9 em 20) confundiram as práticas de fazer previsões e elaborar hipóteses, como exemplificado pela resposta de Vitória, e 10% (2 em 20) citaram exemplos confusos.

Um exemplo é quando nós vamos sair, nós levantamos uma hipótese de quanto tempo vamos levar para arrumar e quanto tempo vamos levar para chegar ao local no horário marcado. Nem sempre acertamos, mas às vezes acontece de estar correto. (Vitória)

Vitória, apesar de já ter mostrado compreensão de uma hipótese no caso das pegadas misteriosas do vídeo e de ter associado a dúvida à prática, considerou em sua resposta o tempo estimado de deslocamento, o que está mais próximo de uma previsão. Isso pode indicar uma confusão na diferenciação entre as duas PE.

Em relação às hipóteses na Ciência, 35% (7 em 20) dos estudantes deram exemplos consistentes de situações que envolvem essa PE, como na resposta de Armando. Outros 40% (8 em 20) fizeram comentários gerais, sem exemplos, ou trouxeram situações genéricas relacionadas à mistura de substâncias,

embora tenham demonstrado certa compreensão da prática. Outros quatro estudantes confundiram previsão com hipótese, e um estudante afirmou que os cientistas não fazem hipóteses:

Sim. Na arqueologia os cientistas levantam hipóteses de como os dinossauros eram, a partir dos ossos. (Armando – exemplo consistente)

Não, porque na Ciência tem que ser tudo preciso. (Pedro – não relacionou hipóteses à Ciência)

A resposta de Armando indicou a compreensão da elaboração de hipóteses no trabalho dos cientistas. Já Pedro, que havia construído uma resposta semelhante na atividade anterior, mostrou que não mudou seu entendimento de que a Ciência é precisa. Essa resposta, dada apenas por esse participante, indica uma forte concepção de que o processo pelo qual se dá a construção do conhecimento não é passível de incertezas (Gil-Pérez *et al.*, 2001).

Podemos perceber, de uma forma geral, que até esse momento a distinção entre as PE de fazer previsões e elaborar hipóteses não estava bem estabelecida. Entretanto, foi possível perceber que os estudantes consideravam a dúvida e a existência de incertezas no empreendimento científico, como também relatado por Cotta *et al.* (2019). Apenas dois estudantes afirmaram que as previsões e hipóteses não fazem parte desse universo, sendo que um deles modificou a sua concepção ao longo das atividades.

Na aula síncrona, que aconteceu após as atividades 1, 2 e 3, discutimos a diferença entre previsões e hipóteses antes de retomar as atividades realizadas nas aulas assíncronas e identificar o entendimento dos estudantes. O Quadro 2 traz um excerto das interações que se deram com os estudantes utilizando o microfone durante a chamada.

Quadro 2: Excerto das interações discursivas que ocorreram durante a aula síncrona

Turno	Sujeito	Fala/comentário
1	Professora	Qual desses exemplos vocês acham que é uma previsão, que a pessoa está fazendo uma previsão? • Quando fazemos uma prova e pensamos em qual nota vamos tirar. (Clarissa) • Quando você não acha algo na geladeira e pensa no que poderia ter acontecido para não estar lá. (Lúcia)
2	Júlia	Quando fazemos uma prova e pensamos em qual nota vamos tirar.
5	Armando	É, porque não tem como fazer uma previsão do que tirou o negócio da geladeira. Pode ter sido qualquer coisa.
6	Luiz	Não, mas na verdade não tem como fazer uma previsão, porque você já sabe o que foi tirado da geladeira.
7	Armando	Mas você não tem como fazer uma previsão de quem tirou aquela coisa da geladeira?
15	Luiz	Ô professora, só que tipo assim, o negócio da geladeira...
16	Luigi	Hipótese é uma previsão, não é?
17	Luiz	Não. Quando a gente vai fazer, tipo o exemplo da geladeira, tá falando, quando você não acha alguma coisa na geladeira, você pode pensar no que poderia ter acontecido para não estar lá. Na verdade, acho que você pode pensar nos dois: você pode pensar em uma previsão e em uma hipótese, porque, por exemplo, se na nossa casa tiver três pessoas, e uma saiu, tinha duas pessoas em casa e o alimento não está mais lá, você pode fazer uma previsão de quem pegou. Você pode também fazer uma hipótese também, se tiver mais gente na casa, e for difícil saber, você pode fazer uma hipótese. Você pode pensar em vários raciocínios para chegar em uma resposta.

Fonte: produzido pelas autoras

Percebemos nesse excerto o movimento dos estudantes para a construção dos entendimentos relativos às PE. As discussões se concentraram no caso do alimento na geladeira, exemplo de hipótese dado pela estudante Lúcia. Ao longo da discussão, entendemos que houve uma sobreposição das práticas fazer previsões e elaborar hipóteses, segundo as definições de Silva (2015b). Isso pode ser explicado pelo fato de que ambas geralmente estão presentes em conjunto em variadas situações, sendo a separação e a diferenciação entre elas uma tarefa árdua e nem sempre bem-sucedida. No turno 17 Luiz mostrou certa apropriação do significado dessas práticas e buscou fazer distinções entre elas. Além disso, destacamos que nesse turno, ao afirmar que “você pode pensar em vários raciocínios para chegar em uma resposta”, o estudante indicou uma compreensão de que as hipóteses e previsões, tanto no cotidiano como na Ciência, podem ser produzidas a partir de variados raciocínios e pontos de vista.

Na Atividade 4 foi apresentado o vídeo *Como foi colocado dentro?*, no qual os personagens observam uma maçã dentro de uma garrafa e elaboram hipóteses para entender como a fruta foi parar dentro do recipiente aparentemente intacto (Figura 2).

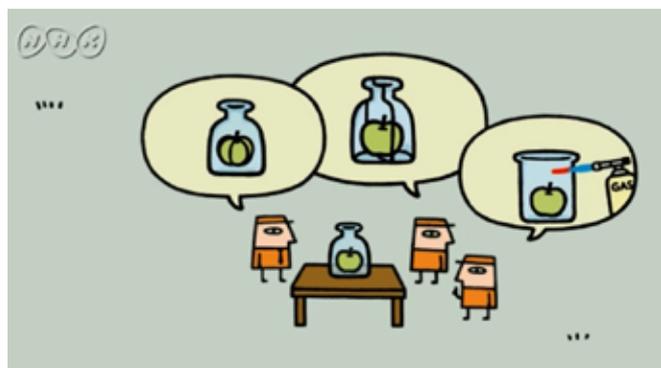


Figura 2: Cena do episódio *Como foi colocado dentro?*^{vii}. Fonte: https://www2.nhk.or.jp/school/watch/bangumi/?das_id=D0005110307_00000 (aos 3:46)

Esse vídeo foi dividido em duas partes e os estudantes novamente foram orientados a escolher, entre as hipóteses elaboradas pelos personagens, aquela com a qual mais concordavam e, ainda, a justificar a escolha antes de assistir à continuação do vídeo. Destacamos as respostas de Luiz e Rafael:

Eu concordo mais com a hipótese 2, pois a hipótese 1 fala que a maçã foi cortada em quatro pedaços, mas se tivesse realmente sido cortada em quatro, seria visivelmente perceptível, e a hipótese 3 fala que o vidro foi aquecido e modelado, mas eu acho que quando o vidro é aquecido, ele estoura. A hipótese 2 faz mais sentido porque dá pra cortar um vidro sem quebrá-lo e colar sem ser perceptível a marca do corte na garrafa. (Luiz – escolha da hipótese mais adequada)

Minha outra explicação é que eles poderiam ter

colocado essa fruta menor e deixado ela crescer dentro da garrafa. (Rafael – elaboração de outra hipótese)

Podemos perceber que na resposta de Luiz há a elaboração de uma justificativa coerente com as evidências empíricas presentes no vídeo e com seus conhecimentos, refutando as hipóteses que não condiziam com o fenômeno observado. Rafael e outros estudantes elaboraram variadas explicações atentando-se às evidências do vídeo, sendo que a hipótese de Rafael estava em consonância com o desenrolar do episódio.

Por fim, ainda nessa atividade, foi novamente solicitado aos participantes que refletissem sobre a relação de algumas práticas, tais como o levantamento de hipóteses e a elaboração de previsões e de explicações, com o trabalho dos cientistas. Todos consideraram a existência de relações entre essas práticas e a Ciência. Transcrevemos a resposta de Loren:

Sim. Porque para os personagens, para mim ou para os cientistas, a gente precisou observar a situação para poder fazer uma previsão e assim criar uma hipótese. (Loren)

As atividades com os vídeos educativos propiciaram reflexões a respeito da atividade científica a partir de discussões sobre as formas como os personagens e como os próprios participantes se envolveram com os processos de construção, comunicação e avaliação do conhecimento, como pode ser observado na fala de Loren. De maneira geral, podemos afirmar que esses estudantes, ao se envolverem com algumas PE nas atividades, construíram conhecimentos mais amplos sobre a Ciência e sua produção, ao serem chamados a pensar em PE usadas no dia a dia, na sala de aula e na Ciência. A incerteza, a dúvida e o erro, que podem estar relacionadas a essas PE, foram características discutidas nas atividades, promovendo, para alguns, o entendimento de que o conhecimento científico não é infalível, possibilitando uma compreensão mais ampla do empreendimento, o que é mais bem explorado no próximo item.

A atividade científica

Além de refletir a respeito de hipóteses e previsões, ao assistirem aos vídeos em que os personagens investigavam fenômenos simples, os estudantes foram chamados a refletir a respeito de características do empreendimento científico e, algumas vezes, a relacionar os acontecimentos retratados nos vídeos com o fazer científico, com o dia a dia e com as atividades que realizam em sala de aula, principalmente nas atividades 3, 4 e 5. Nesse fazer científico estava o trabalho individual/em equipe, a provisoriamente, a escolha do tema de pesquisa, as limitações presentes na atividade científica, além de outras características do empreendimento científico.

No vídeo *A cadeira que não dá para sentar*, os personagens

investigam uma cadeira incomum. Na Atividade 3, aproveitamos o fato de os personagens terem discutido e elaborado em conjunto uma hipótese consistente para tratar do trabalho em equipe na Ciência e na sala de aula. Em relação à sala de aula, os estudantes afirmaram serem frequentes as atividades em grupo durante o ensino presencial. Já em relação à Ciência, mais de 70% (17 de 23) mostraram em suas respostas a compreensão do empreendimento científico como um trabalho coletivo e não individual. Para exemplificar, destacamos a fala da estudante Vivian no que concerne à escola e à Ciência.

Eu acho que trabalhar em grupo traz vantagens do tipo de discussão e não temos só uma resposta; então temos várias pessoas discutindo sobre um mesmo tema tendo várias opiniões. (Vivian – escola)

Eu acho que é em grupo, porque quando você está pesquisando é sempre bom você ter várias opiniões e pessoas para discutir com você. (Vivian – Ciência)

Assim como Vivian, a maioria desses estudantes considera a Ciência como uma atividade coletiva pela riqueza que diferentes pontos de vista podem trazer para discussões entre pares. Alguns deles afirmaram que o trabalho em equipe na Ciência acontece principalmente em pesquisas mais “robustas”. Vale lembrar que, no período em que se deu esta investigação, a pesquisa para o desenvolvimento de vacinas contra a covid-19 ganhava espaço na mídia e era acompanhada pela população e, sempre que isso era noticiado, o destaque era dado a uma instituição – ou a uma parceria entre elas – e não a um cientista individualmente.

Ainda na Atividade 3, a provisoriade do conhecimento científico foi explorada com o vídeo *O cano misterioso, parte 2*, da série *Dedenion*. Nesse vídeo, o cenário da primeira parte é retomado, uma vez que um personagem questiona sobre o conteúdo de um cano que eles acreditavam estar vazio no vídeo 1 e incentiva os demais a investigá-lo. Ao descobrirem que o cano também continha bolas de cores variadas, os personagens elaboram diferentes hipóteses para o fenômeno, como podemos ver na Figura 3.

Nesse vídeo, portanto, há a retomada de uma investigação por parte dos personagens. Ao serem questionados em relação ao motivo de tal retomada, em uma atividade escrita assíncrona, Luiz respondeu:

Pois eles desconfiaram que sair uma bola vermelha poderia ser coincidência, daí eles começaram a investigar. (Luiz)

Aproveitamos tais reflexões instigadas pela situação do vídeo para questionar se isso poderia acontecer na Ciência, ou seja, se cientistas retornariam a investigações já realizadas e que motivos os levariam a isso. Nessa questão, 19 dos 23

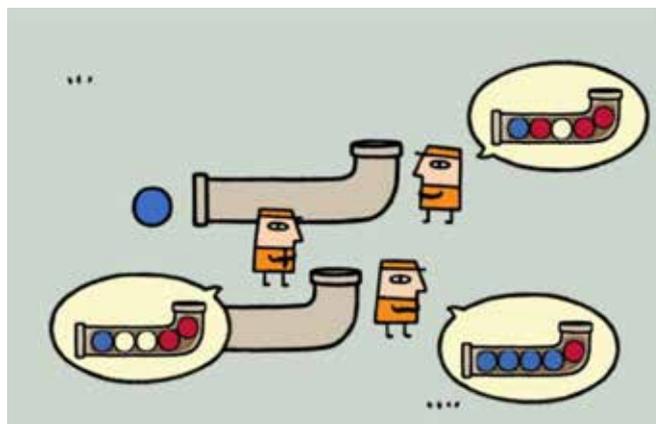


Figura 3: Cena do episódio *O cano misterioso, parte 2*^{viii}. Fonte: Takeuchi et al. (2013)

respondentes consideraram que há retomada de investigações na Ciência, e os outros quatro fizeram uma relação direta com a situação apresentada no vídeo, sem responder ao que solicitava a questão.

