

química nova NA ESCOLA

Volume 46, nº 1, fevereiro 2024

História da Química

Relatos de Sala de Aula

Educação em Química e Multimídia

Química e Sociedade

Conceitos Científicos em Destaque

História da Química

Atualidades em Química

Relatos de Sala de Aula

Experimentação no Ensino de Química

Ensino de Química em Foco

O Aluno em Foco Espaço Aberto

O Aluno em Foco Cadernos de Pesquisa Conceitos Científicos em Destaque

- 5 Neutralizador alternativo de resíduos ácidos e básicos gerados em aulas experimentais
Adriana L. de Sales, Darlene do S. D. Minervino e Renildo P. da Rocha
- 13 Radioatividade: entre o bem e o mal
Renilson B. Lopes, Henrique N. Coutinho, Jéssica M. Rodrigues e Evelyn Jeniffer L. Toledo
- 22 Análises de videoaulas de Química do programa “Se Liga na Educação” exibidas em 2021 durante a pandemia de Covid-19
Taynara de Souza e Mario R. Barro
- 32 Uma proposta investigativa para a identificação de ácidos e bases no cotidiano
Ana A. N. Rezende, Crediana C. Siqueira, Davi V. Ribeiro, Leticia A. Muniz, Marcela Openheimer e Evandro F. Rozentalski
- 37 Construção de extratores de óleos essenciais de baixo custo como recurso didático
Adriel R. Vaz, Maria I. C. de P. Santos, Cláudio R. Thiersch, Monica F. B. M. Thiersch, João O. P. Tomeleri e Franciane A. de Pádua
- 41 Autores clássicos e contemporâneos do lúdico: aspectos teóricos e epistemológicos e suas contribuições para o Ensino de Química
Cleberson S. Silva e Eduardo Luiz D. Cavalcanti
- 60 Representações Multimodais em aulas remotas de Ciências do sétimo ano do Ensino Fundamental
Ana Livia B. Araujo e Ana Luiza de Quadros

EDITORES

Paulo Alves Porto (IQ-USP)
Salete 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 Lisboa (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 Unilibweb

Copyright © 2024 Sociedade Brasileira de Química

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

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

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

Licenças Creative Commons

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

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

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



diagramação/capa

Hermano Serviços de Editoração

Sumário/Contents

Espaço Aberto / Issues/Trends

- 5 Neutralizador alternativo de resíduos ácidos e básicos gerados em aulas experimentais
Alternative neutralizer acid and basic waste generated in experimental classes

Adriana L. de Sales, Darlene do S. D. Minervino e Renildo P. da Rocha

Conceitos Científicos em Destaque / Scientific Concepts Highlighted

- 13 Radioatividade: entre o bem e o mal
Radioactivity: between good and evil
- Renilson B. Lopes, Henrique N. Coutinho, Jéssica M. Rodrigues e Evelyn Jeniffer L. Toledo

Ensino de Química em Foco / Chemical Education in Focus

- 22 Análises de videoaulas de Química do programa “Se Liga na Educação” exibidas em 2021 durante a pandemia de Covid-19
Analysis of Chemistry video lessons from “Se Liga na Educação” program exhibited in 2021 during the Covid-19 pandemic
- Taynara de Souza e Mario R. Barro

Experimentação no Ensino de Química / Practical Chemistry Experiments

- 32 Uma proposta investigativa para a identificação de ácidos e bases no cotidiano
An investigative proposal for the identification of acids and bases in everyday life
- Ana A. N. Rezende, Crediana C. Siqueira, Davi V. Ribeiro, Leticia A. Muniz, Marcela Openheimer e Evandro F. Rozentaliski
- 37 Construção de extratores de óleos essenciais de baixo custo como recurso didático
Construction of low-cost essential oil extractors as a didactic resource
- Adriel R. Vaz, Maria I. C. de P. Santos, Cláudio R. Thiersch, Monica F. B. M. Thiersch, João O. P. Tomeleri e Franciane A. de Pádua

Cadernos de Pesquisa / Research Letters

- 41 Autores clássicos e contemporâneos do lúdico: aspectos teóricos e epistemológicos e suas contribuições para o Ensino de Química
Classic and contemporary authors on ludic: theoretical and epistemological aspects and their contributions to Chemistry Teaching
- Cleberson S. Silva e Eduardo Luiz D. Cavalcanti
- 60 Representações Multimodais em aulas remotas de Ciências do sétimo ano do Ensino Fundamental
Multimodal Representations in Remote Elementary School Classes
- Ana Livia B. Araujo e Ana Luiza de Quadros

PISA 2022: Brasil segue no pelotão de trás

O desempenho em matemática, leitura e ciências de estudantes de quinze anos de 38 países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), e de outros que a ela não pertencem, é avaliado a cada três anos pelo Pisa (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes). A edição mais recente estava programada para ocorrer em 2021, mas foi adiada em um ano devido ao período pandêmico e veio a acontecer em 2022. No dia 5 de dezembro do ano que findou, o resultado do Pisa 2022 foi divulgado, considerando a participação de cerca de 690.000 estudantes de 81 países – dentre os quais o Brasil, onde a prova foi realizada por 10.798 estudantes, matriculados em 599 escolas. Desafortunadamente, e com o mesmo tom observado nas edições anteriores, os jornais reportaram o fato exibindo manchetes como as que seguem: “Brasil no Pisa revela que desempenho que era tão ruim não podia piorar”, “Pisa: desempenho de alunos brasileiros fica abaixo da média mundial”, “Resultados do Pisa reforçam gargalo no ensino de matemática no Brasil”. A análise dos dados só reforça a necessidade de novos rumos para a educação básica, tornando evidente o posicionamento precário do Brasil em comparação aos países da OCDE, com o desempenho médio significativamente inferior nos três domínios avaliados. Em relação aos países da América Latina, o Brasil tem resultados equiparáveis a Colômbia e Argentina. Um olhar para as 27 unidades federativas demonstra ainda resultados díspares, com o desempenho médio das Regiões Sul e Sudeste significativamente superior ao nacional em matemática, leitura e ciências. As estratégias a adotar para que passemos a trilhar um caminho que conduza à excelência neste campo são múltiplas e abarcam desde políticas públicas perenes e robustas até a superação de uma série de dificuldades impostas ao Ministério da Educação (MEC) no governo anterior, quando uma catastrófica gestão foi levada a cabo.

Esta edição de *Química Nova na Escola* apresenta aos leitores um conjunto de artigos capazes de contribuir com o delineamento de ações que, uma vez contempladas nas salas de aula, podem propiciar aos estudantes brasileiros o desenvolvimento de ideias próprias e de pensamento

crítico, avaliados recorrentemente no Pisa. Neste número, a experimentação no ensino de química é abordada em dois artigos. Em “Uma proposta investigativa para a identificação de ácidos e bases no cotidiano”, os autores revisitam um experimento amplamente difundido, enunciado no título, e sugerem a sua execução a partir da proposição de um problema a ser solucionado por parte dos estudantes, que são instigados a formular hipóteses, comunicar e discutir os resultados alcançados. O artigo “Construção de extratores de óleos essenciais de baixo custo como recurso didático”, por sua vez, traz subsídios para a construção de um extrator experimental de óleos essenciais por arraste a vapor, acessível e de custo reduzido, com potencialidade para ser empregado em aulas práticas nas escolas. Também com o propósito de proporcionar a construção de artefato que encontra emprego em aulas dessa natureza, e preocupados com o gerenciamento dos resíduos químicos, os autores do artigo “Neutralizador alternativo de resíduos ácidos e básicos gerados em aulas experimentais” abordam, na seção Espaço Aberto, um protótipo de neutralizador, elaborado com materiais de baixo custo, para a destinação adequada de tais resíduos.

A seção Cadernos de Pesquisa traz um primeiro artigo de caráter teórico e um segundo, de natureza investigativa, pautado em dados coletados de forma remota. O artigo “Autores clássicos e contemporâneos do lúdico: aspectos teóricos e epistemológicos e suas contribuições para o ensino de química” lança luzes sobre a discussão, cada vez mais recorrente, a respeito do uso de jogos em ambientes de ensino, colocando em destaque termos que são estritamente vinculados a essa temática. Os autores do texto “Representações multimodais em aulas remotas de ciências do sétimo ano do ensino fundamental” desenvolveram uma sequência de aulas oferecidas durante a recente pandemia, voltadas para o assunto “cosméticos”, com atenção especial às representações multimodais, tendo observado o desenvolvimento de habilidades representacionais dos estudantes, assim como o envolvimento com as atividades didáticas propostas. Com a atenção voltada para o mesmo

período pandêmico, no artigo presente na seção Ensino de Química em Foco, “Análises de videoaulas de química do programa ‘Se Liga na Educação’”, os autores lançam mão da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia para avaliar videoaulas disponibilizadas pelo estado de Minas Gerais. Por fim, a seção Conceitos Científicos em Destaque apresenta artigo intitulado “Radioatividade: entre o bem e o mal”, cujo objetivo é analisar como a temática radioatividade

é representada na revista *Veja*, tomando por base conceitos de jornalismo científico.

Que a leitura deste número seja proveitosa e aprazível a todos!

Paulo Alves Porto
Salete Linhares Queiroz
Editores de QNEsc

Neutralizador alternativo de resíduos ácidos e básicos gerados em aulas experimentais

Adriana L. de Sales, Darlene do S. D. Minervino e Renildo P. da Rocha

Este artigo traz a proposta de um neutralizador para descartar reagentes ácidos e bases vencidos, bem como sobras de soluções ácidas e básicas das aulas experimentais. Teve como objetivo construir um protótipo neutralizador para a destinação adequada dos resíduos químicos (ácidos e bases) que podem trazer danos ao meio ambiente e à saúde humana. O neutralizador foi construído a partir de materiais alternativos de baixo custo (garrações de água, mala de viagem sucateada, torneira de bebedouro, areia, mármore e calcário). Os resultados apontaram que o neutralizador alternativo foi compatível com a neutralização de soluções ácidas e básicas, gerando um procedimento de descarte de forma segura e correta que, aliado a um plano de gestão de resíduos químicos, pode evitar danos ao meio ambiente e prevenir acidentes no ambiente escolar.

► descarte de resíduos químicos, aulas experimentais, neutralizador alternativo ◀

Recebido em 09/05/2022, aceito em 27/02/2023

5

O gerenciamento dos resíduos químicos nos laboratórios de ensino é de suma importância, pois proporciona o descarte correto daqueles que causam danos ao meio ambiente e às pessoas. Nessa perspectiva, torna-se necessária uma rotina de separação, de armazenamento e de tratamento dos resíduos químicos, visando evitar que sejam jogados diretamente na rede de esgoto, no resíduo sólido comum ou até mesmo no solo.

Dependendo do tipo de resíduo químico, quando descartado de forma inadequada, pode contaminar o solo, as águas (superficiais e subterrâneas), o ar e os sedimentos. Assim, a falta de um local adequado para o descarte de resíduos ácidos e básicos gerados nas aulas experimentais leva à destinação inadequada de tais produtos, que são prejudiciais à saúde, causando preocupação em relação ao controle da poluição e da proteção do meio ambiente. De acordo com Cruz (2009), a maioria dos acidentes em laboratórios de ensino ocorrem por desconhecimento das regras básicas de segurança ou por falhas de quem está à frente do trabalho pedagógico.

Para minimizar a ação poluidora das atividades experimentais em laboratórios escolares faz-se necessária uma

avaliação de potenciais perigos dos produtos químicos que serão manuseados, bem como dos resíduos ácidos e básicos produzidos. Conforme Ramm (2017), são poucos os educadores que fazem o tratamento desses resíduos, pois geralmente eles são descartados na pia ou como resíduo comum.

Nas relações de ensino e aprendizagem, as atividades experimentais, seja a nível básico ou a nível superior, devem considerar determinados cuidados. Segundo Gimenez *et al.* (2006), um dos objetivos das aulas de laboratório, dentro do contexto do ensino das

ciências, é oferecer oportunidade aos alunos de exercitar, na prática, os métodos experimentais, no entanto, é preciso atenção ao perigo que certos resíduos podem causar aos indivíduos, adotando cuidados adequados no seu descarte.

Nessa perspectiva, o laboratório escolar precisa ter um diferencial maior em relação à sala de aula. Ele precisa ser um ambiente que tanto o professor quanto o aluno percebam que existem regras a serem respeitadas e cumpridas, tais como normas e procedimentos de segurança durante e depois do desenvolvimento das atividades experimentais.

Diante desse problema, quanto ao correto descarte de resíduos químicos (ácidos e básicos), gerados nas instituições de

Para minimizar a ação poluidora das atividades experimentais em laboratórios escolares faz-se necessária uma avaliação de potenciais perigos dos produtos químicos que serão manuseados, bem como dos resíduos ácidos e básicos produzidos.

ensino, é que este estudo apresenta a proposta de confecção de um protótipo móvel para a neutralização das sobras de soluções químicas ácidas e básicas geradas no espaço do laboratório escolar, bem como a eliminação do acúmulo de produtos químicos vencidos. Os resultados obtidos pelo neutralizador alternativo apontaram para a viabilidade de utilização com o intuito de atender as necessidades dos descartes produzidos durante as aulas experimentais e, assim, contribuir para uma mudança de hábito que possibilite o descarte adequado dos resíduos químicos gerados no laboratório de ensino.

Resíduos: conceitos, legislação e cuidados no espaço escolar

Nas aulas experimentais relacionadas à área de ciências da natureza, é muito comum a utilização de produtos químicos concentrados no preparo de soluções, que, consequentemente, geram resíduos que podem ser prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente.

De acordo com a Resolução ANVISA RDC 222, de 28 de março de 2018, os resíduos contendo produtos químicos apresentam periculosidade à saúde pública e ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade.

Algumas normativas institucionais trazem definições a respeito de resíduos químicos, como, por exemplo, o SENAI/RS (2003) entende que eles são matérias-primas ou insumos não aproveitados ou desperdiçados de todo material que sobra e/ou resta das substâncias submetidas à ação de vários agentes físicos ou químicos.

Para Jardim (2018), é aconselhável que as instituições de ensino cumpram a legislação existente para as indústrias, baseando-se na natureza da atividade, independentemente das quantidades geradas.

Para embasar a necessidade do trato sobre resíduos de uma forma abrangente, destaca-se a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, isto é, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que dispõe sobre os princípios, os objetivos e os instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos (Brasil, 2010).

Segundo o Art. 3º, incisos XV e XVI da Lei nº. 12.305/10, entende-se que resíduo sólido é o material, a substância, o objeto ou o bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final ocorre nos estados sólidos ou semissólidos, assim como os gases contidos em recipientes e líquidos, cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água.

De acordo a Resolução ANVISA RDC nº 222/2018, os resíduos químicos podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade e reatividade. Vale salientar

que as informações detalhadas dos produtos químicos, como classificação, periculosidade e os procedimentos em caso de emergência, devem constar na Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ, conforme NBR 14725 da ABNT.

Dessa maneira, entender os potenciais perigos de cada substância e seu descarte adequado é necessário, principalmente quando esse trabalho é desenvolvido em instituições de ensino, pois esses produtos químicos devem ser descartados seguindo os parâmetros legais, de forma que não ofereçam perigos à comunidade escolar.

A falta de um gerenciamento adequado dos resíduos químicos no espaço escolar é algo preocupante. Para mudar esse cenário, segundo Silva *et al.* (2010), é imprescindível que todos os usuários dos laboratórios de ensino sejam parte integrante do programa de gestão de resíduos institucional, sendo corresponsáveis pelas avaliações e pelos resultados obtidos. Quanto mais cedo os alunos tiverem contato com um programa de gestão, mais fácil será o desenvolvimento de uma cultura de responsabilidade comprometida com o ambiente escolar.

Resíduos químicos gerados nas aulas experimentais

A utilização do laboratório de ensino é relevante e deve estar inserida no planejamento pedagógico, proporcionando melhor organização dos conteúdos. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDBEN, Nº 9.394/96 (LDB), no seu Artigo 35, Inciso IV, diz: “É essencial a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino”. Assim, as escolas devem oferecer oportunidades de união entre a teoria e a prática para melhor desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem.

No entanto, é verdade que a maioria das instituições de ensino de nível básico sofre com a falta de um laboratório de ensino adequado para desenvolver atividades experimentais, o que também acaba prejudicando a devida organização, tal qual o uso e armazenamento dos materiais que deveriam ser utilizados nas aulas práticas.

Para suprir a necessidade desse espaço didático, algumas escolas públicas se utilizam do Programa Dinheiro Direto na Escola – PDDE, criado pelo Governo Federal, que é regido pela Lei 11.947, de 16 de junho de 2009, e por resoluções do Conselho Deliberativo do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Sobre isso, ao tratar da aquisição de equipamento e contratação de serviços, destacam-se duas principais Resoluções:

- Resolução nº 9/2011 - Estabelece os procedimentos a serem adotados para aquisição de materiais e contratação de serviços, à custa do Programa Dinheiro Direto

De acordo com a Resolução ANVISA RDC 222, de 28 de março de 2018, os resíduos contendo produtos químicos apresentam periculosidade à saúde pública e ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade.

na Escola (PDDE), pelas Unidades Executoras Próprias (UEX), de que trata o inciso I, § 2º, do art. 22 da Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009.

- Resolução nº 10/2013 - Dispõe sobre os critérios de repasse e execução do Programa Dinheiro Direto na Escola (PDDE), em cumprimento ao disposto na Lei 11.947, de 16 de junho de 2009.

A partir dessas normatizações, algumas escolas brasileiras foram contempladas com o Laboratório Didático Móvel (LDM). Segundo o guia de utilização do LDM, esse laboratório não necessita de obras de infraestrutura, pois ele está pronto e foi planejado considerando a periculosidade dos experimentos (Brasil, 2011). No guia do LDM também se encontra a informação de que o referido laboratório não necessita de cuidados com um local específico para o descarte dos resíduos químicos gerados, o que não está de acordo com as normas vigentes. Segundo Cavalcante e Di Vitta (2014), a gestão dos resíduos em laboratórios de ensino é uma questão importante a ser considerada pelas escolas, sendo uma responsabilidade ética, ambiental e social.

Para Machado e Mól (2008), é preciso levar em consideração os aspectos relacionados à segurança da comunidade escolar, tal e qual a do meio ambiente. Portanto, é necessário dar um destino adequado às substâncias e aos materiais que são empregados nas aulas experimentais, pois, assim, os alunos serão educados em uma perspectiva socioambiental e cidadã.

O processo de neutralização dos resíduos químicos

Quando o professor decide pela experimentação deve considerar aspectos relacionados à segurança, às regras de manuseio, ao acondicionamento e à armazenagem de produtos químicos, além da disposição final dos resíduos gerados (Machado e Mól, 2008).

No que concerne aos resíduos de soluções químicas, em especial os ácidos e bases gerados nas aulas experimentais, assim como os reagentes que apresentam prazo de validade vencido, uma forma de conduzir o descarte correto é realizar a sua neutralização.

A reação de neutralização ocorre quando misturamos uma solução aquosa de ácido (Ex.: HCl) com uma solução aquosa de base (Ex.: NaOH), ocasionando uma reação entre os íons H^+ e OH^- , obtendo como produtos sal e água, sendo que estes não têm características ácidas nem básicas (Brown, 2019).

Uma das técnicas utilizadas para a neutralização de substâncias é a percolação que, segundo Prieberan (2021), é a ação de passar um líquido através de interstício com a finalidade de filtrar ou para com ele extrair componentes solúveis ou resíduos de uma substância. Fontes (1996) corrobora dizendo que a percolação é o fenômeno de transporte de um fluido através de um meio poroso, ou seja, canais microscópicos por onde passaria o fluido.

Para compreender o processo de neutralização, é salutar que os alunos tenham consciência de que o ácido é toda substância que, em água, libera íons hidrogênio (H^+); e de que a base é toda substância que, em água, libera íons hidroxila (OH^-) (Santos e Mól, 2016).

É imprescindível reconhecer que a escola geralmente não tem recursos e/ou estrutura física para gerenciar corretamente os resíduos produzidos nas aulas experimentais. Nesse caso, a proposta de um protótipo neutralizador propõe uma alternativa de baixo custo e eficiente diante da necessidade do cuidado socioambiental dentro e fora da comunidade escolar.

Descrição do trabalho

Este trabalho aborda o desenvolvimento de um neutralizador alternativo de baixo custo que utiliza o processo de percolação para tratamento de soluções ácidas e básicas, possibilitando uma alternativa de gestão de resíduos químicos produzidos nas aulas experimentais. Para isso, foram montadas camadas de areia, calcário e mármore.

O lócus desta pesquisa experimental foi a Escola Estadual Profº Francisco Walcy Lobato Lima, localizada no bairro Nova Brasília no Município de Santana-AP, na qual foi realizada a análise dos resíduos químicos gerados pelo Laboratório Didático Móvel – LDM da escola.

Construção do neutralizador alternativo

O neutralizador consiste em uma estrutura que permite a percolação dos resíduos químicos por camadas de grânulos de mármore, calcário e areia. Para a sua construção, foram utilizados os materiais conforme Tabela 1, que são de fácil acesso e com um baixo custo, por se tratar de um protótipo que poderá ser reproduzido por outras escolas.

O suporte para a mala de viagem (reaproveitado) foi utilizado com o intuito de possibilitar o transporte do neutralizador para diferentes espaços do ambiente escolar, no entanto, caso ocorra dificuldade em encontrar esse material, ele poderá ser suprimido e o neutralizador ficará fixo em um determinado local.

1ª Etapa - Cortes, perfurações e lixamentos dos 3 garrações

- Garrafão 1 - cortar o gargalo 34 cm de altura (Figura 1), usando uma maquina; depois fazer furos no fundo com espaçamentos de 2 cm (Figura 2), usando uma broca.
- Garrafão 2 - retirar o gargalo e fixar quatro parafusos com porcas que servirão como funil do neutralizador (Figura 3); retirar o fundo com corte de 1,5 cm de medida e colocar um puxador de porta de armário na tampa para facilitar o abrir e fechar durante a utilização (Figura 4), o que servirá de tampa para o neutralizador.

Tabela 1: Materiais de baixo custo utilizados.

Descrição do material	Quantidade
Garrafão acrílico de 20L	03
Suporte de mala de viagem (reutilização)	01
Torneira de bebedouro (pequena)	01
Puxador de porta de armário (pequeno)	01
Calcário e mármore (moagem)	20kg de cada
Areia branca	1kg
Maquina de serra, furadeira e brocas	01 de cada
Barras de chapa de ferro de 6cm	03
Parafusos com porcas (médios)	03
Cola de silicone	01
Lixas de 100 (grossa)	03
Chapa de ferro circular de 26cm de diâmetro	01
Serviços de soldagem (para base estrutural)	01



Figura 1: Corpo do protótipo neutralizador.



Figura 2: Furos (fundo).



Figura 3: Funil.



Figura 4: Tampa com puxador.

- Garrafão 3 – cortar 12 cm de altura (do fundo para cima); em seguida, fazer um furo a uma altura de 5 cm (de baixo para cima) para colocar uma torneira de bebedouro. Ressalta-se que, em cada etapa de corte e na perfuração, deve-se usar a lixa para retirada de pontas ásperas deixadas pela serra e a broca.

2ª Etapa - Montagem da estrutura externa do neutralizador

Deve-se construir a base móvel do neutralizador da seguinte forma: pegar um puxador de mala com rodinha, soldar numa chapa circular de ferro, que receberá a parte inferior com torneira retirada do garrafão 3, sendo fixada por parafuso; usar cola de silicone para vedar os espaços entre o acrílico da base e os parafusos. Para montar a estrutura final do neutralizador (Figuras 5 e 6), utilizar as partes cortadas dos garrafões.



Figura 5: Neutralizador (lado).



Figura 6: Neutralizador (cima).

3ª Etapa - Coleta e preparo do mármore, calcário e areia

A parte interna do neutralizador deve conter os materiais necessários para efetuar a percolação dos resíduos químicos, composta por: mármore, calcário e areia. Pode-se coletar mármore em empresa de marmorária, selecionando sobras sem utilidade nos serviços que oferecem aos seus clientes. O calcário e a areia podem ser adquiridos em empresa de materiais de construção.

O preparo dos materiais foi realizado no Laboratório de Mineração do IFAP/Campus Macapá, com o objetivo de realizar a fragmentação do mármore e do calcário coletados.

- Britagem do mármore e calcário: utilizar o britador de mandíbula para obter, ao final do processo, 20 kg de mármore e 20 kg de calcário. De acordo com Chaves e Perez (2003), a britagem pode ser definida como um conjunto de operações para fragmentação de blocos de minérios, levando-os a granulometria menor.
- Peneiramento do mármore e calcário: utilizar o agitador de peneiras, com capacidade para 3 (três) peneiras com as seguintes dimensões: 8 mesh/tyler (2,36 mm) para a primeira camada inferior; 6 mesh/tyler (3,35 mm) para a camada intermediária; e 4 mesh/tyler (4,75 mm) para a camada superior. Obter, ao final do processo, uma quantidade de aproximadamente de 2,7 kg tanto de mármore como de calcário que deverão ser distribuídos em camadas para a composição interna do neutralizador.

4ª Etapa - Montagem final do neutralizador alternativo

Para a preparação interna do neutralizador alternativo, deve-se dividir em 7 (sete) camadas, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2: Montagem da estrutura interna do neutralizador.

Camada	Descrição
1	Formada de 1cm de areia branca no fundo neutralizador
2	Colocar 3 cm granulados de mármore de 8 mesh/tyler (2,36 mm)
3	Adicionar 3 cm granulados de calcário de 8 mesh/tyler (2,36 mm)
4	Colocar 3 cm granulados de mármore de 6 mesh/tyler (3,35 mm)
5	Adicionar 3 cm granulados de calcário de 6 mesh/tyler (3,35 mm)
6	Adicionar 3 cm granulados de mármore de 4 mesh/tyler (4,75 mm)
7	Colocar 3 cm granulados de calcário de 4 mesh/tyler (4,75 mm)

A estrutura no interior do neutralizador (Figura 7), formada por camadas de mármore e calcário de tamanhos diferenciados, corrigirá a acidez através da percolação. Ela deve ser acoplada à estrutura externa, conforme Figura 8,

obtendo assim o neutralizador com dimensões de 50 cm de altura por 20 cm de diâmetro.



Figura 7: Camadas no interior do protótipo.

De forma geral, o processo de funcionamento do neutralizador alternativo (Figura 8) consiste em: adicionar o resíduo químico na parte superior do neutralizador pelo funil que, em contato com a 1ª camada (superior) de 6 cm, formada por grânulos de mármore e calcário (4 mesh/tyler), absorve o primeiro impacto de correção de acidez ou basicidade, dando início à primeira fase de neutralização da solução (ácido ou base). Em seguida, ainda em percolação, na solução da 2ª camada (intermediária), de 6 cm, formada por grânulos de mármore e calcário (6 mesh/tyler), a solução (ácido ou base) continua sofrendo a correção. Por fim, ao percorrer a 3ª camada de 6 cm, também formada por grânulos de mármore e calcário (8 mesh/tyler), ocorre a correção final de acidez/basicidade, resultando em água e sal que, em contato com a última camada feita de areia, irá separar o sal da água.

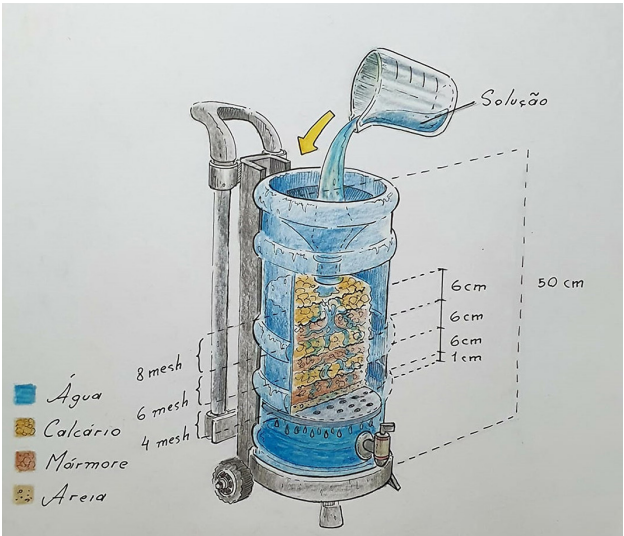


Figura 8: Esquema de Funcionalidade. Fonte: Desenho Jair Penafor (2021).

Por ser um material frágil, a estrutura formada pelos garrafões de acrílico necessita de reparos ou troca (dependendo do cuidado na utilização, isso pode ser realizado aproximadamente a cada seis meses). O descarte dos materiais que

compõem o protótipo internamente poderá ser realizado como resíduo comum, tendo em vista que, o protótipo neutraliza os resíduos ácidos e básicos. Vale salientar que soluções que impliquem na periculosidade do resíduo químico não poderão ser tratadas por este método.

Tratamento dos resíduos químicos gerados pelo Laboratório Didático Móvel (LDM)

O Laboratório Didático Móvel - LDM é um produto desenvolvido pela empresa brasileira AUTOLABOR INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, localizada no município de Palhoça/SC. O LDM (Figura 9) dispensa o uso de ambiente próprio, pois sua mobilidade e autonomia permitem que o professor o leve para a sala de aula (completo ou apenas o material necessário para ministrar a aula prática) (Autolabor, 2003).



Figura 9: LDM (Autolabor). Fonte: Galeria de imagens (Autolabor - LTDA).

Segundo Autolabor (2003), o LDM é um equipamento compacto (carrinho) com dimensões de 1,3 m de comprimento, 0,66 m de largura e 0,955 m de altura, com mobilidade, flexibilidade na acomodação dos materiais, água, energia elétrica e fonte de calor.

Inicialmente foi realizada a identificação dos reagentes (ácidos e bases) vencidos existentes no LDM, assim como o levantamento dos resíduos (ácidos e bases) gerados durante as aulas experimentais para serem posteriormente tratados com o neutralizador alternativo, conforme descrito a seguir.

Teste do neutralizador

Nesta etapa final foram realizados três experimentos para testar a eficiência do neutralizador no tratamento de resíduos químicos de soluções ácidas e básicas, utilizando vidrarias e reagentes (Tabela 3) do LDM.

No caso do descarte de resíduos (ácidos e bases), após a realização do experimento é importante que o professor faça uma explicação sobre o processo como um todo, falando do protótipo neutralizador e das reações envolvidas (pode utilizar como subsídio o item deste artigo que trata sobre neutralização), bem como ressaltar os problemas ambientais que eventualmente os resíduos dos experimentos realizados

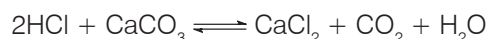
Tabela 3: Reagentes e vidrarias para teste do neutralizador.

Descrição	Quantidade
Proveta de 50 mL	01
Becker de 100 mL e de 1000mL	01
Erlenmeyer de 125 mL	01
Ácido clorídrico (20%)	200 mL
Hidróxido de sódio (40g/mol)	200 g

podem causar ao meio ambiente e à saúde humana. Após a explicação do professor, os alunos podem utilizar o neutralizador para realizar o processo de descarte dos resíduos ácidos e básicos gerados durante a aula experimental.

Experimento 1 - Teste com solução ácida.

- Objetivo: realizar a neutralização da solução ácida no protótipo neutralizador.
- Materiais e reagentes: becker de 1 L; erlenmeyer de 125 mL; ácido clorídrico (20%); água.
- Descrição experimental: preparar HCl 2,4 mol/L, adicionar no neutralizador, observar que a solução de ácido clorídrico (HCl), ao entrar em contato com o carbonato de cálcio (CaCO_3) presente na primeira camada do neutralizador, que contém granulados de mármore e calcário, sofre liberação de calor, o que pode ser observado visualmente pelos alunos através da eliminação do gás dióxido de carbono (CO_2), que diminui à medida que o líquido passa para as camadas seguintes. É importante que o aluno compreenda que a liberação de calor indica a ocorrência de uma reação química exotérmica, representada pela seguinte equação:



Dessa forma, ocorreu uma reação de neutralização do HCl, que formou o sal cloreto de cálcio (CaCl_2), mais água (H_2O), com a liberação de gás devido ao fato de ser uma reação exotérmica.

Experimento 2 - Teste com solução básica.

- Objetivo: realizar a neutralização da solução básica no protótipo neutralizador.
- Materiais e reagentes: becker de 1000 mL; becker de 100 mL; hidróxido de sódio (40g/mol); água.
- Descrição experimental: preparar 1 L de solução NaOH 2,2 mol/L e adicionar no interior do neutralizador; o aluno irá observar visualmente que não ocorrerá liberação de vapores. É importante que o aluno compreenda que a solução básica de hidróxido de sódio (NaOH), em contato com o carbonato de cálcio (CaCO_3) presente no mármore e calcário, resulta em uma reação endotérmica, ou seja, absorção de calor, representada por:



De acordo com Whangchai *et al.* (2004), o hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) formado possui elevado poder neutralizante (132%). Dessa forma, justifica-se a neutralização do NaOH, apesar de não ocorrer na reação a formação de sal mais água.

Experimento 3 - Identificação da eficiência do neutralizador.

- Objetivo: comparar as amostras líquidas obtidas após a neutralização com as respectivas soluções antes do tratamento.
- Materiais e reagentes: becker de 100 mL; erlenmeyer de 125 mL; proveta 50 mL; ácido clorídrico (20%); hidróxido de sódio (40 g/mol); extrato de repolho roxo; amostras resultantes dos experimentos 1 e 2 após a neutralização.
- Descrição experimental: preparar inicialmente o indicador natural de ácido-base, com 30 g do repolho roxo em pedaços pequenos, imersos em cerca de 50 mL de álcool etílico 96°, suficiente para cobrir todo o tecido vegetal, manter esse sistema por 10 minutos e depois filtrar, obtendo uma solução de coloração vinho. Segundo Guimarães *et. al* (2012), as substâncias presentes nas folhas de repolho roxo o fazem mudar de cor, em meio ácido ou base, são as antocianinas, pigmentos vegetais que indicam a variação de pH.

Posteriormente, deve-se preparar padrões de referência colorimétrica para análise de comparação do experimento da seguinte forma: colocar no erlenmeyer 50 mL de ácido clorídrico (HCl); colocar no becker 25 mL de hidróxido de sódio (NaOH) e, logo depois, adicionar 50 mL de extrato de repolho roxo no becker e no erlenmeyer, obtendo o seguinte padrão de referência colorimétrico: a cor avermelhada na solução ácida e a cor esverdeada na solução básica.

Colocar 20 mL do líquido resultante do experimento 1 em uma proveta de 50 mL e 20 mL do líquido resultante do experimento 2 em outra proveta de 50 mL. Em seguida, adicionar em ambas as provetas 30 mL do extrato de repolho roxo. Será observada a mudança da coloração roxa (Figura 10), indicando o pH neutro e, conseqüentemente, a neutralização dessas soluções, estando adequadas para o descarte.

O neutralizador também foi testado com os reagentes

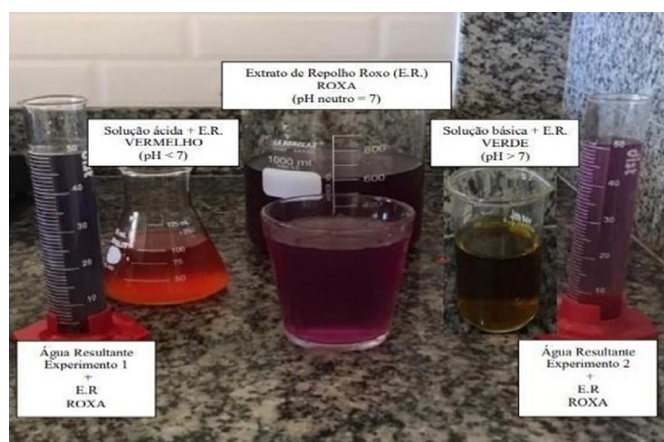


Figura 10: Análise de soluções por comparação de cores com extrato de repolho (ER).

ácidos e bases vencidos do LDM, obtendo a neutralização deles. Diante disso, o teste experimental indicou que o neutralizador alternativo obteve resultado satisfatório quanto à viabilidade de seu uso para neutralizar soluções ácidas e básicas provenientes de aulas experimentais.

Esse protótipo pode ser redimensionado para tamanhos maiores e pode ter diferentes concentrações de ácidos e bases, com isso, espera-se obter os mesmos resultados tendo em vista que a reação de neutralização continuará ocorrendo.

A escola como foco do trabalho

Discutir a questão de resíduos gerados em laboratório escolar é tratar de uma problemática polêmica em relação à saúde humana e ao meio ambiente. Sendo assim, as aulas experimentais devem não somente desenvolver o conhecimento teórico/prático, mas também desenvolver posturas de cidadania quanto ao trato correto desses resíduos químicos.

Por se tratar de substâncias perigosas para o ser humano e para o meio ambiente, necessita-se de atenção, de cuidado, de conhecimento e principalmente da conscientização das pessoas envolvidas (SEDUC/CE, 2008).

É verdade que o ambiente escolar enfrenta diariamente muitos desafios de diversas naturezas, exigindo a tomada de decisão e soluções rápidas, práticas e eficazes. Desse modo, a viabilidade técnica do neutralizador alternativo é uma proposta eficaz e de grande relevância diante da carência que as escolas apresentam para realizar corretamente o descarte de resíduos químicos.

O neutralizador tratou inicialmente soluções, ácidas e básicas, nessa perspectiva, pode avançar como instrumento técnico na realização de outras pesquisas. Segundo Machado e Mól (2008), realizar gestão de resíduos químicos ajuda a perceber que a química como ciência possui um grande compromisso ético com a vida.

Conclusões

O estudo realizado apontou que o neutralizador alternativo desenvolvido é viável para o descarte seguro de resíduos químicos, mais especificamente, é eficaz para o descarte de reagentes ácidos e básicos vencidos existentes no laboratório de ensino, bem como de soluções (ácidas e básicas) geradas durante as aulas experimentais. Além do que, pode ser construído com material de baixo custo e de fácil aquisição.

Como resultados dos testes experimentais, obteve-se pH neutro e conseqüentemente a neutralização das soluções ácidas e básicas, assim como dos reagentes vencidos, estando estes adequados para o descarte. Dessa forma, o neutralizador alternativo obteve resultado satisfatório e poderá ser utilizado em aulas experimentais visando neutralizar soluções ácidas e básicas.

Vale salientar que o neutralizador alternativo demonstrou não só a viabilidade de uso pela escola, considerando a própria necessidade de se fazer corretamente o procedimento de descarte dos resíduos de ácidos e bases, como também

da possibilidade de ser um projeto que, se aliado a um plano de gestão de resíduos químicos, pode evitar danos ao meio ambiente e prevenir acidentes.

Adriana Lucena de Sales (adriana.sales@ifap.edu.br), doutoranda em Química pela Universidade Estadual de Campinas, mestre em Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba, professora de Química no Instituto Federal de Educação, Ciência

e Tecnologia do Amapá. Macapá, AP – BR. **Darlene Do Socorro Del-Tetto Minervino** (darlene.deltetto@ifap.edu.br), doutoranda pela Universidade Tecnológica Intercontinental, mestre em Educação Agrícola pela Universidade Rural do Rio de Janeiro, professora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá. Macapá, AP – BR. **Renildo Pantoja Da Rocha** (renildo.p855@gmail.com), especialista no Ensino de Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, graduado em Biologia pela Universidade Federal do Amapá, professor de Biologia na Escola Estadual Profº Francisco Walcy Lobato Lima. Santana, AP – BR.

Referências

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada - RDC nº 222, de 28 de março de 2018. Dispõe sobre o Regulamento das Boas Práticas para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2018/rdc0222_28_03_2018.pdf, acesso em set. 2023.

AUTOLABOR, Indústria e Comércio Ltda. *Soluções inteligentes*. Santa Catarina, 2003. Disponível em: <http://autolabor.com.br>, acesso em set. 2021.

BRASIL, *Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm, acesso em set. 2021.

_____. *Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm, acesso em set. 2021.

_____. *Lei nº 11.947, de 16 de Junho de 2009*. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11947.htm, acesso em set. 2021.

_____. *Resolução CD/FNDE nº 9 de 2 de março de 2011*. Dispõe sobre os procedimentos para aquisição de materiais e contratação de serviços, com os repasses do Programa Dinheiro Direto na Escola. Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/pdde/legislacao/resolucao-cd-fnde-no-9-de-2-de-marco-de-2011.pdf>, acesso em set. 2021.

_____. *Resolução CD/FNDE nº 10 de 18 de abril de 2013*. Dispõe sobre os critérios de repasses e execução do Programa Dinheiro Direto na Escola (PDDE). Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/pdde/legislacao/resolucao-cd-fnde-no-10-de-18-de-abril-de-2013.pdf>, acesso em set. 2021.

_____. *Guia de Tecnologias Educacionais*. Organização COGETEC. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. 1ª ed. 196 p. Brasília, 2011.

BROWN, T.; LEMAY, H. E. e BURSTEN, B. E. *Química: a ciência central*. 9ª ed. Prentice-Hall, 2019.

CAVALCANTE, C. e DI VITTA, P. B. Gerenciamento de resíduos de laboratórios didáticos do Ensino Médio: Núcleo comum e Ensino Técnico. *Revista Acadêmica Oswaldo Cruz*.

p. 1-9, 2014.

CRUZ, J. B. *Laboratórios: Cursos Técnicos de Formação para os Funcionários da Educação*. Brasília: Universidade de Brasília, 2009.

FONTES, L.R. *Notas em Percolação*. Instituto de Matemática e Estatística. USP, 1996.

GIMENEZ, S. M. N.; ALFAYA, A. A. S.; ALFAYA, R. V. S.; YABE, M. J. S.; GALAO, O. F.; BUENO, E. A. S.; PASCHOALINO, M. P.; PESCADÁ, C. E. A.; HIROSSI, T. e BONFIM, P. Diagnóstico das condições de laboratório, execução de atividades práticas e resíduos químicos produzidos nas escolas de Ensino Médio de Londrina – PR, *Química Nova na Escola*, v. 23, p. 32-36, 2006.

GUIMARÃES, W.; ALVES, M. I. R. e ANTONIOSI FILHO, N. R. Antocianinas em extratos vegetais: aplicação em titulação ácido-base e identificação via cromatografia líquida/espectrometria de massas. *Química Nova*, v. 35, n. 8, p. 1673-1679. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000800030>, acesso em set. 2023.

JARDIM, W. F. *Gerenciamento de resíduos químicos*. Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Instituto de Química. Laboratório de Química Ambiental - LQA, 2018. Disponível em: <https://lqa.iqm.unicamp.br/pdf/LivroCap11.PDF>, acesso em set. 2023

MACHADO, P. F. L. e MÓL. G. S. Resíduos e Rejeitos de Aulas Experimentais: O que Fazer? *Química Nova na Escola*, n. 9. p. 1 - 4, 2008.

RAMM, J. G. *Desenvolvimento de um Programa de Gestão de Resíduos no Ensino Técnico em Química*. 2017. 221f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017.

SANTOS, W. P. L. e MÓL, G. D. *Química Cidadã: 2ª série Ensino Médio*. v. 2. 3ª edição. São Paulo: AJS, 2016.

SEDUC - CE. *Manual de descartes de produtos químicos*. CEDET/COEDP. Ceará – CE, 2008.

SENAI. RS. *Questões ambientais e Produção mais*. Porto Alegre: UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologia Limpas SENAI, 2003.

SILVA, A. F.; SOARES, T. R. S. e AFONSO, J. C. Gestão de resíduos de laboratório: uma abordagem para o ensino médio. *Química Nova na Escola*. v. 32, n. 1, p. 37 – 42, 2010.

WHANGCHAI, N.; VERONICA, P.; MIGO, P.; ALFAFARA, C.G.; YOUNG, K.H.; NOMURA, N. e MATSUMURA, M., Strategies for alkalinity and pH control for ozonated shrimp pond water. *Aquacult. Eng.* vol. 30, 1–13, 2004.

Abstract: Alternative neutralizer acid and basic waste generated in experimental classes. This article proposes a neutralizer to discard expired acid and base reagents and solution leftovers from experimental classes. The objective was to build a neutralizing prototype for the proper disposal of chemical residues (acid and basic) that can cause environmental damage to the environment and human health. The neutralizer was constructed from alternative low-cost materials (acrylic water bottles, scrapped suitcase, drinking fountain faucet, sand, marble and limestone). The results showed that the alternative neutralizer was compatible with the neutralization of acid and base solutions, generating a safe and correct disposal procedure that, combined with a chemical waste management plan, can avoid damage to the environment and prevent accidents in the school environment.

Keywords: chemical waste disposal, experimental lessons, alternative neutralizer.



Radioatividade: entre o bem e o mal

Renylson B. Lopes, Henrique N. Coutinho, Jéssica M. Rodrigues e Evelyn Jeniffer L. Toledo

Os meios de comunicação têm grande impacto na vida das pessoas, visto que a maioria das informações no dia a dia são proporcionadas por meio de canais da mídia. Diante da relevância da revista *Veja* e do tema radioatividade, nesta pesquisa analisamos como a temática é retratada à luz dos conceitos de jornalismo científico. Como resultado, observou-se que a maioria das matérias retratam a radioatividade a partir de um viés nefasto, mesmo quando atendem as funções do jornalismo científico, além de apresentarem conceitos equivocados ou vagos. Dessa forma, apontam-se alguns caminhos para que a divulgação científica seja direcionada no sentido de garantir o direito ao exercício da cidadania, como o uso de matérias jornalísticas para discussões temáticas nas salas de aula e a formação de cientistas com habilidades de comunicação com a imprensa.

► radiação, jornalismo, maniqueísmo ◀

Recebido em 13/03/2023, aceito em 24/11/2023

13

Ao longo do tempo têm ocorrido transformações nos meios de comunicação devido ao avanço tecnológico (Araujo e Fashin, 2015). Os jornais impressos, que antes eram fontes importantes de informação, cederam espaço para as mídias eletrônicas, porém, ainda exercem influência sobre a população. Entre as revistas mais populares no Brasil destaca-se a revista *Veja*, publicada pela Editora Abril.

A revista *Veja*, fundada em 1968, tem uma periodicidade semanal em que são abordadas diversas temáticas como política, economia, ciência e tecnologia. Em sua primeira edição foram vendidos aproximadamente 600 mil exemplares. Apesar de ter enfrentado inúmeras censuras, conseguiu resistir e, em março de 1986, alcançou a marca de um milhão de exemplares vendidos. Em 1997, passou a ser reproduzida na internet e, em 2017, com o crescente público digital, ultrapassou a marca de 30 milhões de visitantes mensais (Revista *Veja*, 2018). Além disso, contabilizou uma média de venda de um milhão de exemplares semanais (Sobreiro, 2017). Hoje, apesar de não disponibilizar dados atuais sobre sua circulação, é possível

verificar seu alcance nas principais redes sociais, como Instagram e Facebook, onde contava com cerca de 10 milhões de seguidores em junho de 2023.

A revista *Veja*, apesar de sua ampla circulação, é falha em garantir a qualidade de suas matérias no que tange às questões científicas. Azoubel e Abbud (2017), ao analisarem trechos de publicações da revista *Veja* que abordavam o behaviorismo radical, constataram que, apesar de Skinner ter concedido várias entrevistas à revista, apareciam erros históricos e conceituais. Bueno e Aquino (2010), ao avaliarem a temática das mudanças climáticas, observaram que pouco se discutiu sobre a questão da energia nuclear, sendo frequentemente associada a questões críticas, como rejeitos radioativos, alto custo e os perigos. Também destacaram que a abordagem era superficial e continha conceitos equivocados. Os autores chamaram a atenção para o fato de que a revista *Veja* obteve resultados mais negativos nos pontos avaliados, o que pode ser reflexo da ausência de uma editoria específica de ciência.

De acordo com as observações de Bueno e Aquino

A revista *Veja*, apesar de sua ampla circulação, é falha em garantir a qualidade de suas matérias no que tange às questões científicas. Azoubel e Abbud (2017), ao analisarem trechos de publicações da revista *Veja* que abordavam o behaviorismo radical, constataram que, apesar de Skinner ter concedido várias entrevistas à revista, apareciam erros históricos e conceituais.

(2010), a revista *Veja* abordou de forma insuficiente a energia nuclear, embora essa temática científica seja de indescritível significância para a sociedade. Isso se deve tanto ao potencial de geração de energia no país quanto à necessidade de discutir eventos como a explosão na usina nuclear em Chernobyl, na Ucrânia (Suguimoto e Castilho, 2014).

Assim, considerando a importância dos meios jornalísticos para democratização da informação e a relevância da radioatividade para a formação cidadã, nesta pesquisa analisamos como a temática foi retratada na revista *Veja*, à luz das funções do jornalismo científico propostas por Bueno (1985).

Jornalismo Científico

A difusão científica se classifica de acordo com seu público-alvo. Quando direcionada a especialistas é denominada comunicação científica ou disseminação científica. Se o objeto da disseminação for o mesmo do especialista trata-se de comunicação intrapares. Por outro lado, caso difira, será extrapares (Bueno, 1985; Bueno, 2010). Quando a difusão científica é destinada a um público não especialista, recebe o nome de divulgação científica, popularização científica ou vulgarização científica, embora possam aparentar, os termos não são pejorativos. Nesses casos, ela pode assumir diversas formas, como livros, teatro, programas de rádio, jornalismo científico e outros (Bueno, 1985; Bueno, 2010).

O jornalismo científico pode ser conceituado como:

[...] processo social que se articula a partir da relação (periódica/oportuna) entre organizações formais (editoras/emissoras) e coletividade (públicos/recepto-

res) através de canais de difusão (jornal/revista/rádio/televisão/cinema) que asseguram a transmissão de informações (atuais) de natureza científica e tecnológica em função de interesses e expectativas (universos culturais ou ideológicos). (Bueno, 1985, p.1422).

Além disso, Bueno (1985) ressalta que é simplista considerar a divulgação científica pela imprensa como equivalente ao jornalismo científico. Esse equívoco surge da própria redução do conceito de jornalismo, pois simplesmente publicizar uma informação está aquém da natureza jornalística. É necessário “incluir manifestações” (Bueno, 1985, p.1423). Refletir sobre os objetivos do jornalismo científico pode guiar a análise dos materiais veiculados e fornecer direcionamentos para aprimorá-los. Conforme proposto por Bueno (1985), existem seis funções (Quadro 1) que devem ser atendidas.

Para que essas funções sejam adequadamente atendidas é imprescindível a garantia da fidedignidade das informações, e é nesse ponto que surge o conflito entre jornalistas e cientistas. Enquanto os cientistas estão preocupados com a precisão das informações, os jornalistas nem sempre compartilham dessa mesma preocupação, uma vez que sua prática é focada em questões mercadológicas (Bueno, 2009). Essa tensão se torna mais preponderante a depender da formação do jornalista, que pode ter um conhecimento amador em assuntos científicos. Assim, não estando capacitado para essa decodificação, comete equívocos e, muitas vezes, a fim de atender à natureza comercial do seu trabalho, coloca no centro a espetacularização da notícia, desagradando a comunidade científica (Bueno, 2010).

Quadro1: Funções do Jornalismo Científico

Função	Definição
Informativa	Está implícita na própria conceituação do jornalismo científico: divulgação de fatos e informações de natureza científica e tecnológica, permitindo ao cidadão comum inteirar-se das novas descobertas da ciência e de suas implicações políticas, econômicas e socioculturais.
Educativa	Mostrar feitos e opiniões através da imprensa, que podem servir de fundamento para ideias e condutas positivas ou negativas da coletividade.
Social	Manifesta-se pela preocupação em situar a informação científica e tecnológica num contexto mais amplo. Prevê o debate dos temas de ciência e de tecnologia à luz das aspirações da sociedade e faz coincidir os interesses com os objetivos da produção e da divulgação científica. Está associada ao processo de humanização da ciência e responde pela intermediação entre a ciência (e o cientista) e a sociedade.
Cultural	Extrapola os limites da mera transmissão de fatos e resultados da ciência para contemplar uma visão crítica de sua difusão por diferentes ambientes culturais.
Econômica	Diz respeito à relação entre o desenvolvimento da ciência (e sua divulgação) e o setor produtivo. A introdução de novas tecnologias pode representar para as empresas ganhos significativos de produtividade e ser decisiva para sua sobrevivência e competitividade no mercado.
Político-Ideológica	Os compromissos político-ideológicos da ciência e da tecnologia devem estar presentes na consciência do jornalismo científico, evitando que ele funcione como mero reproduzidor.

Fonte: Adaptado de Bueno, 1985, p.1424-1427

Entre as temáticas vítimas do sensacionalismo, destaca-se a radioatividade, que tem sido espetacularizada desde os primeiros resultados. A descoberta e detecção de elementos químicos radioativos possibilitou a criação de diversos produtos à base de rádio destinados à população, conforme evidenciado por Fioresi (2020). Esses produtos prometiam melhorias na saúde e beleza. Assim, a mídia, diante da possibilidade de lucrar, ao divulgar produtos à base de rádio (Lima *et al.* 2011), colocou em risco um número incalculável de pessoas. Esses fatos ilustram o poder que a mídia tem e, portanto, a responsabilidade que deve assumir. Dessa forma, fica evidente a grande responsabilidade da mídia, uma vez que muitos desses produtos chegam aos grandes empresários e população em geral através dos meios de comunicação. Portanto, é crucial que a mídia esteja cientificamente alfabetizada e comprometida com a divulgação científica (Reis *et al.*, 2012).

Método

Realizou-se uma busca na base de dados digital da revista Veja a partir do uso dos termos “radioatividade” e “radiação”, porém, definindo-se uma restrição temporal de 2015 a 2022. A restrição temporal se deu devido à dificuldade de acesso às edições anteriores a 2015, pois a plataforma da revista não as disponibiliza de forma integral, além disso, esta pesquisa não tem cunho histórico. Dessa forma, os pesquisadores consideraram dispensável resgatar edições anteriores ao ano supracitado.

A partir dessa triagem inicial foi realizada uma leitura flutuante, a fim de identificar as matérias em que o tema era tratado como questão principal, estabelecendo quais seriam objeto de análise. Para cada uma, foi atribuído um código identificador usando a letra “M” de matéria, seguido de um número que remete à ordem cronológica, como disposto no Quadro 2.

Iniciou-se a exploração do material, classificando e agrupando as matérias em categorias temáticas. As categorias foram definidas com base nas funções do jornalismo científico propostas por Bueno (1985): informativa, educativa, social, cultural, econômica, política-ideológica. Em cada categoria foram definidas subcategorias, ou seja, a partir da extenua leitura das matérias, os textos foram agrupados em subconjuntos, de acordo com os conceitos científicos envolvidos. Além disso, outras categorias foram construídas a partir da leitura extenua das matérias: distribuição das matérias ao longo dos anos, autoria e conceitos científicos. A análise foi finalizada na terceira fase, na qual foram feitas inferências e interpretações a partir de todo o conjunto de matérias. A fim de tornar a leitura mais fluida, os títulos das categorias e subcategorias foram marcados em negrito.

Resultados

Conforme pode ser visualizado no Quadro 2 foram selecionadas 47 matérias. Inicialmente, foi realizada uma análise em relação à **distribuição das matérias ao longo dos anos** observando-se uma grande concentração em 2019, 2021 e 2022. O ano de 2019 se destacou devido a uma explosão de um míssil na Rússia. Segundo as matérias, o governo inicialmente negou a emissão de radiação nesse incidente, porém, diante dos dados apresentados por regiões vizinhas, essa narrativa se mostrou insustentável. Em 2021, a ênfase foi nos 35 anos da explosão da Usina Nuclear de *Chernobyl* e nos 10 anos do desastre nuclear de *Fukushima*. Já para o ano 2022, o destaque se deu em decorrência da guerra entre Rússia e Ucrânia.

A **autoria** dos textos também foi analisada. Das 47 matérias selecionadas, apenas 23 foram assinadas (M8-M12, M18, M21, M22, M24, M28-M31, M32-M35, M38, M39, M42-M44, M46). Os autores, em sua maioria, são jornalistas de formação (M8, M10-M12, M18, M21, M22, M28, M29, M31, M32-M35, M38, M39, M42-M44, M46). Apenas quatro, dentre as matérias assinadas, são de autores

com um contato maior com a ciência, sendo um oncologista (M24, M30), um doutor em teoria literária e literatura comparada (M9) e um jornalista com mestrado e especialização em jornalismo científico (M42). Portanto, apenas o oncologista tem alguma familiaridade com a temática em questão.

Após avaliar-se a distribuição das matérias ao longo dos últimos anos, foi realizada uma análise do conteúdo das matérias a partir das seis funções do jornalismo científico definidas por Bueno (1985) e descritas anteriormente no referencial teórico, a saber: (1) **informativa**; (2) **educativa**; (3) **social**; (4) **cultural**; (5) **econômica**; (6) **político-ideológica**. Dessa forma, as matérias foram lidas de modo extenua para que pudéssemos enquadrá-las.

A função **informativa** é remetida a uma prática intrínseca do jornalismo. Logo, se mantém no jornalismo científico tendo sido contemplada em todas as matérias analisadas, mesmo que a informação não coadunasse de maneira plena com os conceitos científicos defendidos pela ciência, o que será explicitado nas demais categorias. Essa categoria foi dividida conforme os temas das matérias: acidente de **Fukushima** (M1, M5, M18, M23, M27, M29, M32, M40), desastre de **Chernobyl** (M2, M3, M10, M19, M26), **armas nucleares** (M4, M6, M7, M13-M17, M21), **câncer** (M11, M24, M30, M31), **energia nuclear** (M8, M12, M20, M25, M28, M43), **história de cientistas** (M9, M22, M42), **guerra** (M33-M39, M41, M44-M47). Os tipos de informações apresentadas serão discutidos nos próximos tópicos, a fim de evitar a repetitividade.

Entre as temáticas vítimas do sensacionalismo, destaca-se a radioatividade, que tem sido espetacularizada desde os primeiros resultados. A descoberta e detecção de elementos químicos radioativos possibilitou a criação de diversos produtos à base de rádio destinados à população, conforme evidenciado por Fioresi (2020).