Dentre as justificativas dadas pelos estudantes que consideraram a retomada de questões na Ciência estão a busca pela certeza em relação à validade de um conhecimento (5), a possibilidade do erro (3), a investigação de “pistas” que ficaram para trás (3), e também a necessidade de atualização (2), a curiosidade (1) e a descoberta de novos conhecimentos que podem auxiliar na análise (2). Outros três participantes não justificaram a resposta. Nesse caso o vídeo foi fundamental, pois a retomada da investigação pelos *Dedenion* propiciou que os estudantes refletissem a respeito da provisoriade do trabalho científico. A ideia de conhecimento científico como definitivo e sempre verdadeiro foi apontado nas pesquisas realizadas por Reis e Galvão (2004) e Thomas (1997).

Na Atividade 4, valemo-nos do vídeo *Como foi colocado dentro?* para discutir a respeito dos temas de pesquisa e de como os cientistas “escolhem” aquilo que irão pesquisar. Os 23 estudantes participantes dessa atividade responderam que os cientistas definem suas pesquisas “visando o bem da humanidade” (9); “buscando entender a Natureza” (8); pelo que lhe pareça interessante, ou seja, investiga “tudo” (3); por “interesses próprios” (1) ou por interesses do “grupo de pesquisa” em que o cientista está inserido (1); e, ainda, por ordens de superiores (1). Transcrevemos três comentários como representativos da aproximação (pesquisa) de um cientista ao tema:

Os cientistas sempre estão observando várias coisas, como curas para doenças, novas tecnologias e fenômenos naturais. Porque com isso eles podem ajudar muito a sociedade a evoluir, prevenir certos acontecimentos e descobrir novas coisas. (Vitória – bem da humanidade)

Eu acho que eles fazem uma reunião e pesquisam o que mais está precisando. (Henrique – tudo)

[Isso é definido] Pelo grupo que eles estão? Tipo,

uns trabalham com curas, aí eles vão pesquisar sobre isso. (Melissa – grupo de pesquisa)

Percebemos que alguns comentários feitos pelos estudantes estão ligados ao contexto da época, ou seja, à busca por uma vacina/tratamento eficaz contra a covid-19 e outras doenças. Thomas (1997), em sua pesquisa, argumentou que as questões sociocientíficas do contexto presente exercem influência sobre as concepções de Ciência da população. Entre as várias categorias, notamos uma predominância de respostas que consideraram a contribuição positiva da Ciência para a sociedade, assim como a resposta de Vitória. Essa visão positiva, como um empreendimento com objetivos humanitários, também foi encontrada no trabalho desenvolvido por Reis e Galvão (2004).

O fato de a escola em questão estar localizada em uma universidade pública também pode ter influenciado nessas respostas. A instituição tem mais de 50 programas de pós-graduação, o que aproxima esses estudantes de alguns pós-graduandos. Nesses programas, o objeto de pesquisa geralmente é definido em conjunto, como dito por Henrique, ou seja, no grupo de pesquisa, como citado por Melissa, ou, ainda, o pesquisador procura o grupo em função de interesses semelhantes.

Observamos que os estudantes não se mostraram influenciados pelas frequentes *fake news* veiculadas nas redes sociais na época em que os dados foram produzidos, “notícias” essas que menosprezam e desvirtuam o trabalho da Ciência. Isso é um indício de que a aproximação da sociedade com a universidade pública possibilita melhor entendimento de como a Ciência atua e é construída. Estamos cientes de que fatores como o financiamento privado e a existência de interesses políticos, que influenciam a atividade científica, não foram citados pelos estudantes. Entretanto, para esse nível de ensino, consideramos importante a compreensão de que não é apenas um fator – especialmente o humanitário, tantas vezes citado – que influencia na atuação desses profissionais. Esse tipo de discussão foi possibilitado nas atividades disponibilizadas aos estudantes.

Para explorar as limitações da Ciência, usamos o vídeo *Peguem o ladrão de queijo* na Atividade 5. Nesse vídeo, os personagens perseguem um rato que lhes roubou um pedaço de queijo e entrou em um dos vários buracos que havia no terreno. Os sujeitos não conseguem recuperar o queijo e, frustrados, acabam desistindo. Partindo dessa situação de “fracasso” dos três personagens, perguntamos aos estudantes se existem problemas que a Ciência não consegue resolver e, caso a resposta fosse afirmativa, solicitamos que fossem apresentados exemplos. A essa questão, 95% dos estudantes (20 em 21) responderam afirmativamente, justificando as suas respostas com base na inexistência de conhecimentos ou tecnologias suficientes para a resolução de alguns problemas (9); na impossibilidade de se resolver todos os problemas apenas pela Ciência (4); e na ideia de que os cientistas erram (1). Um deles afirmou que os cientistas não desistem até encontrar uma solução e, portanto,

resolvem todos os problemas. Outros cinco não apresentaram uma justificativa para sua resposta.

Os vídeos, de maneira geral, mostraram os personagens na busca de explicações, errando, usando a imaginação, retornando a uma investigação, ficando confusos, trabalhando em grupos, trocando ideias e testando hipóteses, e por isso pensamos que esse recurso se mostrou motivador para discutir características da Ciência. De forma geral, argumentamos que os vídeos e as atividades ajudaram a construir uma ideia mais ampla da Ciência, distanciando os estudantes de visões deformadas do empreendimento científico (Gil-Pérez *et al.*, 2001; Kosminsky e Giordan, 2002; Mead e Métraux, 1957; Pujalte *et al.*, 2012; Ribeiro e Silva, 2018). No entanto, ainda persistem algumas ideias estereotipadas (Ciência exata, motivações apenas humanitárias, entre outras), evidenciando a complexidade do processo de compreender a natureza e as características essenciais do conhecimento científico. Os dados obtidos na investigação indicam uma pequena transformação da compreensão da Ciência e do empreendimento científico, o que pode ser resultado tanto da proximidade dos estudantes com a universidade quanto das reflexões propiciadas pelos vídeos educativos e pelas atividades desenvolvidas.

Considerações Finais

Ao serem chamados a pensar em PE usadas no dia a dia, na sala de aula e na Ciência, por meio das atividades com os vídeos educativos, os estudantes se envolveram com algumas PE – principalmente elaborar hipóteses e fazer previsões – e construíram/reconstruíram conhecimentos a respeito do empreendimento científico. Estimulados a elaborar hipóteses e fazer previsões, os estudantes puderam desenvolver o entendimento de que as previsões diferem de simples adivinhações, de que cada previsão feita carrega uma hipótese que a fundamenta e de que hipóteses se apoiam em evidências, dados, teorias ou conhecimentos.

Os vídeos mostraram diversas situações envolvendo dúvidas, erros, uso da imaginação, busca de explicações, curiosidade, troca de ideias, trabalho em grupos, entre outras. As atividades propiciaram reflexões a respeito dessas situações e, a nosso ver, a conexão estabelecida entre essas situações e o cotidiano, o ambiente de sala de aula e o empreendimento científico, contribuiu para que os estudantes pudessem ampliar a visão a respeito da Ciência e compreender a provisoriabilidade do conhecimento científico. Apesar dos avanços percebidos, argumentamos que se trata de uma construção inicial, que precisa ser retomada, em um processo “negociado” de entendimentos.

Os vídeos educativos utilizados foram bem recebidos pelos estudantes e favoreceram o envolvimento deles com as atividades, em um período de ensino remoto. Com esses vídeos foi possível introduzir as práticas epistêmicas de fazer previsões e elaborar hipóteses e, a partir delas, ampliar a discussão para promover um entendimento mais abrangente do empreendimento científico.

Notas

- i. Atividades síncronas são aquelas realizadas em um mesmo horário pelos estudantes e professores, enquanto as assíncronas são as que podem ser realizadas pelos participantes de acordo com a sua disponibilidade de horário.
- ii. Endereço oficial do programa: <https://www.nhk.or.jp/school/rika/karasu/>, acesso set. 2021.
- iii. Em japonês, 科学技術映像祭 (kagaku gijutsu eizōsai). O festival premia vídeos que transmitem a Ciência e suas tecnologias de forma correta e de fácil entendimento. O seu objetivo é contribuir para o aumento do interesse em Ciência e tecnologia pela população, fomentando a divulgação científica. Foi avaliado como o festival de vídeos de Ciência e tecnologia de maior prestígio do Japão. Para saber mais: <http://ppd.jsf.or.jp/filmfest/menu01.html>, acesso mar. 2021.
- iv. Os nomes originais dos episódios foram traduzidos e adaptados pelas autoras. A numeração dos vídeos apresentada no quadro difere da ordem dos episódios no programa de televisão. Os links foram acessados em dez. 2021.
- v. Ressaltamos que a escola conta com monitores que também participaram das aulas, utilizando principalmente o chat para mediar discussões e dúvidas.
- vi. Nome original do episódio: デデニオン「なぞの足あと」
- vii. Nome original do episódio: デデニオン「どうやって中に入れた?」
- viii. Nome original do episódio: デデニオン「ふしぎな土管～さらなる仮説」

Agradecimentos

CAPES, CAPES/PROEX e ao Programa de Pós-Graduação/FaE/UFMG.

Referências bibliográficas

- ADÚRIZ-BRAVO, A. e PUJALTE, A. P. Social images of science and of scientists, and the imperative of science education for all. In: YACUBIAN, H. A. e HANSSON, L. (org.) *Nature of Science for Social Justice. Science: Philosophy, History and Education*. Cham: Springer, 2020, p. 201-224.
- ALMEIDA, L. T. G.; AYALA, J. D. e QUADROS, A. L. As videoaulas em foco: que contribuições podem oferecer para a aprendizagem de ligações químicas de estudantes da Educação Básica? *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 4, p. 287-296, 2018.
- ARAÚJO, A. O. *O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de Química*. 2008. 144 p. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- ASSIS, A.; CARVALHO, F. L. C.; AMORIM, C. E. S.; SILVA, L. F.; SILVA, L. G. L. e DOBROWOLSKY, M. S. Aprendizagem significativa do conceito de ressonância. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 1, p. 61-80, 2012.
- Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4219/2784>, acesso jan. 2021.
- BASTOS, W. G.; REZENDE FILHO, L. A. C. e PASTOR JUNIOR, A. A. Produção de vídeo educativo por licenciandos: um estudo sobre recepção fílmica e modos de leitura. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. 1, p. 39-58, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/10107>, acesso jan. 2021.
- CAPPELIN, A. *O ensino de funções na lousa digital a partir do uso de um objeto de aprendizagem construído com vídeos*. 2015. 147 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- CHAMBERS, D. W. Stereotypic images of the scientist: the Draw-A-Scientist test. *Science Education*, v. 67, n. 2, p. 255-265, 1983. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/sce.3730670213>. acesso jan. 2021.
- CHRISTIDOU, V. Interest, attitudes and images related to science: Combining students' voices with the voices of school science, teachers, and popular science. *International Journal of Environmental & Science Education*, v. 6, n. 2, p. 141-159, 2011.
- CINELLI, N. P. F. *A influência do vídeo no processo de aprendizagem*. 2003. 72 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- COTTA, D.; MUNFORD, D. e FRANÇA, E. S. O cientista está em sala! A imagem construída por um grupo de alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2019, Natal-RN. *Atas [...] Natal: ABRAPEC*, 2019. p. 1-9.
- CRESWELL, J. W. *Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens*. Trad. S. M. Rosa. 3ª ed. Porto Alegre: Penso Editora/SAGE, 2014.
- DE MEIS, L.; MACHADO, R. C. P.; LUSTOSA, P.; SOARES, V. R.; CALDEIRA, M. T. e FONSECA, L. The stereotyped image of the scientist among students of different countries: evoking the alchemist? *Biochemical Education*, v. 21, n. 2, p. 75-81, 1993.
- DRIVER, R.; LEACH, J.; MILLAR, R. e SCOTT, P. *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press, 1997.
- DUSCHL, R. A. Science education in three-part harmony: balancing conceptual, epistemic and social learning goals. *Review of Research in Education*, v. 32, n. 1, p. 268-291, 2008.
- FERRAZ, A. T. e SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover a argumentação em aulas investigativas. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 19, n. 1, p. 1-25, 2017a.
- FERRAZ, A. T. e SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2017b.
- GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A. e PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- GOMES, A. D. T. *Uma investigação sobre a aprendizagem dos conceitos de evidência no laboratório escolar*. 2009. 300 p. Tese (Doutorado

- em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; MORTIMER, E. F.; SILVA, A. C. T. e BUSTAMANTE, J. D. Epistemic practices: an analytical framework for science classrooms. *In: Annual Meeting of American Educational Research Association (AERA)*. New York, 2008. *Proceedings [...]*. New York: AERA, 2008.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. e AGRASO, M. F. A argumentação sobre questões sociocientíficas: processos de construção e justificação do conhecimento em sala de aula. *Educação em Revista*, n. 43, p. 13-33, 2006.
- KASSEBOEHMER, A. C. e FERREIRA, L. H. Elaboração de hipóteses em atividades investigativas em aulas teóricas de Química por estudantes do ensino médio. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 3, p. 158-165, 2013.
- KELLY, G. J. e LICONA, P. Epistemic practices and science education. *In: MATTHEWS, M. R. (org.) History, Philosophy and Science Teaching*. Cham: Springer, 2018, p. 139-165.
- KELLY, G. J. Inquiry, activity and epistemic practice. *In: DUSCHL, R. A. e GRANDY, R. E. (org.) Teaching scientific inquiry: recommendations for research and implementation*. Rotterdam: Sense Publishers, 2008, p. 99-117.
- KOSMINSKY, L. e GIORDAN, M. Visões de Ciências e sobre cientista entre estudantes do Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, n. 15, p. 11-18, 2002.
- LAKATOS, E. M. e MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*, 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MEAD, M. e MÉTRAUX, R. Image of the scientist among high-school students: a pilot study. *Science*, v. 126, p. 384-390, 1957.
- MEDEIROS, J. G. T. *Explicações científicas escolares para o conceito de densidade a partir de atividades baseadas na POE (Previsão, Observação e Explicação)*. 2019. 89 p. Dissertação (Mestrado), Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.
- MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. *Comunicação & Educação*, n. 2, p. 27-35, 1995. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/36131/38851>, acesso em mar. 2021.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.
- NDIHOUBWAYO, K.; UWAMAHORO, J. e NDAYAMBAJE, I. Effectiveness of PhET simulations and YouTube videos to improve the learning of optics in Rwandan secondary schools. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, v. 24, n. 2, p. 253-265, 2020.
- NUNES, T. S. *Características das hipóteses em seqüências didáticas investigativas*. 2016. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- OLIVEIRA, D. C. *Interagindo com os personagens de "O show da Luna": A construção de relações com ciência por crianças de 8-9 anos de idade*. 2019. 217 p. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.
- POMBO, F. M. Z. e LAMBACH, M. As visões sobre ciência e cientistas dos estudantes de química da EJA e as relações com os processos de ensino e aprendizagem. *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 3, p. 237-244, 2017.
- PUJALTE, A.; PORRO, S. e ADÚRIZ-BRAVO, A. "Yo no sirvo para esto" – la desidentificación con la ciencia de un grupo de estudiantes de secundaria: Perspectivas de análisis y propuestas superadoras. *In: X Jornadas Nacionales y V Congreso Internacional de Enseñanza de La Biología*, 2012, Córdoba. *Memorias [...]*, 2012, p. 109-113.
- REIS, P. R. e GALVÃO, C. Socio-scientific controversies and students' conceptions about scientists. *International Journal of Science Education*, v. 26, n. 13, p. 1621-1633, 2004.
- RIBEIRO, G. e SILVA, J. L. J. C. A imagem do cientista: impacto de uma intervenção pedagógica focalizada na história da ciência. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 23, n. 2, p. 130-158, 2018.
- ROSA, P. R. S. O uso dos recursos audiovisuais e o Ensino de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 17, n. 1, p. 33-49, 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6784/6249>, acesso jan. 2021.
- SANDOVAL, W. A. Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, v. 89, p. 634-656, 2005.
- SANTOS, P. C. e ARROIO, A. Análise dos trabalhos apresentados nos ENPECs de 1997 a 2005 onde são abordados o uso do audiovisual no ensino de Química. *In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química*, 2008, Curitiba. *Anais [...]* Curitiba: SBQ, 2008.
- SANTOS, V. G. e GALEMBECK, E. Sequência didática com enfoque investigativo: alterações significativas na elaboração de hipóteses e estruturação de perguntas realizadas por alunos do Ensino Fundamental I. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 879-904, 2018.
- SASSERON, L. H. e CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.
- SASSERON, L. H. e DUSCHL, R. A. Ensino de Ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 21, n. 2, p. 52-67, 2016.
- SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 2018.
- SCHMIEDECKE, W. G. e PORTO, P. A. A história da ciência e a divulgação científica na TV: subsídios teóricos para uma abordagem crítica dessa aproximação no ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 15, n. 3, p. 627-643, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4332/2898>, acesso jan. 2021.
- SCRIBNER-MACLEAN, M. More than just guessing: the difference between prediction and hypothesis. *Science Scope*, v. 35, n. 8, p. 37-40, 2012.

- SILVA, A. C. T. Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. especial, p. 69-96, 2015.
- SILVA, F. A. R. *O ensino de Ciências por investigação na Educação Superior: um ambiente para o estudo da aprendizagem científica*. 2011. 326 p. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- SILVA, J. L.; SILVA, D. A.; MARTINI, C.; DOMINGOS, D. C. A.; LEAL, P. G.; BENEDETTI FILHO, E. e FIORUCCI, A. R. A utilização de vídeos didáticos nas aulas de Química do Ensino Médio para abordagem histórica e contextualizada do tema Vidros. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 4, p. 189-200, 2012.
- SILVA, M. B. *A construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo em uma atividade investigativa de biologia*. 2015. 253 p. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015b.
- SILVA, M. J.; PEREIRA, M. V. e ARROIO, A. O papel do YouTube no ensino de Ciências para estudantes do Ensino Médio. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 7, n. 2, p. 35-55, 2017.
- STAKE, R. E. *Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam*. Tradução: K. Reis. Porto Alegre: Penso Editora/Artmed, 2011.
- TAKEUCHI, S.; HAYASHI, K.; FUKUDA, Y.; SATO, M.; UCHINO, M.; SATO, M.; YAMAMOTO, R. K. e ISHIZAWA, T. 「科学の考え方」を伝える理科教育番組の開発: NHK 「考えるカラス～科学の考え方～」 [‘Kagaku no kangaekata’ wo tsutaeru rika kyōiku bangumi no kaihatsu: NHK ‘kangaeru karasu ~kagaku no kangaekata~’], 日本科学教育学会年会論文集 [Nihon kagaku kyōiku gakkai nenkai ronbun-shū], v. 37, p. 432-433, 2013. DOI: https://doi.org/10.14935/jssep.37.0_432.
- TAKEUCHI, S.; SHIGA, K.; MAEDA, K.; SATO, K.; HIROOKA, T.; IGARASHI, S. e OHNO, S. 自ら「問い」を立てるための理科教育番組「カガクノミカタ」の開発 [Mizukara ‘toi’ wo tateru tame no rika kyōiku bangumi ‘kagakunomikata’ no kaihatsu]. 日本科学教育学会年会論文集 [Nihon kagaku kyōiku gakkai nenkai ronbun-shū], v. 40, p. 53-54, 2016. DOI: https://doi.org/10.14935/jssep.40.0_53.
- THOMAS, J. Informed ambivalence: changing attitudes to the public understanding of science. In: LEVINSON, R. e THOMAS, J. N. (ed.), *Science Today: Problem or crisis?* London: Routledge, 1997, p. 86-91.
- TRIVELATO, S. L. F. e TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. especial, p. 97-114, 2015.

O cotidiano em artigos da *Química Nova na Escola*: contribuições a partir da análise de redes

Everyday life in *Química Nova na Escola* articles: contributions from network analysis

Andriel Rodrigo Colturato e Luciana Massi

Resumo: As discussões sobre o cotidiano na área de Educação em Química estão presentes no discurso de professores, pesquisadores e materiais didáticos, entretanto, ainda são poucos os avanços no sentido de se compreender e abordar a vida cotidiana. O objetivo deste trabalho é caracterizar as concepções e referências sobre cotidiano presentes na área de Educação em Química. Para isso, realizamos uma revisão bibliográfica em 47 artigos da revista *Química Nova na Escola*, a partir dos quais foram catalogadas abordagens de cotidiano e de contextualização, bem como referências desses trabalhos sobre essa temática. Com base na análise de redes, utilizou-se o *software* Gephi para a análise da recorrência e agrupamentos de abordagens e referências. Os resultados apontam para concepções de cotidiano com sentidos diversos, que consideram de modo isolado indivíduo, sociedade e cultura, o uso dos termos “cotidiano” e “contextualização” como sinônimos e a ausência de referenciais teóricos para discutir a vida cotidiana. Diante desse cenário, defende-se que uma atenção maior deve ser dada a concepções teóricas que fundamentam a vida cotidiana e a contextualização.

Palavras-Chave: Cotidiano; Contextualização; Análise de redes; Educação em Química; *Química Nova na Escola*.

Abstract: Discussions about everyday life in the area of Chemical Education are present in the discourse of teachers, researchers and teaching materials, however, there are still few advances in the sense of understanding and approaching everyday life. The objective of this paper is to characterize the conceptions and references about everyday life present in Chemical Education. We carried out a bibliographic review of 47 articles published in the journal *Química Nova na Escola*, from which everyday life and contextualization approaches were cataloged, as well as references to these themes. Based on network analysis, the software Gephi was used to analyze recurrence and groups of approaches and references. The results point to conceptions of everyday life with different meanings, which consider the individual, society and culture in an isolated way, the use of the terms everyday life and contextualization as synonyms and the absence of theoretical references to discuss everyday life. Given this scenario, it is argued that greater attention should be given to theoretical concepts that underlie everyday life and contextualization.

Keywords: Everyday life; Contextualization; Network analysis; Chemistry Education; *Química Nova na Escola*.

Andriel Rodrigo Colturato (andrielcolturato@hotmail.com), licenciado em Química pelo Instituto de Química da UNESP, mestre e doutorando em Educação para a Ciência pela Faculdade de Ciências da UNESP. Bauru, SP – BR. Luciana Massi (luciana.massi@unesp.br), doutora em Ensino de Química pela USP, licenciada em Química pela UNESP e mestre em ciências pela USP. Atua como docente da Faculdade de Ciências e Letras da UNESP e do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências da UNESP. Bauru, SP – BR.
Recebido em 11/08/2022, aceito em 03/12/2022

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.



As discussões sobre o cotidiano dos estudantes na área de Educação em Química (EQ) costumam estar presentes no discurso de muitos professores, pesquisadores e materiais didáticos, entretanto, ainda são poucos os avanços no sentido de se compreender o que é a vida cotidiana. Santos (2020), ao analisar trabalhos de referência na área de EQ, percebeu que não havia um esclarecimento sobre o que se defende quando se cita um ensino de química voltado para o cotidiano. Maroun (2020), ao analisar artigos de revistas científicas brasileiras sobre o ensino envolvendo Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), identifica que apenas 3,1% dos artigos definem o que é um ensino de química pautado no cotidiano. Na história da área da Educação em Ciências/Química, muitos autores (Chassot, 1993, 2018a, 2018b; Santos e Schnetzler, 1996, 2010; Delizoicov *et al.*, 2018) consideram a vida cotidiana em seus textos, porém, o termo costuma ser mais citado do que discutido. Isso ocorre porque as concepções de cotidiano são colocadas de modo indireto a partir das concepções teóricas mais amplas, por exemplo, do ensino para a formação do cidadão crítico, voltado para as relações CTS ou pautado no perfil conceitual (Colturato, 2021).

Uma das revisões bibliográficas mais citadas¹ sobre o tema é o artigo intitulado *Cotidiano e contextualização no Ensino de Química*, de Wartha *et al.* (2013). Os autores fazem uma análise de textos que abordam os termos “cotidiano” e “contextualização”, tais como propostas didáticas, currículos oficiais e autores da EQ, buscando aspectos epistemológicos e pedagógicos. Segundo a pesquisa, há compreensões variadas dos dois termos e é destacada a necessidade de os estudos da área se basearem em referenciais teóricos para fundamentar essas discussões. No que se refere ao termo “cotidiano”, ainda segundo Wartha *et al.* (2013), ele costuma ser compreendido como sinônimo de contextualização, e por vezes é considerado uma redução do segundo, principalmente quando se considera o cotidiano somente para exemplificação ou ilustração de fatos, processos e situações do dia a dia, um modo de ensino conteudista e não problematizador (Wartha *et al.*, 2013). Isso porque alguns autores enfatizam que a contextualização, diferente do ensino do cotidiano (Santos e Mortimer, 1999) ou da cotidianização (Chrispino, 2017), tem um caráter problematizador e interdisciplinar, visando estabelecer relações com temas que partem de questões sociais, políticas e econômicas para o desenvolvimento de atitudes, valores e a formação do cidadão crítico apto para tomar decisões conscientes. O ensino pautado no cotidiano, portanto, teria caráter não problematizador e disciplinar. Tal crítica à abordagem do cotidiano e a defesa da contextualização com temas sociais vai ao encontro do pensamento de diversos autores e obras (Wartha e Faljoni-Alário, 2005; Santos, 2007; Chassot, 1993, 2018a, 2018b; Santos e Schnetzler, 2010). Wartha *et al.* (2013) comentam que essa abordagem do cotidiano é reducionista e que se deve retomar as discussões teóricas de Mansur Lutfi (1988, 1992), autor que, com base na filósofa Agnes Heller, considera uma discussão conceitual, política, social e crítica ao modo de produção capitalista.