Quadro 2: Matérias selecionadas

Matéria	Ano	Código
Japão reconhece primeira vítima de radiação por acidente em Fukushima.	2015	M1
Chernobyl: pior acidente nuclear da história completa 30 anos.	2016	M2
Acidente nuclear de Chernobyl completa 30 anos.	2016	M3
Cientistas detectam radioatividade de testes nucleares de 1940.	2017	M4
Apesar de radiação, evacuados de Fukushima são instruídos a voltar para casa.	2017	M5
Coreia do Norte: teste nuclear provocou deslizamentos de terra.	2017	M6
Coreia do Norte: colapso de instalação nuclear deixou 200 mortos.	2017	M7
O nosso desastre nuclear.	2018	M8
Agora eu sou a Morte, a destruidora de Mundos.	2018	M9
'Chernobyl': a verdade e o inventado na horripilante série da HBO.	2019	M10
Água de torneira pode causar câncer, aponta estudo.	2019	M11
Evento espacial energético é ainda mais poderoso do que se pensava.	2019	M12
Aumenta venda de iodo na Rússia após explosão causar pico de radiação.	2019	M13
Rússia: nível de radiação aumentou 16 vezes após explosão em base.	2019	M14
Rússia: Explosão que matou cinco cientistas está ligada a testes de armas.	2019	M15
Rússia nega "nuvem de radiação", mas não apresenta dados sobre explosão.	2019	M16
Rússia diz que explosão de míssil ocorreu por 'gases radioativos inertes'.	2019	M17
Resíduos radioativos de Fukushima podem ser jogados no mar.	2019	M18
Incêndios na Ucrânia se aproximam da usina de Chernobyl.	2020	M19
Incêndio atinge maior usina de enriquecimento de urânio no Irã.	2020	M20
Hiroshima e Nagasaki 75 anos depois: ataques transformaram Japão e o mundo.	2020	M21
O real e a ficção em "Radioactive", a biografia de Marie Curie na Netflix.	2021	M22
Dez anos após desastre nuclear, Fukushima abre a Olimpíada no Japão.	2021	M23
Os novos estudos que prometem mudar o tratamento contra o câncer.	2021	M24
Usina nuclear chinesa investiga risco de "ameaça radiológica iminente".	2021	M25
Nos 35 anos da tragédia de Chernobyl, Ucrânia diz que URSS sabia de perigo.	2021	M26
O plano do Japão para descartar a água contaminada de Fukushima.	2021	M27
Usinas nucleares: para continuar a existir, elas terão que se reinventar.	2021	M28
Dez anos depois do desastre nuclear, Fukushima ainda luta para se reerguer.	2021	M29
Câncer de próstata, rim e bexiga: os novos remédios.	2021	M30
Pesquisadores de Yale desenvolvem injeção capaz de tratar câncer de pele.	2021	M31
Fukushima enfrenta dificuldades para liberar água contaminada no mar.	2022	M32
Forças ucranianas tentam evitar que Rússia tome usina nuclear de Chernobyl.	2022	M33
Forças russas tomam antiga usina nuclear de Chernobyl.	2022	M34
Chernobyl pode vazar? Ucrânia alerta para riscos na usina nuclear.	2022	M35
Rússia destrói laboratório de pesquisas nucleares em Chernobyl.	2022	M36
Ucrânia anuncia restabelecimento da eletricidade em Chernobyl.	2022	M37
Maior usina nuclear da Europa pega fogo após ataque russo.	2022	M38
Bolsonaro erra na política e Brasil fica sem EUA, Otan e Rússia.	2022	M39
Cidade de Fukushima permite que moradores retornem 11 anos após desastre.	2022	M40
EU vai distribuir comprimidos antirradiação na Ucrânia por perigo nuclear.	2022	M41
Telescópio coprojetado por brasileiros começa a ser instalado na Espanha.	2022	M42
As propostas do setor nuclear aos presidenciais.	2022	M43
Forças russas derretem no Sul e Elon Musk fala de paz na hora errada.	2022	M44
EUA: alegações da Rússia sobre bomba suja da Ucrânia são 'bandeira falsa'.	2022	M45
Novos ataques à maior usina nuclear da Europa colocam mundo em alerta.	2022	M46
Rússia instalou lançadores de foguete em usina nuclear, diz Ucrânia.	2022	M47

FONTE: os autores

A função **educativa**, de acordo com a conceituação de Bueno (1985), também está presente em todas as matérias jornalísticas. Nesses casos, o jornalista auxilia o público a construir opiniões oferecendo ao leitor algum comentário, seja por meio de especialistas ou órgãos governamentais. Para essa função, subdividimos os comentários em três tipos: **nefasto**, quando podemos discutir se a visão que o jornalista transmite para o leitor refere-se majoritariamente a questões ruins da radioatividade; **prático**, quando são abordadas questões positivas; e **não atende**, quando não há pontos em que a matéria apresenta classificação educativa. A única matéria que foi apresentada de modo a **não atender** a função educativa, pois não apresenta qualquer comentário sobre o fenômeno, foi a M12. Essa matéria é uma pesquisa publicada na *Nature* que identifica a explosão de uma estrela emitindo radiação gama.

As questões **nefastas** (M1- M11, M13-M23, M25-M27, M32-M38, M40, M41, M44-M47) aparecem em matérias em que a radioatividade é apresentada como maligna. Nessas matérias, a função da radiação estava associada ao risco de morte física e/ou dano psicológico. A morte, mesmo que não acontecesse de forma instantânea, como no caso de bombas e explosões, poderia ocorrer por meio de doenças. Dessa forma, as matérias indicam a necessidade de afastamento do uso da radiação no cenário nacional, tanto pelo risco quanto pelo custo. Esse caráter nefasto foi predominante em relação às matérias analisadas nesta pesquisa, assim como já havia sido observado em pesquisa similar por Bueno e Aquino (2010).

Um destaque deve ser dado à M9, na qual se descreve um físico envolvido no desenvolvimento da tecnologia da bomba atômica. Nessa matéria, fomenta-se uma imagem falaciosa de cientistas como amorais. Para isso, utiliza-se de uma fala atribuída a Sabato, físico que abandonou a carreira de cientista para se dedicar à arte: “O apocalipse nuclear pode acontecer a qualquer momento, porque (...) os homens de ciência são amorais e qualquer um deles ficaria encantado em produzir o apocalipse nuclear, não é?” (M9). Vale frisar que o autor de M9 é doutor em teoria literária. Portanto, é uma lástima que alimente visões deturpadas sobre a própria categoria, como critica Perez *et al.* (2001).

Assim, os cientistas são enquadrados como indivíduos sem noção de moral e, por isso, capazes de fazer o necessário para satisfazer a curiosidade. Esse delineamento é reforçado no texto ao falar sobre o documentário *Sob a névoa da guerra* e afirmar que Tibbets Jr., piloto do avião que lançou a bomba sobre Hiroshima, teria dito haver:

muita **curiosidade** entre os militares, **cientistas** e políticos a respeito das consequências da explosão do Little Boy. Testes haviam sido realizados em locais ermos e desérticos dos EUA, mas **todos estavam**

muito instigados para ver quais seriam os efeitos da liberação do cogumelo atômico em uma cidade real – ou melhor, em um laboratório a céu aberto (Vassoler, 2019, grifo nosso).

Embora o caráter **nefasto** tenha predominado nas 47 matérias analisadas, também foram observadas matérias com caráter **prático** (M24, M28-M31, M39, M42, M43). Nessas matérias são apresentadas possibilidade de aplicação da radioatividade. No caso de M24, M30 e M31 são apresentadas pesquisas promissoras, segundo os autores, para o tratamento de câncer. M24 e M30, escritas pelo mesmo oncologista, apresentam a possibilidade de uso de um remédio, o mesmo para ambos os textos, para o tratamento de câncer de próstata.

Há que se fazer um parêntese sobre essas duas matérias, pois o médico chama a atenção para a necessidade de prevenção, mas não aponta como ela se daria. Por outro lado, em M31, um remédio, baseado em nanopartículas para o câncer de pele, é apresentado e, junto a ele, uma descrição detalhada de como preveni-lo.

Em M28 e M29 o funcionamento de uma usina é apresentado como uma promessa para o futuro, a fim de garantir que o país não vivencie novos apagões e consiga crescer.

Em M39 menciona-se um acordo militar entre Brasil e Rússia, com transferência tecnológica na área de enriquecimento e mineração de urânio, produtos isotópicos na medicina e outros. Em M42 o autor disserta sobre a construção de um telescópio, do tipo Cherenkov, com participação brasileira para a detecção de raios gama, enfatizando-se o papel do cientista russo Pavel Cherenkov, responsável pela descoberta desse efeito, experimentalmente.

Em M43 são apresentadas demandas de empresas privadas no setor nuclear. É possível verificar no texto que empresas querem participar da conclusão da usina de Angra III, além de almejarem o fim do monopólio estatal na produção de radiofármacos.

A **função social** se refere a uma forma de contextualizar a matéria, colocando em questão o interesse do leitor. Essa categoria foi subdividida em **desconfiança**, **esperança**, **outro** e **não atende**. A **desconfiança** (M1-M11, M13-M20, M25-M27, M29, M32-M39) é uma subcategoria que indica o tipo de sentimento evocado a partir da narrativa apresentada na matéria. Ela engloba várias matérias desmentindo governos ao longo do tempo, deixando claro que eles não são dignos de confiança.

Um exemplo da **desconfiança** nas matérias aparece em textos que relataram uma explosão na Rússia (M13-M17). Inicialmente, a informação apresentada, validada pelo governo local, era de que um acidente em uma instalação militar havia ocasionado uma explosão resultando em duas mortes, mas não havia motivo para preocupação. Entretanto, essa versão foi contestada por cidades vizinhas gerando uma corrida

Embora o caráter **nefasto** tenha predominado nas 47 matérias analisadas, também foram observadas matérias com caráter **prático** (M24, M28-M31, M39, M42, M43). Nessas matérias são apresentadas possibilidade de aplicação da radioatividade.

da população para as farmácias em busca de Iodo (M13). Matérias subsequentes com declarações contraditórias do governo russo aumentaram as suspeitas sobre a veracidade do discurso oficial (M14, M15, M16). Após 20 dias, as autoridades governamentais finalmente confirmaram que a explosão foi ocasionada por gases radioativos provenientes de uma fissão nuclear (M17). Tal caso lembra o desastre em Chernobyl no ano de 1986, em que o governo censurou informações (M2, M3, M10).

A **desconfiança** gerada pelo episódio de Chernobyl é abordada na matéria M26, revelando que o governo russo já conhecia os perigos da usina, mas não tomou medidas preventivas e demorou 36 horas para ordenar a evacuação, agravando a situação. Em 13 de abril de 2020 (M19), um incêndio causado por um morador próximo a Chernobyl colocou em risco os resíduos armazenados na usina e a radiação absorvida pelas plantas na região. Membros do governo, em uma tentativa de não diminuir o fluxo de turistas gerado pelo lançamento da série Chernobyl da HBO (*Home Box Office*), alegaram que tudo estava dentro dos limites de normalidade, mesmo após o chefe interino do serviço de inspeção ecológica da Ucrânia publicar no *Facebook* que a radiação havia subido para além da normalidade. Como desfecho, a publicação foi retirada do ar. Não há como negar que isso reforça muito a desconfiança.

A insegurança em relação ao governo não se limita apenas à Rússia. No Japão, após o acidente de Fukushima, o Ministério da Saúde admitiu que a radiação era a causa provável de câncer em um trabalhador da usina (M1). No entanto, em 2017, as autoridades ameaçaram retirar a ajuda financeira aos evacuados da região, alegando que era seguro retornar (M5). Além disso, o governo japonês planejava despejar tanques com água contendo material radioativo no mar. Apesar dos protestos (M18), ele seguiu com o plano (M27, M29, M32), provavelmente para desabonar a empresa responsável pelo material. Nos Estados Unidos ocorreu situação semelhante (M4), indígenas foram autorizados a voltar para Ilhas Marshall, apesar dos níveis de cério radioativo e plutônio serem significativos, décadas após testes com armas nucleares nessa ilha.

No Irã um incêndio na maior usina de enriquecimento de urânio local (M20) levantou suspeitas de sabotagem, mas o governo nega e alega vazamento de gás em um galpão vazio. Na Coreia do Norte (M6, M7) um teste com bomba causou um terremoto, mas autoridades governamentais negam elevação nos níveis de radiação, enquanto a China contradisse essa afirmação. Na China houve um vazamento de gás de fissão em uma usina, e um grupo de manutenção acusou o governo de aumentar os limites aceitáveis de radiação para encobrir a situação (M25). Em M9 coloca-se a desconfiança nos cientistas argumentando que a sociedade deve esperar pelo pior deles. Em M8 a construção de uma usina nuclear

A **desconfiança** gerada pelo episódio de Chernobyl é abordada na matéria M26, revelando que o governo russo já conhecia os perigos da usina, mas não tomou medidas preventivas e demorou 36 horas para ordenar a evacuação, agravando a situação.

no Brasil é associada à corrupção alimentando a desconfiança em relação aos políticos. Em M11 incita-se a desconfiança da população em relação aos governantes pela falta de fiscalização da água americana.

Algumas matérias (M21-M24, M30, M31, M40) foram enquadradas na subcategoria denominada **esperança**, pois são apresentados comentários que são um alento aos corações, mesmo quando o cenário é de tragédia. Por exemplo, em M21 uma pesquisa revela que o apoio ao uso das bombas em Hiroshima e Nagasaki diminuiu ao longo dos anos. Em 1945, 85% da população americana apoiava o ataque, enquanto em 2015, eram 56%. Em M22 destaca-se o impacto do machismo na vida de Marie Curie que, apesar das dificuldades, obteve sucesso. Essa narrativa pode inspirar mulheres a seguirem carreira científica. Em M23 e M40 destaca-se a recuperação de Fukushima, possibilitando que parte da população retorne gradualmente para a região. Em M24, M30 e M31 são reportados novos medicamentos para o tratamento do câncer, doença que afeta muitas pessoas no mundo.

As matérias em que a função social foi atendida, mas que não se enquadraram em nenhuma das categorias, foram alocadas na subcategoria **outro** (M28, M42, M43). A primeira delas se refere à energia nuclear no Brasil como o futuro do país, caso ele queira crescer sem se efetivar como grande emissor de gases estufas. Na M42 explora-se a instalação de um telescópio Cherenkov coprojetado por brasileiros, colocando o país na linha de desenvolvimento de instrumentação para a astronomia de raios gama. Na matéria M43 apresenta-se o interesse do setor privado na mineração de urânio, na construção de Angra 3 e na produção de radiofármacos, de modo a romper com o monopólio estatal.

A matéria M12, por não atender a função social, foi incluída na subcategoria **não atende**, pois apenas divulga uma pesquisa que identificou a explosão de uma estrela gigante liberando radiação gama no espaço. Não há comentários sobre a possibilidade de essa radiação chegar à nossa atmosfera ou se há alguma implicação na vida das pessoas. Provavelmente, esse não atendimento à função social se deu porque a jornalista não consultou qualquer assessoria científica, conforme já havia sido observado por Bueno e Aquino (2010) em pesquisa semelhante. Apenas houve uma decodificação da publicação original da *Nature*. Além disso, não apresenta a referência para que os interessados possam consultar a publicação primária.

A **função cultural** do jornalismo científico, defendida por Bueno (1985), visa proteger a sociedade dos impactos negativos que a tecnologia pode trazer para uma cultura. Repelindo a ideia de neutralidade científica, essa categoria foi subdividida em **medo**, **questões positivas** e **não atende**, sendo que apenas em M12 o autor **não atende** a função cultural do jornalismo científico, porque a ideia central da

matéria é apresentar informações sem qualquer discussão.

A subcategoria denominada **medo** (M1-M11, M13-M23, M25-M27, M29, M32-M41, M44-M47) destaca a percepção de que acidentes nucleares são incontroláveis e/ou causam danos duradouros. A radioatividade é associada a tragédias com impacto além das fronteiras. A falta de confiança nas entidades envolvidas e a demora nos processos de indenização aumentam a sensação de medo. Das 47 matérias, 85% abordam essa perspectiva revelando uma cultura de medo.

A subcategoria **questões positivas** abrange apenas 7 matérias (M24, M28, M30, M31, M39, M42, M43) nas quais se exploram as possibilidades de uso positivo da radioatividade, como o uso da energia nuclear para evitar apagões (M28), transferência tecnológica no ciclo de enriquecimento de urânio, conclusão de Angra III, produtos isotópicos para medicina e outros (M39).

A **função econômica** reflete o impacto do desenvolvimento da ciência no setor produtivo de uma sociedade, podendo inclusive acelerar a chegada de tecnologia no setor produtivo. Essa foi dividida em **prejuízos, energia nuclear, pesquisas, outros, não atende**, sendo que apenas nas matérias M9, M12 e M20 os autores **não atendem** à função econômica, por não abordarem sobre o assunto.

De forma geral, há um alto custo em vidas e dinheiro, resultando em inúmeros **prejuízos** (M1-M7, M10, M13-M19, M21, M23, M25-M27, M29, M32-M38, M40, M41, M44-M47). Governos e empresas priorizam minimizar prejuízos financeiros, mesmo que isso signifique sacrificar vidas (M5, M10, M13-M17, M19, M21, M26, M33-M36, M38, M40). Casos como Chernobyl ilustram o governo omitindo informações para proteger a economia (M26). Ainda hoje, diante de um incêndio próximo à zona de exclusão (M19), o governo priorizou as visitas turísticas ao invés da segurança da população. No caso de Fukushima, as autoridades governamentais tiveram dificuldade em reconhecer o adoecimento dos trabalhadores (M1) e agora estão obrigando-os a retornarem para a região afetada, apesar dos riscos (M5, M40). Além disso, autorizaram a empresa responsável a despejar a água contaminada no mar (M18, M27, M29, M32), aumentando o prejuízo financeiro e psicológico dos pescadores e população local.

O constructo **Energia nuclear brasileira** abarca três matérias (M8, M28, M43). Na primeira (M8), fala-se sobre o gasto elevado para se finalizar Angra III, o alto custo de produção estimada da energia e o caso de corrupção investigado pela Lava Jato, atribuído ao vice-almirante e ex-presidente da Eletronuclear. A segunda (M28) vincula a produção de energia nuclear ao crescimento econômico do país para alcançar o nível dos países desenvolvidos. Também ressalta que o ideal é que isso aconteça na forma de centrais de reatores de pequeno porte como a *TerraPower*, financiada por, entre outros, o empresário Bill Gates. A terceira matéria

(M43) é sobre as propostas do setor nuclear privado feitas aos candidatos à presidência do Brasil no ano de 2022. O setor solicita uma maior flexibilização das atuais regras, permitindo que eles também possam explorar o potencial radionuclear brasileiro.

A subcategoria **pesquisas** (M11, M24, M30, M31) trata de decodificações dos trabalhos científicos recentemente publicados que têm impacto direto na vida da população. É o caso da matéria M11, na qual pesquisadores identificaram que na água da torneira há 22 substâncias cancerígenas, incluindo urânio e rádio, sugerindo que a população cobre do Estado um melhor tratamento da água antes de ser distribuída. Já as demais matérias nessa categoria referem-se aos avanços nas pesquisas para o tratamento de câncer.

Há três matérias que não se enquadram nos **outros** constructos, mas que atendem a função econômica. São elas: M22, M39, M42. Na matéria M22, explicita-se o esforço de Marie Curie para financiar máquinas de Raio-X portáteis, a fim de auxiliar os médicos durante a guerra, pois ela entendia que a vida vale mais do que qualquer dinheiro. Assim, a cientista pôde averiguar o estado dos soldados, evitando que os médicos realizassem cirurgias exploratórias. Já na matéria M39 apresenta-se um acordo de cooperação técnica entre Brasil e Rússia para o desenvolvimento do setor nuclear.

No entanto, segundo M39, esse acordo está paralisado devido à atual guerra entre a Rússia e a Ucrânia. Em M42 apresenta-se um telescópio que foi coprojetado por brasileiros, sendo este um importante passo para a inserção

do país na indústria astronômica de raios gama.

A função **político-ideológica**, conforme abordada por Bueno (1985), é considerada a soma das outras funções, com vistas a combater a alienação da audiência. Dessa forma, ela foi subdividida em **alerta, cuidado e não atende**. Em M12 o autor **não atende** a essa função da mesma forma que não atendeu às anteriores. Portanto, embora esteja em uma revista jornalística, é possível afirmar que não se trata de jornalismo científico de fato, conforme defendido por Bueno (1985).

As matérias com caráter de **alerta** impulsionam a população a se atentar para os riscos envolvidos no uso da radiação, a não confiar cegamente no governo e nos cientistas, e à possibilidade de caminharmos para uma nova guerra mundial (M1-M11, M13-M23, M25-M29, M32-M38, M40, M41, M44-M47). No entanto, isso pode alienar a audiência ao fazer crer que há apenas riscos e malefícios.

A subcategoria **cuidado** (M24, M30, M31, M39, M42, M43) refere-se a matérias nas quais se ressalta que o Brasil está à margem das pesquisas e do acesso aos tratamentos disponíveis nos países desenvolvidos, demandando mais atenção às políticas de desenvolvimento de tecnologia no setor radioativo.

Outra categoria analisada foi intitulada **conceitos científicos**. Ela se refere a matérias em que são apresentadas palavras

A função político-ideológica, conforme abordada por Bueno (1985), é considerada a soma das outras funções, com vistas a combater a alienação da audiência. Dessa forma, ela foi subdividida em **alerta, cuidado e não atende**.

relacionadas a entidades químicas. Foram identificadas 15 entidades químicas distribuídas em 19 das 47 matérias. São elas: Césio (M4, M17), Plutônio (M4), Arsênio (M11), Urânio (M9, M11, M20, M21, M28, M38, M39, M43), Rádio (M11, M22), Iodo (M13, M41), Estrôncio (M17), Bário (M17), Lantânio (M17), Trítio (M27, M32), Lutécio (M24, M30, M39), Polônio (M22), Hidrogênio (M10), Chumbo (M10), Boro (M10), Actínio (M39), Iodeto de potássio (M41, M44), elétrons (M42), pósitrons (M42), raios gama (M12, M42). Infelizmente, apenas a função do iodeto de potássio foi brevemente explicada na matéria M44. Os demais conceitos não foram explicados nas matérias em que aparecem.

Por fim, a última categoria analisada, denominada **termos da radioatividade**, diz respeito a palavras-chave utilizadas para abordar o fenômeno. Foram identificados 15 termos: isótopos (M4, M14, M16, M17, M27, M32, M39), meia vida (M17, M19), fusão (M9), fissão (M9, M17, M25, M28, M29), radionuclídeo (M27, M36), radiofármacos (M43) estrela de nêutrons (M12), desnuclearização (M21), nanopartículas (M31), quimioterápico (M30, M31), quimioterapia (M22, M24, M30, M31), zona ou perímetro de exclusão (M1, M2, M5, M19, M36, M40), cogumelo atômico (M9, M21), liquidadores (M2), enriquecimento de urânio (M20, M39), unidades de medidas [milisieverts, nanograys e becquerel] (M1, M5, M6, M14, M27).

No que se refere à expressão *isótopos* (M4, M14, M16, M17, M27), apenas M4 a explica, porém de forma superficial. A expressão *meia-vida* é explicada em M17, mas utiliza termos técnicos sem conceituá-los, o que pode ser confuso para o leitor leigo no assunto. Além disso, M19 equivocadamente afirma que a radioatividade possui meia-vida em vez de dizer que os átomos dos elementos químicos têm meia-vida. O termo radionuclídeo (M27, M36) é adequadamente explicado em M36. No entanto, os termos fusão (M9), fissão (M9, M17, M25, M28, M29), estrela de nêutrons (M12), desnuclearização (M21), nanopartículas (M31), quimioterápico (M30, M31), quimioterapia (M22, M24, M30, M31), enriquecimento de urânio (M20, M39), unidades de medidas (milisieverts, nanograys e becquerel) não foram explicados nas matérias. A única menção é feita em M22 ao explicar que a quimioterapia é um tratamento para o câncer.

Em relação à zona ou perímetro de exclusão (M1, M2, M5, M19, M36, M40), apenas em M1 e M40 não é apresentada uma definição. No entanto, é importante ressaltar que elas não explicam o tempo que essa região deve permanecer evacuada, como a área foi definida ou o próprio motivo da existência dela. Quanto ao termo cogumelo atômico (M9, M21), enquanto em M9 apenas aparece como citação, em M21 uma definição é apresentada, mas não há explicação sobre o motivo de a nuvem adquirir tal formato. No caso da

expressão liquidadores (M2), embora o autor defina como “pessoas que ajudaram a atenuar os efeitos da emissão em massa da radiação”, não se explica como isso foi feito.

Em resumo, é possível observar que os conceitos científicos apresentados nas matérias raramente são acompanhados de explicações adequadas e, quando ocorrem, são superficiais. Essa falta e/ou inadequação de explicações em matérias da revista *Veja* já havia sido observada por Bueno e Aquino (2010), Azoubel e Abbud (2017). Embora isso possa criar uma barreira ao leitor da revista em questão, pode ser utilizado pelos professores da educação básica de modo a demandar que os seus estudantes pesquisem e expliquem os termos que não estão claros, além de corrigirem possíveis equívocos.

Uma forma de caminhar nessa direção é associar esta pesquisa com o artigo de Nunes e Mesquita (2022), pois as

Em resumo, é possível observar que os conceitos científicos apresentados nas matérias raramente são acompanhados de explicações adequadas e, quando ocorrem, são superficiais. Essa falta e/ou inadequação de explicações em matérias da revista *Veja* já havia sido observada por Bueno e Aquino (2010), Azoubel e Abbud (2017).

categorias aqui elencadas coadunam com os fatores detectados por Nunes e Mesquita (2022) em uma pesquisa documental referente aos artigos publicados nas revistas *Química Nova na Escola*, *Revista Virtual de Química* e *Química Nova*. Revistas vinculadas à Sociedade Brasileira de Química.

O uso de ambas as publicações pode ser excelente aliado no ensino da temática na educação

básica e na formação de jornalistas que pretendam trabalhar com divulgação científica. Dessa forma, recomendamos que professores façam uso desses trabalhos de forma cruzada e, assim, utilizem simultaneamente as matérias aqui expostas e os artigos citados em Nunes e Mesquita (2022), a fim de elucidar, por meio de debates na sala de aula, conceitos equivocados e vagos sobre a temática apresentada.

Considerações finais

Na presente pesquisa constatou-se que a maioria das matérias analisadas atenderam as funções do jornalismo científico, entretanto, quando analisamos a forma como essas funções são contempladas, percebemos o reforço de uma visão maniqueísta em que a radioatividade é tratada quase sempre como pernicioso. Além disso, os conceitos expostos nas matérias aparecem de modo equivocado e/ou superficial. A visão negativa acerca da temática somada à limitação científica dos conceitos envolvidos pode contribuir de forma negativa para o exercício da cidadania, já que o público sendo bombardeado apenas com uma versão simplista e deformada da temática é alienado das informações necessárias para uma participação ativa na sociedade.

Entre os caminhos que podemos apontar, está a contratação de assessoria científica por parte da imprensa, investimento na formação de cientistas para que desenvolvam habilidades de se comunicar com a imprensa, formação básica em ciência para jornalistas e o uso de matérias jornalísticas

por parte dos professores da educação básica conjuntamente com artigos científicos que façam uso de uma linguagem acessível, tais como os presentes nas revistas vinculadas à Sociedade Brasileira de Química.

Renilson Braga Lopes (rbl.quimica@gmail.com), licenciado em Química pela Universidade de Brasília. Brasília, DF – BR. **Henrique do Nascimento Coutinho**

(henricoten@gmail.com), licenciado em Química pela Universidade de Brasília. Brasília, DF – BR. **Jéssica Magalhães Rodrigues** (jess.magalhaes@outlook.com), licenciada em Química pela Universidade de Brasília, mestrande em Educação em Ciências (PPGEduC-UnB). Brasília, DF – BR. **Evelyn Jeniffer de Lima Toledo** (jeniffer.toledo@gmail.com), licenciada (UFLA), mestre (USP), doutora (UFSCar) em Química. Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências (PPGEduC-UnB), Universidade de Brasília. Brasília, DF – BR.

Referências

ARAUJO, N. C. e FACHIN, J. Evolução das fontes de informação. *Revista do Instituto de Ciências Humanas e da Informação*, v.29, n.1, p.81-96, 2015. Disponível em: <http://www.repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/6982/5-%205463-15446-1-RV%202%20-ok%20juliana%20fachin%20final.pdf?sequence=1>, acesso em abr. 2020.

AZOUBEL, M. S. e ABBUD, G. M. (Im)posturas jornalísticas: incompreensões da Revista Veja sobre B. F. Skinner. *Temas em Psicologia*, v. 25, n. 1, p. 181-192, 2017. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X2017000100012, acesso em nov. 2021.

BUENO, L. O. e AQUINO, A. R. Análise do tema mudanças climáticas no contexto das ciências e da divulgação científica. *Revista Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento*, v.12, n.2, 2010. Disponível em: <http://repositorio.ipen.br/handle/123456789/4586>, acesso em jan. 2022.

BUENO, W. C. Jornalismo científico: conceito e funções. *Ciência e Cultura*, v.37, n.9, p. 1420-1427, 1985.

BUENO, W. C. Jornalismo científico: revisitando o conceito. In: VICTOR, C.; CALDAS, G. e BORTOLIERO, S. (Org.). *Jornalismo científico e desenvolvimento sustentável*. São Paulo: All Print, p.157-78, 2009.

BUENO, W. C. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. *Informação & Informação*, v.15, n.1esp, p.1-12, 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/6585>, acesso em abr. 2020.

FIORESI, C. A. *Circulação da Divulgação Científica em Livros Didáticos de Química: a Textualização da Radioatividade enquanto Fato Científico*. 2020. XXf. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/220456>, acesso

em jun. 2023

LIMA, R. S.; PIMENTEL, L. C. F. e AFONSO, J. C. O Despertar da radioatividade ao alvorecer do século XX. *Química Nova na Escola*, v.33, n.2, p.93-99, 2011. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_2/, acesso em jun. 2020.

NUNES, L. D. e MESQUITA, N. A. da S. O tema radioatividade nas Revistas da SBQ e as possíveis contribuições para o ensino de radioatividade na educação básica. *Química Nova na Escola*, v.44, n. 4, p.401-409, 2022. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc44_4/04-CCD-18-22.pdf, acesso em jan. 2023.

PÉREZ, D. G.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A. e PRAIA, J. Para uma imagem não deforma do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v.7, n.2, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/DyqhTY3fY5wKhZFW6jD6HFJ/abstract/?lang=pt>, acesso em jan. 2022.

REIS, N. A.; OLIVEIRA, A. S. e SILVA, E. L. Contribuições da radioatividade para o desenvolvimento das teorias atômicas de Thomson a Rutherford: um debate histórico epistemológico no ensino de química. Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química/ X Encontro de Educação Química da Bahia, 2012. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7548/5334>, acesso em jun. 2020.

Revista VEJA. Os 50 anos de VEJA: uma linha do tempo. 2018. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/brasil/os-50-anos-de-veja-uma-linha-do-tempo>, acesso em jun, 2023.

SOBREIRO, P. Qual a revista de maior circulação no Brasil? E no mundo? *Revista Super Interessante*. 2017. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/qual-a-revista-de-maior-circulacao-no-brasil-e-no-mundo/>, acesso em abr. 2020.

SUGUIMOTO, D. Y. L. e CASTILHO, M. A. Chernobyl – a catástrofe. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, v.12, n.2, p.316-322, ago./dez.2014. Disponível em: http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/1506/pdf_209, acesso em mai. 2020.

Abstract: *Radioactivity: between good and evil.* The media have a huge impact on people's lives has a great impact, since most of the information in everyday life is provided through media channels. Given the relevance of Veja magazine and the radioactivity theme, this research we analyze how the theme is portrayed in the light of scientific journalism concepts. As a result, it was observed that most of the articles portray radioactivity from harmful angle, even when they fulfill the functions of scientific journalism, in addition to presenting wrong or vague concepts. In this way, some ways are pointed out so that scientific dissemination is directed towards guaranteeing the right to exercise citizenship, such as the use of journalistic articles for thematic discussions in the classrooms and the training of scientists with communication skills with the press.

Keywords: Radiation. Manichaeism. Journalism

Análises de videoaulas de Química do programa “Se Liga na Educação” exibidas em 2021 durante a pandemia de Covid-19

Taynara de Souza e Mario R. Barro

Durante a pandemia de Covid-19, o estado de Minas Gerais disponibilizou videoaulas do programa “Se Liga na Educação” para os alunos estudarem em casa. O objetivo deste trabalho é analisar as videoaulas de Química exibidas pelo programa no ano de 2021. Agrupamos as videoaulas em 8 categorias de acordo com suas características. Selecionamos uma videoaula representativa de cada categoria para ser analisada com base na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), nos aspectos pedagógicos e no conteúdo químico. As videoaulas apresentam vários segmentos que se aproximam dos princípios da TCAM e alguns segmentos que se distanciam dos princípios da coerência, redundância, segmentação e pré-treinamento. Além de disso, as videoaulas se restringem à exposição de conteúdos, sendo que alguns conteúdos químicos apresentam inadequações.

► videoaulas de Química, ensino médio, pandemia de Covid-19 ◀

Recebido em 10/02/2023, aceito em 15/09/2023

22

Em 2020, devido à pandemia de Covid-19, houve a suspensão das atividades escolares presenciais em todo o Brasil, seguindo as orientações da Organização Mundial de Saúde (OMS) para promover o distanciamento social e tentar conter a disseminação da doença.

A Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEE/MG) implementou o Regime de Estudo não Presencial, direcionado para o Ensino Fundamental e Ensino Médio da rede estadual, que consistiu no desenvolvimento e utilização de ferramentas para dar continuidade à rotina de estudos nesse período de aulas não presenciais (Minas Gerais, 2020).

Uma dessas ferramentas foi o programa “Se Liga na Educação”, transmitido pelo canal público educativo de televisão Rede Minas. Cabe destacar que esse programa já existia antes do Regime de Estudo não Presencial e foi adaptado para apresentar videoaulas que priorizavam conteúdos que os alunos tinham mais dificuldades. O programa foi exibido no período da manhã, de segunda a sexta-feira, nos dias úteis, seguindo uma programação distribuída por área do conhecimento. Além do canal

de televisão, o programa ainda podia ser acessado pelos estudantes via outras ferramentas: o aplicativo “Conexão Escola” e pela página *web* do “Estude em Casa” (Minas Gerais, 2021).

Apesar de apresentarem semelhanças, as videoaulas

possuem características que as diferem das aulas presenciais, tais como a utilização da mídia audiovisual, a interação assíncrona ou ausência de interação com os alunos e a possível utilização simultânea de várias linguagens visuais que podem ser combinadas com o áudio (Camargo *et al.*, 2011).

Poucos estudos vêm sendo realizados no sentido de ana-

lisar videoaulas de Química (Fidelis e Gibin, 2016; Almeida *et al.*, 2018; Souza *et al.*, 2020). Contudo, essas análises podem gerar informações relevantes que os professores devem considerar no momento de construção das videoaulas (Barrére, 2014).

Neste trabalho, tivemos como objetivo analisar videoaulas de Química do programa “Se Liga na Educação” exibidas no ano de 2021, tendo como base os princípios da

Apesar de apresentarem semelhanças, as videoaulas possuem características que as diferem das aulas presenciais, tais como a utilização da mídia audiovisual, a interação assíncrona ou ausência de interação com os alunos e a possível utilização simultânea de várias linguagens visuais que podem ser combinadas com o áudio (Camargo *et al.*, 2011).

Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), seus aspectos pedagógicos e seus conteúdos de Química. Devido à utilização dessa teoria em outros trabalhos com o objetivo de analisar e avaliar videoaulas (Rodrigues *et al.*, 2019; Santana *et al.*, 2022), e por não haver um referencial específico para essa finalidade, optamos por utilizá-la para verificar aspectos da apresentação multimídia.

Cabe destacar que, dos trabalhos publicados sobre a implementação do ensino remoto pelo governo de Minas Gerais durante a pandemia (Coelho e Oliveira, 2020; Oliveira *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2022), poucos estão relacionados à Química (Rezende e Furlani, 2022; Custódio, 2021) e nenhum analisa videoaulas na perspectiva do presente trabalho.

Percorso Metodológico

Para a realização deste trabalho, utilizamos a metodologia de pesquisa qualitativa, uma vez que buscamos a obtenção de dados descritivos sobre as videoaulas, com o intuito de compreender sua complexidade, sem buscar enumerar ou quantificá-los (Flick, 2009).

Utilizamos como fonte de coleta de dados a página do “Estude em Casa”, que possuía o link do programa “Se Liga na Educação” contendo a programação e os arquivos das videoaulas de Química (Minas Gerais, 2021). Realizamos o levantamento das videoaulas de Química presentes na programação exibida durante o ano de 2021.

A princípio, assistimos apenas alguns momentos das videoaulas. Coletamos dados para caracterizar essas videoaulas de acordo com os seguintes critérios baseados nos trabalhos de Gomes (2008) e Barrére (2014): tempo de duração; indicação do público para o conteúdo; professor apresentador; modelo de videoaula; acessibilidade e recurso de ensino.

Em um segundo momento, selecionamos um conjunto de videoaulas representativo de todas as videoaulas de Química exibidas em 2021 no programa “Se Liga na Educação”, utilizando como critérios três características identificadas anteriormente: o professor apresentador; a indicação do público para o conteúdo e o recurso de ensino. Essas características foram escolhidas, pois percebemos que variações nelas geram efeitos diferentes nos aspectos pedagógicos da videoaula, permitindo distingui-las umas das outras.

Correlacionamos os três critérios, o que gerou combinações entre as variações das três características. Agrupamos as videoaulas que se enquadram em cada combinação e assim obtivemos grupos de videoaulas que se assemelham em relação ao professor apresentador, à indicação do público para o conteúdo e ao recurso de ensino. Desse modo, consideramos que as videoaulas pertencentes ao mesmo grupo são semelhantes em relação às suas principais características.

Selecionamos uma videoaula de cada grupo, de modo

que cada videoaula representasse o seu grupo de características, sem que houvesse repetição dos conteúdos químicos, garantindo que cada videoaula tratasse de um conteúdo químico diferente.

Para analisar as videoaulas selecionadas, assistimos cada uma separadamente quantas vezes fossem necessárias, coletando dados para análise em relação aos princípios da TCAM (Mayer, 2009), aos aspectos pedagógicos (Barrére, 2014) e ao conteúdo químico (Gomes, 2008).

Referencial Teórico

Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia

A TCAM é uma teoria que trata de como as pessoas aprendem por meio de palavras e imagens e é fundamentada nos pressupostos de canais duplos, capacidade limitada e processamento ativo (Mayer, 2009).

O pressuposto de *canal duplo* considera que os humanos processam as informações por meio do canal visual, que inicia o processamento das informações captadas pelos olhos, e do canal auditivo, que inicia o processamento das informações captadas pelos ouvidos.

A *capacidade limitada* consiste na ideia de que os humanos são limitados na quantidade de informações que podem ser processadas em cada canal ao mesmo tempo. E o *processamento ativo* pressupõe que os humanos se envolvem ativamente no processamento cognitivo para construir

uma representação mental coerente de sua experiência, envolvendo a seleção de palavras e imagens relevantes, a organização dos materiais selecionados e a integração das representações baseadas em palavras e em imagens.

Os princípios da TCAM consistem em métodos aplicados no planejamento de apresentações multimídia que visam auxiliar os processamentos cognitivos que acontecem durante o processo de aprendizagem (Mayer, 2009). Apresentamos no Quadro 1, a seguir, os 12 princípios da TCAM e uma breve descrição de cada princípio.

Resultados e Discussão

Como resultado do levantamento, encontramos 68 videoaulas de Química exibidas no programa “Se Liga na Educação” no ano de 2021.

Em relação ao tempo de duração, constatamos que as videoaulas apresentam tempos de duração próximos a 20 minutos, variando entre 18m26s e 21m16s. De acordo com a classificação de tempo de duração proposta por Barrére (2014), consideramos que as videoaulas do programa “Se Liga na Educação” têm tempo de duração longo (até 20 minutos) e muito longo (acima de 20 minutos).

Em relação à indicação do público para o conteúdo,

Selecionamos uma videoaula de cada grupo, de modo que cada videoaula representasse o seu grupo de características, sem que houvesse repetição dos conteúdos químicos, garantindo que cada videoaula tratasse de um conteúdo químico diferente.

Quadro 1: Princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.

Princípios	Descrição
Coerência	Os estudantes aprendem melhor quando a apresentação multimídia não contém materiais estranhos.
Sinalização	Os estudantes aprendem melhor quando a apresentação multimídia contém sinais que destacam a organização do material essencial.
Redundância	Os estudantes aprendem melhor com apresentação de imagens e narração do que com apresentação de imagens, narração e texto escrito.
Contiguidade espacial	Os estudantes aprendem melhor quando palavras e imagens correspondentes são apresentadas próximas umas das outras na página ou na tela.
Contiguidade temporal	Os estudantes aprendem melhor quando narração e imagens correspondentes são apresentadas simultaneamente.
Segmentação	Os estudantes aprendem melhor quando a apresentação é dividida em segmentos ao invés de uma unidade contínua.
Pré-treinamento	Os estudantes aprendem melhor quando conhecem os nomes e as características dos conceitos dos materiais essenciais.
Modalidade	Os estudantes aprendem melhor com imagens e narração ao invés de imagens e texto escrito.
Multimídia	Os estudantes aprendem melhor por meio de palavras e imagens do que por meio apenas de palavras.
Personalização	Os estudantes aprendem melhor com palavras no estilo de conversação ao invés de palavras no estilo formal.
Voz	Os estudantes aprendem melhor quando a narração é falada por uma voz humana ao invés de uma voz de máquina.
Imagem	Os estudantes não necessariamente aprendem melhor quando a imagem do professor está ou não na tela.

observamos que a distribuição do conteúdo em relação ao público ao qual é destinado não é feita de forma igualitária para os anos do Ensino Médio e para a preparação para o ENEM. Dentre as 68 videoaulas, 29 videoaulas foram indicadas à preparação para o ENEM, 19 videoaulas foram indicadas ao público do 3º ano, 11 videoaulas foram indicadas ao público do 1º ano e 9 videoaulas foram indicadas ao público do 2º ano.

Em relação ao professor apresentador, constatamos que elas foram apresentadas por 4 professores diferentes, que representamos ao longo do texto pelas letras A, B, C e D. Cada videoaula é apresentada por um único professor, sendo que cada professor apresentou uma quantidade diferente

de videoaulas nesse período. O professor A apresentou 19 videoaulas, o professor B apresentou 29, o professor C apresentou 14 e o professor D apresentou apenas 6.

Todas as videoaulas seguem um único modelo, que corresponde à intercalação de momentos que exibem o professor discursando em frente à câmera, em um cenário físico, com momentos de captura de tela com narração do professor. Os momentos de captura de tela, exibem os mesmos *slides* que são exibidos no monitor do cenário físico. As intercalações entre os dois modelos ocorrem diversas vezes ao longo da videoaula, o que promove um dinamismo para a exibição (Pereira e Magalini, 2017; Melillo e Kawasaki, 2013).

Quanto à acessibilidade, todas as videoaulas do programa apresentam janela de intérprete de Língua Brasileira de Sinais (Libras), que é exibida durante todo o tempo do vídeo, localizada no canto inferior direito da tela. Essa característica busca garantir aos estudantes portadores de deficiência auditiva o acesso ao conteúdo das videoaulas. A utilização da janela com intérprete de Libras foi prevista no Decreto nº 5.296/2004, que regulamentou a Lei 10.098/2000, sobre normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida (Brasil, 2004).

Em relação aos recursos de ensino, todas as videoaulas utilizaram um monitor interativo, que é composto por uma tela sensível ao toque, permitindo a interação com o dedo ou com uma caneta específica. Apenas duas videoaulas utilizaram modelos moleculares e outras duas videoaulas utilizaram experimentação.

A partir dos critérios estabelecidos, selecionamos 8 videoaulas representativas de todas as videoaulas exibidas em 2021 para serem analisadas.

Apresentamos, no Quadro 2, as combinações entre as características, o título das videoaulas selecionadas em cada grupo e um código numérico de identificação para as videoaulas.

Análise das videoaulas com base na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia

Submetemos as videoaulas à análise, tendo como parâmetro os segmentos das videoaulas se aproximarem ou se distanciarem dos princípios da TCAM, considerando que os processos cognitivos acontecem a cada segmento da apresentação multimídia. Portanto, se um segmento da videoaula se distanciou de um princípio não quer dizer que toda apresentação está inadequada em relação às premissas daquele princípio.

Em relação ao princípio da coerência, identificamos em todas as videoaulas segmentos que se distanciaram desse princípio, pois incluíram materiais irrelevantes nas apresentações. Constatamos que imagens irrelevantes foram incluídas em pelo menos um segmento de todas as videoaulas.

Nos segmentos da videoaula 7, as imagens de balanças e de símbolos químicos, e nos segmentos da videoaula 3, as

Professor	Indicação	Recurso	Título da videoaula selecionada	Código de identificação
A	3º ano	Monitor	Pilhas e baterias	1
		Monitor e modelos	Isomeria espacial	2
B	ENEM	Monitor	Os gases e suas transformações	3
C	1º ano	Monitor	Polaridade das substâncias	4
		Monitor e experimentação	Funções inorgânicas	5
		Monitor e modelos	Ligações químicas	6
	2º ano	Monitor	Grandezas químicas	7
D	2º ano	Monitor	O que é equilíbrio químico	8

imagens de cilindros de gás (Figura 1), balão e termômetros podem até parecerem interessantes e terem relação com o tema das videoaulas, mas não foram mencionadas durante a explicação, se tornando irrelevantes para o processo de aprendizagem (Mayer, 2009).

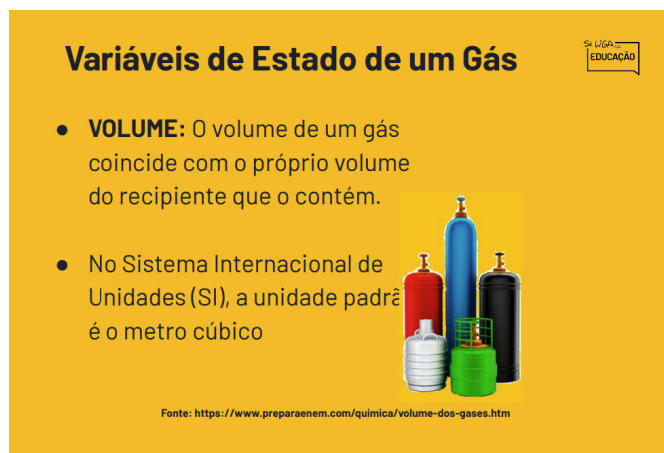


Figura 1: Imagem irrelevante incluída na videoaula 3.

Outra situação que aconteceu nos segmentos das videoaulas foi a presença de imagens que atuam como detalhes sedutores. Ilustrações como lâmpada, alvo e flecha, avatar, caderno e alto-falante não têm relação com os objetivos de ensino e podem atrair a atenção do estudante (Figura 2). Quando o estudante foca sua atenção nesses materiais, a carga cognitiva que seria gasta em processamento de materiais essenciais é gasta com materiais irrelevantes, criando processamento estranho (Mayer, 2009).

As passagens longas de texto escrito, que foram incluídas em segmentos das videoaulas 1 e 3, possuem muitas palavras que não têm relação direta com o tema da aula e não precisariam estar escritas na tela (Figura 3). As palavras escritas são inicialmente processadas no canal visual e competem com as imagens. Esses segmentos poderiam ser melhorados se as passagens de texto fossem reduzidas ou substituídas apenas por palavras-chave relacionadas ao tema das videoaulas (Mayer, 2009).

Em relação ao princípio da sinalização, identificamos em

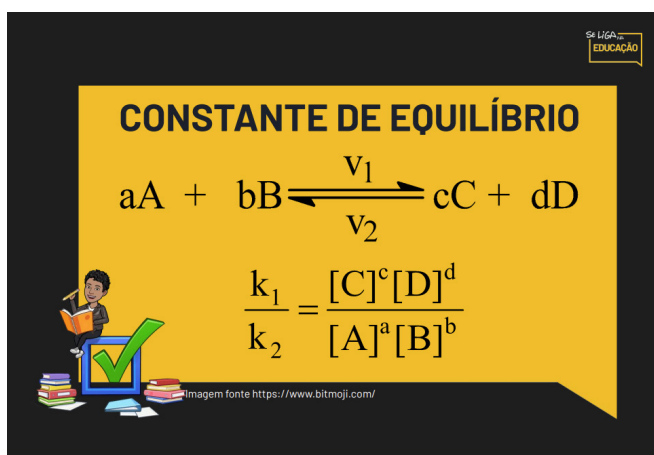


Figura 2: Imagem irrelevante incluída na videoaula 8.



Figura 3: Passagem de texto irrelevante incluída na videoaula 1.

todas as videoaulas segmentos que se aproximaram desse princípio, pois incluíram no mínimo dois tipos de sinais visuais, sendo eles: círculos em palavras ou imagens, setas em palavras ou imagens, palavras em negrito, sublinhadas ou com distinção de cores e gestos de apontar (Figura 4). Nas videoaulas 1, 2 e 8 foram incluídos sinais verbais dos tipos: esboço, com frases ditas no início da aula sobre os principais pontos da aula; e ênfase vocal, com pronúncia de palavras mais lentas e mais altas. Alguns desses sinais

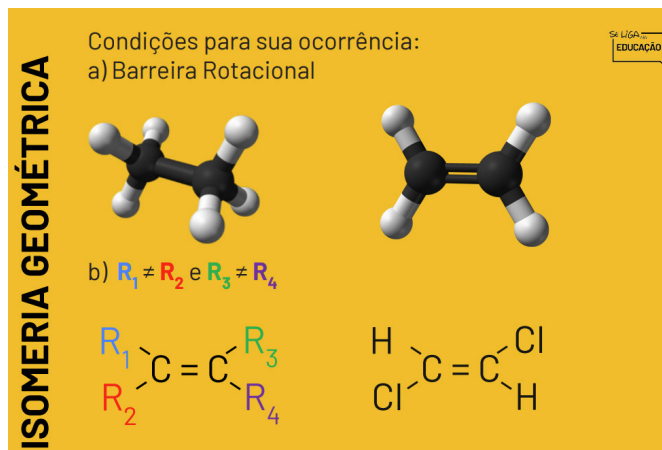


Figura 4: Sinal visual incluído na videoaula 2.

já estavam prontos nos *slides*, outros foram incluídos pelos professores ao longo das explicações.

Segundo Mayer (2009), os sinais podem reduzir o processamento estranho, uma vez que destacam os materiais essenciais, fazendo com que os estudantes se concentrem mais neles do que em materiais irrelevantes e podem ajudar no processo de seleção, chamando a atenção do estudante para as partes importantes, e no processo de organização, ajudando o estudante a construir representações mentais com as informações selecionadas.

Identificamos nas videoaulas 1, 2, 3, 7 e 8 segmentos que contêm imagem, narração e texto escrito e nas videoaulas 4 e 6 segmentos que contêm apenas narração e texto escrito, sendo que, dentre todas elas, as videoaulas 1, 4, 6 e 8 apresentaram narração correspondente às palavras do texto escrito. Desse modo, essas videoaulas apresentaram segmentos que se distanciaram do princípio da redundância. Apenas a videoaula 5 não apresentou segmentos redundantes.

Essas situações podem causar processamento estranho, pois os estudantes podem gastar recursos cognitivos na tentativa de comparar os fluxos de entrada de texto escrito e falado. Além disso, ao processar imagem e texto escrito, o canal visual pode ficar sobrecarregado ao ter que fazer a varredura de todas as informações na tela. Esse processamento estranho pode gastar recursos cognitivos que deveriam ser utilizados no processamento de materiais essenciais (Mayer, 2009).

Para minimizar a redundância nesses casos, poderia ser avaliada uma reelaboração dos *slides* no sentido de reduzir os textos escritos para menos palavras, considerando que a melhor maneira de apresentar o material verbal é por meio de texto falado, para não competir com o processamento das imagens no canal visual (Mayer, 2009).

Em relação ao princípio da contiguidade espacial, não identificamos nas videoaulas segmentos que se distanciaram desse princípio, pois apresentaram as imagens no mesmo *slide* das palavras que as descrevem (Figura 5). Desse modo, os estudantes não precisam dedicar recursos cognitivos para realizar buscas na tela para encontrar uma imagem correspondente a uma frase escrita, e podem dedicar esses recursos aos processamentos essenciais e generativos (Mayer, 2009).



Figura 5: Apresentação integrada na videoaula 2.

Em relação ao princípio da contiguidade temporal, identificamos apenas um segmento na videoaula 4 que se distanciou desse princípio, pois apresentou uma imagem e sua narração em tempos diferentes. Podemos considerar que essa videoaula contém um segmento que corresponde a uma apresentação sucessiva, uma vez que o segmento de tempo 12m21s apresentou a narração sobre geometria molecular e a apresentação do *slide* contendo imagens e palavras escritas sobre esse assunto aconteceu sucessivamente, no segmento de tempo 13m01s.

Nesse segmento, os processamentos no canal auditivo acontecem antes dos processamentos do canal visual. Esse tipo de apresentação pode desfavorecer a aprendizagem, pois apenas uma pequena parte do que foi processado antes permanece na memória de trabalho quando o outro processamento começa. Desse modo, os estudantes podem ter dificuldade em construir conexões entre as informações verbais e visuais (Mayer, 2009).

Em relação ao princípio da segmentação, a maioria das videoaulas se distanciou desse princípio, pois não dividiu o conteúdo em partes. Identificamos apenas nas videoaulas 2 e 8 a divisão do conteúdo em partes apresentadas sequencialmente. Nessas videoaulas, os professores fizeram uma indicação verbal ao mudar para outra parte do conteúdo. Na videoaula 2, além da menção na fala do professor, a separação dessas partes também foi indicada por um *slide* que apresentou uma capa para a segunda parte.

Os estudantes que assistem às videoaulas pelo canal de televisão não conseguem realizar pausas no tempo, ficando impossibilitados de gerenciar o ritmo de estudo. Já os estudantes que acessam as videoaulas pelo aplicativo “Conexão Escola” ou pelo site “Estude em Casa” (Minas Gerais, 2021) têm a opção de pausar o tempo da videoaula e completar os processos cognitivos de organização e integração antes de ir para a próxima parte. Assim, esses estudantes podem se engajar mais nos processamentos cognitivos do material essencial da videoaula (Mayer, 2009).

Em relação ao princípio do pré-treinamento, identificamos nas videoaulas 1, 2 e 4 segmentos que se aproximaram desse princípio, pois forneceram conhecimento prévio de

conceitos importantes para a aula ao relembrar conceitos estudados em videoaulas anteriores.

Ao fornecer um segmento para relembrar um conhecimento prévio, o professor pode auxiliar os estudantes a não ficarem sobrecarregados ao terem que processar, além dos termos novos, os conceitos relacionados. Isso acontece porque o pré-treinamento divide o processamento essencial em dois episódios, um durante o pré-treinamento e outro durante a aula principal. Assim, o pré-treinamento pode ajudar os estudantes a não ficarem sobrecarregados ao precisarem usar seus recursos cognitivos limitados para processar todas as informações (Mayer, 2009).

Em relação ao princípio da modalidade, todas as videoaulas se aproximaram desse princípio, pois criaram apresentações utilizando imagens e narração em vez de imagem e texto escrito. Ao apresentar as palavras em forma de narração, o professor pode auxiliar os estudantes a não sobrecarregarem o canal visual ao ter que processar as imagens e as palavras escritas. A modalidade equilibra a carga entre os canais, de modo que as informações verbais são processadas no canal auditivo, não competindo por recursos cognitivos com as imagens que são processadas no canal visual (Mayer, 2009).

Cabe destacar que as videoaulas incluíram palavras escritas nas apresentações de *slides*, entretanto elas não substituíram toda a narração, isto é, mesmo em segmentos que apresentaram texto escrito no *slide*, a narração também foi utilizada. Desse modo, as palavras escritas foram utilizadas em concordância com outros princípios, como o princípio da contiguidade espacial.

Em relação ao princípio da multimídia, todas as videoaulas apresentaram segmentos contendo imagens e palavras, escritas e narradas, se aproximando desse princípio. Podemos considerar que todas as videoaulas são apresentações multimídia, pois incluíram imagens (estáticas e animadas) e palavras (escritas e narradas). As apresentações multimídia fazem com que as representações verbais e visuais correspondentes sejam processadas e se mantenham na memória de trabalho ao mesmo tempo. Isso pode auxiliar os estudantes a se envolverem no processamento generativo e construir conexões entre palavras e imagens (Mayer, 2009).

Cabe destacar que o princípio da multimídia por si só não garante a aprendizagem. Para tanto, ele deve ser utilizado em concordância com os outros princípios, como o princípio da coerência. A videoaula 3 pode exemplificar essa situação, pois, apesar de atender ao princípio da multimídia, contendo imagens e palavras, não atendeu ao princípio da coerência, pois apresentou imagens irrelevantes para a aula, conforme a Figura 1.

Em relação ao princípio da personalização, todas as videoaulas se aproximaram desse princípio, pois apresentaram narrações contendo palavras no estilo de conversação. As videoaulas analisadas apresentaram mais narrações utilizando pronomes como “eu”, “você”, “nós” do que narrações apenas

em terceira pessoa para explicar os conteúdos.

Além disso, identificamos segmentos nas videoaulas 1, 2 e 5 em que o professor fez comentários direcionados aos estudantes durante as explicações, o que também corresponde a uma técnica do estilo de conversação, atendendo também ao princípio da personalização.

Ao aproximar a apresentação mais ao estilo de conversação do que ao estilo formal, o professor pode estimular os estudantes a se dedicarem mais a compreender o que ele está dizendo, uma vez que a resposta social nos estudantes pode aumentar o processamento cognitivo ativo (Mayer, 2009).

Em relação ao princípio da voz, identificamos em todas as videoaulas a narração feita por voz humana ao invés de voz de máquina, se aproximando desse princípio. Nas videoaulas analisadas, as narrações foram realizadas pelos próprios professores. A voz humana provoca mais a sensação de presença social do que a voz sintetizada por computador. Assim, como o princípio da personalização, o princípio da voz também pode estimular a resposta social dos estudantes e aumentar o processamento cognitivo ativo (Mayer, 2009).

Em relação ao princípio da imagem, identificamos em todas as videoaulas momentos que apresentaram a imagem do

professor na tela e momentos que não apresentaram a imagem do professor na tela, se aproximando parcialmente desse princípio. A imagem do professor pode atrapalhar os estudantes a prestarem atenção no material relevante da aula. Sendo assim, o desperdício

de recursos cognitivos pode gerar mais prejuízos do que os benefícios gerados pela resposta social dos estudantes (Mayer, 2009).

Nas videoaulas analisadas, as imagens dos professores foram retiradas da tela nos momentos de ênfase na explicação, sendo que nesses momentos apenas os *slides* foram exibidos. Já nos momentos em que os professores faziam apontamentos e gestos com as mãos, suas imagens foram apresentadas. Apontar com as mãos corresponde a um sinal visual do princípio da sinalização, sendo assim esse comportamento pode auxiliar os estudantes a direcionarem a atenção para os materiais relevantes. Podemos inferir que o uso da imagem do professor nas videoaulas pode afetar a aprendizagem dos estudantes, de acordo com a TCAM, dependendo se o momento requer foco de atenção nas imagens dos *slides* ou não.

A partir da análise com base na TCAM, constatamos que todas as videoaulas analisadas apresentam segmentos que se aproximam dos princípios da sinalização, da contiguidade espacial, da modalidade, da multimídia, da personalização, da voz e da imagem. Além disso, 7 videoaulas apresentam segmentos que se aproximam da contiguidade temporal.

No entanto, todas as videoaulas apresentam segmentos que se distanciam da coerência, sendo que em 7 videoaulas há segmentos que se distanciam da redundância, 6 videoaulas não apresentam a segmentação do conteúdo e 5 videoaulas não forneceram pré-treinamento.

Cabe destacar que o princípio da multimídia por si só não garante a aprendizagem. Para tanto, ele deve ser utilizado em concordância com os outros princípios, como o princípio da coerência.

Quanto ao critério aspectos pedagógicos, proposto por Barrère (2014), buscamos identificar e analisar estratégias e instrumentos pedagógicos utilizados nas videoaulas. Quanto ao critério conteúdo, proposto por Gomes (2008), buscamos identificar e analisar a qualidade científica dos conteúdos químicos das videoaulas.

Em relação aos aspectos pedagógicos, identificamos diferentes estratégias e instrumentos utilizados pelos professores nas videoaulas. A estratégia mais utilizada foi a resolução de exercícios, presente nas videoaulas 1, 2, 3 e 8. As questões foram retiradas das apostilas que também fazem parte das ferramentas do Regime de Estudo Não Presencial, os “Planos de Estudo Tutorado” (PETs) e exames de vestibulares.

Podemos inferir que os exercícios propostos nas videoaulas analisadas não envolveram a resolução de problemas, uma vez que buscaram revisar conceitos ou aplicar expressões matemáticas que foram abordados na aula. Os exercícios colocam as questões a serem respondidas de forma explícita e podem ser resolvidos de forma imediata, tendo respostas já estabelecidas. Por outro lado, os problemas colocam obstáculos nos enunciados que exigem reflexão para serem solucionados, além de possibilitar múltiplas respostas que dependem do contexto em que o problema se insere (Fernandes e Campos, 2017).