A referida revisão, no entanto, não traz de um modo abrangente e representativo as múltiplas abordagens, referências e determinações sobre o cotidiano, de modo que se possa compreender como o entendimento do termo pelos pesquisadores se configura dentro de um campo de estudos, em nosso caso, o da área de EQ. Nesse sentido, acreditamos que um avanço para a discussão do tema pode ser feito a partir de análises mais abrangentes, tais como as já realizadas no Brasil no campo de estudos CTS a partir da análise de redes sociais (Chrispino *et al.*, 2013; Bouzon *et al.*, 2018; Brandão, J. B. *et al.*, 2018). As pesquisas que utilizam a análise de redes, no entanto, em razão da natureza dos objetos de pesquisa (periódicos, palavras-chave, instituições, autores, referências bibliográficas), analisam aspectos apenas gerais dos trabalhos. No caso de concepções diversas sobre um tema, acreditamos que um avanço seria recorrer à leitura detalhada de artigos científicos, de modo a buscar classificações sobre o cotidiano.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é caracterizar, a partir da análise de redes, as concepções e referências sobre cotidiano presentes na área de Educação em Química, a partir do periódico *Química Nova na Escola* (QNEsc). Pelo fato de a questão do cotidiano no ensino ser um tema abrangente, podendo estar voltado para o cotidiano da escola, do professor ou dos cientistas, nos voltamos para as referências ao cotidiano dos estudantes.

Metodologia da revisão bibliográfica e sistematização da análise de redes

A opção pela QNEsc se dá pela sua forte inserção dentro da comunidade de professores e pesquisadores da Educação em Química. O periódico foi lançado em 1994 e publicado anualmente sem interrupções. Surge no âmbito da Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química (Schnetzler, 2002), com o objetivo de “[...] subsidiar o trabalho, a formação e a atualização de professoras e professores” (QNEsc, 1995). A QNEsc é o primeiro periódico específico voltado para o ensino de química no Brasil e sua criação foi um dos marcos para o desenvolvimento da área de pesquisa em EQ (Schnetzler, 2002). Segundo Ramos, Massena e Marques (2015), no decorrer dos anos, a revista contou com diversos editores e editores associados importantes para sua manutenção e qualidade. Mortimer *et al.* (2015) associa o crescimento da área de pesquisa em Educação em Química ao aumento considerável de 0 para 20,1 % do número de pós-graduandos que publicaram na antiga seção Pesquisa em Ensino de Química entre 2005-2014 em relação a 1995-2004. Tal dado indica a participação da comunidade de pesquisa em Educação em Química na QNEsc. Soma-se a esse aspecto o alcance do periódico na comunidade ibero-americana, sobretudo em Portugal (Cachapuz, 2015). Até agosto de 2022, a revista publicou 87 números, evidenciando sucesso em sua continuidade. Sua classificação no Qualis Periódicos no quadriênio 2013-2016 nas áreas de Ensino e

Educação é B1, considerada uma boa avaliação, levando em conta que o periódico publica não só artigos de pesquisa, mas também relatos de experiência e outros formatos.²

Para realizar o levantamento bibliográfico, utilizamos no *Google Scholar* o termo “cotidiano” seguido de “site:qnesc.sbq.org.br”. O segundo termo indica o site para o qual a busca foi direcionada, no caso, sbq.org.br, que hospeda as publicações da QNEsc. A base retorna os resultados dos termos buscados nos campos do título, resumo, palavras-chave e texto completo. A busca foi realizada sem restrição temporal, considerando artigos publicados até o período da busca, em fevereiro de 2021.

Obtivemos nessa etapa 179 artigos, desconsiderando trabalhos duplicados que poderiam ser identificados como artigos isolados ou dentro de um número completo. Fizemos uma primeira leitura com enfoque nas características do modo como o termo “cotidiano” aparece e, tendo em vista o enfoque da pesquisa, aplicou-se três critérios de exclusão, voltados para: 1) artigos que não tratam do termo “cotidiano” quando voltado aos estudantes; 2) artigos de revisão bibliográfica; 3) artigos que apenas citam o cotidiano de modo incidental, sem trazer algum elemento teórico ou prático que possibilite alguma caracterização. Cabe ressaltar que os trabalhos de revisão não fomentam discussões sobre o cotidiano, pois esse termo aparece de modo incidental quando os autores se referem a diversos outros trabalhos. Sete artigos foram desconsiderados por conta do primeiro critério de exclusão (seis citam cotidiano do professor e um cita o cotidiano do cientista) e sete foram excluídos por serem revisões bibliográficas de temas variados. Por fim, excluiu-se 118 artigos por conta do terceiro critério, obtendo-se, por fim, 47 artigos. O alto número de trabalhos desconsiderados pelo último critério já é considerado um primeiro resultado, demonstrando que o termo “cotidiano” costuma ser muito utilizado na área de maneira incidental.

Com base nos artigos obtidos, procedeu-se duas etapas de pesquisa: 1) análise das relações quantitativas e qualitativas sobre o entendimento da abordagem do cotidiano e de contextualização; 2) análise dos referenciais teóricos utilizados para fundamentação da abordagem do cotidiano. No que se refere à primeira etapa da pesquisa, verificamos inicialmente a inexistência de definições claras sobre concepções de cotidiano. Desse modo, a análise foi feita buscando asserções e juízos sobre algum aspecto da abordagem do cotidiano, bem como de outra palavra que frequentemente o acompanha, a contextualização. A análise desse segundo termo se deu por conta da frequente relação entre cotidiano e contextualização, que, por vezes, aparecem como sinônimos. A partir das abordagens encontradas, criamos classificações que puderam ser relacionadas aos respectivos trabalhos e as quantificamos para posterior construção e análise de redes. Ainda com base nos artigos, catalogamos apenas as referências associadas ao uso do termo “cotidiano”. Os dados foram organizados e padronizados em planilhas para análise.

Utilizamos a metodologia de análise de redes, que, por meio de uma análise estatística da teoria dos grafos, nos auxilia a identificar as concepções mais abordadas sobre cotidiano, as relações com a contextualização e as referências que influenciam essas concepções. Apoiados em Chispino *et al.* (2016), entendemos que a análise das redes nos fornece fundamentos sólidos para entender o comportamento de uma área de pesquisa.

Uma rede, segundo Emirbayer e Goodwin (1994, p. 1449) é um “conjunto de relações ou ligações sociais entre um conjunto de atores (e também os atores ligados entre si)”. As redes nos ajudam a perceber a estrutura a partir de relações, não apenas atributos individuais. Segundo Marteleto (2001, p. 72) a análise de redes não constitui um fim em si mesma, pois:

Ela é o meio para realizar uma análise estrutural cujo objetivo é mostrar em que a forma da rede é explicativa dos fenômenos analisados. O objetivo é demonstrar que a análise de uma díade (interação entre duas pessoas) só tem sentido em relação ao conjunto das outras díades da rede, porque a sua posição estrutural tem necessariamente um efeito sobre sua forma, seu conteúdo e sua função. Portanto, a função de uma relação depende da posição estrutural dos elos, e o mesmo ocorre com o status e o papel de um ator.

No caso da análise de trabalhos acadêmicos, os atores podem ser artigos, palavras-chave, autores e referências bibliográficas. Uma rede é formada por grafos, que são constituídos por pelo menos dois pontos (díades) e um vínculo entre esses pontos. Os atores que constituem a rede formam os vértices ou nós, ligados por relações denominadas arestas ou arcos. Os grafos podem ser direcionados, quando a direção da informação é importante, ou não direcionados, quando a direção não é importante para a análise. Por exemplo, em uma rede artigo→palavra-chave ou uma rede artigo→referência a direção da informação é importante, uma vez que um artigo cita um autor ou uma referência, ou seja, há direção da informação. Em uma rede autor-autor, por exemplo, a direção não importa, pois os vínculos estão centrados na relação estabelecida entre autores (coautoria). Neste trabalho, construímos grafos direcionados, uma vez que foram estabelecidas relações entre artigo→concepções de cotidiano e artigo→referência.

As análises de redes podem ser feitas pela medida da centralidade dos atores, que delimitam a posição em que o ator se encontra em relação às trocas de informação na rede. Neste trabalho, utilizamos duas dessas medidas: centralidade de grau e centralidade de intermediação. A centralidade de grau considera que um ator é central devido à quantidade de conexões diretas com outros atores da rede. Quanto maior a quantidade de conexões, por exemplo, de citações de um trabalho, maior sua centralidade de grau, o que pode indicar

uma posição privilegiada na rede pela quantidade de vínculos (Recuero, 2017). A centralidade de intermediação descreve os nós que mais fazem pontes dentro da rede, ou seja, está associada a quanto um determinado ator conecta diferentes grupos. Atores com alta centralidade de intermediação não são necessariamente aqueles com maior quantidade de vínculos, mas, sim, aqueles com papel conectivo, capazes de manter a estrutura da rede (Recuero, 2017).

Neste artigo, a medida de centralidade de grau, mais especificamente a centralidade de grau de entrada, quantifica o recebimento de uma informação em relação a concepções de cotidiano da rede artigo→concepções de cotidiano, e as referências mais citadas, no caso da rede artigo→referências. Para a rede artigo→concepções de cotidiano, a centralidade de intermediação identifica os nós que interligam vários grupos pela maior quantidade de abordagens que trazem. Por fim, destacamos ainda o uso de medidas de modularidade, que cria agrupamentos por cores (*clusters*) de acordo com características em comum entre os nós.

Para calcular as medidas de centralidade e de modularidade, bem como criar as estruturas das redes, foi utilizado o software Gephi³. O Gephi é um *software* de código aberto para análise de redes que utiliza um mecanismo de renderização 3D para exibir grandes redes, além de permitir a espacialização, filtragem, navegação, manipulação e agrupamento de nós (Bastian *et al.*, 2009).

Em uma etapa anterior ao uso do *software*, foram catalogadas em planilhas as informações dos artigos, tais como: identificação, autores, abordagem do cotidiano e de contextualização e referências bibliográficas. Nessa etapa, os dados devem ser padronizados para não haver erros de leitura nos *softwares* de redes.

A identificação das abordagens de cotidiano e contextualização teve início com a leitura na íntegra dos artigos, o que permitiu a criação *a posteriori* de classificações, bem como possibilitou a coleta dos referenciais teóricos utilizados. As classificações não seguiram o princípio de exclusão mútua, ou seja, não foi considerada, necessariamente, uma só concepção de cotidiano e de contextualização para cada trabalho. É necessário salientar que as classificações se referem aos modos de entendimento ou concepções sobre cotidiano e contextualização objetivadas em abordagens de ensino. Desse

modo, nos referimos a essas classificações, por vezes, como entendimento, concepções ou abordagens do cotidiano e de contextualização.

Para a criação das classificações, buscamos asserções e juízos que remetem a alguma concepção de cotidiano a partir de afirmações introdutórias, conclusivas e a partir do que o artigo propõe, por exemplo, em propostas didáticas. Tal aspecto possibilitou a identificação de classificações diversas, na medida que um artigo poderia conter mais de uma classificação. Destaca-se o fato de o termo “contextualização” estar presente na maioria dos artigos. Esse é um aspecto da realidade das pesquisas que impôs a necessidade de buscar classificações também para a contextualização. No Quadro 1, demonstramos as possibilidades de classificações para cotidiano e para contextualização que foram adotadas nesta pesquisa. Além disso, demonstramos a lógica de classificação dos artigos a partir de exemplos. Diante da impossibilidade de trazer muitos exemplos, em razão do espaço limitado deste artigo, procedemos com uma descrição geral de cada classificação envolvendo os termos “cotidiano” e “contextualização”. Maiores detalhes sobre a adequação dos trabalhos podem ser consultados no Apêndice 1.

Com a finalidade de exemplificar como foi realizado o processo de classificação, bem como da catalogação de referenciais teóricos utilizados, trazemos alguns excertos de um dos artigos analisados. O trabalho de Cavalcanti *et al.* (2010, p. 31, grifos nossos) afirma que:

Nesse sentido, Santos e Schnetzler (2000) constataram a importância dos **temas químicos sociais**, que visa efetivar a **contextualização** dos conteúdos programáticos. [...] Além de contexto motivador, agrotóxicos é uma temática rica conceitualmente, o que permite desenvolver conceitos químicos, biológicos, ambientais, entre outros, proporcionando aos estudantes compreender sua importância, de forma a conscientizá-los sobre a necessidade de uso correto dos agrotóxicos, e também favorecer o seu desenvolvimento intelectual, despertando-lhes espírito crítico, para que, dessa forma, **possam interferir nos seus cotidianos**.