Assim, a resolução de exercícios exige menos do estudante do que a resolução de problemas, pois os estudantes não têm a necessidade de mobilizar seus conhecimentos e buscar novas informações para solucionar as questões adequadamente (Fernandes e Campos, 2017).

A resolução de exercícios já foi identificada em videoaulas de Química por outros autores. Segundo eles, apresentar resolução de exercícios é uma característica que assemelha as videoaulas às aulas presenciais tradicionais (Fidelis e Gibin, 2016; Souza *et al.*, 2020).

As videoaulas 2 e 6 utilizaram modelos moleculares. Na videoaula 6, os modelos moleculares utilizados foram em plástico, sendo que as esferas representaram os átomos e as hastes representaram as ligações químicas. O professor utilizou os modelos apenas para mostrar que a ligação covalente foi representada por hastes relativamente mais longas, que a ligação covalente dupla foi representada por duas hastes curvadas e que a ligação iônica foi representada por hastes relativamente mais curtas.

Na videoaula 2, os modelos moleculares utilizados foram em isopor e madeira, sendo que as esferas de isopor representaram os átomos e os palitos de madeira representaram as ligações químicas. Nessa videoaula, o professor utilizou os

modelos para explicar sobre a barreira rotacional que ocorre nas moléculas com dupla ligação entre carbonos. Para isso, o professor apresentou um modelo de uma molécula com ligação simples e um modelo de uma molécula com ligação dupla, e comparou a possibilidade de rotação de cada uma.

A manipulação de modelos do tipo bola-vareta auxilia o aluno a desenvolver a espacialidade das representações moleculares, que é uma habilidade cognitiva muito importante para a compreensão dos fenômenos químicos na dimensão submicroscópica. Esses modelos criam oportunidade para o aluno ter percepção tridimensional, que não é possível reconhecer a partir de representações de fórmulas moleculares (Giordan, 1999).

Comparando a utilização dos modelos moleculares nas videoaulas 2 e 6, embora os modelos tenham sido mais explorados na videoaula 2, podemos inferir que eles foram utilizados de forma demonstrativa em ambas as videoaulas.

Na videoaula 8, o professor utilizou uma simulação, que também é considerada um modelo, porém constitui uma forma de visualizar objetos moleculares por meios computacionais. O objeto molecular é uma representação da entidade molecular que corresponde ao que se supõe ocorrer na di-

mensão submicroscópica da matéria, não sendo, assim, um retrato da realidade (Giordan e Góis, 2005). A simulação utilizada é do Simulador PhET Colorado da Universidade do Colorado (PhET, 2022) e consistiu em um sistema que representou uma reação química reversível nos momentos iniciais e após atingir o equilíbrio químico.

Ainda na videoaula 8, o professor utilizou uma analogia para explicar o estado de equilíbrio dinâmico. Na explicação, o pro-

fessor compara a situação de uma pessoa cavando um buraco e outra pessoa jogando a terra de volta ao buraco, ambas na mesma velocidade, com a situação de uma reação química reversível que atinge o estado de equilíbrio.

As analogias podem ser uma estratégia válida para o ensino do equilíbrio químico devido à complexidade e à abstração do conceito. Na videoaula 8, a analogia conseguiu abranger a natureza dinâmica do equilíbrio químico, a igualdade de velocidade no equilíbrio e a reversibilidade, mas não conseguiu abordar outros aspectos do equilíbrio, como a dedução de uma constante, a alteração do equilíbrio pela aplicação do princípio de Le Châtelier e a influência de um catalisador em um sistema em equilíbrio (Raviolo e Garritz, 2008).

Nas videoaulas 1 e 2, os professores apresentaram macetes com o intuito de auxiliar os alunos a memorizarem os conteúdos químicos. Na videoaula 1, o professor apresentou a palavra “pipocar” como um macete para memorização da frase “na pilha polo positivo cátodo reduz”, para que

A manipulação de modelos do tipo bola-vareta auxilia o aluno a desenvolver a espacialidade das representações moleculares, que é uma habilidade cognitiva muito importante para a compreensão dos fenômenos químicos na dimensão submicroscópica. Esses modelos criam oportunidade para o aluno ter percepção tridimensional, que não é possível reconhecer a partir de representações de fórmulas moleculares (Giordan, 1999).

os alunos saibam responder qual processo químico ocorre no polo positivo da pilha. Na videoaula 2, o professor apresentou a frase “quando estão no mesmo plano, estão juntos, e quando estão em planos opostos estão separados”, enfatizando que a letra “z” na palavra “juntos” remete ao isômero “Z” e a letra “e” na palavra “separados” remete ao isômero “E”, para que os alunos memorizem a distinção dos isômeros “E” e “Z”.

Segundo Lima *et al.* (2011), memorizar uma definição correta não garante a compreensão das muitas relações nela envolvidas. Portanto, a memorização desses macetes não conduz o aluno à aprendizagem, uma vez que não garante a compreensão desses conceitos.

Na videoaula 5, o professor realizou uma atividade experimental que consistiu em testes de condutividade em diferentes materiais. A atividade experimental nessa videoaula teve um caráter mais demonstrativo, uma vez que consistiu na observação dos fenômenos pelos estudantes que atuaram passivamente no processo e o professor assumiu o papel de experimentador (Santos e Menezes, 2020). Em uma atividade experimental gravada não é possível a participação prática dos alunos. No entanto, o professor pode levantar questionamentos sobre os fenômenos observados.

As videoaulas 4 e 7 não apresentaram estratégias ou instrumentos além da definição de conceitos e uso de exemplos, que são características da exposição de conteúdo. Cabe destacar que identificamos a definição de conceitos e uso de exemplos em todas as videoaulas, mas nas outras videoaulas o tempo de duração não foi exclusivamente dedicado à exposição de conteúdo, contendo momentos que tentaram utilizar outras estratégias ou instrumentos.

Em relação ao conteúdo químico, identificamos nas videoaulas inadequações em conceitos, em fórmulas e em equações químicas. Identificamos nas videoaulas 1, 3, 5, 7 e 8 inadequações em relação às representações químicas apresentadas nos *slides*, que não seguiram as convenções para escrita das fórmulas e das equações químicas.

Na videoaula 7, um dos *slides* apresentados contém a fórmula molecular do gás carbônico escrita com número 2 sobrescrito (CO^2), quando deveria estar subscrito (CO_2). Outro *slide* apresentado contém a fórmula do íon cloreto com o sinal de menos (-) na linha do texto (Cl-), enquanto deveria estar sobrescrito (Cl^-).

Na videoaula 3, um dos *slides* apresentados contém a fórmula molecular do gás hidrogênio com o número 2 na linha do texto (H_2), quando deveria estar subscrito (H_2).

Ainda na videoaula 3, outro *slide* não considerou a análise dimensional nas anotações do cálculo matemático. A análise dimensional consiste em multiplicar ou dividir as unidades entre si, junto com os valores numéricos correspondentes. Dessa forma, as unidades equivalentes são canceladas e

é possível verificar os resultados e buscar possíveis erros. Assim, a análise dimensional ajuda a garantir que os resultados dos cálculos estejam nas unidades adequadas (Brown *et al.*, 2016).

Na videoaula 1, um dos *slides* apresentados contém equações químicas sem os símbolos que indicam o estado físico das espécies envolvidas. Além disso, esse *slide* contém os símbolos que indicam as cargas dos íons com o sinal antecedendo ao número (Figura 6). Os símbolos que apresentam o sinal depois do número, por convenção, indicam a carga dos íons, enquanto os símbolos que apresentam o sinal antes do número indicam, por convenção, o número de oxidação (Almeida *et al.*, 2018).

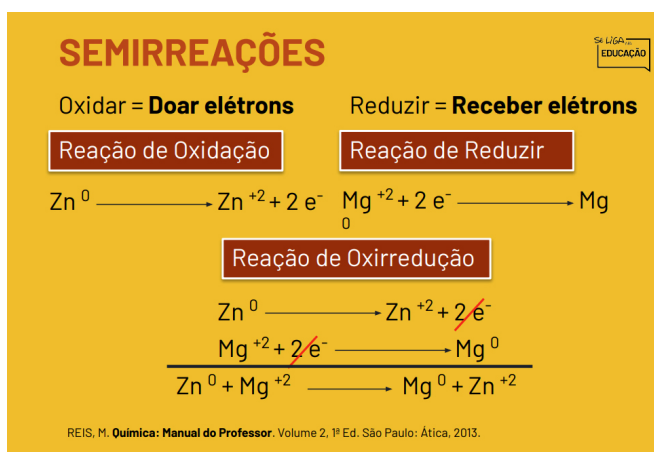


Figura 6: Inadequações nas equações químicas na videoaula 1.

Na videoaula 8, três *slides* contêm equações químicas com duas setas inteiras que apontam em sentidos opostos para representar o equilíbrio dinâmico das reações reversíveis. Entretanto, o equilíbrio dinâmico deve ser representado nas equações por duas meias-setas apontadas em sentidos opostos (Brown *et al.*, 2016).

Identificamos inadequações durante as explicações nas videoaulas 4, 5, 6 e 7. Na videoaula 7, o professor apresentou o conceito de mol afirmando que “a quantidade de átomos, moléculas e partículas são indicadas utilizando o termo mol, que é equivalente à dúzia.” Ao utilizar o termo “equivalente” o professor estabeleceu uma relação de igualdade entre os conceitos de “mol” e “dúzia”, o que pode levar os estudantes a uma concepção alternativa desse conceito. Uma maneira de resolver essa inadequação seria buscar estabelecer uma relação

de similaridade entre os conceitos, substituindo o termo “equivalente” por outro, como “similar”, “parecido”.

Na videoaula 6, o professor utilizou a regra do octeto para justificar a ocorrência das ligações químicas. De acordo com Brown *et al.* (2016) a regra do octeto pode ser útil para a introdução dos conceitos básicos de ligação química,

Segundo Lima *et al.* (2011), memorizar uma definição correta não garante a compreensão das muitas relações nela envolvidas. Portanto, a memorização desses macetes não conduz o aluno à aprendizagem, uma vez que não garante a compreensão desses conceitos.

entretanto possui limitações. Segundo Mortimer *et al.* (1994), uma explicação melhor para a estabilidade nas ligações químicas seria por meio do abaixamento da energia potencial do sistema.

Nas videoaulas 5 e 6, o professor utilizou o modelo fundamentado no “mar de elétrons” que explica apenas a mobilidade dos elétrons, desconsiderando suas interações e o potencial eletrostático devido aos núcleos atômicos (Carvalho e Justi, 2005).

Na videoaula 4, o professor definiu os conceitos de sólidos covalentes e substâncias moleculares, respectivamente, como “substâncias formadas pela ligação covalente entre os átomos” e “substâncias formadas por moléculas”. Essas definições não abordaram o que de fato tornam esses conceitos diferentes. Nos sólidos moleculares, átomos ou moléculas neutras são unidas por forças intermoleculares, conferindo a esses sólidos as características de serem macios e terem pontos de fusão relativamente baixos. Já os sólidos covalentes consistem em átomos unidos em grandes redes por meio de ligações covalentes, o que os tornam mais duros e com ponto de fusão mais elevados do que os sólidos moleculares (Brown *et al.*, 2016).

Na videoaula 4, o professor ainda apresentou termos incorretos durante a explicação. Em um momento, o professor falou “dois elementos químicos: o hidrogênio e o cloro”, para se referir à molécula de água, e “geometria geométrica”, para se referir à geometria molecular. Nos dois casos, os erros foram corrigidos em seguida pelo professor. Assim como Almeida *et al.* (2018), consideramos que esses deslizos na fala não deveriam estar presentes na videoaula, pois poderiam ser percebidos e retirados durante a sua edição.

Na videoaula 5, o professor apresentou a notação do íon hidrônio como íon (H^+), tanto na explicação como na representação no *slide*. A notação apresentada durante a

explicação e no *slide* é inadequada, pois na ionização do ácido clorídrico em água, os íons H^+ (aq) interagem com os pares de elétrons não ligantes de átomos de oxigênio das moléculas de água formando o íon hidrônio [H_3O^+ (aq)]. A notação H^+ (aq) pode ser usada por simplicidade ou conveniência, entretanto a notação H_3O^+ (aq) representa melhor a realidade (Brown *et al.*, 2016).

Considerações Finais

Podemos concluir que as videoaulas de Química do programa “Se Liga na Educação” exibidas no ano de 2021 apresentam vários segmentos que se aproximam e alguns que se distanciam dos princípios da TCAM. Apresentam pouca utilização de instrumentos e estratégias pedagógicas, restringindo-se à exposição de conteúdos, sendo que alguns

Podemos concluir que as videoaulas de Química do programa “Se Liga na Educação” exibidas no ano de 2021 apresentam vários segmentos que se aproximam e alguns que se distanciam dos princípios da TCAM. Apresentam pouca utilização de instrumentos e estratégias pedagógicas, restringindo-se à exposição de conteúdos, sendo que alguns dos conteúdos químicos apresentam inadequações em conceitos e representações.

dos conteúdos químicos apresentam inadequações em conceitos e representações. No entanto, essas inadequações foram pontuais e não comprometem por inteiro o conteúdo das videoaulas. A partir dos resultados das análises, levantamos pontos positivos e pontos que podem ser melhorados nas videoaulas. Sendo assim, este trabalho pode contribuir na formação inicial e continuada de professores, visto que pode auxiliar na seleção e na produção de videoaulas, considerando os

princípios da TCAM, os instrumentos e as estratégias pedagógicas e os conteúdos de Química.

Taynara de Souza (taynarasouza07@gmail.com), licenciada e mestra em Química pela Universidade Federal de Alfenas. Alfenas, MG – BR. **Mario R. Barro** (mrbarro@gmail.com), bacharel e licenciado em Química pela Universidade Federal de São Carlos, mestre em Ciências pelo Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, doutor em Ciências pelo Departamento de Química da UFSCar e professor adjunto do Instituto de Química da Universidade Federal de Alfenas. Alfenas, MG – BR.

Referências

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.

BARRÉRE, E. Videoaulas: aspectos técnicos, pedagógicos, aplicações e bricolagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 3; JORNADA DE ATUALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 3, 2014, Dourados. *Anais [...]*. Dourados, 2014.

BRASIL. Decreto nº 5.296/2004. Regulamenta as Leis nº 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de

dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a implementação da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, DF, 2 dez. 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm, acesso em out. 2021.

BROWN, T. L.; LeMAY Jr., H. E.; BURSTEN, B. E.; MURPHY, C. J.; WOODWARD, P. M. e STOLTZFUS, M. W. *Química: a ciência central*. Trad. E. Lopes; T. Jonas e S. M. Yamamoto. 13ª ed. São Paulo: Pearson, 2016.

CAMARGO, L. D. V. L.; GAROFALO, S. e COURASOBRINHO, J. Migrações da aula presencial para a videoaula: uma análise da alteração de mídiu. *Quaestio*, v. 13, n. 2, p. 79-91, 2011.

CARVALHO, N. B. e JUSTI, R. S. Papel da analogia do “mar de elétrons” na compreensão do modelo de ligação metálica. *Enseñanza de las Ciencias*, n. extra, p. 1-4, 2005.

COELHO, J. I. F. e OLIVEIRA, B. R. O programa de educação remota em Minas Gerais: uma análise dos efeitos da implementação do regime de estudos não presenciais. *Revista de Ciências Humanas*, v. 20, n. 2, p. 54-72, 2020.

CUSTÓDIO, M. M. *Análise das concepções e das dificuldades dos professores da educação básica sobre o ensino de Química durante o ensino emergencial remoto*. 2021. Monografia (Graduação em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, MG, 2021.

FERNANDES, L. S. e CAMPOS, A. F. Tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n. 3, p. 458-482, 2017.

FIDELIS, J. P. S. e GIBIN, G. B. Contextualização como estratégia didática em vídeo-aulas de química. *Revista Virtual de Química*, v. 8, n. 3, p. 716-723, 2016.

FLICK, U. *Introdução à Pesquisa Qualitativa*. Trad. J. E. Costa. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2009.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43-49, 1999.

GIORDAN, M. e GÓIS, J. Telemática educacional e ensino de química: considerações sobre um construtor de objetos moleculares. *Linhas Críticas*, v. 11, n. 21, p. 285-301, 2005.

GOMES, L. F. Vídeos didáticos: uma proposta de critérios para análise. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 89, n. 223, p. 477-492, 2008.

LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JÚNIOR, O. e CARO, C. M. Formação de conceitos científicos: reflexões a partir da produção de livros didáticos. *Ciência & Educação*, v. 17, p. 855-871, 2011.

MAYER, R. E. *Multimedia learning*. 2ª ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

MELILLO, K. M. C. F. A. L. e KAWASAKI, T. F. Kit de primeiros socorros: um guia para professores que, repentinamente, passam a atuar na EaD. *Boletim de Educação Matemática*, v. 27, n. 46, p. 467-480, 2013.

MINAS GERAIS. SEE/MG. Estude em Casa. Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <https://estudeemcasa.educacao.mg.gov.br>, acesso em out. 2021.

MINAS GERAIS. SEE/MG. Secretaria de Estado de Educação lança regime de estudo não presencial para alunos da rede pública estadual de Minas. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://www2.educacao.mg.gov.br/component/gmg/story/10854-secretaria-de-estado-de-educacao-lanca-regime-de-estudo-nao->

presencial-para-alunos-da-rede-publica-estadual-de-minas, acesso em out. 2021.

MORTIMER, E. F.; MOL, G. e DUARTE, L. P. Regra do octeto e teoria da ligação química no ensino médio: dogma ou ciência. *Química Nova*, v. 17, n. 2, p. 243-252, 1994.

OLIVEIRA, B. R.; OLIVEIRA, A. C. P.; SANTOS JORGE, G. M. e COELHO, J. I. F. Implementação da educação remota em tempos de pandemia: análise da experiência do Estado de Minas Gerais. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, v. 16, n. 1, p. 84-106, 2021.

OLIVEIRA, B. R.; OLIVEIRA, A. C. P. e COELHO, J. I. F. Avaliação da implementação do Programa de Educação Remota em Minas Gerais em tempos de pandemia: o que dizem os usuários? *Arquivos Analíticos de Políticas Educativas*, v. 30, n. 86, p. 1-25, 2022.

PEREIRA, G. C. e MAGALINI, L. M. Videoaulas em primeira pessoa: suas características e sua contribuição para a EaD. *EaD em Foco*, v. 7, n. 2, p. 124-133, 2017.

PHET. *Interactive simulations*. Disponível em: http://phet.colorado.edu/pt_BR/, acesso em nov. 2022.

RAVIOLO, A. e GARRITZ, A. Analogias no ensino do equilíbrio químico. *Química Nova na Escola*, v. 27, p. 13-25, 2008.

REZENDE, I. B. e FURLANI, J. M. S. Análise do primeiro módulo dos recursos didáticos de química para escolas estaduais de Minas Gerais durante a pandemia de Covid-19. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 41, 2022, Pelotas. *Anais [...]*. Pelotas, 2022.

RODRIGUES, L. R.; BOSSLER, A. P. e CALDEIRA, P. Z. Comunicação Educativa–Parte I: análise de videoaulas nas perspectivas da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia e do Modelo de Elementos da Análise do Discurso. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 11, p. 27735-27750, 2019.

SANTANA, J. I.; SOUZA, T. G. S. e NEVES, R. F. Análise de videoaulas sobre síntese proteica através da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM). *Research, Society and Development*, v. 11, n. 9, 2022.

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

SOUZA, T.; BORGES, F. A. e BARRO, M. R. Características das Videoaulas mais Populares dos Canais de Química do YouTube Edu. *Revista Virtual de Química*, v. 12, n. 4, p. 867-877, 2020.

Abstract: Analysis of Chemistry video lessons from “Se Liga na Educação” program exhibited in 2021 during the Covid-19 pandemic. During the Covid-19 pandemic, the state of Minas Gerais provided video lessons by means of the “Se Liga na Educação” program. This work aims to analyze Chemistry video lessons exhibited in 2021, which were grouped into 8 categories according to their characteristics. A video lesson representative of each category was selected to be analyzed based on the Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML), the pedagogical aspects and the chemical content. In general, the video lessons present several segments that approach the principles of CTML and some segments that do not comply with the principles of coherence, redundancy, segmentation, and pre-training. In addition, they are restricted to the exposure of contents, and some chemical contents present inadequacies.

Keywords: Chemistry video lessons, high school, Covid-19 pandemic.

Uma proposta investigativa para a identificação de ácidos e bases no cotidiano

Ana A. N. Rezende, Crediana C. Siqueira, Davi V. Ribeiro, Leticia A. Muniz, Marcela Openheimer e Evandro F. Rozentalski

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma atividade experimental investigativa para identificar ácidos e bases presentes no cotidiano com extrato de repolho roxo. O experimento é amplamente conhecido por educadores em Química. A proposta que será delineada se distingue das demais por ser estruturada e desenvolvida por meio de uma abordagem investigativa. Essa abordagem se caracteriza por formular um problema a partir de um contexto que deverá ser solucionado pelos estudantes e se organiza em momentos de questionamento, reflexão, testes de hipóteses, comunicação e discussão dos resultados, e generalização dos conhecimentos aprendidos para outros contextos.

► ensino por investigação, indicador repolho roxo, ácido e base ◀

Recebido em 24/03/2023, aceito em 01/08/2023

32

O uso de atividades experimentais no Ensino de Química tem sido recomendado por pesquisadores, educadores e currículos com o objetivo de ensinar não somente saberes conceituais, mas, também, procedimentais e atitudinais na formação dos estudantes da Educação Básica (Galiazzi e Gonçalves, 2004; Oliveira, 2010; Gonçalves e Marques, 2012; Brasil, 2018).

O potencial formativo das atividades experimentais depende de como elas são propostas e desenvolvidas. Tais atividades não podem se restringir a uma mera ação mecânica. Também não podem ter por objetivo apenas a ilustração ou a “comprovação” das teorias, tendo em vista que nessas situações não há espaço para o aluno se manifestar e reconsiderar seus conhecimentos. Em tais situações tem-se a crença que apenas “fazer o experimento” ou “ver na prática”, sem maiores reflexões, é suficiente para a aprendizagem dos estudantes (Andrade e Massabni, 2011; Bassoli, 2014).

É necessário incorporar na pedagogia das atividades experimentais elementos investigativos. O aluno deve ser o protagonista na construção de seu próprio conhecimento, com o auxílio do professor e dos demais colegas. Isso

implica que o aluno precisará buscar, reformular e refletir para reestruturar, ampliar e modificar suas compreensões iniciais. Para tanto, essas atividades devem ser planejadas e conduzidas com o objetivo de o estudante levantar questionamentos, analisar e refletir sobre o que é feito e/ou observado, experimentar, levantar e testar hipóteses, elaborar interpretações e conclusões, errar e compartilhar com os demais colegas e o professor seus pontos de vista (Andrade e Massabni, 2011).

A partir disso, destaca-se que as seguintes premissas estruturam o ensino por investigação: i) presença de um problema para dar sentido à construção de conhecimentos pelo aprendiz; ii) reconhecimento de conhecimentos anteriores dos aprendizes, pois é a partir destes que os estudantes construirão novos conhecimentos ao longo da investigação; iii) necessidade de ir além de ações manipulativas, incluindo, também, ações intelectuais para que o aprendiz tome consciência de seus atos; iv) importância do erro na construção de novos conhecimentos; e v) estímulo à construção e interação social do conhecimento entre estudantes e professor (Carvalho, 2013).

Existem inúmeros desafios e obstáculos para implementar atividades experimentais na Educação Básica (Andrade

O aluno deve ser o protagonista na construção de seu próprio conhecimento, com o auxílio do professor e dos demais colegas. Isso implica que o aluno precisará buscar, reformular e refletir para reestruturar, ampliar e modificar suas compreensões iniciais.

e Massabni, 2011). No caso de atividades experimentais investigativas, destacam-se a pouca disponibilidade de materiais didáticos e/ou roteiros investigativos disponíveis. Nas últimas décadas, verifica-se a presença de atividades experimentais em livros didáticos de Química do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e na literatura em Ensino de Química. Apesar desta ampla oferta, percebe-se que esses materiais não são estruturados de acordo com o *ensino por investigação*, sendo, em sua maioria, atividades de cunho *verificacionista*, isto é, atividades planejadas para que os estudantes verifiquem uma “teoria” ou “lei” experimentalmente, sem momentos de questionamento e reflexão.

Em vista disso, este trabalho tem por objetivo apresentar uma atividade experimental investigativa para identificar ácidos e bases presentes no cotidiano, utilizando materiais de baixo custo. Esta proposta é inspirada na primeira publicação da seção “Experimentação no Ensino de Química”, cujo objetivo foi construir uma escala de pH utilizando extrato de repolho roxo como indicador (Gepeq, 1995). O trabalho do Gepeq foi pioneiro na divulgação de uma atividade experimental para a Educação Básica. Nos anos seguintes, outras propostas experimentais relacionadas ao conteúdo de ácidos-bases foram publicadas na QNEsc (Ferreira, 1996; Marconato, Franchetti e Pedro, 2004; Fatibello-Filho *et al.*, 2006; Antunes *et al.*, 2009). No entanto, a estrutura dessas atividades reflete uma abordagem *verificacionista*. Mais recentemente, Souza e Silva (2018) apresentaram os resultados de uma sequência investigativa voltada ao ensino de ácido-base. Dessa forma, pretende-se adaptar a proposta do Gepeq com o intuito de estruturá-la de acordo com os princípios e orientações do *ensino por investigação* (Carvalho, 2013), e, com isso, complementar a pesquisa realizada por Souza e Silva (2018) por meio do enfoque na elaboração do roteiro da atividade e orientações para o seu desenvolvimento.

Procedimento metodológico

O professor deve criar condições para os alunos *pensarem* sobre o que sabem a respeito do problema, *falarem* seus argumentos para resolvê-lo, *lerem* criticamente os conteúdos relacionados e *escreverem* sobre suas ideias. Isso significa que no ensino por investigação a avaliação não busca apenas verificar o aprendizado dos conteúdos, mas se os alunos sabem também falar, argumentar, ler e escrever sobre eles (Carvalho, 2013).

A partir disso, elaborou-se uma proposta investigativa para a identificação de ácidos e bases com o extrato de repolho roxo. O público-alvo são estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental e/ou 1º ano do Ensino Médio. A atividade é uma introdução ao ensino de ácidos e bases, portanto, pode ser desenvolvida, sem que os estudantes compreendam o conceito de pH (potencial hidrogeniônico) e as teorias

ácido-base. Na abordagem *verificacionista*, os experimentos são realizados pelos estudantes após a exposição teórica dos conteúdos. Nesta proposta, a construção dos conceitos científicos ocorrerá através do experimento. Isso permitirá ao professor conhecer as compreensões dos estudantes, relacioná-las com os resultados obtidos e ensinar os conceitos químicos subjacentes. A abordagem adotada é qualitativa e macroscópica, na qual a partir das observações experimentais

os estudantes começarão a perceber padrões de cores dos testes obtidos com o extrato de repolho roxo e com isso poderão compreender que certos materiais do seu cotidiano compartilham uma propriedade em comum, ácida ou básica. Apesar deste enfoque,

destaca-se que a proposta é flexível e passível de ser adaptada de acordo com os objetivos do professor. A proposta a seguir pode ser desenvolvida no laboratório da escola ou na própria sala de aula, desde que se tome o cuidado de afastar os materiais que não podem ser molhados.

O início da atividade investigativa ocorre pela **contextualização** do assunto ácidos e bases. Com o objetivo de estimular a participação dos estudantes o professor pode propor as seguintes questões: *Você já provou um suco de limão sem açúcar? Qual o gosto desse suco? Você já provou uma salada temperada com vinagre? Qual o gosto do vinagre? O que o limão e o vinagre têm em comum?* O professor, se julgar pertinente e seguro, pode levar para a sala de aula amostras de limão e vinagre para os estudantes experimentarem. Não é o objetivo neste momento avaliar se as respostas dadas pelos estudantes estão corretas. O que se espera é identificar as ideias iniciais dos estudantes sobre o assunto.

Após essa interação inicial, o professor pode descrever brevemente que inúmeros materiais e alimentos presentes no nosso cotidiano possuem substâncias ácidas ou básicas em sua composição. O limão e o vinagre possuem em suas composições substâncias ácidas e são estas que conferem o sabor azedo ou ácido característico. No caso destes alimentos, o professor deve destacar que a identificação da propriedade azeda dos materiais ocorreu por meio da sua ingestão. Mas, será que podemos identificar um ácido sem experimentá-lo? Se sim, como isso pode ser feito? Essa indagação deve ser acompanhada de informações sobre os riscos e perigos de ingestão de materiais presentes no nosso cotidiano, como, por exemplo, produtos de limpeza. É por esse motivo que precisamos de um procedimento que não necessite a ingestão da substância para identificá-la.

Após a contextualização o professor deve apresentar o **problema** que será investigado pelos estudantes: *Como identificar se um material ou alimento presente no nosso cotidiano é ácido sem experimentá-lo?* Ao apresentar o problema, é importante que o professor dê tempo para que os estudantes possam apresentar suas sugestões para resolvê-lo. Mesmo que nenhuma resposta seja dada ou, pelo menos, nenhuma viável ou adequada, isso será importante

[...] este trabalho tem por objetivo apresentar uma atividade experimental investigativa para identificar ácidos e bases presentes no cotidiano, utilizando materiais de baixo custo.

para a reflexão da turma e, principalmente, para que ao fim da atividade, este problema seja apresentado novamente com o objetivo de os estudantes expressarem suas compreensões com a realização da atividade.