Quadro 1: Classificações de cotidiano e de contextualização. Fonte: elaboração própria.

Classificações sobre cotidiano	Classificações sobre contextualização
• Fatos, processos e situações que envolvem o indivíduo;	• Cotidiano do aluno, considerando fatos, processos e situações que envolvem o indivíduo;
• Tema social que envolve a química;	• Cotidiano do aluno, considerando temas sociais;
• Aspectos culturais;	• Cotidiano do aluno, considerando aspectos culturais;
• Concepções espontâneas;	• Contextualização histórica e social do conhecimento científico;
• Linguagem cotidiana;	• Não explícita o que entende por contextualização;
• Realidade dos estudantes.	• Não utiliza o termo contextualização.

Este trabalho foi enquadrado na classificação de cotidiano denominada “tema social que envolve a química”, pois trata explicitamente de um tema químico social, relativo ao uso de agrotóxicos, que se relaciona ao cotidiano, como colocado no final do excerto. Além disso, utilizou-se o termo “contextualização”, indicando uma classificação de contextualização estritamente ligada ao tema químico social proposto, já compreendido como parte do cotidiano dos estudantes. Observando recorrentemente esses aspectos, elaborou-se classificações referentes à contextualização, de modo que esse artigo, por exemplo, foi enquadrado na classificação “Cotidiano dos estudantes, considerando-o como tema social que envolve a química”.

Um aspecto fundamental dos artigos é o de que não há necessariamente uma só concepção de cotidiano, havendo a possibilidade de adequação em outras classificações. No mesmo artigo, observamos uma passagem que indica a relação com o cotidiano no âmbito da linguagem, além da referência a uma realidade do estudante, como segue:

Para **Chassot (1993)**, a Química que se ensina deve ser ligada à realidade, entretanto, muitas vezes, os exemplos que são apresentados aos estudantes **desvinculam-se do cotidiano**. O professor, como salienta Chassot, usa em suas aulas **a linguagem que não é a do estudante**, quer dizer, fala de uma maneira que dificulta a comunicação, deixando que os conhecimentos se vulgarizem (Cavalcanti *et al.*, 2010, p. 31, grifos nossos).

Observa-se assim, a possibilidade de adequação do trabalho nas classificações “linguagem cotidiana” e “realidade dos estudantes”. Além disso, é possível perceber, por meio de citações (em negrito em ambos os excertos), quais foram as referências utilizadas, tendo sido essas também catalogadas.

Como colocado no Quadro 1, as classificações, no que se refere à abordagem do cotidiano, não se reduzem às demonstradas nos excertos. Na abordagem referente ao *tema social que envolve a química*, como exemplificado, observamos que há referência ao cotidiano dos estudantes quando compreendido como pertencente ao âmbito de questões sociais, buscando uma articulação entre os conteúdos químicos com aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais. Como principal teoria orientadora, destaca-se o enfoque CTS e a defesa do ensino para a tomada de decisões e a formação do cidadão. A classificação *fatos, processos e situações que envolvem o indivíduo* se refere aos artigos que buscam uma relação com o cotidiano dos estudantes de modo que não há uma problematização social, mas sim uma relação com aspectos químicos que envolvem apenas o indivíduo. Nesse sentido, há grande valorização na abordagem dos conteúdos químicos para ilustrar, exemplificar ou explicar as relações imediatas que são observadas pelos estudantes no seu entorno. Na classificação *aspectos culturais*, observamos estreita relação com aspectos sociais e individuais, entretanto,

há uma demarcação nos conhecimentos que estão presentes na vida de uma comunidade específica, como a indígena, ou de modo mais amplo, ao conjunto de saberes transmitidos pela tradição. A tendência geral é que se recupere esses conhecimentos e saberes e se os discuta no contexto escolar, buscando dialogar com os conceitos científicos. Com relação às *concepções espontâneas*, os autores abordam as concepções cotidianas ou conceitos cotidianos, que são obtidos pela experiência espontânea. Quanto à *linguagem cotidiana*, refere-se aos trabalhos que enfatizam a dimensão da linguagem do ensino e da aprendizagem, mais especificamente à linguagem não científica presente na fala cotidiana. Destaca-se, por fim, a classificação *realidade dos estudantes*, que engloba os trabalhos que utilizam genericamente o termo “realidade” para justificar o uso do cotidiano com vistas a dar significado aos conteúdos escolares. Pelo seu caráter muito genérico, essa última classificação pôde ser obtida nos trabalhos que compreendem o cotidiano a partir de quaisquer das classificações anteriores.

Como salientado, outro termo citado frequentemente é “contextualização”. Uma vez que a referência de busca de dados desta pesquisa foi o termo “cotidiano”, o termo “contextualização” é utilizado frequentemente para se referir ao cotidiano dentro das várias abordagens já explicitadas aqui. Os trabalhos abordam a contextualização dos seguintes modos: *cotidiano do aluno, considerando fatos, processos e situações que envolvem o indivíduo*; *cotidiano do aluno, considerando-o como tema social*; *cotidiano do aluno, considerando aspectos culturais*; *contextualização histórica e social do conhecimento científico*. Considera-se ainda aqueles trabalhos que *não explicitam o que se entende por contextualização* ou não utiliza o termo “contextualização”. Uma amostra de excertos que exemplificam a associação de um artigo a determinada classificação de cotidiano e contextualização pode ser consultado no Apêndice 1.

Tendo organizado as concepções de cotidiano e de contextualização relacionadas com cada artigo, bem como as referências, os dados foram inseridos no Gephi para criação de redes que relacionam os artigos e as abordagens de cotidiano e de contextualização, e os artigos e as referências. Com essas informações, duas análises puderam ser realizadas: a primeira, referente à diversidade e recorrência das abordagens de cotidiano e contextualização; e a segunda, que complementa a primeira, relativa aos referenciais teóricos utilizados nos trabalhos.

Análise das concepções de cotidiano e de contextualização

Para esta análise, o software gerou uma componente conexa com 60 nós (concepções de cotidiano, de contextualização e artigos) e 139 arcos (conexões entre os artigos e as concepções). Ajustou-se o tamanho dos nós de acordo com a centralidade de grau de entrada, de modo que quanto maior o nó, maior é a centralidade do grau de entrada, ou seja, o número de citações recebidas. Na Figura 1, pode-se observar a rede gerada.

O Quadro 2 traz os valores do grau de entrada das classificações sobre cotidiano e contextualização.

O primeiro aspecto a se observar é o nó central correspondente ao uso do cotidiano por fazer parte da realidade dos estudantes. Pode-se verificar que o maior valor de centralidade para essa classificação ocorre porque 29 de 47 pesquisas

Quadro 2: Classificações e medidas de centralidade de grau de entrada obtidas. Fonte: elaboração própria.

Classificação	Centralidade de Grau
Cotidiano - Realidade dos estudantes	29
Cotidiano - Tema social que envolve a química	16
Cotidiano - Fatos, processos e situações que envolvem o indivíduo	15
Contextualização - Cotidiano dos estudantes, considerando tema social que envolve a química	15
Cotidiano - Concepções espontâneas	12
Cotidiano - Aspectos culturais	10
Contextualização - Não explicita o que entende por contextualização	10
Cotidiano - Linguagem cotidiana	9
Contextualização - Cotidiano dos estudantes, considerando fatos, processos e situações que envolvem o indivíduo	8
Contextualização - Cotidiano dos estudantes, considerando aspectos culturais	6
Contextualização - Não utiliza o termo contextualização	6
Contextualização - Contextualização histórica e social do conhecimento científico	5

atribuem essa característica ao cotidiano, o que sugere que uma característica da consideração do cotidiano no ensino é a relação com a realidade dos estudantes. Uma questão relevante aqui seria: o que é a realidade dos estudantes? Por se tratar de um termo muito genérico, entendemos que, para os autores, o que se entende por realidade tem estrita relação com as concepções de cotidiano e de contextualização, como exemplificamos na última citação trazida para o texto de Cavalcanti *et al.* (2010).

No que se refere aos agrupamentos obtidos, três deles (alaranjado, cor de rosa e roxo), nos mostram tendências distintas sobre cotidiano e contextualização, tais como temas químicos sociais, fatos e processos que envolvem o indivíduo e aspectos culturais. Tais aspectos podem ser compreendidos como aspectos externos aos conceitos químicos e que podem fazer parte da experiência dos estudantes, com destaque para o agrupamento alaranjado, cujo enfoque são o uso de temas sociais, que têm os mais altos valores de grau de entrada para a concepção de cotidiano (16) e de contextualização (15).

Cada agrupamento mantém certa correspondência entre uma concepção de cotidiano e contextualização, ou seja, cotidiano é utilizado como sinônimo de contextualização. Entretanto, pode-se observar que nem sempre há essa correspondência, pois os valores de grau de entrada sobre o que se entende por cotidiano são maiores do que o correspondente sentido de contextualização. Por exemplo, o terceiro maior grau de entrada, que corresponde a 15, ocorre na concepção de cotidiano referente aos fatos, processos e situações que envolvem o indivíduo, enquanto a contextualização referente a esse sentido tem grau de entrada 8. Fato semelhante ocorre na concepção de cotidiano considerando aspectos culturais (10) e a concepção de contextualização referente a tais aspectos (seis). A diferença menor entre os graus de entrada nas concepções de cotidiano e contextualização que envolvem temas sociais pode ser explicada pela bibliografia disponibilizada na área de EQ,

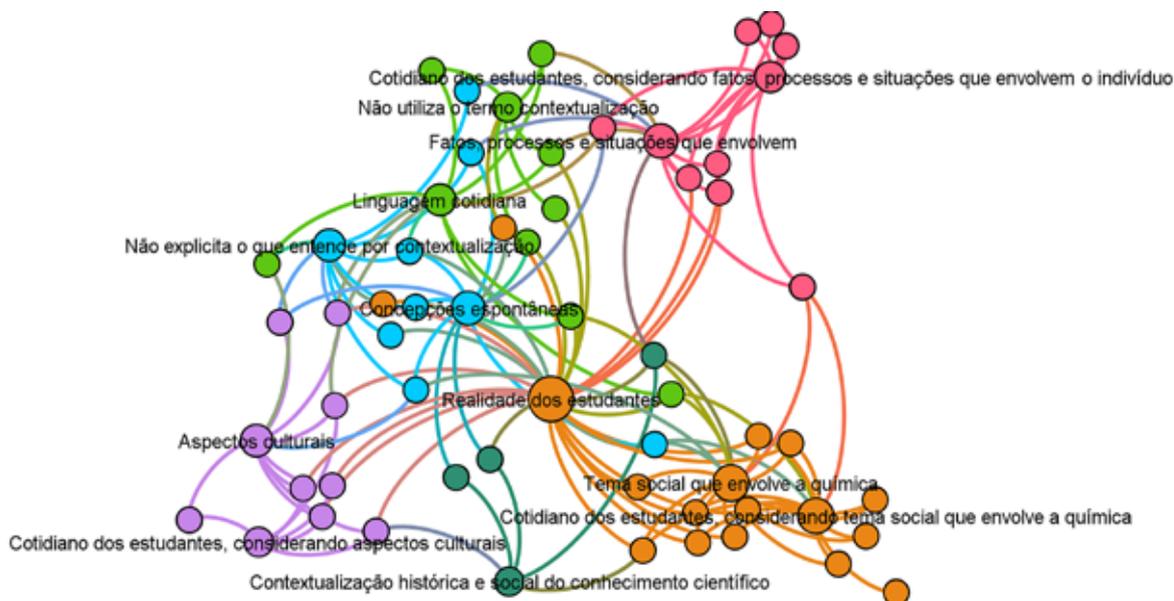


Figura 1: Rede de concepções de cotidiano e de contextualização. Fonte: elaboração própria.

que enfatiza os aspectos sociais, políticos e econômicos para a contextualização, o que também explica a menor referência à contextualização para fatos, processos e situações que envolvem o indivíduo. Dentre os três agrupamentos destacados, a correspondência entre cotidiano e contextualização ocorre em: cinco trabalhos cuja ênfase são aspectos culturais; oito trabalhos que enfatizam fatos, processos e situações que envolvem o indivíduo; e 11 trabalhos que destacam tema social que envolve a química. Desse modo, cerca de metade dos trabalhos de cada agrupamento tratam a referência ao cotidiano também como uma forma de contextualização.

Outros agrupamentos observados se referem ao tratamento de cotidiano no âmbito da linguagem cotidiana (verde claro) e das concepções espontâneas (azul claro), que, apesar de estarem separados em grupos distintos, estão aproximados, pois alguns trabalhos citam as duas formas de entendimento do cotidiano. É interessante ressaltar a relativa distância desses grupos dos demais, uma vez que a tendência é de que não haja relações em comum. De modo distinto dos três primeiros agrupamentos citados, a contextualização perde relevância, pois as classificações se referem ao seu não uso ou a não explicitação do significado do termo, sugerindo que o quadro teórico utilizado no caso desses trabalhos é distinto e, provavelmente, com pouco enfoque a conteúdos que trazem questões externas aos conceitos químicos. Por fim, quando se trata de trabalhos que utilizam a contextualização histórica e social do conhecimento científico, os trabalhos utilizam concepções de cotidiano variadas.

Tendo identificado o relativo isolamento dos trabalhos, cabe destacar aqueles que fogem a essa tendência. Como já demonstrado, é possível que haja pesquisas que relacionam dois ou mais grupos. Tais trabalhos se distinguem por uma visão mais abrangente, relacionando aspectos internos e externos aos conceitos científicos ou vários aspectos externos. Na análise de redes, esses nós têm os mais altos graus de intermediação, pelo fato de que são citadas várias abordagens distintas de cotidiano ou de contextualização, o que faz com que agrupamentos diversos sejam interligados, promovendo um destaque desses trabalhos pela intermediação da informação na rede. O Quadro 3 traz os cinco maiores valores de centralidade de intermediação referentes aos artigos provenientes do levantamento bibliográfico.

Uma breve análise desses trabalhos, centrais pela intermediação na rede, nos ajudam a compreender como os termos

Quadro 3: Artigos com maior centralidade de intermediação. Fonte: elaboração própria.

Trabalho	Centralidade de intermediação
Fernandes e Marques (2015)	0,0361
Gomes, Silva e Machado (2016)	0,0339
Massi e Leonardo Júnior (2019)	0,0286
Leite e Soares (2020)	0,0282
Cavalcanti <i>et al.</i> (2010)	0,0263

“cotidiano” e “contextualização” são mobilizados. Fernandes e Marques (2015) apresentam concepções de cotidiano referentes aos fatos, processos e situações que envolvem o indivíduo e de tema social que envolve a química. Além disso, quando utilizam o termo “contextualização”, se referem a ambos os aspectos. Desse modo, não há uma polarização entre indivíduo e sociedade e nem redução do cotidiano a aspectos apenas do indivíduo. Os autores analisam as compreensões de contextualização presentes em questões do ENEM relacionadas ao conhecimento químico. Para isso, apresentam uma discussão sobre uma distinção feita por Santos e Mortimer (1999), que distinguem cotidiano e contextualização; no entanto, parecem adotar a proposta de Lutfi (1992) ao reconhecer aspectos individuais e sociais do cotidiano, ampliando o sentido do cotidiano para torná-lo uma forma de contextualização. Os autores se baseiam no trabalho de Wartha *et al.* (2013) para justificar sua escolha por uma abordagem do cotidiano de forma “não redutiva”, para trabalhar a composição química dos alimentos, compreendendo a abordagem redutiva como aquela restrita à ilustração ou exemplificação da química no cotidiano. Os textos de Lutfi (1992), por sua vez, são citados para defender a abordagem do autor sobre o cotidiano a partir de aspectos sociais, políticos e econômicos que envolvem indivíduo e sociedade.

Gomes *et al.* (2016) apresentam uma concepção de cotidiano pautada em fatos, processos e situações que envolvem o indivíduo e em tema social que envolve a química, além de destacarem a importância do cotidiano por fazer parte da realidade dos estudantes. Esses aspectos não são citados como contextualização, entretanto, é citada a contextualização histórica e social do conhecimento científico. Os autores elaboram textos de divulgação científica, relacionando a experimentação, a história e a natureza da ciência e aspectos da interface CTSA (Gomes *et al.*, 2016). A adoção dos aspectos CTSA podem explicar, nesse caso, o tratamento de aspectos tanto do indivíduo como da sociedade.

Massi e Leonardo Júnior (2019) tratam o cotidiano no âmbito de tema social que envolve a química, relacionando com aspectos culturais (saberes populares) e concepções espontâneas. O trabalho não explicita o que se entende por contextualização. Massi e Leonardo Júnior (2019) utilizam concepções de cotidiano e conhecimento científico utilizando o referencial da pedagogia histórico-crítica para recuperar os saberes de uma comunidade de assentamento sobre a produção de sabão, e elaboram sequências didáticas que foram aplicadas para o ensino fundamental a partir do conteúdo de transformações químicas. Os temas abordados buscam uma relação entre conceitos da química e a tradição da produção de sabão artesanal, discutindo ainda aspectos sociais, históricos e ambientais.

Leite e Soares (2020) consideram o cotidiano no âmbito dos fatos, processos e situações que envolvem o indivíduo, bem como aspectos da linguagem cotidiana para se referir à realidade dos estudantes, sem utilizar o termo “contextualização”. Os autores apresentam e analisam um jogo pedagógico para discussão inicial

de conceitos de termoquímica de alunos da Educação de Jovens e Adultos, considerando as distinções que esses conceitos têm com a linguagem cotidiana. O jogo, segundo os autores, apresenta perguntas científicas e do cotidiano dos indivíduos, relacionadas com conceitos fundamentais da termodinâmica e com aplicações imediatas, como a queima dos combustíveis e o termo “calorias”, presente nas embalagens de alimentos.

Cavalcanti *et al.* (2010), por fim, consideram o cotidiano e a contextualização enquanto tema social que envolve a química, bem como aspectos da linguagem cotidiana para se referir à realidade dos estudantes. Os autores descrevem uma intervenção didática realizada com estudantes das 1ª, 2ª e 3ª séries do Ensino Médio, que relaciona a química com agrotóxicos, de modo a trabalhar várias implicações sociais e individuais do uso desses produtos.

Consideramos que os trabalhos destacados são pouco influenciados por abordagens pontuais de cotidiano, o que não ocorre com a maioria dos artigos quando se observa os vários agrupamentos bem definidos na rede. Desse modo, com relação à totalidade dos trabalhos, observamos a existência de diversas concepções isoladas de cotidiano e de contextualização, o que sugere uma fragmentação dessas concepções na área de EQ. Há, assim, a tendência em separar indivíduo, sociedade e cultura, bem como desconsiderar esses aspectos nas pesquisas quando o enfoque é a construção de significados conceituais por meio da consideração das concepções espontâneas e da linguagem cotidiana. Além disso, muitas pesquisas consideram cotidiano como sinônimo de contextualização, o que, em alguns casos – principalmente ao se trabalhar com fatos, processos e situações

que envolvem o indivíduo – pode recair na exemplificação e ilustração do cotidiano, na contramão do que alguns trabalhos defendem como ensino contextualizado (Wartha *et al.*, 2013; Santos e Mortimer, 1999; Santos e Schnetzler, 2010).

Com base nos resultados iniciais, podemos questionar quais são os fundamentos da fragmentação existente na utilização do cotidiano no ensino. Esses fundamentos podem ser mais bem compreendidos quando se analisam as referências mais citadas.

Análise das referências utilizadas

A partir de 199 referências sobre cotidiano catalogadas, gerou-se uma rede artigo-referências com 191 nós e 199 arcos, conforme a Figura 2. Dos 191 nós, 144 são referências e o restante são os próprios artigos. Destacamos aquelas referências com maior grau de entrada pelo tamanho e pela cor mais escura.

O número do grau de entrada das referências, que indica a recorrência em que a referência foi utilizada, pode ser observado no Quadro 4.

Destaca-se que 17 referências apresentam grau de entrada 2 (11,8 %) e 116 apresentam grau de entrada 1 (80,6%), ou seja, recebem apenas duas e uma citação respectivamente. Esse último percentual indica que a maioria das referências não são reconhecidas amplamente pela área, o que pode indicar ainda que esses referenciais trazem aspectos muito pontuais sobre o cotidiano.

Quando consideramos os trabalhos mais citados, com mais de três citações, observamos a quase ausência de autores externos ao campo da EQ e que discutem bases psicológicas, pedagógicas, filosóficas, históricas, políticas e econômicas, uma

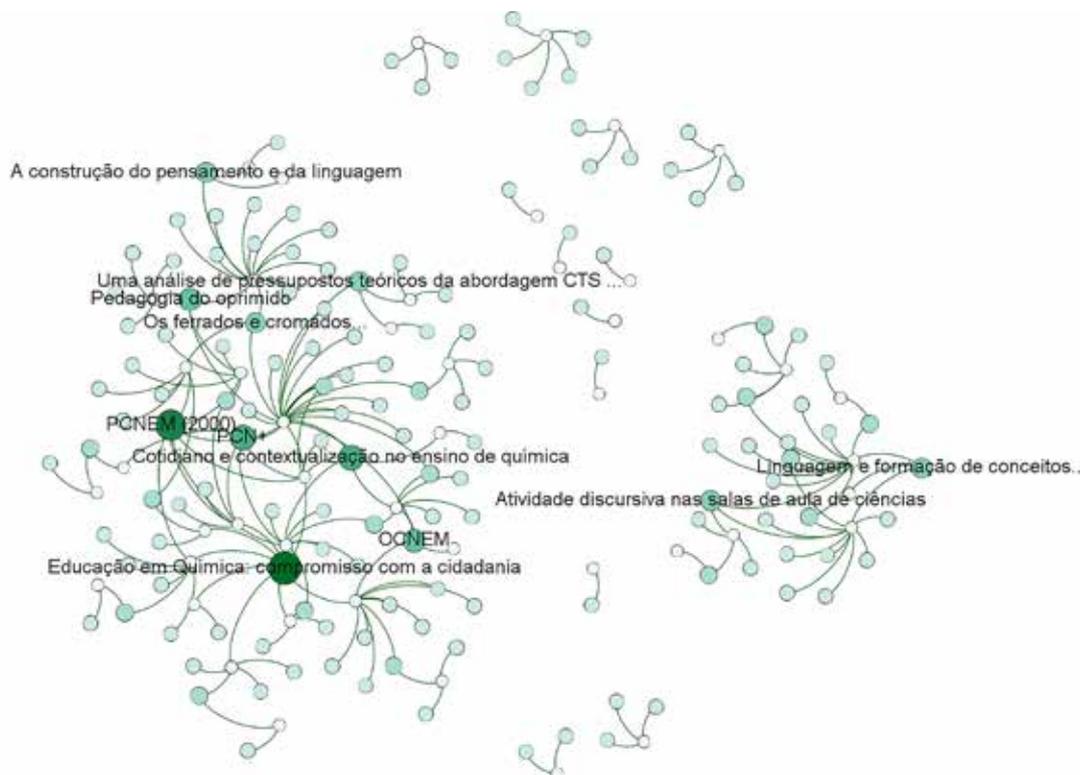


Figura 2: Rede das referências utilizadas. Fonte: elaboração própria.

Quadro 4: Principais referências citadas pelos artigos da QNEsc analisados. Fonte: elaboração própria.

Referência utilizada	Grau de entrada
<i>Educação em Química: compromisso com a cidadania</i> (Santos e Schnetzler, 2010).	8
PCNEM (Brasil, 2000).	7
PCN+ (Brasil, 2002).	5
Cotidiano e contextualização no ensino de química (Wartha <i>et al.</i> , 2013).	5
<i>Pedagogia do oprimido</i> (Freire, 1987).	4
OCNEM (Brasil, 2006).	4
Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira (Santos e Mortimer, 2000).	3
<i>Os ferrados e os cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico</i> (Lutfi, 1992).	3
<i>Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências</i> (Mortimer, 2000).	3
<i>A construção do pensamento e da linguagem</i> (Vigotski, 2001).	3
Atividade discursiva nas salas de aula de ciências (Mortimer e Scott, 2002).	3

vez que encontramos apenas referências de Paulo Freire e Lev Semyonovitch Vigotski. Assim, as referências são restritas aos trabalhos da área de ensino, o que desfavorece novos debates sobre a vida cotidiana, na medida em que a influência de teorias bem fundamentadas sobre aspectos psicológicos, pedagógicos, filosóficos, históricos, políticos e econômicos é restrita.

Outro aspecto a se destacar é a formação de componentes desconexas, duas maiores e 12 menores, o que sugere que muitos trabalhos não utilizam referências em comum, condição para interligar redes, o que explica a fragmentação demonstrada na primeira rede sobre concepções de cotidiano.

Observando as maiores componentes conexas, verifica-se algumas características. A maior componente traz autores e documentos que reforçam aspectos como contextualização, abordagens temáticas, relações entre ciência, tecnologia e sociedade e formação do cidadão crítico, ou seja, mais preocupados com a defesa de um ensino contextualizado com aspectos sociais e interdisciplinar, com destaque para o livro *Educação em Química: compromisso com a cidadania*, de Santos e Schnetzler (2010). Esses autores, no entanto, fazem a defesa da contextualização, de modo que reflexões sobre o cotidiano podem ser percebidas pela análise de aspectos indiretos (Colturato, 2021). A partir da defesa do ensino de química contextualizado, voltado para a formação da cidadania, compreendemos a tendência de a maior parte dos trabalhos obtidos recorrerem a temas sociais no ensino de química, não considerando o cotidiano apenas como aquele referente aos

aspectos pontuais do dia a dia e individuais, explorados como meros exemplos em sala de aula, mas que engloba também questões sociais mais problematizadoras.