Neste momento, o professor encontra-se em condições de distribuir os kits com os **materiais** que serão utilizados para resolver o problema. Os materiais necessários para montar os kits são: 6 recipientes de 500 mL com tampa; 500 g de repolho roxo; 100 copinhos plásticos de café de 50 mL; 2 frascos de vinagre branco de 750 mL; 6 garrafas de 500 mL de água comercial sem gás com $\text{pH} = 7$; 1 frasco de sapólio comercial; 1 frasco de diabo verde comercial; 1 frasco de leite de magnésia; 6 limões (taiti ou cravo) e 24 bisnagas de 200 mL. As quantidades indicadas foram planejadas para serem aplicadas em uma turma com 30 alunos, com a formação de 6 (seis) grupos.

O extrato de repolho roxo deve ser preparado com antecedência. Para isso, recomenda-se utilizar 500 g de repolho roxo, picá-lo em pedaços menores e esquentá-lo com 3 L de água. Quando a água atingir a temperatura de ebulição, desligue o fogo e tampe a panela. Depois que esfriar, transfira apenas o líquido para os 6 recipientes de 500 mL e guarde na geladeira para evitar a sua decomposição, com esse cuidado, ele poderá ser utilizado com 2 ou 3 dias após sua preparação.

A partir dos materiais citados anteriormente, devem ser preparados 6 kits, um para cada grupo contendo: 1 recipiente com 500 mL de extrato de repolho roxo; 1 limão cortado na metade; 1 bisnaga com 200 mL de vinagre de álcool; 1 garrafa de água; 1 bisnaga com 200 mL de leite de magnésia; 1 bisnaga com 200 mL de sapólio; 1 bisnaga com 200 mL de diabo verde; e 6 copinhos de café.

Para as bisnagas de leite de magnésia, sapólio e diabo verde devem ser preparadas soluções, apenas o vinagre pode ser utilizado tal como se encontra no frasco comercial. Devem ser preparadas soluções saturadas do leite de magnésia e sapólio com 200 mL de água, tendo em vista que são substâncias pouco solúveis em água. Por outro lado, o diabo verde possui em sua composição soda cáustica (NaOH), portanto, deve ser preparada uma solução diluída com 200 mL de água. Adicione pequenas lascas do diabo verde em água, agite e faça um teste com o repolho roxo para verificar a mudança de cor. Procure utilizar a menor quantidade possível de diabo verde.

Após a distribuição dos kits, o professor pode apresentar algumas **questões para a reflexão** antes do início do experimento: *Destes materiais que temos aqui, quais vocês acham que são ácidos? Por quê? Vocês conseguem pensar em uma maneira de identificar quais são os materiais ácidos? Como vocês fariam os testes para identificar isso?* Pelos materiais listados anteriormente, o professor tem consciência que existem materiais que são ácidos (limão e vinagre), básicos (sapólio, leite de magnésia e diabo verde) e neutro (água). Por outro lado, os estudantes só têm noção da existência de substâncias ácidas por conta das suas experiências anteriores. A atividade permitirá ampliar as classes de substâncias conhecidas pelos estudantes.

Com a conclusão desta interação com os estudantes, estes deverão realizar a **execução do experimento**. Serão realizados 6 (seis) testes pelos grupos e as seguintes instruções deverão ser dadas à turma:

1º Teste – Adicione o extrato de repolho roxo até completar metade do copinho e depois complete o restante espremendo o limão. Anote a cor obtida;

2º Teste – Adicione o extrato de repolho roxo até completar metade do copinho e depois complete o restante com sapólio. Anote a cor obtida;

3º Teste – Adicione o extrato de repolho roxo até completar metade do copinho e depois complete o restante com água. Anote a cor obtida;

4º Teste – Adicione o extrato de repolho roxo até completar metade do copinho e depois complete o restante com o diabo verde. Anote a cor obtida;

5º Teste – Adicione o extrato de repolho roxo até completar metade do copinho e depois complete o restante com leite de magnésia. Anote a cor obtida;

6º Teste – Adicione o extrato de repolho roxo até completar metade do copinho e depois complete o restante com vinagre de álcool. Anote a cor obtida.

Não é necessário seguir exatamente essa ordem nos testes, pois o professor deverá solicitar posteriormente aos estudantes que organizem os materiais de acordo com as cores obtidas, buscando agrupar os materiais por semelhança das cores. É recomendável elaborar uma ficha para as anotações dos estudantes durante a execução do experimento. O registro das informações será importante para compartilhar



Figura 1: Reagentes (à esquerda) e testes com o indicador de repolho roxo (à direita). (Autoria própria, 2023)

posteriormente com a turma os dados obtidos e poderá ser utilizado como instrumento avaliativo.

Após a realização do experimento, os grupos deverão compartilhar com o restante da turma os resultados obtidos. Essa é a etapa da **comunicação dos resultados**. Para isso, as seguintes questões podem ser apresentadas para estimular os estudantes a falarem: *O que aconteceu com a cor do repolho roxo quando vocês adicionaram as soluções? Mudou de cor? Quais foram as cores observadas? Qual solução não mudou de cor? Quais materiais resultaram em cores semelhantes? Qual era a cor?* É papel do professor estabelecer comparações entre as respostas dos grupos com objetivo de identificar semelhanças e diferenças. Nessa etapa, é importante ater-se ao que é observado experimentalmente, sem adentrar, ainda, em questões teóricas ou que vão além do que é observado.

Finalmente, o professor deve passar à **discussão dos resultados obtidos**. É somente aqui que o professor começará a compartilhar as respostas “corretas” ou “esperadas”. Em todas as fases anteriores, o docente precisa ser vigilante e não “dar as respostas” imediatamente, mas, levantar questionamentos, sugerir caminhos alternativos ainda não considerados pelos estudantes, entre outros que não envolvam respondê-los.

A partir das respostas dos estudantes, é necessário explicar que o extrato de repolho roxo possui em sua composição uma substância que é um indicador ácido-base, que muda de cor em meio ácido ou básico. No caso do repolho roxo, esse fica vermelho na presença de ácidos, roxo na ausência de ácidos/bases, e azul-escuro, verde e amarelo na presença de bases. O professor pode introduzir o conceito de pH (potencial hidrogeniônico), que exprime a concentração do íon H^+ em solução aquosa e permite quantificar os níveis de acidez e basicidade desta, sendo que soluções com $pH < 7$ são ácidas e com $pH > 7$ são básicas, à 25° C. O indicador do repolho roxo é uma escala qualitativa, desse modo, o pH pode ser introduzido para associar às cores observadas valores quantitativos de acidez e basicidade: limão e vinagre apresentam pH 2; sapólio apresenta pH 8; leite de magnésia apresenta pH 10; e o diabo verde apresenta pH 12. No caso do diabo verde, um produto vendido em mercados e utilizado para desentupir pias de banheiro e cozinha, é essencial apontar os riscos e perigos envolvidos na sua manipulação e uso. Esse produto tem em sua constituição, majoritariamente, NaOH (hidróxido de sódio), que apresenta um nível de basicidade elevada devido à liberação de íon OH^- (hidróxido) em água, que resulta em uma solução com pH 12. No entanto, é necessário explicar que o conceito de pH e como calculá-lo será discutido futuramente, tendo em vista que o experimento é uma introdução ao conteúdo de ácidos e bases.

Com a conclusão do experimento e sua discussão, os estudantes possuem elementos para apresentar respostas ao

problema inicial. Deve-se apresentar novamente o problema aos estudantes: *Como identificar se um material ou alimento presente no nosso cotidiano é ácido sem experimentá-lo?* A resposta esperada deve se relacionar com o uso de um indicador ácido-base, no caso deste experimento, o repolho roxo. Além disso, agora os estudantes estão aptos a compreender que não somente ácidos, mas, também, substâncias básicas e neutras podem ser identificadas por esse método.

Para concluir a atividade investigativa, é importante estabelecer uma **relação do problema com outros contextos** que não foram abordados por este experimento. Isso pode ocorrer como forma de preparação para a próxima aula ou com o objetivo de consolidar as aprendizagens adquiridas como tarefa de casa. As seguintes questões podem

ser apresentadas aos estudantes: *Quais outras substâncias do cotidiano vocês acreditam que são ácidas? E quais são básicas? Como vocês fariam para confirmar se essas substâncias são ácidas ou básicas? Neste experimento foi utilizado como indicador o repolho roxo, vocês conhecem outros indicadores naturais diferentes? Quais?*

Considerações finais

A proposta delineada anteriormente foi elaborada em um projeto de extensão voltado ao planejamento e aplicação de atividades investigativas na Educação Básica, e reuniu uma professora do Ensino Fundamental, licenciandos em Química, mestrands em Educação em Ciências e um professor formador do Ensino Superior. A atividade foi aplicada em três turmas no 9º ano do Fundamental, em uma única aula por turma. Os professores interessados em aplicar a proposta devem organizar a atividade para ser desenvolvida em pelo menos 2 (duas) aulas. Os materiais, questões e enfoques dados por esta proposta podem ser alterados pelos professores de acordo com seus interesses, necessidades e limitações contextuais.

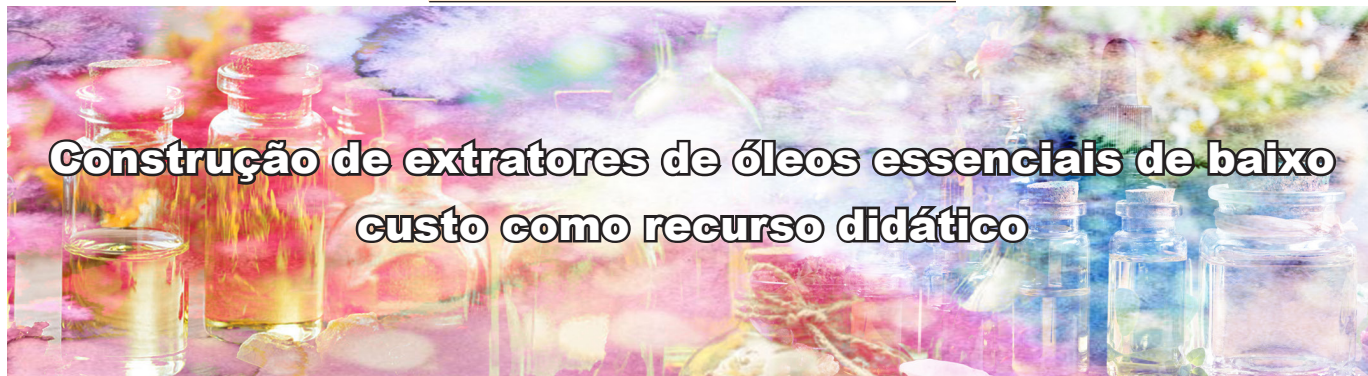
Ana Alice Nogueira Rezende (ana.nogueira.rezende@educacao.mg.gov.br), licenciada e bacharel em Ciências Biológicas pela Fundação de Ensino e Pesquisa de Itajubá. Atualmente é professora da Escola Estadual Coronel Casimiro Osório. Itajubá, MG – BR. **Crediana Chris de Siqueira** (credianafaria@gmail.com), licenciada em Química e mestra em Educação em Ciências pela Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, MG – BR. **Davi Veloso Ribeiro** (davi_veloso@hotmail.com), bacharel em Bioquímica pela Universidade Federal de São João Del-Rei e licenciado em Química pela Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, MG – BR. **Leticia Alkimin Muniz** (leticiaalkimin28@gmail.com), licenciada em Química pela Universidade Federal de Itajubá. Atualmente é mestranda em Educação em Ciências pela UNIFEI. Itajubá, MG – BR. **Marcela Openheimer** (marcela-openheimer@outlook.com), licenciada em Química pela Universidade Federal de Itajubá e mestra em Educação em Ciências pela UNIFEI. Itajubá, MG – BR. **Evandro Fortes Rozentalski** (e.rozentalski@unifei.edu.br), licenciado e bacharel em Química pela Universidade Federal do Paraná, mestre e doutor em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professor da Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, MG – BR.

Referências

- ANDRADE, M. L. F. e MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. *Ciência & Educação*, n. 4, p. 835-854, 2011.
- ANTUNES, M.; ADAMATTI, D. S.; PACHECO, M. A. R. e GIOVANELA, M. pH do solo: Determinação com indicadores ácido-base no Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, n. 32, p. 283-2087, 2009.
- BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência (s): mitos, tendências e distorções. *Ciência & Educação*, n. 3, p. 579-593, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.
- CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: _____. (Org.). *Ensino de Ciências por Investigação*. 1ª ed. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20, 2013.
- FATIBELLO-FILHO, O.; WOLF, L. D.; ASSUMPÇÃO, M. H. M. T. e LEITE, O. D. Experimento simples e rápido ilustrando a hidrólise de sais. *Química Nova na Escola*, n. 24, p. 30-34, 2006.
- FERREIRA, V. F. Aprendendo sobre os conceitos de ácidos e bases. *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 35-36, 1996.
- GALIAZZI, M. C. e GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. *Química Nova*, n. 2, p. 326-331, 2004.
- GEPEQ. Estudando o equilíbrio ácido-base. *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 32 - 33, 1995.
- GONÇALVES, F. P. e MARQUES, C. A. A circulação inter e intracoletiva de pesquisas e publicações acerca da experimentação no ensino de Química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, n. 1, p. 181-204, 2012.
- MARCONATO, J. C.; FRANCHETTI, S. M. M. e PEDRO, R. J. Solução-tampão: uma proposta experimental usando materiais de baixo custo. *Química Nova na Escola*, n. 20, p. 59-62, 2004.
- OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, n. 1, p. 139-153, 2010.
- SOUZA, C. R. e SILVA, F. C. Uma sequência investigativa relacionada à discussão do conceito de ácido e base. *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 276-286, 2018.

Abstract: An investigative proposal for the identification of acids and bases in everyday life. This work aims to present an investigative experimental activity to identify acids and bases present in daily life with purple cabbage extract. The experiment is widely known by chemistry educators. The proposal that will be outlined is distinguished from the others by being structured and developed through an investigative approach. This approach is characterized by formulating a problem from a context that must be solved by the students and is organized in moments of questioning, reflection, hypothesis testing, communication and discussion of the results, and generalization of the knowledge learned to other contexts.

Keywords: investigative teaching, purple cabbage indicator, acid and base.



Construção de extratores de óleos essenciais de baixo custo como recurso didático

Adriel R. Vaz, Maria I. C. de P. Santos, Cláudio R. Thiersch, Monica F. B. M. Thiersch, João O. P. Tomeleri e Franciane A. de Pádua

O uso de laboratórios para o desenvolvimento de atividades experimentais é fundamental para o ensino de química, porém grande parte das escolas não possui laboratório em sua infraestrutura. Por esse motivo, esta pesquisa teve como objetivo a construção de um extrator experimental de óleos essenciais, acessível e de baixo custo, como recurso didático para o ensino em química. O extrator experimental proposto foi composto por uma panela de pressão convencional acoplada a um condensador confeccionado com tubulação de cobre, cano PVC e outros materiais de fácil obtenção. Para testar o extrator, foram usadas 12 espécies de plantas aromáticas comumente encontradas em pequenas propriedades rurais, sendo as cítricas as que demonstraram os maiores rendimentos. O kit de extração proposto se demonstrou eficiente, podendo ser facilmente replicado e utilizado como recurso didático.

► destilação a vapor, atividades experimentais, ensino em química ◀

Recebido em 18/07/2023, aceito em 25/10/2023

37

Segundo Freire (1997), para compreender a teoria é preciso vivenciá-la. Para isso, é fundamental estabelecer conexões entre teoria e prática no ensino, por meio de metodologias que se relacionem de forma concreta com o cotidiano e que sejam aplicáveis à realidade dos alunos (Assis *et al.*, 2009; Silva, 2016). Neste contexto, atividades experimentais em laboratório são estratégias didáticas fundamentais para a aprendizagem (Souza e Broietti, 2013). No entanto, grande parte das escolas não possui laboratório em sua infraestrutura, conforme dados apresentados no censo escolar de 2019 (INEP, 2020). No estado de São Paulo apenas 26,7 % das escolas de ensino médio da rede estadual possuem laboratório de ciências (INEP, 2020). Dado que muitas escolas carecem de infraestrutura física e equipamentos para a abordagem adequada dos conteúdos, torna-se essencial a busca por alternativas viáveis e acessíveis que possam auxiliar no ensino prático de disciplinas que envolvam conteúdos de experimentação, como é o caso da química.

Souza (2020) utilizou a experimentação para a extração

e síntese de óleos essenciais como estratégia didática para a aprendizagem em química orgânica no ensino médio. Segundo a autora, as atividades experimentais contribuíram para avanço na compreensão necessária ao entendimento dos processos envolvidos na química do cotidiano.

A abordagem experimental da temática de óleos essenciais permite o ensino e aprendizagem especificamente de conteúdos relacionados como fórmulas e estruturas de compostos orgânicos, identificação dos grupos funcionais e funções orgânicas e isomeria (Souza, 2020). Além disso, a

experimentação sobre esta temática propicia a abordagem de conceitos como polaridade e densidade (ao se observar a mistura bifásica formada pelo hidrolato e o óleo essencial), pressão de vapor e mudança de estado físico (ao se observar ponto de ebulição da água e condensação da mistura entre o óleo essencial e o hidrolato).

Os métodos mais comuns para a extração de óleos essenciais são a destilação por arraste a vapor e a hidrodestilação (Soares *et al.*, 1988). Apesar da simplicidade e do alto valor

A abordagem experimental da temática de óleos essenciais permite o ensino e aprendizagem especificamente de conteúdos relacionados como fórmulas e estruturas de compostos orgânicos, identificação dos grupos funcionais e funções orgânicas e isomeria (Souza, 2020).

agregado do produto obtido, os equipamentos utilizados para a extração dos óleos essenciais podem possuir um custo elevado, dificultando seu acesso (Sartor, 2009). Segundo Valentim e Soares (2018), a utilização da prática de extração de óleos essenciais por arraste a vapor realizada no ensino médio se demonstra um recurso didático promissor, de grande potencial para o ensino de química a partir da experimentação.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi construir e testar um extrator experimental de óleos essenciais por arraste a vapor, acessível e de baixo custo, como recurso didático para atividades práticas em escolas.

Fabricação do extrator

A construção do kit experimental (Figura 1) levou em consideração a fácil aquisição dos materiais no comércio, tempo e simplicidade de execução.



Figura 1: Proposta de Kit para a extração dos óleos essenciais.

Caldeira

Para a construção da caldeira (Figura 2), foi utilizada uma panela de pressão de alumínio com volume de 5 litros. Diretamente ao pino central da panela foi acoplada uma mangueira de silicone de ¼ polegadas, de alta temperatura, utilizando uma braçadeira ou uma fita do tipo *zip tie* para a adequada fixação. O sistema foi construído de forma a permitir a extração tanto pela metodologia de hidrodestilação quanto por arraste a vapor, bastando para isso, a introdução de um cesto metálico, que impede que o material a ser extraído entre em contato direto com a água (Figura 2- II).

Condensador

A proposta de condensador utilizada neste trabalho é uma adaptação de Valentim e Soares (2018). Os materiais empregados para a confecção do condensador foram: 50 cm de tubo de PVC de 100 mm, 2 tampões (*caps*) de PVC 100 mm, 1,0 m de tubulação de cobre ¼ polegadas, 2 anéis de borracha de 100 mm para vedação dos tampões, 2 adaptadores de engate rápido para mangueira e silicone acético (adesivo) para vedação.



Figura 2: I: Caldeira. A- Mangueira de silicone ¼ polegadas; B- Pino central; C- Válvula de segurança. II: Cesto de vapor.

Para a produção da serpentina, a tubulação de cobre foi enrolada verticalmente (Figura 3- II). Para a montagem do condensador, foi feito um orifício na tampa superior do tubo de PVC para a entrada da serpentina (Figura 3-A) e outro orifício na parte inferior do tubo de PVC para a saída da serpentina (Figura 3-F). Outros dois orifícios foram feitos no corpo da tubulação de PVC para a fixação de engates rápidos de ½ polegadas para a entrada e saída de água dentro do condensador (Figuras 3-C e E) necessárias à refrigeração do sistema. Após a montagem, foi necessário realizar a vedação de todos os orifícios e tampões, utilizando adesivo de silicone acético. É importante salientar que após secagem do adesivo é recomendável realizar testes para detectar possíveis vazamentos de água, nesse caso, o silicone acético deve ser reaplicado.

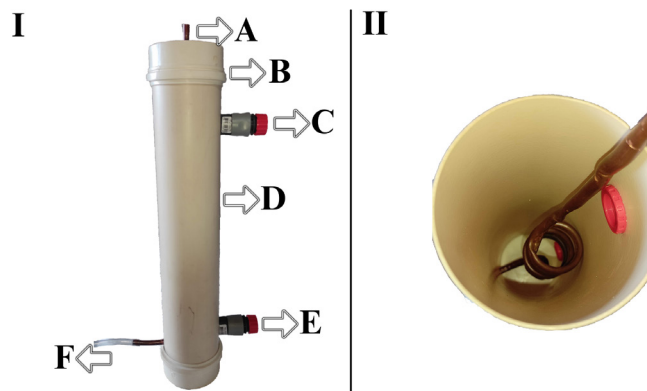


Figura 3: I: Vista lateral do condensador. A- Entrada do condensador; B- Tampão (*cap*) de PVC 100 mm; C- Saída do sistema de circulação de água; D- Corpo do condensador; E- Entrada do sistema de circulação de água; F- Saída do condensador. II: Vista superior do condensador.

Para a coleta e separação do óleo essencial e hidrolato, após repouso da mistura, foi utilizado um funil de separação na saída do condensador (Figura 3-F). Na falta dessa vidraria é possível fazer a coleta da mistura em um bquer ou em outro recipiente de vidro. Após o tempo de repouso, o óleo pode ser coletado com auxílio de uma seringa.

Recomendações importantes para a montagem e funcionamento do sistema

Apesar da simplicidade da montagem do sistema, devem ser tomados os seguintes cuidados para garantir a segurança no processo de extração:

i) no caso do processo de arraste a vapor, ao acomodar o cesto, deve-se assegurar que a água não entre em contato direto com o material vegetal; ii) o material vegetal deve ser acomodado de modo a não ultrapassar o limite superior da panela, evitando assim a obstrução da válvula e pino central; iii) a mangueira de silicone e tubulação de cobre não devem estar danificadas ou dobradas, de modo a impedir o livre fluxo de vapor; iv) o sistema deve ser mantido refrigerado por meio da entrada de água corrente pelo engate rápido inferior (Figura 3-E); v) a água de refrigeração do sistema deve sair pela mangueira acoplada ao engate rápido superior (Figura 3-C); vi) para iniciar o processo de extração a caldeira deve ser fechada, acoplada ao condensador e levada à fonte de calor (fogareiro a gás, etanol ou eletricidade); vii) ao iniciar a produção de vapor, iniciar a circulação de água no condensador; viii) ajustes no fluxo de água podem ser necessários para que não haja desperdício de água e se mantenha o sistema refrigerado.

Espécies, preparação do material vegetal e rendimento a extração dos óleos essenciais

É interessante utilizar espécies conhecidas e de fácil acesso, como limão e laranja (*Citrus* sp.), para a realização de experimentos práticos com matérias-primas vegetais. Recomenda-se a aplicação de questionários dirigidos aos alunos e familiares para o levantamento de espécies potenciais. Na presente pesquisa, foram realizados questionários dirigidos a pequenos produtores rurais e em assentados da reforma agrária na região de Sorocaba - SP, com o objetivo de levantar as principais espécies de conhecimento tradicional com potencial de extração de óleos essenciais.

Para as extrações nas espécies cítricas elencadas nos questionários, as cascas dos frutos foram removidas e trituradas na menor granulometria possível. O processo de trituração teve por objetivo aumentar a área de contato entre a casca e o vapor, elevando a eficiência da extração. Os testes de extração foram realizados nas espécies elencadas

em um intervalo de 60 minutos após a produção de vapor pela caldeira, tendo um fogareiro a gás como fonte de calor. Os rendimentos das extrações foram calculados de acordo com a Equação 1:

TO = (Mf / Mi) x 100 (1)

Em que: TO = Teor de óleo (mL de óleo essencial em 100 g de biomassa) ou rendimento de extração (%); Mf = Massa de óleo extraído (g); Mi= Massa inicial da biomassa (g).

Resultados

O extrator proposto foi testado com 12 espécies de plantas aromáticas comumente encontradas na região de Sorocaba – SP, conforme elencadas em questionários aplicados a pequenos produtores rurais e assentados da reforma agrária. A parte da planta usada para a extração e os rendimentos em óleo essencial, no sistema proposto, podem ser verificados na Tabela 1.

As espécies cítricas demonstraram os maiores rendimentos, com destaque para a bergamota (*Citrus reticulata*) com rendimento de 1,83% e o limão siciliano (*Citrus limon*) com 1,29% (Figura 4).

Com o experimento, foi possível observar a eficiência do extrator como recurso didático, corroborando os resultados obtidos por Valentim e Soares (2018). O extrator se destaca pela facilidade de montagem e uso, podendo auxiliar não apenas nas aulas de química, mas também como um kit multidisciplinar, desde a análise das estruturas vegetais e seus usos, testes de espécies que produzem óleos essenciais e o estudo da termodinâmica. Esses aspectos ressaltam a versatilidade e o potencial do extrator como uma ferramenta valiosa no ensino de diversas disciplinas, indo além da química. Sua utilização proporciona aos estudantes a

Tabela 1:Rendimento percentual da extração de óleo essencial das espécies testadas.

Espécie	Parte	Rendimento Obtido (%)
Bergamota (<i>Citrus reticulata</i>)	Casca dos frutos	1,83%
Limão Siciliano (<i>Citrus limon</i>)	Casca dos frutos	1,29%
Limão Cravo (<i>Citrus limonia</i>)	Casca dos frutos	0,93%
Limão Tahiti (<i>Citrus latifolia</i>)	Casca dos frutos	0,73%
Citronela (<i>Cymbopogon winterianus</i>)	Folhas	0,59%
Eucalipto Citriodora (<i>Corymbia citriodora</i>)	Folhas	0,44%
Manjericão (<i>Ocimum basilicum</i>)	Folhas	0,38%
Capim Cidreira (<i>Cymbopogon citratus</i>)	Folhas	0,26%
Laranja Doce (<i>Citrus sinensis</i> var. Pera-rio)	Casca dos frutos	0,23%
Menta (<i>Mentha piperita</i>)	Folhas	0,22%
Alecrim (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	Ramos	0,21%
Melissa (<i>Melissa officinalis</i>)	Folhas	0,18%



Figura 4: Resultado da extração dos óleos essenciais do limão siciliano.

oportunidade de explorar diferentes áreas do conhecimento, incentivando a compreensão interdisciplinar e a aplicação prática dos conceitos aprendidos.

Conclusão

O kit experimental proposto se demonstrou eficiente em realizar as extrações dos óleos essenciais, podendo ser facilmente replicado para uso em escolas como recurso

didático no auxílio do ensino de química, especialmente em conteúdos relacionadas à química orgânica como estrutura de compostos orgânicos, além de conceitos como polaridade, densidade, pressão de vapor e mudança de estado físico.

Adriel Rodrigues Vaz (adrielvaz@estudante.ufscar.br), bacharel em Engenharia Florestal e mestrando no Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis na Universidade Federal de São Carlos (PPGPUR/UFSCar). Sorocaba, SP – BR. **Maria Inês Corrêa de Paula Santos** (santosmaria@estudante.ufscar.br), bacharel em Engenharia Florestal, Mestre e Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis na Universidade Federal de São Carlos (PPGPUR/UFSCar). Sorocaba, SP – BR. **Cláudio Roberto Thiersch** (crthiersch@ufscar.br), bacharel, mestre e doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras. Docente do Departamento de Ciências Ambientais (DCA), e orientador no Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis na Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, SP – BR. **Monica Fabiana Bento Moreira Thiersch** (monicathiersch@ufscar.br), bacharel em Engenharia Agrícola e mestra em Estatística e Experimentação Agropecuária pela Universidade Federal de Lavras, doutora em Ciências da Computação e Matemática Computacional pela Universidade de São Paulo, docente do Departamento de Administração e do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis na Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, SP – BR. **João Otávio Poletto Tomeleri** (tomeleri.jp@gmail.com), bacharel em Engenharia Florestal, mestre e doutorando no Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis na Universidade Federal de São Carlos (PPGPUR/UFSCar). Sorocaba, SP – BR. **Franciane Andrade de Pádua** (franciane@ufscar.br), bacharel e mestra em Engenharia Florestal, doutora em Ciência e Tecnologia da Madeira pela Universidade Federal de Lavras. Docente do Departamento de Ciências Ambientais, orientadora, coordenadora e docente do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis na Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, SP – BR.

Referências

- ASSIS, A.; LABURÚ, C. E. e SALVADEGO, W. N. C. (2009). A seleção de experimentos de química pelo professor e o saber profissional. *Revista Brasileira de Pesquisas em Educação em Ciência*, v. 9, n. 1, p. 88–105.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 74. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019. 144 p.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Resumo Técnico do estado de São Paulo: Censo Escolar da Educação Básica 2019*. 2020. Brasília, DF: Inep, 2020. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_do_estado_de_sao_paulo_censo_da_educacao_basica_2019.pdf, acesso em jun. 2023.
- SARTOR, R. B. *Modelagem, simulação e otimização de uma unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor*. 2009. 99 f. Dissertação (Mestrado em Pesquisa e Desenvolvimento de Processos). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.
- SILVA, V. G. *A importância da experimentação no ensino*

de química e ciências. 2016. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (licenciatura - Química) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/136634>, acesso em abr. 2023.

SOARES, B. G.; DE SOUZA, N. A.; PIRES, D. X. *Química orgânica: teoria e técnicas de preparação, purificação e identificação de compostos orgânicos*. Ed. Guanabara, 1988.

SOUZA, D. J. *Uma sequência didática utilizando os óleos essenciais para o ensino de química orgânica na educação básica*. 2020. XX f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, 2020.

SOUZA, M. C. C.; BROIETTI, F. C. D. *Utilização de laboratórios para aulas de química nas escolas públicas de Londrina-PR*. In: Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC, Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Nov. de 2013. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0764-1.pdf, acesso em jun, 2023.