Observa-se ainda recorrência de documentos curriculares nacionais (Brasil, 2000, 2002, 2006). Tais documentos, segundo Abreu (2015), contribuíram para o apagamento de sentidos de cotidiano já construídos anteriormente na EQ. Segundo Lopes (2002), nos *Parâmetros Curriculares Nacionais*, a vida cotidiana compõe uma das interpretações sobre contextualização, além da cidadania e do trabalho, havendo uma preponderância para o trabalho. A contextualização ainda pode ser entendida como realidade, vida, vivência, mundo, cotidiano, trabalho, cidadania, contexto social, contexto histórico e cultural, conhecimentos prévios do aluno e disciplinas escolares (Lopes, 2002). Nesse sentido, tais documentos contribuem para sentidos diversos para cotidiano e contextualização, de modo que ambos os termos sejam utilizados de modo indiferenciado.

A segunda maior componente conexa, por outro lado, enfatiza aspectos voltados para a teoria do Perfil Conceitual, tais como a valorização dos conceitos cotidianos, da linguagem cotidiana e das relações desses aspectos com os conceitos científicos para a construção de significados em sala de aula, voltados para a enculturação no ensino. Para essa segunda componente conexa, cabe ressaltar a clara demarcação teórica, uma vez que, além das referências destacadas, mais 16 têm Eduardo F. Mortimer como autor ou co-autor, o qual discute aspectos teóricos e propostas didáticas sobre o Perfil Conceitual.

Trabalhos que trazem explicitamente o tema da cotidianidade, como os de Wartha *et al.* (2013) e Lutfi (1992), destacados na introdução deste artigo, têm cinco e três citações respectivamente, ou seja, são pouco referenciados para discutir a cotidianidade. Tal aspecto fundamenta a tese de que a cotidianidade e suas relações (ou ausência delas) com a contextualização não têm sido objeto de reflexão pelos autores da EQ. Compreendemos, assim, que, por conta disso, a utilização dos termos é feita frequentemente de modo não consciente e ingênua, em acordo com o que apontam Wartha *et al.* (2013).

A partir das análises anteriores, compreendemos que a fragmentação de concepções sobre a cotidianidade na área de EQ é decorrente do fato de que os artigos pouco se baseiam em referenciais teóricos, ou, quando se baseiam, são de fontes já comumente citadas na EQ, o que indica a existência de uma endogenia na área e, conseqüentemente, da não diversidade de bases teóricas que poderiam surgir de outros campos, tais como filosofia, sociologia e pedagogia. Soma-se a esses aspectos a influência de documentos curriculares oficiais que não explicitam os sentidos de cotidiano e contextualização.

Apontamentos para uma relação consciente com a cotidianidade no ensino de química

Este artigo teve como objetivo caracterizar, a partir da análise de redes, as concepções e referências sobre cotidiano presentes

na área de Educação em Química, tendo como referência o periódico *Química Nova na Escola*. Observamos que existem diversos significados de cotidiano e de contextualização em artigos da QNEsc, na maioria das vezes adotados isoladamente, o que sugere uma fragmentação de concepções na área de EQ. Há, assim, a tendência em separar indivíduo, sociedade e cultura, bem como desconsiderar esses aspectos nas pesquisas quando o enfoque é a construção de significados conceituais por meio da consideração das concepções espontâneas e da linguagem cotidiana. Observamos, ainda, que, em um mesmo trabalho, os termos “cotidiano” e “contextualização” são utilizados como sinônimos, uma vez que, em muitos casos, a contextualização se refere ao cotidiano, mesmo que nem sempre de modo a buscar exemplos pontuais do dia a dia. Tal aspecto pode ser identificado a partir de 16 dos 47 artigos que consideram o cotidiano levando em conta temas químicos sociais, o que se opõe à abordagem do cotidiano como algo reducionista, como descrevem alguns autores (Wartha *et al.*, 2013; Santos e Mortimer, 1999; Chrispino, 2017; Wartha e Faljoni-Alário, 2005; Santos, 2007; Chassot, 1993, 2018a, 2018b; Santos e Schnetzler, 2010).

Alguns motivos para a existência desses aspectos puderam ser compreendidos a partir da análise das referências, a partir da qual observamos uma ausência de referenciais teóricos para discutir com ênfase a vida cotidiana, bem como a influência de documentos curriculares oficiais que não explicitam os sentidos de cotidiano e contextualização, aspectos que contribuem para a referida fragmentação de concepções sobre a cotidianidade na área de EQ e do que é a realidade.

Concordamos com Wartha *et al.* (2013) quando apontam a necessidade de se utilizar referenciais teóricos para explicitar os sentidos de cotidiano e quando indicam a retomada dos trabalhos de Lutfi (1992). Esse autor, utilizando a teoria de Agnes Heller, adota a relação entre a vida diária e o sistema econômico, considerando aspectos do indivíduo em uma sociedade de classes e mecanismos de acomodação e alienação para abordar o cotidiano. Lutfi (1992) critica a busca apenas de um contexto no cotidiano ou na sociedade simplesmente como pretexto para se abordar conceitos químicos, o que seria uma forma de dourar a pílula. Segundo o autor, deve-se superar os exemplos imediatos do cotidiano a partir do uso de temas sociais, relacionando a química com os aspectos da produção industrial, de modo crítico ao sistema econômico capitalista. O autor não recorre ao termo “contextualização”, possivelmente por ter sido popularizado após os seus trabalhos, mas os sistemas conceituais que utiliza evitam aspectos reducionistas da cotidianidade. Nesse sentido, frente aos problemas de sinonímia e polissemia que enfrentam os termos “cotidiano” e “contextualização”, defendemos, a partir da nossa perspectiva teórica, a adoção de referenciais que tragam sistemas conceituais coerentes para os referidos termos.

Consideramos que avanços podem ainda ser realizados a partir da retomada de referenciais como Agnes Heller (1994, 2014) e Gyorgy Lukács (1966, 1978), autores que consideram

a vida cotidiana como parte da sociedade, a partir de uma visão histórica e ontológica do gênero humano. Essas reflexões, atualmente, estão mais bem sistematizadas no âmbito da educação pela pedagogia histórico-crítica (Duarte, 1993, 1996, 2013; Colturato, 2021). Tal visão busca a análise por meio da totalidade social, possível de ser desvelada pela análise das contradições sociais e históricas particulares em meio aos âmbitos universais e singulares da realidade. É, portanto, uma visão crítica ao tratamento fragmentado da realidade e da cotidianidade, aspectos que separam indivíduo, sociedade e cultura, linguagem e política, algo evidenciado no conjunto dos artigos analisados no presente estudo.

A vida cotidiana, para Heller (2014), está presente na vida de todos os indivíduos, sendo pragmática, espontânea, economicista e aquela responsável predominantemente pela reprodução dos indivíduos em sua particularidade. A educação escolar tem como papel fornecer os instrumentos culturais para que os indivíduos possam superar o imediatismo da vida cotidiana a partir dos conteúdos sistematizados, a saber, os conhecimentos científicos, artísticos e filosóficos, de modo a fundamentar as atividades não cotidianas, aquelas relacionadas mais diretamente à reprodução da sociedade (Duarte, 2013). Não há, no entanto, uma separação entre atividades cotidianas e não cotidianas, mas sim, uma relação dialética entre elas. Desse modo, não se desconsidera o cotidiano do aluno na prática educativa. A apropriação dos conhecimentos científicos, artísticos e filosóficos, nesse sentido, é necessária para que os estudantes tenham uma relação consciente com as atividades não cotidianas, favorecendo, assim, a compreensão e a atuação na prática social. Essas reflexões, por um lado, não apresentam a vida cotidiana como fonte de meras exemplificações pontuais no ensino e, por outro, enfatizam que tratar da vida cotidiana não é em essência uma abordagem reducionista, na medida em que a cotidianidade é pensada em estreita relação com aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e da linguagem.

Os dados e as reflexões trazidas por este artigo sugerem questões relevantes para a área de EQ, tais como: O que constitui a vida cotidiana? É possível separar aspectos do indivíduo, da sociedade, da cultura e dos conceitos químicos da discussão que envolve a cotidianidade? Existe diferença entre abordagem do cotidiano e contextualização? Como possíveis contribuições para a EQ, destacamos a necessidade de uma relação consciente com essas questões na elaboração de trabalhos na área da EQ e apontamos para alguns elementos que podem auxiliar nessa relação, defendendo que a natureza da discussão é, antes de tudo, teórica. A partir do domínio teórico, acreditamos que novos encaminhamentos que envolvem conteúdo, forma e destinatário e, conseqüentemente, as questões didática e curricular, podem ser realizados.

Notas

¹ Até 03 de agosto de 2022 o artigo contava com 339 citações

no *Google Citations*. Disponível em https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&as_vis=1&q=cotidiano+e+contextualiza%C3%A7%C3%A3o+no+ensino+de+qu%C3%ADmica&btnG=

²N.E.: Na classificação mais recente, referente ao quadriênio 2017-2020, a QNEsc foi classificada como A2.

³Disponível em: <https://gephi.org/>.

Referências

- ABREU, R. G. *A comunidade disciplinar de ensino de química na produção de políticas curriculares para o ensino médio no Brasil*. 2010. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- BRANDÃO, J. B. *et al.* Mapeamento de publicações sobre o ensino da química verde no Brasil a partir de redes sociais. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*, v. 14, n. 30, p. 59-76, 2018.
- BASTIAN, M.; HEYMANN, S. e JACOMY, M. *Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks*. In: *Proceedings of the international AAAI conference on web and social media*. 2009. p. 361-362.
- BRASIL. *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias: PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos PCNs*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2000.
- BOUZON, J. D.; BRANDÃO, J. B.; SANTOS, T. C. e CHRISPINO, A. O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro: uma revisão bibliográfica de publicações em periódicos. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 3, p. 214-225, 2018.
- CACHAPUZ, A. F. Química Nova na Escola: um caso de sucesso. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 2, p. 121-126, 2015.
- CAVALCANTI, J. A.; FREITAS, J. C. R.; MELO, A. C. N. e FREITAS FILHO, J. R. Agrotóxicos: Uma Temática para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 1, p. 31-36, 2010.
- CHASSOT, A. I. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 8. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2018a.
- CHASSOT, A. I. *Para que(m) é útil o nosso ensino*. 4. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2018b.
- CHASSOT, A. I. *Catalisando Transformações na Educação*. Ijuí: Ed. Unijuí, 1993.
- CHRISPINO, A.; LIMA, L. S.; ALBUQUERQUE, M. B.; FREITAS, A. C. C. e SILVA, M. A. F. B. A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos?. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 19, n. 2, p. 455-479, 2013.
- CHRISPINO, A. *Introdução aos enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na educação e no ensino*. Documentos de trabajo de IBERCIENCIA, v. 4, 2017.
- COLTURATO, A. R. *O cotidiano na Educação em Química: uma análise bibliográfica a partir da pedagogia histórico-crítica*. 2021. Dissertação (mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Bauru, 2021.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. e PERNAMBUCO, M. M. E. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2018.
- DUARTE, N. *A individualidade para si*. Campinas: Autores Associados, 2013.
- DUARTE, N. A educação escolar e a teoria das esferas de objetivação do gênero humano. *Perspectiva*, v. 11, n. 19, p. 67-80, 1993.
- DUARTE, N. Educação escolar, teoria do cotidiano e a escola de Vigotski. In: *Educação escolar, teoria do cotidiano e a escola de Vigotski*. Campinas: Autores Associados, 1996.
- EMIRBAYER, M. e GOODWIN, J. Network analysis, culture, and the problem of agency. *American Journal of Sociology*, v. 99, n. 6, p. 1411-1454, 1994.
- FERNANDES, C. S. e MARQUES, C. A. Noções de contextualização nas questões relacionadas ao conhecimento químico no Exame Nacional do Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 4, p. 294-304, 2015.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 28. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GOMES, V. B.; SILVA, R. R. e MACHADO, P. F. L. Elaboração de textos de divulgação científica e sua avaliação por alunos de Licenciatura em Química. *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 4, p. 387-403, 2016.
- HELLER, A. *Sociología de la vida cotidiana*. 4. ed. Tradução de José Francisco Yvars e Enric Perez Nadal. Barcelona: Ediciones Península, 1994.
- LEITE, M. A. S. e SOARES, M. H. F. B. Jogo pedagógico para o ensino de termoquímica em turmas de educação de jovens e adultos. *Química Nova na Escola*, v. 42, n. 3, p. 227-236, 2020.
- LOPES, A. C. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. *Educação & Sociedade*, v. 23, n. 80, p. 386-400, 2002.
- LUKÁCS, G. *Estética*. Tomo 1. Tradução de Manuel Sacristán. Barcelona, México: Ediciones Grijalbo, 1966.
- LUKÁCS, G. *Introdução a uma estética marxista*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.
- LUTFI, M. *Cotidiano e educação em química: os aditivos em alimentos como proposta para o ensino de química no 2º grau*. Ijuí: Unijuí, 1988.
- LUTFI, M. *Os ferrados e os cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico*. Ijuí: Unijuí, 1992.
- MAROUN, M. A. *Análise conceitual do termo contextualização nos artigos sobre ensino CTS em periódicos brasileiros*. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação) - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2020.
- MARTELETO, R. M. Análise de redes sociais – aplicação nos estudos de transferência da informação. *Ciência da Informação*, v. 30, n. 1, p. 71-81, 2001.