VALENTIM, J. A. e SOARES, E. C. Extração de óleos essenciais por arraste a vapor: um kit experimental para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 40, p. 297-301, 2018.

Abstract: Construction of low-cost essential oil extractors as a didactic resource. The use of laboratories for the development of experimental activities is fundamental for the teaching of chemistry, but most schools do not have a laboratory in their infrastructure. This research proposed the construction of an affordable and low-cost experimental essential oil extractor to be used as a didactic resource. The experimental extractor is composed of a conventional pressure cooker coupled to a condenser and other easily obtained materials. We tested the extraction of essential oil from 12 species of aromatic plants that are commonly found, and the citrus ones showed the best yields. The proposed kit proved to be efficient and can be easily replicated and used as a didactic resource.

Keywords: steam distillation, experimental activities, chemistry teaching.

Autores clássicos e contemporâneos do lúdico: aspectos teóricos e epistemológicos e suas contribuições para o Ensino de Química

Classic and contemporary authors on ludic: theoretical and epistemological aspects and their contributions to Chemistry Teaching

Cleber S. Silva e Eduardo Luiz D. Cavalcanti

Resumo: Diversas pesquisas têm indicado que o lúdico está ganhando relevância no cenário nacional e internacional enquanto linha de pesquisa na área de Ensino de Química. Nesse contexto, entendemos, devido à emergência da mencionada linha de pesquisa, que se faz necessária a consolidação de determinados princípios teóricos de alguns autores que tratam da referida temática para auxiliar e nortear as pesquisas de estudantes, professores e pesquisadores. A fim de sanar tal necessidade, este artigo de caráter teórico visa apresentar e desvelar alguns dos principais aspectos teóricos e epistemológicos propostos por autores clássicos e contemporâneos, além de apontar algumas das principais contribuições destes últimos para o lúdico na área de Ensino de Química. Para cumprir tal objetivo, dividimos este texto em três partes. Na primeira, abordamos o pressuposto de que o jogo é uma atividade anterior à cultura, além das suas características, relações com a Filosofia, classificações e combinações possíveis para o jogo, a influência dele na criança e na educação e, também, a definição do jogo educativo e suas funções e sentidos. Na segunda parte, apresentamos as considerações históricas em relação à utilização do jogo no contexto do Ensino de Química, os termos necessários para a utilização do mencionado material didático nas aulas de Química, os entrelaçamentos entre lúdico e processo de ensino e aprendizagem e o ato avaliativo da já mencionada disciplina, do jogo educativo, perpassando suas subdivisões em didático e pedagógico, e, por fim, novas possibilidades de utilização do jogo educativo por meio de ambientes virtuais de aprendizagem. Por último, na terceira parte deste texto, evidenciamos as principais contribuições e implicações que este artigo pode apresentar para o Ensino de Química, sobretudo na linha de pesquisa do lúdico, além de apontar as suas limitações.

Palavras-chave: jogos, teóricos do lúdico, lúdico no ensino de química.

Abstract: Several researches have indicated that the ludic is gaining relevance in the national and international scene as a line of research within the area of Chemistry Teaching. Due to the emergence of the aforementioned line of research, it is necessary to consolidate certain theoretical principles of authors who deal with the aforementioned theme to help and guide the research of students, teachers and researchers. This theoretical article aims to present and unveil some of the main theoretical and epistemological aspects proposed by classic and contemporary authors, in addition to pointing out some of the main contributions of the latter to the ludic in the area of Chemistry Teaching. In order to fulfill this objective, this text is organized in three parts. The first addresses the assumption that the game is an activity prior to culture; its characteristics; relations with Philosophy; classifications and possible combinations for the game; its influence on children and education; and also the definition of educational games, their functions and meanings. In the second part, we show the historical considerations regarding the use of the game in the context of Chemistry Teaching; some terms necessary for the use of the aforementioned didactic material in Chemistry classes; the interweaving between the ludic and the teaching and learning process and the evaluative act of the aforementioned discipline; the educational game and its subdivisions into didactic and pedagogical; and new possibilities of using the educational game through virtual learning environments. Finally, in the third part, we point out the main contributions and implications that this article can present for Chemistry Teaching, especially in the ludic research line, in addition to showing its limitations.

Key words: games, ludic theorists, ludic in chemistry teaching.

Cleber S. Silva (cleberon@ufpi.edu.br), licenciado em Química pelo Instituto Federal do Goiás, mestre em Química pela Universidade Federal de Goiás e doutorando em Educação em Ciências pela Universidade de Brasília. Atualmente é professor assistente da Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI - BR. **Eduardo Luiz Dias Cavalcanti** (elcavalcanti@unb.br), licenciado em Química pela Universidade Federal de Goiás, mestre e doutor em Química pela Universidade Federal de Goiás. Atualmente é professor associado da Universidade de Brasília, Brasília, DF - BR.

Recebido em 30/01/2023, aceito em 01/04/2023

A seção "Cadernos de Pesquisa" é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química.



Conforme Huizinga (2019), jogo consiste em uma ação livre, fictícia e situada fora da vida comum, desprovida de qualquer interesse material e de qualquer utilidade, que se realiza em um tempo e espaço expressamente circunscritos, desenrolando-se com ordem de acordo com regras estabelecidas e produzindo, na vida e nas relações de grupo que voluntariamente se cercam de mistério ou acentuam pelo disfarce, sua estranheza em relação ao mundo habitual. Podemos inferir que essa definição dada por Huizinga (2019), um dos principais autores clássicos que estudam o jogo em seu sentido filosófico e antropológico, embasou teoricamente as discussões a respeito do jogo de pesquisadores do lúdico no Ensino de Química. Contudo, os estudos a respeito dessa temática não estacionaram em Huizinga, mas ultrapassam as dimensões filosóficas e antropológicas desse autor e perpassam diversas áreas do conhecimento. Foram, portanto, ganhando teorias e epistemologias próprias que merecem ser estudadas e compreendidas. Nessa perspectiva, este artigo, de cunho teórico, tem como objetivo apresentar e desvelar alguns dos principais aspectos teóricos e epistemológicos propostos por autores clássicos e contemporâneos, bem como apontar as contribuições de tais autores para o lúdico na área de Ensino de Química. Para isso, este artigo foi dividido em três partes.

Na primeira, denominada “Aspectos teóricos e epistemológicos dos autores clássicos do lúdico”, apresentamos as questões relacionadas ao jogo como elemento intrínseco da cultura, a relação entre Filosofia e jogo, a categorização dos jogos e as possíveis combinações entre tais categorizações, as convergências entre jogo e criança, o jogo e a sua relação com a educação e o jogo educativo e suas funções lúdica e educativa. A segunda parte deste artigo é intitulada: “Contribuições dos autores contemporâneos para o lúdico no Ensino de Química”, na qual explicitamos o percurso histórico do surgimento e da utilização do jogo na sala de aula de Química, novos conceitos para o uso de jogos nas aulas dessa disciplina, a utilização da ludicidade, permeando o processo de ensino-aprendizagem de Química, a diferenciação e as finalidades do jogo *stricto sensu*, jogo educativo, didático e pedagógico, as possibilidades avaliativas do jogo educativo formalizado e a utilização dos jogos educativos em ambientes virtuais. Por fim, na terceira parte deste texto, “Considerações finais”, apontamos implicações, limitações e contribuições para a área de Ensino de Química, sobretudo no que diz respeito à linha de pesquisa que se detém no estudo do lúdico. Para começar, apresentamos, a seguir, alguns elementos e conceitos clássicos dos estudos a respeito do lúdico.

Aspectos teóricos e epistemológicos dos autores clássicos do lúdico

O jogo como elemento da cultura segundo Huizinga

Segundo Huizinga (2019), o jogo pode ser considerado como uma atividade mais antiga que a própria cultura, pois,

em suas definições, ainda que menos pragmáticas, pressupõe-se sempre a sociedade humana como meio para realização dessa prática. Assim, segundo o autor, é possível localizar o jogo na cultura como elemento que surgiu antes mesmo da própria cultura, ou seja, acompanhando-a e marcando-a desde as mais distantes origens até a fase da civilização em que agora nos encontramos. Dessa forma, Huizinga (2019) coloca o jogo como precedente da cultura e menciona que ele está presente em toda parte, como, por exemplo: *a)* na vida dos animais que jogam e experimentam, evidentemente, um imenso prazer e divertimento; *b)* constituindo-se para o jovem como uma separação das tarefas sérias da vida cotidiana; ou, ainda, *c)* como uma qualidade de ação bem determinada e distinta da vida no dia a dia. Logo, percebemos ser impossível negar a existência do jogo dentro da sociedade cultural como a conhecemos hoje, haja vista que Huizinga (2019) afirma que a existência do jogo não está ligada somente a qualquer grau determinado de civilização, ou a qualquer concepção do universo. No entanto, todo ser pensante é capaz de entender que o jogo possui uma realidade autônoma, mesmo que sua língua não possua um termo geral capaz de defini-lo. A existência do jogo é inegável. É possível negar, se se quiser, quase todas as abstrações: a justiça, a beleza, a verdade, o bem, Deus. É possível negar a seriedade, mas não o jogo.

A respeito disso, Huizinga (2019) esclarece que reconhecer o jogo não é uma tarefa trivial, pois, segundo o autor, reconhecer o jogo é, forçosamente, reconhecer o próprio espírito, uma vez que o jogo como elemento da cultura não é material, seja qual for a sua essência. Além disso, o autor explicita que o jogo é anterior à cultura e, ao mesmo tempo, superior ou, pelo menos, autônomo em relação à ela. Com isso, o autor não está afirmando que o jogo se transforma em cultura, mas que suas fases mais primitivas à cultura possuem um determinado caráter lúdico, e que ela se processa de acordo com as formas e o ambiente do jogo. Nesse sentido, na unidade jogo-cultura, é ao jogo, segundo o mencionado autor, que cabe a primazia, pois ele é logicamente observável, passível de definição concreta, enquanto a cultura é somente um termo que a consciência histórica atribui a determinados aspectos.

Para Huizinga (2019), a unidade jogo-cultura se torna evidente nas questões mais elevadas dos jogos sociais, que consistem em uma atividade ordenada de um ou mais grupos que são opostos. Assim, os fatores básicos que sustentam a existência dos jogos individuais e/ou comunitários enquanto divertimento não procedem da cultura, pelo contrário, precedem-na, pois, de acordo com o referido autor, desde o início, os jogos se constituem como fundamento da civilização, porque eles são mais antigos e mais originais que a civilização propriamente dita. Entretanto, tal relação (jogo-cultura) não permanece imutável, uma vez que o elemento lúdico vai gradualmente passando e sendo absorvido pela dimensão do sagrado. Logo, tal dimensão está relacionada, segundo Huizinga (2019), com o espírito de competição lúdica, enquanto impulso social, ou

seja, o espírito lúdico é mais antigo que a cultura, e a própria vida está toda penetrada por esse espírito, como se fosse um verdadeiro fermento no sentido de abranger todas as dimensões da vida humana.

Em vista disso, Huizinga (2019) explica que a necessidade de o jogo abranger as dimensões da vida humana é percebida ainda no Império Romano (27 a.C.-476 d.C.). Não é por acaso que os romanos reservavam sempre para os rituais religiosos o nome *ludi*, que significa jogo em uma tradução livre do latim, uma vez que era exatamente desse modo que os romanos classificavam os rituais religiosos, ou seja, como jogos. Portanto, percebemos que a importância do elemento lúdico na civilização romana está presente em sua estrutura ritualística e, também, no fato de os romanos não conseguirem viver sem a presença do jogo; um exemplo disso é o grito por *panem et circenses*. Ou seja, a sociedade romana não poderia viver sem os jogos, uma vez que, segundo Huizinga (2019), estes eram necessários para a existência desse povo como o pão era necessário para o sustento do corpo físico. Assim, os romanos consideravam o jogo como um elemento sagrado e legítimo, e o acesso deles ao jogo deveria ser garantido por meio da literatura e da arte de Roma.

Além das relações que o jogo possui com a arte e literatura romana, Huizinga (2019) aponta as seguintes características: *i*) liberdade; *ii*) desinteressado; *iii*) temporário; *iv*) isolamento; *v*) limitação; *vi*) regrado; e *vii*) não sério. O jogo é caracterizado como não sério, de acordo com o autor, por ser oposto em sentido inteiramente diferente à seriedade, ou seja, o contraste entre jogo e seriedade não é decisivo. Dessa forma, é importante mencionar a diferença existente entre a expressão: “o jogo é a não seriedade” e “o jogo não é sério”. Isto quer dizer que o jogo pode ser praticado em situações extraordinariamente sérias, como, por exemplo, os jogos infantis de faz de conta, o futebol e o xadrez, e, mesmo assim, o jogo continua sendo divertido e prazeroso, embora encarado com seriedade e sem nenhuma tendência para o riso.

Além de ser não sério, o jogo proporciona liberdade aos jogadores, pois é uma atividade voluntária que deixará de ser jogo se houver uma inclinação forçada para a sua prática. Reiteramos que essa liberdade detalhada por Huizinga (2019) é entendida em seu sentido mais amplo, sem considerar, por sua vez, o problema filosófico do determinismo. Com base nisso, a liberdade experimentada por crianças e animais que brincam da forma que e quando querem é precisamente a liberdade que reside no jogo, o qual, de acordo com o autor, jamais deve ser imposto pela necessidade física ou pelo dever moral, além de nunca se constituir como uma tarefa, mas ser sempre praticado nas “horas de ócio”. Outras duas características relacionadas à liberdade do jogo são o seu caráter desinteressado e a sua concepção temporária.

Ao destacar que o jogo é desinteressado, Huizinga (2019) considera que essa atividade não pertence à vida “comum”, em razão de o jogo se situar fora do mecanismo de satisfação

imediata das necessidades e dos desejos. Outra característica apontada pelo autor é o jogo se insinuar como uma atividade temporária com uma finalidade autônoma que se realiza baseando-se na satisfação que consiste em jogar. Ou seja, o jogo, para Huizinga (2019), se apresenta como um intervalo momentâneo em nossa vida cotidiana.

O jogo é caracterizado, também, por ser limitação e isolamento. Para Huizinga (2019), o jogo distingue-se da vida “comum” tanto pelo lugar quanto pela duração que ele ocupa. Com relação à sua limitação no tempo, o autor destaca que, enquanto o jogo está acontecendo, tudo é movimento, mudança, alternância, sucessão, associação e separação, não percebendo o passar do tempo investido com a sua realização. Por outro lado, a limitação no espaço é ainda mais flagrante que a limitação no tempo, uma vez que, para o autor, todo jogo acontece e existe no interior de um campo previamente delimitado, de maneira material ou imaginária, deliberada ou espontânea, de modo que, assim como não há diferença formal entre o jogo e o culto, do mesmo modo o “lugar sagrado” não deve ser formalmente separado do terreno do jogo. Mas todos os locais onde se joga são mundos temporários, dentro de um mundo habitual, que são dedicados à prática de uma atividade especial, divertida e prazerosa.

A última característica inerente ao jogo, conforme nos explica Huizinga (2019), é a presença de regras. Para o referido autor, reina dentro do jogo uma ordem especial específica e absoluta, isto é, o jogo cria ordem e é, ao mesmo tempo, ordem. Ele introduz na vida e na imperfeição do mundo uma perfeição temporária e limitada, de modo a exigir uma ordem suprema e absoluta: a menor desobediência a essa ordem encerra o jogo, o priva de seu caráter próprio e de todo e qualquer valor. Huizinga (2019) evidencia que as regras são um contrato que visam dar viabilidade para o jogo acontecer, tendo em vista que, apesar do desejo ardente do jogador em ganhar, ele deve sempre obedecer às regras do jogo, pois todo jogo possui as suas determinadas regras e são elas que determinam aquilo que é permitido dentro do mundo temporário e isolado que é circunscrito pelo jogo.

A partir dessas características do jogo, Huizinga (2019) apresenta a questão semântica desse conceito em diversos idiomas, mas destaca que o latim, em específico, abarca toda a compreensão acerca do jogo por meio da palavra *ludus*, que inclui os jogos infantis, a recreação, as competições, as representações litúrgicas, teatrais e, também, os jogos de azar. Ainda segundo o autor, nas línguas europeias modernas, a palavra jogo engloba um terreno extremamente vasto, e tanto nas línguas românicas como nas línguas germânicas é possível encontrar o vocábulo “jogo” relacionado a movimento e ação. Assim, independentemente do idioma que usarmos como exemplo, sempre é possível encontrar diversos atributos que convergem para as características apresentadas ao jogo como linguagem, tensão, incerteza, ordem e livre escolha, por exemplo.

Com base na significação da palavra *jogo*, Huizinga (2019) propõe uma relação entre este e: *a*) direito; *b*) guerra;

c) política; d) religião e) poesia. Contudo, enquanto nas formas mais complexas da vida social, a religião, o direito, a guerra e a política vão perdendo, de forma gradual, o contato com o jogo, a poesia, ao contrário, se mantém relacionada a ele, pois ela é, para Huizinga (2019), a própria função lúdica, uma vez que a poesia é exercida no interior da região lúdica. Ou seja, a poesia é vivenciada em um mundo próprio para ela criado, no qual as coisas possuem uma fisionomia inteiramente diferente da apresentada na “vida comum”. Além da poesia, Huizinga (2019) explica que o jogo também se relaciona de forma muito coesa e precisa com a Filosofia.

A relação entre jogo e Filosofia na concepção de Duflo

Segundo Duflo (1999), a Filosofia é uma ciência que tem por vocação nos ajudar a compreendermos nós mesmos e tudo aquilo que está em nossa volta. Segundo o referido autor, não é difícil perceber que sempre encontramos o jogo ao nosso redor e que nós mesmos frequentemente jogamos, seja em sentido literal ou figurado, ou que, em todo caso, brincamos muito em nossa infância. Assim, Duflo (1999) explica que, para que nós possamos adquirir autoconhecimento, é preciso também saber o que é o jogo, por que jogamos e o que somos para, então, sermos capazes de jogar, e é por isso que a questão do jogo não é totalmente estranha à preocupação filosófica. Por outro lado, não é somente a realidade do jogo e de seus jogadores que encontramos constantemente na Filosofia, mas, ainda que com mais frequência, a própria noção de jogo sob a forma de “jogo das faculdades”, frequentemente estudado nos cursos de Estética Filosófica.

De acordo com Duflo (1999), a expressão “jogo das faculdades” apareceu devido à quantidade de predicados aplicáveis ao jogo em seu sentido próprio. Contudo, o autor explica haver necessidade de diferenciar “jogo” de “jogo das faculdades”. Logo, os “jogos” podem ser classificados, filosoficamente, no campo das artes recreativas, que, por sua vez, só têm o prazer como objetivo geral. Este prazer, para Duflo (1999), é aquele prazer da reflexão e da sensação. Já o “jogo das faculdades” seria aquele jogo que não pertence à classe da reflexão, mas seria aquele que proporciona o único prazer comunicável, livre e final. Assim, o jogo, de maneira geral, é entendido por Duflo (1999) como uma dimensão essencial da existência humana, pois, desde muito tempo, ele já era utilizado nas atividades infantis, e aos poucos foi sendo introduzido na vida dos adultos como uma possibilidade para o descanso.

Para Duflo (1999), o jogo tem como finalidade o descanso, porque os adultos não são capazes de trabalhar de forma ininterrupta e, portanto, têm necessidade de relaxar. Todavia, essa concepção de jogo como descanso ou fuga do mundo do trabalho não foi sempre assim compreendida; segundo o autor, Schiller representa o momento significativo da história em que é determinada a noção contemporânea do jogo, em que este

começa a abandonar a sua insignificância e percepção pueril para se tornar um elemento pertinente de toda uma concepção antropológica e, além disso, um paradigma.

É importante aclarar que a conversão do jogo em uma nova concepção paradigmática percorreu, segundo Duflo (1999), um longo caminho na história, haja vista que ele não era apreendido como um objeto realmente digno a ser pensado. Entretanto, com o passar do tempo, as sociedades, os estados e os diferentes tipos de autoridades espirituais, morais ou políticas não permaneceram indiferentes aos jogos, principalmente porque, segundo o autor, na história política do jogo, abunda um movimento duplo e contraditório de interdições e encorajamentos, que são fáceis de compreender, como, por exemplo, os jogos de loterias que eram utilizados para o benefício do Estado. A esse respeito, Duflo (1999) destaca que foi o Império Romano quem começou com esses tipos de jogos, que, de forma geral, são chamados de política de jogos.

No entanto, os jogos que pertencem à política de jogos não eram bem vistos pelas sociedades ocidentais, que tentavam proibir ou, pelo menos, regulamentar todos os jogos de azar e a dinheiro que escapavam ao controle do Estado, ou seja, todos os jogos de loterias deveriam ser estritamente controlados pelo Estado. Tal controle, segundo Duflo (1999), ocorre por dois motivos: primeiro, devido ao grande número de famílias arruinadas por algum familiar viciado em jogos de azar; e segundo, para mostrar qual é a desorganização do tecido social provocada pelo jogo a dinheiro e a ameaça que isso traz para as virtudes cívicas tradicionais. Ainda para o autor, esse controle mostra um efeito interessante do jogo de azar sobre a moral pública, o que explica a sua rejeição. Mas é necessário explicitar, também, que os jogos não apresentam somente desvantagens, como as apontadas pelo mencionado autor.

Para Duflo (1999), é preciso atribuir uma dupla positividade ao jogo. Por um lado, o jogo pertence, como já abordamos, ao domínio do repouso necessário ao corpo finito do ser humano, que não pode desenvolver continuamente suas tarefas intelectuais sem sentir um cansaço proporcional à dificuldade da tarefa. Por outro lado, uma virtude que os jogos possuem é o desenvolvimento do bom humor e da urbanidade. De acordo com o autor, tais virtudes são necessárias para o acontecimento da vida em sociedade. Além disso, o autor aponta a virtude que está diretamente relacionada com os jogos, que é a virtude da medida. Segundo Duflo (1999), essa virtude regula o uso do jogo e preserva o jogador dos excessos, pois ela está ligada ao jogo e assegura, portanto, a autolimitação da tendência a jogar, muito bem observada por todos os que se preocupam em estabelecer um juízo moral sobre o jogo, do valor por si mesmo e de se aposentar como um fim em si mesmo.

O jogo entendido como virtude humana nos possibilita, de acordo com Duflo (1999), compreender diversas condutas do ser humano. Assim, observamos como funciona uma leitura detalhada do jogo, que é de fato ainda operante no sentido de compreender as condutas das pessoas envolvidas com o jogo,

como *i*) a saída do público perdedor de um estádio quando uma partida de futebol já não deixa nenhuma dúvida sobre o ganhador; ou *ii*) a interrupção de uma partida de xadrez muito antes do mate, em razão de uma vantagem decisiva que não pode ser vencida por um dos jogadores, ou de ser claramente inevitável a nulidade. Por isso, a paixão pelo jogo, segundo Duflo (1999), não deve ser compreendida como uma aberração contrária à razão, mas como um efeito da natureza e da conduta humana.

Essa paixão que o ser humano tem pelo jogo é manifestada por Duflo (1999) por meio dos seguintes motivos: *i*) ganhar dinheiro; *ii*) distrair e espantar o tédio; *iii*) esquecer o amor; *iv*) ter uma boa imagem perante a sociedade; *v*) tornar-se célebre e inteligente; e *vi*) esconder o mau humor. Todas essas razões, de acordo com ele, fornecem um autorretrato do jogador, com suas paixões, suas virtudes e particularidades e seus princípios motores. O jogador gosta do prazer que nasce para ele da alternância do prazer e do sofrimento. Gosta da aventura, do gasto, do divertimento, brilhar e dominar. Dessa forma, o autor explica que, se o jogo apresenta todas essas benesses, ele poderia ser utilizado com uma função educativa, assim como o açúcar que envolve o medicamento para dissimular seu amargor.

Nessa perspectiva, percebemos que a ideia do jogo como ferramenta para o ensino é antiga, pois Horácio e Quintiliano, que viveram no século I a.C., já anunciavam possibilidades para utilizar os jogos em sala de aula. Assim, Duflo (1999) afirma que a educação bem-sucedida é aquela que leva gradualmente do *lusus* (divertimento) ao *ludus literarius* (escola) passando pelo *ludus* (jogo), haja vista que o ser humano possui uma tendência inata para o jogo. Essa tendência ao jogo, tanto da criança quanto do adulto, pode ser entendida de três formas: *i*) a tendência ao jogo aplicará ao ser receptiva na disposição em que a tendência formal a tinha engendrado, e a engendrar na disposição em que a sensibilidade tende a receber; *ii*) a tendência ao jogo é aquela na qual as duas outras agem de acordo, exercerá sobre a alma uma coerção ao mesmo tempo moral e física, suprimindo toda contingência, e, por conseguinte, também toda coerção e dará ao homem a liberdade, tanto física quanto moral; e *iii*) a tendência ao jogo, na medida em que tira dos sentimentos e das paixões sua influência e seu poder dinâmico, fará com que entrem em acordo com as ideias da razão e, na medida em que tira das leis da razão sua coerção moral, reconciliará com o interesse dos sentidos.

Dessa forma, a tendência ao jogo é entendida em um sentido mais restrito, que permanece, segundo Duflo (1999), como um sinal da humanidade no homem, visto que no jogo o homem é, sem qualquer tipo de coerção, totalmente homem, ou seja, livre para jogar.

O autor afirma ainda que, além da tendência que o homem tem para o jogo, este revela empiricamente capacidades próprias para instaurar uma legalidade no sensível e no passional que não seja sentida como um peso estranho, vexando a vida, mas como uma escolha livre, exaltando-a. Assim, o jogo é o lugar em que o homem é mais completo e onde ele reconhece a

grandeza propriamente humana de uma civilização, compreende a sua relação com o belo por meio do jogo. Logo, fica nítido reconhecer a grandeza propriamente humana de uma sociedade que compreende a sua relação com o belo, por intermédio de diferentes tipos de jogos que ela aprecia e pratica. Por isso, inferimos ser importante conhecer as diferentes tipologias possíveis para os jogos, bem como suas particularidades.

Categorias dos jogos e suas combinações na concepção de Caillois

Segundo Caillois (2017), a palavra jogo sugere igualmente as ideias de desenvoltura, de risco ou de habilidade e, sobretudo, estimula invariavelmente uma atmosfera de descanso, como vimos em Duflo (1999), ou de divertimento que é capaz de relaxar e distrair o sujeito que participa dessa atividade. Para Caillois (2017), essa atividade, opõe-se à seriedade da vida e se vê qualificada como frívola, haja vista que se opõe ao trabalho como o tempo perdido se opõe ao tempo empregado em alguma atividade dita séria. Ainda segundo Caillois (2017), a gratuidade fundamental do jogo é justamente a característica que mais o deprecia; por outro lado, é ela que permite que todos se entreguem ao jogo com despreocupação e se mantenham isolados de outras atividades. Contudo, é preciso esclarecer que o termo jogo não denota apenas a atividade específica por ele nomeada, mas a totalidade das imagens, dos símbolos, dos instrumentos necessários a essa atividade ou ao funcionamento de um conjunto complexo. Assim, a palavra jogo designa, ainda, estilo, pois o jogo combina as ideias de limite, liberdade e de invenção, e não somente uma noção simples de atividade. De acordo com Caillois (2017), ele aparece como uma noção singularmente complexa que associa um estado de fato, uma distribuição das cartas favorável ou lastimável, em que o acaso é soberano e do qual o jogador herda, por felicidade ou infelicidade, uma aptidão para tirar o melhor partido desses recursos desiguais, que um cálculo sagaz frutifica e a negligência dilapida, ou seja, é uma escolha entre a prudência e a audácia que traz uma última coordenada: em que medida o jogador está disposto a apostar no que lhe escapa e não naquilo que controla. Esse pressuposto, mencionado por Caillois (2017), de que o jogador controlaria o mundo do jogo é justificado pelo autor devido à presença das regras nesta atividade. Isto é, em todo jogo, há um sistema de regras que definem o permitido e o proibido dentro do seu universo. Para o autor, essas convenções são, ao mesmo tempo, arbitrárias, imperativas e inapeláveis, não podendo ser violadas sob nenhum pretexto, exceto se o jogo acabar, pois as regras somente são mantidas pelo desejo de jogar e pela vontade de respeitá-las.

Desse modo, Caillois (2017) propõe uma definição para o jogo enquadrando as regras como uma de suas características, assim como fez Huizinga (2019). Portanto, jogo, para Caillois (2017), pode ser definido como uma atividade regrada, livre e voluntária, fonte de energia e de divertimento, além de ser uma

ocupação essencialmente separada, cuidadosamente isolada do resto da existência, e geralmente realizada dentro de limites precisos de tempo e de lugar. Em síntese, o autor define o jogo como sendo uma atividade livre, separada, incerta, improdutiva, regrada e fictícia.

Em vista da quantidade de características e nuances que Caillois (2017) apresenta para o jogo, o próprio autor entende que há diversas categorias envolvendo os jogos que são capazes, consequentemente, de mobilizar várias qualidades ao mesmo tempo, por isso classifica os inúmeros tipos de jogos em quatro rubricas principais, conforme predomine o papel: a) da competição; b) do acaso; c) do simulacro; e d) da vertigem. Tais categorias foram denominadas por Caillois (2017) de: *Agôn*, *Alea*, *Mimicry* e *Ilinx*, respectivamente.

A categoria denominada de *Agôn* é formada por todos os jogos de competição, ou seja, como um combate em que a igualdade de oportunidades é artificialmente criada para que os adversários se enfrentem em condições ideais, suscetíveis de dar um valor preciso e incontestável ao triunfo do vencedor. Segundo Caillois (2017), os jogos de competição estão relacionados à rivalidade – que se concentra em qualidades como, por exemplo, rapidez, resistência, força, memória, destreza, engenhosidade –, exercida em limites definidos e sem nenhum auxílio externo, fazendo com que o ganhador apareça como o melhor em uma determinada categoria de proeza. Alguns exemplos de jogos que se enquadram nesta categoria seriam: corrida, lutas, tiro ao alvo, damas, xadrez, entre outros.