- MASSI, L. e LEONARDO JÚNIOR, C. S. Produção de sabão no assentamento rural Monte Alegre: aspectos didáticos, sociais e ambientais. *Química Nova na Escola*, v. 41, n. 2, p. 124-132, 2019.
- MORTIMER, E. F. *et al.* A pesquisa em ensino de química na QNESC: uma análise de 2005 a 2014. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 2, p. 188-192, 2015.
- MORTIMER, E. F. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.
- MORTIMER, E. F. e SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.
- QNEESC. Editorial. *Química Nova na Escola*. SBQ. Divisão de Ensino, n. 1, maio 1995.
- RAMOS, M. G.; MASSENA, E. P. e MARQUES, C. A. Química Nova na Escola 20 anos: um patrimônio dos educadores químicos. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 2, p. 116-120, 2015.
- RECUERO, R. *Introdução à análise de redes sociais online*. Salvador: EDUFBA, 2017.
- SANTOS, V. F. D. *Entre o broto e a rosa do clássico: análise histórico-crítica do movimento dos conteúdos nos livros didáticos de química*. 2020. Dissertação (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2020.
- SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. especial, p. 1-12, 2007.
- SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. A dimensão social do ensino de química – um estudo exploratório da visão de professores. *Anais do II ENPEC*. p. 1-9, 1999. Valinhos: ABRAPEC, 1999.
- SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia- Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.
- SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. 4. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.
- SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? *Química Nova na Escola*, v. 4, n. 4, p. 28-34, 1996.
- SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química Nova*, v. 25, Supl. 1, p. 14-24, 2002.
- VIGOTSKI, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. Trad. Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- WARTHA, E. J. e FALJONI-ALÁRIO, A. A contextualização no ensino de química através do livro didático. *Química Nova na Escola*, v. 22, n. 2, p. 42-47, 2005.
- WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. e BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

APÊNDICE 1

Trechos exemplares para classificações referentes ao cotidiano

Fatos, processos e situações que envolvem o indivíduo	<p>Em seu texto, por exemplo, Ivo fez uso das leituras ocorridas em sala de aula e as colocou em situações da sua vida cotidiana como em: [[VO] ... quando tivermos nossos próprios carros poderemos pensar melhor qual combustível poderemos usar em nosso carro. Ao fazer esse tipo de relação os estudantes mostram que receberam os assuntos estudados não apenas como informações automáticas, mas como questões úteis, que virão à tona em situações corriqueiras de suas vidas e sobre as quais deverão tomar uma decisão (Silva; Ferreira; Queiroz, 2020, p. 251, grifos nossos).</p>
Tema social que envolve a química	<p>Nesse sentido, Santos e Schnetzler (2000) constataram a importância dos temas químicos sociais, que visa efetivar a contextualização dos conteúdos programáticos. [...] Além de contexto motivador, agrotóxicos é uma temática rica conceitualmente, o que permite desenvolver conceitos químicos, biológicos, ambientais, entre outros, proporcionando aos estudantes compreender sua importância, de forma a conscientizá-los sobre a necessidade de uso correto dos agrotóxicos, e também favorecer o seu desenvolvimento intelectual, despertando-lhes espírito crítico, para que, dessa forma, possam interferir nos seus cotidianos (Cavalcanti <i>et al.</i>, 2010, p. 31, grifos nossos).</p>
Aspectos culturais	<p>[...] não parece válido exigir que os alunos estudem somente o conhecimento científico muitas vezes descontextualizado, abandonando formas de produção do conhecimento vinculadas às suas raízes e às suas culturas. Há múltiplos saberes que estão associados a diferentes culturas e diferentes práticas sociais e fazem parte do nosso cotidiano, seja nas lutas diárias por sobrevivência, seja nas simples ações que compõem o nosso dia a dia (Venquiaruto <i>et al.</i>, 2011, p. 135, grifo nosso).</p>

Concepções espontâneas	Entendemos que os modelos científicos feitos sobre os sistemas são abstrações da realidade. Consequentemente, se não é feita com os alunos uma discussão sobre o quanto o modelo científico difere dos seus modelos de sentido comum, muito provavelmente prevalecerá nas mentes destes suas concepções cotidianas (Melo; Lima Neto, 2013, p. 114, grifo nosso).
Linguagem cotidiana	O conhecimento científico ensinado nas escolas é constituído por um conjunto de linguagem própria, denominada de linguagem científica (Mortimer, 2000). “Essa linguagem tem uma estrutura sintática e discursiva própria e faz uso de um léxico específico, que a distingue da linguagem cotidiana” (Mortimer e Braga, 2003, p. 57). Um dos passos essenciais para que os estudantes entendam a mensagem repassada pelos professores passa pelo processo de incorporação da linguagem científica (Alvino <i>et al.</i> , 2020, p. 143, grifo nosso).
Realidade dos estudantes	De acordo com Oliveira (2010), a desmotivação educacional pode estar relacionada a uma aprendizagem muito distante da realidade dos alunos , em um processo pedagógico predominantemente tradicional, promovido pela transmissão e recepção dos conceitos científicos, sem estabelecer correlação com o cotidiano dos estudantes (Benedetti Filho <i>et al.</i> , 2020, p. 37, grifos nossos).

Trechos exemplares para classificações referentes à contextualização

Cotidiano do aluno, considerando fatos, processos e situações que envolvem o indivíduo	Ao se desejar um ensino que faça sentido para os estudantes no presente e não somente no futuro ou nunca mais, isto é, um ensino que tenha a ver com a vida cotidiana dos indivíduos, com os fatos e as questões do dia a dia, a necessidade da interdisciplinaridade e da contextualização surge naturalmente (Freitas Filho <i>et al.</i> , 2013, p. 247-248, grifo nosso).
Cotidiano do aluno, considerando temas sociais	Proposições visando mudanças nas tradicionais práticas de ensino, caracterizadas na maioria dos casos pela acriticidade e passividade dos estudantes, estão balizadas por pressupostos educacionais que as orientam. Nas que se balizam em uma educação transformadora, o aspecto fundamental incide na ênfase às contradições sociais – que têm determinantes econômicos – vivenciadas pelos estudantes no contexto em que se inserem e buscam promover transformações na estrutura da sociedade (Delizoicov <i>et al.</i> , 2002). [...] Devido à realidade (do contexto da mineração) vivenciada pelos estudantes – que em seu cotidiano convivem com as atividades extrativas, com os rejeitos gerados e com as doenças correlacionadas – a possibilidade é muito grande de que estes se envolvam no debate e na proposição de soluções desses problemas (Coelho; Marques, 2007, p. 14, grifos nossos).
Cotidiano do aluno, considerando aspectos culturais	Entretanto, não é fácil fazer com que os estudantes consigam relacionar o que se aprende em sala de aula com o seu cotidiano e, muito menos, interagir esse conhecimento com as diversas áreas (Loyola; Silva, 2017, p. 60, grifo nosso). Os estudantes também puderam relacionar saberes populares com o conhecimento químico. Esse trabalho está em acordo com os resultados obtidos na literatura, sugerindo que o tema “plantas medicinais” pode ser usado como uma proposta metodológica eficaz, contextualizando diversos conteúdos de grande importância no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes (Lopes <i>et al.</i> , 2011; Becher; Koga, 2012). (Loyola; Silva, 2017, p. 66, grifo nosso).
Contextualização histórica e social do conhecimento científico	Durante a realização da atividade, pôde-se perceber o envolvimento dos alunos em diferentes situações, quando houve uma grande socialização entre eles devido à necessidade de interagir para a execução de diversas tarefas, colocando em prática vários tipos de conhecimento. Ocorreu também diálogo entre diferentes áreas do saber, principalmente em Química e História, devido à realização de pesquisas contextualizadoras que permitiram compreensão do desenvolvimento científico e suas implicações sociais (Sá; Vicentin; Carvalho, 2010, p. 12, grifo nosso).

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(ções) acadêmica(s), a instituição em que trabalha(m) e o endereço completo, incluindo o eletrônico. Verifique as propriedades do documento para retirar quaisquer informações. As referências citadas devem ser relacionadas ao final do texto, segundo exemplos abaixo:

- **Para livros** referência completa (citação no texto entre parênteses):
AMBROGI, A.; LISBÔA, J. C. e VERSOLATO, E. F. *Unidades modulares de química*. São Paulo: Gráfica Editora Hamburg, 1987. - (Ambrogi et al., 1987).

KOTZ, J. C. e TREICHEL Jr., P. *Química e reações químicas*, vol. 1 Trad. J. R. P. Bonapace. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. - (Kotz e Treichel Jr., 2002).

- **Para periódicos** referência completa (citação no texto entre parênteses):

TOMA, H. E. A nanotecnologia das moléculas. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 3-9, 2005. - (Toma, 2005).

ROSINI, F.; NASCENTES, C. C. E NÓBREGA, J. A. Experimentos didáticos envolvendo radiação microondas. *Química Nova*, v. 26, p. 1012-1015, 2004. - (Rosini et al., 2004).

- **Para páginas internet** referência completa (citação no texto entre parênteses):

<http://qnesc.sbq.org.br>, acessada em Março 2008. - (Revista Química Nova na Escola, 2008).

Para outros exemplos, consulte-se número recente da revista.

Os autores devem, sempre que possível, sugerir outras leituras ou acessos a informações e reflexões a respeito dos temas abordados no texto, para serem incluídos em "Para Saber Mais".

As legendas das figuras devem ser colocadas em página à parte, ao final, separadas das figuras. A seguir devem ser colocadas as figuras, os gráficos, as tabelas e os quadros. No texto, apenas deve ser indicado o ponto de inserção de cada um(a).

Os autores devem procurar seguir, no possível, as normas recomendadas pela IUPAC, inclusive o Sistema Internacional de Unidades.

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 re-

lacionadas a seres humanos eles possuem parecer de aprovação de um Comitê de Ética em pesquisa.

- 5) No caso de envio de imagens, os autores devem enviar cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo(s) sujeito(s) (ou seus responsáveis), autorizando o uso da imagem.
- 6) Os autores declaram a inexistência de conflito de interesses na submissão do manuscrito.
- 7) É responsabilidade dos autores garantirem que não haja elementos capazes de identificá-los em qualquer parte do texto.

Submissão dos Artigos

Química Nova na Escola oferece aos autores a submissão on line, que pode ser acessada por meio do registro de Login e Senha. É possível registrar-se em nossa página na internet (<http://qnesc.sbq.org.br>) usando a opção Novo Usuário. Usuários das plataformas do JBOS 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: José Luís de Paula Barros Silva (UFBA)

Discussão de conceitos básicos da Química, procurando evidenciar sua relação com a estrutura conceitual da Ciência, seu desenvolvimento histórico e/ou as principais dificuldades e alternativas para o ensino.

Limite de páginas: 20

● HISTÓRIA DA QUÍMICA

Responsável: Paulo Porto (USP)

Esta seção contempla a História da Química como parte da História da Ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído. Deve-se apresentar dados históricos, preferencialmente, de fontes primárias e explicitar o contexto sociocultural do processo de construção histórica.

Limite de páginas: 15

● ATUALIDADES EM QUÍMICA

Responsável: Edvaldo Sabadini (Unicamp)

Procura apresentar assuntos que mostrem como a Química é uma ciência viva, seja com relação a novas descobertas, seja no que diz respeito à sempre necessária redefinição de conceitos. Deve-se explicitar contribuições para o ensino da Química.

Limite de páginas: 15

● RELATOS DE SALA DE AULA

Responsável: Nyuara Araújo da Silva Mesquita (UFG)

Divulgação das experiências dos professores de Química, com o propósito de socializá-las junto à comunidade que faz educação por meio da Química, bem como refletir sobre elas. Deve-se explicitar contribuições da experiência vivenciada e indicadores dos resultados obtidos.

Limite de páginas: 20

● ENSINO DE QUÍMICA EM FOCO

Responsável: Rafael Cava Mori (UFABC)

Investigações sobre problemas no ensino da Química, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

● O ALUNO EM FOCO

Responsável: Edênia Maria Ribeiro do Amaral (UFRPE)

Divulgação dos resultados das pesquisas sobre concepções de alunos e alunas, sugerindo formas de lidar com elas no processo ensino-aprendizagem, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

● EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Responsável: Mara Elisa Fortes Braibante (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.

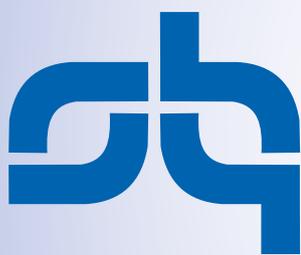
Limite de páginas: 10

● 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