O nome *Alea* deriva do latim e significa “jogos de dados”. Assim, essa categoria pode ser, de acordo com Caillois (2017), compreendida como jogos baseados em uma escolha que não depende do jogador, em que este não poderia ter a mínima ascendência e que trata de ganhar mais do destino do que do adversário. Nessa categoria, o autor comenta que não só se busca eliminar a injustiça do acaso e da sorte, mas a *alea* marca, também, a generosidade do destino, haja vista que o jogador é inteiramente passivo, não desenvolvendo, portanto, suas qualidades ou disposições, os recursos de suas destrezas, de seus músculos ou de sua inteligência. Logo, alguns exemplos de jogos do tipo *alea* são os jogos de dados, roleta, cara ou coroa, loteria, bingo, etc., isto é, todo tipo de jogo de azar/sorte.

A terceira classificação para os jogos cunhada por Caillois (2017) é a *Mimicry*, que engloba todo jogo que supõe uma aceitação temporária, senão de uma ilusão, pelo menos de um universo fechado, convencional e, sob certos aspectos, fictício. Nessa classificação, o autor afirma que o jogo pode consistir não em exibir uma atividade ou em experimentar um destino em um meio imaginário, mas no jogador tornar a si mesmo um personagem ilusório e se conduzir de acordo com este jogo. Portanto, a *mimicry* é uma classificação para jogos que envolve simulação, acreditar em si próprio ou fazer com que os outros creiam que o sujeito que joga é outro, diferente de si mesmo. Exemplos de jogos classificados nesta categoria são delimitados por Caillois (2017) como qualquer divertimento ao qual

nos dedicamos, seja mascarado ou disfarçado, e que consiste no próprio ato de realizar uma interpretação teatral ou, ainda, dramática, como, por exemplo, brincadeiras de imitação, faz de contas, teatro, ilusionismo, bonecas, fantasias e máscaras.

A última categoria proposta por Caillois (2017) para a classificação de jogo é o *Ilinx* e se baseia em jogos que são capazes de reunir uma busca pela vertigem e que consistam em uma tentativa de destruir, ainda que por um momento, a estabilidade da percepção e de infligir à consciência lúdica uma espécie de pânico. Isto é, trata-se de acessar uma espécie de espasmo, transe, tontura, que consegue, portanto, destruir a realidade de forma brusca. O autor nos dá como exemplo os exercícios dos dervixes rodopiantes e dos “*voladores*” mexicanos, bem como a acrobacia, o contorcionismo ou, ainda, uma criança que, sob apenas um calcanhar, consegue rodopiar ao redor do seu próprio corpo de maneira a ficar completamente tonta, carrossel, balanço, danças, entre outros. O termo *ilinx* foi cunhado por Caillois (2017) com o intuito de abarcar diversas variedades que envolvem a situação transcendente que gera esta categoria, por isso *ilinx* significa, em tradução livre do grego, “turbilhão de água”, no entanto, tal palavra pode também significar vertigem ou tontura.

Caillois (2017) explica que as atitudes elementares que comandam os jogos – ou seja, os tipos de classificações – nem sempre se encontram isoladamente, mas podem estar associadas. Assim, o referido autor afirma que, quando combinamos de duas em duas as quatro categorias dos jogos, percebemos a existência de seis combinações, a saber: 1) *agôn-alea*; 2) *agôn-mimicry*; 3) *agôn-ilinx*; 4) *alea-mimicry*; 5) *alea-ilinx*; e 6) *mimicry-ilinx*, mas é importante aclarar que nem todas essas combinações são possíveis na realidade. Também não seria possível fazer combinações ternárias, pois quase sempre estas se constituiriam em justaposições apenas ocasionais que não influenciariam nas características dos jogos observados no dia a dia. Logo, há justaposições possíveis, viáveis ou proibidas. Assim, as combinações *agôn-alea* e *mimicry-ilinx* são possíveis, já as combinações *agôn-mimicry* e *alea-ilinx* são viáveis e as justaposições entre *agôn-ilinx* e entre *alea-mimicry* são proibidas. Estas duas últimas combinações são proibidas, pois, segundo Caillois (2017), regra e vertigem são incompatíveis e simulacro e sorte não são suscetíveis a nenhuma convivência, ou seja, qualquer inteligência tornará a consulta ao destino inútil e, além disso, nenhum simulacro pode enganar os fatos. Assim, a *alea* supõe um abandono total e completo à vontade da sorte.

Por outro lado, *alea-ilinx* e *agôn-mimicry* são combinações viáveis sem prejuízo ao desenvolvimento do jogo, pois, segundo Caillois (2017), nos jogos de azar, todos sabem que uma vertigem particular se apodera tanto do jogador favorecido pela sorte quanto daquele perseguido pelo azar. O autor destaca que é importante observar que *ilinx*, que destruíu o *agôn*, não impossibilita, de nenhuma forma, a *alea*, mas ele paralisa o jogador, fascina-o, enlouquece-o, mas nem por isso o leva a violar as regras do jogo. Caillois (2017) explica, ainda, que

o par *agôn-mimicry* desenrola-se na expectativa do desfecho e exige a presença de um público que corre aos guichês dos estádios ou aos velódromos, assim como faz com aqueles que buscam o teatro ou o cinema.

As duas combinações, *agôn-alea* e *mimicry-ilinx*, são consideradas fundamentais devido a *agôn* e *alea* ocuparem o campo da regra, haja vista que sem regras não existem competições nem jogos de azar. Por outro lado, Caillois (2017) ressalta que *mimicry* e *ilinx* supõem, de forma similar, um mundo desregrado onde o jogador improvisa constantemente, contando com uma fantasia transbordante ou com uma inspiração soberana, cujo código nenhuma das duas classificações reconhece. O autor explica, ainda, que no *agôn* o jogador apoiava-se em sua vontade, mas abandonava-a na *alea*, já a *mimicry* supõe a consciência do fingimento e do simulacro, ao passo que é próprio da vertigem e do êxtase abolir qualquer consciência. Caillois (2017) afirma que, nessas combinações fundamentais, não há um funcionamento de cada par da combinação totalmente igual ao outro, ou seja, a *alea* combinasse eminentemente com o *agôn*, e a *mimicry* com o *ilinx*, mas, ao mesmo tempo, uma das categorias no par representará uma posição ativa e fecunda, e a outra categoria se comportará de forma passiva e nociva.

Com base nessa categorização para os jogos, Caillois (2017) resume a ideia de jogo como uma criação em que o jogador continua sendo o mestre, afastado da severa realidade, como um universo que tem sua finalidade em si mesmo e que só existe enquanto for voluntariamente aceito. Assim, o autor explica que o jogo muitas vezes possui regras de natureza muito particular que são válidas em um tempo e em um espaço previamente determinados de acordo com a cultura em que se utiliza tal jogo. Dessa maneira, o jogo aparece como uma possibilidade para educar o corpo, o caráter e a inteligência, pois, de acordo com Caillois (2017), o jogo possui um alto valor educacional ao não ensinar receitas prontas e acabadas, mas, sim, possibilitar o desenvolvimento de aptidões intelectuais e morais, sobretudo nas crianças.

O jogo na infância na percepção de Chateau

De acordo com Chateau (1987), o jogo constitui-se como um mundo à parte que não tem mais tanto lugar no mundo dos adultos quanto tinha na época da infância, ou seja, compreende-se que o jogo pode, em um dos seus aspectos, ser evasão e compensação, haja vista que o próprio adulto, às vezes, procura no jogo o esquecimento de seus problemas, de modo a adentrar em um mundo ilusório. Assim, o autor sustenta que, quando a criança brinca de casinha, ela está se exercitando no plano imaginário para, posteriormente, ser capaz de realizar uma determinada atividade de forma concreta. Por conseguinte, Chateau (1987) destaca que o mundo do jogo é uma antecipação do mundo das ocupações sérias e pode ser concebido como um artifício que conduz finalmente à vida séria, como um projeto de vida que esboça, por antecipação, a vida real.

Nesse sentido, será por meio do jogo que a criança conquistará sua autonomia, personalidade e, também, esquemas práticos necessários à vida adulta (Chateau, 1987). O jogo será utilizado pela criança como um artifício de abstração, isto é, cozinhar pedras é uma conduta mais simples do que a cozinha real, mas será nessa conduta simples que, de acordo com o autor, a criança se formará uma futura cozinheira. O autor comenta, ainda, que a criança não tem consciência do treinamento que ela está realizando, mas ela tem noção de estar desempenhando o papel do adulto no seu restrito mundo lúdico, pois, ao copiar o adulto, assimila-se a ele. Melhor ainda será quando o mundo lúdico se destaca do mundo adulto, tornando toda comparação mais difícil de ser realizada.

Entretanto, é importante destacar que o jogo infantil nem sempre é só imitação dos adultos, mas também é distanciamento. Para Chateau (1987), a atitude de distanciamento é, entre outras coisas, uma fuga diante da atitude zombeteira do adulto, no entanto, esse aspecto é apenas secundário, sendo o papel de criação o aspecto principal, visto que o distanciamento leva a criança a um mundo onde ela tem todo o poder para criar livremente. Tal distanciamento, conforme explica Chateau (1987), funciona como um juramento de obediência às regras tradicionais, contudo este é um juramento de esquecer o mundo da vida séria em que as regras lúdicas não valem, por isso esse distanciamento surge de forma voluntária. Para o mencionado autor, tal distanciamento é próprio do jogo e muito visualizado na infância por meio de risos e brincadeiras que são próprias do jogo.

Assim, Chateau (1987) menciona que é pelo jogo que a alma e a inteligência da criança crescem, pois uma criança que não sabe brincar será um adulto que não saberá pensar. Por isso, afirma o autor, a infância tem por objetivo o treinamento, pelo jogo, das funções tanto psicológicas quanto psíquicas, sendo que o jogo é o centro da infância, e esta não poderá ser analisada sem atribuir-lhe um papel de pré-exercício para a vida adulta. Nesse sentido, de acordo com Chateau (1987), o jogo representa para a criança o papel que o trabalho representa para o adulto; como o adulto se sente forte por suas obras, a criança se sente crescer com suas proezas lúdicas. Ou seja, um adulto procura provar para si mesmo, e para os outros, seu próprio valor por um resultado real: obra artística, lucros em vendas, construção de casas, filhos bem-criados, etc.; a criança encontra no jogo um substituto para o que seria o trabalho no caso do adulto. Segundo Chateau (1987), é nisso que reside a importância primordial do jogo de nossas crianças, pois uma criança que não quer jogar é uma criança cuja personalidade não se afirma, contentando-se, portanto, em ser pequena e fraca em seu intelecto e em seu físico.

Por isso, não devemos subestimar a importância do jogo para a criança. Segundo Chateau (1987), ele não é para as crianças apenas um exercício de todas as faculdades, mas foi e continua sendo uma rica fonte de atividades superiores de alto grau cognitivo. Assim sendo, é por meio do jogo que começa o

pensamento propriamente humano, é fingindo, segundo o referido autor, pegar um objeto que a criança se desliga do mundo real para representar situações, atividades, seres ausentes, entre outros. Então, por meio do jogo, a criança começa a desenvolver as primeiras atividades práticas ou funcionais.

De acordo com Chateau (1987), os jogos funcionais são observados nos bebês, e são meros exercícios das funções. O autor nos dá o exemplo de um bebê de cerca de oito meses no berço ou em seu carrinho: ele bate o pé, balbucia ladainhas e sons incompreensíveis, move os braços e a cabeça, pega objetos e os deixa cair. Tais movimentos são entendidos como um trabalho capital, isto é, a criança se molda, se exercita movendo as pernas, esboça seus murmúrios à linguagem que se aproxima e forma suas mãos para a manipulação. Ainda segundo o autor, os gestos descritos não são inúteis, mas cada atividade concorre para desenvolver uma função, de modo a fazer emergir funções mais difíceis, como a palavra ou o andar, que seriam impossíveis sem os movimentos das pernas e os balbucios que preparam as crianças para a vida adulta. Desse modo, Chateau (1987) explica que a atividade dos jogos funcionais permite a cada função explorar sua área e se expandir para dar lugar a novos resultados, pois toda aparição, na criança, de uma função nova dá sempre lugar a múltiplos jogos funcionais, como se ela quisesse testar todas as possibilidades dessa nova função.

Ainda segundo o autor, além dos jogos funcionais, há outros jogos no âmbito da infância, como: *i)* os jogos de construção; *ii)* os jogos tradicionais; *iii)* os jogos de imitação; e *iv)* os jogos de regras arbitrárias. Para o mencionado autor, os *jogos de construção* começam muito cedo, quase tanto quanto as primeiras imitações e o que chama a atenção nesses jogos é que o esquema que os dirige não é como nas imitações, mas é puramente abstrato. Isto é, trata-se, nesse tipo de jogo, de um esquema determinado que dá origem a esquemas diversos, como o quadrado, a linha ou o círculo.

Crianças com aproximadamente dez anos de idade, segundo Chateau (1987), começam a participar de jogos em grupos organizados, ou seja, de *jogos tradicionais*, como, por exemplo, jogos de barras, amarelinha e pique-esconde. Para o autor, é nessa idade que se encontram, também, os *jogos de imitação*, que são os jogos em que as crianças brincam de casinha, imitam o pai e a mãe, fingem ser um médico que atende um paciente, por exemplo.

Por último, há os *jogos de regras arbitrárias*, que se desenvolvem entre o fim da idade pré-escolar e o início da idade escolar, e conservam, dos jogos de construção, uma noção de regra. Para o referido autor, essa noção de regra é compreendida como as atitudes proibidas e permitidas dentro do mundo do jogo, que é tão marcante para a criança que está jogando que ela forma um contrato moral no sentido de obedecer às regras sem discutir seus fundamentos. Ou seja, a criança não se interroga sobre a origem das regras e, se é perguntada sobre isso, recorre aos veteranos do jogo para encontrar uma resposta. A esse respeito, Chateau (1987) explica que, ao obedecer às regras, a

criança afirma a sua existência enquanto participante do jogo, de modo que a submissão à regra social é um dos meios que ela pode utilizar para fazer com que a regra seja o seu instrumento de personalidade. Segundo o mencionado autor, esse amor que a criança sente pela regra é uma tendência profunda da alma infantil, sobre a qual os psicólogos ainda não pousaram suficientemente seus olhos para encontrar os motivos pelos quais tal sentimento ocorre.

De acordo com Chateau (1987), a tendência que a criança tem para seguir as regras de um determinado jogo faz com que ela, naturalmente, participe a contento do jogo e este ato possibilita o desenvolvimento de diversas habilidades, como flexibilidade, vigor e inteligência. Segundo o autor, é devido ao desenvolvimento de habilidades como a inteligência que os jogos começaram a ser usados nas escolas maternas, fazendo com que a criança aprenda diversas competências na escola por meio do jogo. Assim, ele afirma que o jogo, quando utilizado nas escolas maternas, não deve ter apenas a finalidade de proporcionar o divertimento, mas o jogo no contexto educacional deve ter uma missão a ser cumprida. Isto é, o jogo deve ajudar as crianças a terem contato com outras formas de cooperatividade e considerarem o ponto de vista dos demais, de modo a sair do seu egocentrismo original. Nesse sentido, o autor argumenta que o atrativo do jogo na escola deve ser especial e superior, uma vez que ao pronunciar a própria palavra jogo já se tem uma ideia de esforço e liberdade, logo, uma educação por meio do jogo deve ser fonte de dificuldade da mesma maneira que o jogo é fonte de alegria moral.

O jogo na educação de acordo com Brougère

Brougère (1998) aborda a ideia de educação por meio do jogo quando afirma que não é de surpreender que uma relação entre jogo e educação seja cada vez mais concebível, pois, se o jogo pode ser aprendizagem de vida, é porque ele coloca em movimento energias da mesma natureza das atividades concretas ou reais reunidas sob a denominação de vida e, portanto, poderia também promover a aprendizagem dentro do contexto educacional. Assim, Brougère (1998) define jogo como uma situação caracterizada pelo fato de que seres jogam, têm uma atividade que diz respeito ao jogo, qualquer que seja sua definição. Jogo é o que o vocabulário científico denomina de “atividade lúdica”, quer essa denominação diga respeito ao reconhecimento do objetivo por observação externa ou ao sentimento pessoal que cada um pode ter, em certas circunstâncias, de participar de um determinado jogo. De modo a complementar esta definição, Brougère (1998) compreende o jogo de três maneiras possíveis: *a)* jogo como um sistema de regras; *b)* jogo como material; e *c)* jogo como atividade lúdica.

O *jogo como sistema de regras*, conforme destaca o autor, é um jogo que existe e subsiste de modo abstrato independentemente dos jogadores, fora de sua realização concreta.

Entretanto, a partir desse jogo, pode-se fazer mais do que simplesmente jogar, pode-se, por exemplo, analisá-lo de um ponto de vista matemático, traduzi-lo em um *software*, transformá-lo em espetáculo.

Outra forma de entender o jogo é chamada por Brougère (1998) de *jogo enquanto atividade lúdica*. Isso nos remete a uma situação ou atitude que requer uma interpretação e levanta o problema da legitimidade do uso desse termo em um contexto para designar uma situação. Segundo o autor, o jogo como atividade lúdica nos faz associá-lo às brincadeiras que Chateau (1987) mencionava, como, por exemplo, casinha, faz de conta, médico, pique-esconde, pega-pega. Assim, o jogo entendido como atividade lúdica ou brincadeira, de acordo com Brougère (2010), não pertence à ordem do não funcional, uma vez que, por trás da brincadeira, é muito difícil descobrir uma função que poderíamos descrever com precisão. A brincadeira escapa a qualquer função precisa e é esse fato que a definiu em torno das ideias de gratuidade e até de futilidade. Assim, o autor destaca que a principal característica da brincadeira é que nela é possível fabricar seus próprios objetos, desviando de seu uso habitual.

A terceira forma possível de compreender o jogo é a que Brougère (1998) denomina de *jogo como material*, tal como o jogo de xadrez enquanto constituído do tabuleiro e do conjunto de peças que permitem jogar no sistema de regras e que também é chamado de jogo de xadrez. Porém, nem por isso, argumenta o autor, os níveis: sistema de regras e jogo como material se confundem, pois é possível jogar xadrez sem material quando os jogadores se contentam com um material substituto, mas também podem, igualmente, utilizar o material do jogo para outras coisas, como, por exemplo, objeto de decoração e, além disso, uma peça de xadrez pode ter muitas outras utilidades. Portanto, nesse nível, enxertam-se metáforas ou sentidos derivados específicos, tal como jogo de cartas e de chaves, por exemplo.

Brougère (2010) afirma que o jogo percebido como brinquedo não parece definido por uma função precisa. Logo, o brinquedo seria um objeto que a criança manipula livremente, sem necessariamente estar condicionada às regras ou aos princípios de utilização de outra natureza. Desse modo, o autor explicita que o brinquedo é um objeto infantil e falar em brinquedo para um adulto torna-se, sempre, um motivo de zombaria e de ligação com a infância. No entanto, ao contrário disso, o jogo pode ser destinado tanto à criança quanto ao adulto, ou seja, de acordo com Brougère (2010), ele não é restrito a uma faixa etária e, portanto, os objetos lúdicos dos adultos são chamados exclusivamente de jogos, e os das crianças, de brinquedos.

Nessa perspectiva, é importante aclarar que o jogo tanto como brinquedo quanto como brincadeira possuem, segundo Brougère (2010), um valor expressivo, em que o brinquedo estimula a brincadeira ao abrir possibilidades de ações coerentes com a representação, como, por exemplo, um pedaço

de madeira se transformar, no faz-de-conta, em um cavalo que levará a criança para passear por diversas paisagens. Assim, o autor destaca que o brinquedo é um dos meios para desencadear a brincadeira, porém a brincadeira escapa, em parte, ao brinquedo cujas funções sociais relacionam-se à maneira como ele é colocado à disposição da criança. Além disso, Brougère (2010) menciona que um mesmo brinquedo ou material poderá despertar uma brincadeira diferente a depender da cultura da criança que joga, uma vez que toda socialização pressupõe a apropriação da cultura de forma compartilhada por toda a sociedade em que a criança vive. Assim, a infância, segundo o autor, é um dos momentos mais importantes de apropriação cultural pela criança, que vai se apropriar de imagens e representações diversas, sendo o brinquedo e a brincadeira, ou seja, o jogo de forma geral, uma dessas fontes para a apropriação cultural da criança. Contudo, é preciso destacar que, embora a impregnação cultural perpassa a brincadeira e o brinquedo, não se pode compreender isso como uma simples impregnação dos conteúdos simbólicos do brinquedo e da brincadeira, pois, segundo Brougère (2010), trata-se de um processo dinâmico e progressivo de inserção cultural que culminará na formação da cultura lúdica da criança.

Essa cultura lúdica, de acordo com Brougère (2010), integra elementos externos que influenciam a brincadeira da criança por meio de atitudes, capacidades e afinidades. Isto é, para se tornar um jogo agradável para a criança, o brinquedo ou a brincadeira devem encontrar lugar nas afinidades e preferências da criança que vai jogar. Essa cultura lúdica, segundo o autor, está imersa na cultura geral à qual a criança pertence, e ela retira elementos do repertório de imagens que representa a sociedade em seu conjunto. Assim, a cultura lúdica incorpora elementos presentes na televisão, no cotidiano e em todos os locais com que a criança tem contato, ou seja, o exterior contribui para a formação da cultura lúdica na infância.

Essa naturalidade da impregnação cultural forma a cultura lúdica na criança e faz o jogo se relacionar com a educação. No entanto, essa possibilidade de unidade entre jogo-educação só começou a ser vista como legítima com mais intensidade no Romantismo, haja vista que, de acordo com Brougère (2010), foi neste cenário histórico que a brincadeira infantil começou aos poucos a ser valorizada, e não mais vista como frívola e oposta ao trabalho. Assim, o autor afirma que a valorização da brincadeira se apoiou na supressão da dimensão social da educação da criança pequena, que surge como dominada, mas, também, como conduzida pela natureza, da qual a brincadeira é o meio principal de educação, ou seja, dar lugar à brincadeira consiste em, segundo Brougère (2010), propor uma educação natural que pressupõe a aprendizagem.

Em vista disso, Brougère (1998) explica que a brincadeira, em seu sentido filosófico ou *stricto sensu*, não é educativa, e, no que diz respeito à escola, em nenhum sentido, mas somente é utilizado como possibilidade para proporcionar diversão, alegria e prazer. Contudo, o autor destaca que é possível ensinar

e promover a aprendizagem por meio do jogo ou brincadeira que faz uso do jogo educativo, que é um arremedo do jogo em seu sentido filosófico. Somente assim, o jogo pode ser, segundo Brougère (1998), utilizado para permitir um relaxamento necessário cujo objetivo é propiciar um novo esforço intelectual, ou, então, tornar lúdico um exercício didático. Ou seja, trata-se de conseguir, com o auxílio do jogo educativo, que a criança tenha prazer nos estudos de modo que ela os perceba com prazer e, conseqüentemente, que a criança consiga aprender de forma eficaz, uma vez que os estudos lhe parecerão mais desejáveis, instigantes e interessantes. Dessa forma, o jogo educativo concilia, de acordo com Brougère (1998), a criança e a educação sem renegar nenhum dos dois, sendo o jogo um fim para a criança e um meio para o professor, pois, a cada vez que dá para a criança um jogo, ele satisfaz a necessidade dela de brincar e, portanto, de se divertir e, ao mesmo tempo, cumpre o papel educativo que a escola pressupõe.

Assim, o jogo educativo é, segundo Brougère (1998), uma pedagogia do estratagema que se instala para evitar o modelo dito tradicional das escolas maternas, sobretudo na França, que é o campo de estudo do referido autor, mas, também, aqui no Brasil. Por isso, será por meio do jogo educativo, que é uma forma espontânea e livre de atividade lúdica, que a criança se autoeduca, uma vez que, conforme nos explica o autor, a autoeducação, complementada pela intervenção dos pais da criança, fornecerá a ela diversos estímulos cognitivos. Nos jogos de rua, os amigos vão lhe transmitir a tradição das brincadeiras infantis e, na escola, o professor dará continuidade a essa educação natural por meio do jogo, levando a criança à aprendizagem, em uma progressão contínua, sem que se possa diferenciar o momento em que joga ou aprende.

De acordo com Brougère (1998), essa educação natural por meio do jogo foi incentivada, entre outros, pelo movimento intitulado Escola Nova, que procurou satisfazer a espontaneidade infantil por meio das suas manifestações. Tal espontaneidade, segundo o autor, vai levar a uma valorização do jogo infantil na escola, considerando que esta instituição deve ser o local de expressão da liberdade para que a espontaneidade do crescimento e do aprendizado da criança seja livre e eficaz. Desse modo, a educação renovada está, segundo o referido autor, predisposta a abrir espaço para o jogo, no qual os elementos teóricos oriundos do Romantismo são a própria origem da valorização do jogo como suporte educativo. Assim, não há mais uma oposição entre jogo e educação, sendo a educação o trabalho e jogo o não trabalho, haja vista que, segundo o autor, o desejo por jogar é uma necessidade biológica inata à criança que gosta de trabalhar se divertindo, pois os jogos são a expressão do despertar das faculdades do corpo e do espírito, além de serem, também, uma experiência e uma preparação para a vida. Portanto, a criança deve jogar livremente, seja em sua própria casa, na rua com os amigos ou, ainda, nas escolas infantis, por meio da junção entre jogo e educação, que é frequentemente denominada, como vimos, de jogo educativo.

O jogo educativo segundo Kishimoto

De acordo com Kishimoto (2021), o uso de jogos destinados a criar situações de diversão em sala de aula nem sempre foi aceito, uma vez que a visão que o adulto tinha da criança era que ela deveria ser somente disciplinada para aquisição de conhecimentos acadêmicos e escolares, não aceitando, portanto, nenhum tipo de jogo para alcançar esta finalidade. De forma parecida era a visão do adulto em relação à escola de educação infantil, isto é, a escola tem objetivos a atingir e o aluno tem a tarefa de adquirir conhecimentos e habilidades nesta instituição; logo, qualquer atividade realizada pela criança na escola deveria sempre objetivar um resultado. Assim, a escola era vista como instituição que deveria apenas dirigir e orientar suas ações para a busca de finalidades pedagógicas e, conforme a mencionada autora, o emprego de qualquer tipo de jogo em sala de aula necessariamente se transformaria em um empecilho para a realização das finalidades pedagógicas.

Nesse sentido, Kishimoto (2021) esclarece que somente a partir do século XVI essa ideia de junção entre jogo e educação por meio do jogo educativo começou a ser percebida como válida, embora os primeiros estudos envolvendo o jogo educativo situam-se na Roma e Grécia antigas. Segundo a autora, na Grécia, Platão já destacava a importância da aprendizagem mediada por brincadeiras, como contraponto à utilização da violência e da repressão. Nesse mesmo rumo, Aristóteles sugeria, para a educação nas escolas infantis, o uso de jogos que imitassem as atividades sérias de ocupações adultas, como uma forma de preparo para a vida futura.

No que diz respeito à cidade de Roma, os jogos educativos eram, de acordo com Kishimoto (2021), destinados à formação de soldados e cidadãos romanos para lhes agregar uma formação física, bem como desenvolvimento estético e espiritual. Durante o Império Romano, a autora destaca que começaram a aparecer guloseimas com o formato de letras, destinadas a ensinar o alfabeto às crianças. Essa prática de aliar o jogo aos primeiros estudos da criança justificou, conforme nos explica Kishimoto (2021), o nome de *ludus*, que era dado às escolas que hoje conhecemos como de educação infantil. Todavia, os jogos educativos só começaram a ganhar destaque especial na educação infantil e a alcançar as demais etapas escolares, por meio do advento dos padres da Companhia de Jesus ou, como são corriqueiramente chamados, padres jesuítas. Segundo a referida autora, essa congregação cristã católica tinha como objetivo propagar a fé católica, catequizando as pessoas por meio da educação formal em diversos países pelo mundo, inclusive no Brasil. Essa congregação tinha como seu superior o padre Ignácio de Loyola, que compreendia a importância dos jogos educativos para a formação espiritual do ser humano, além de preconizar o uso de tais jogos como um recurso auxiliar do ensino para promover uma aprendizagem eficaz.

Como vimos, os jogos educativos começaram a aparecer no século XVI, mas o grande despertar para tais materiais ocorreu

em meados do século XVII imbuído, de acordo com Kishimoto (2021), pelas ideias humanistas do Renascimento. Segundo a autora, foi neste momento histórico que houve uma expansão contínua dos jogos educativos, sendo esse processo acompanhado por estudos de filósofos acerca da importância da imagem e dos sentidos para o desenvolvimento de uma aprendizagem que fosse eficaz. Assim, Kishimoto (2021) explica que jogos de leitura, bem como jogos destinados a tarefas didáticas nas áreas de História, Geografia, Moral, Religião, Matemática, etc., começaram a se multiplicar neste período, contudo, sem maior diversificação.

Tal diversificação, segundo Kishimoto (2021), só foi ocorrer com a eclosão do movimento científico no século XVIII, de modo a apresentar variedades de jogos educativos, incluindo neles inovações. Segundo a autora, professores da época começaram a utilizar imagens publicadas em enciclopédias científicas para criar jogos destinados ao ensino de disciplinas ainda marginalizadas, como as Ciências, contudo, somente para o uso da realeza e da aristocracia local. Entretanto, com a expansão dos novos ideais de ensino, cresceram experiências que introduziam os jogos educativos nas salas de aula com objetivo de facilitar as tarefas de ensino. Segundo Kishimoto (2021), o desenvolvimento da ciência e da técnica científica contribuiu para essa maior utilização dos jogos educativos nas atividades de ensino, pois o desenvolvimento científico e tecnológico se constituiu em fonte propulsora para a construção de diversos jogos científicos e mecânicos, como, por exemplo, os jogos magnéticos para ensinar História, Geografia e Gramática; o bazar alfabético destinado ao aprendizado de vocabulário; o jogo poliglota, que visava ensinar até cinco idiomas ao mesmo tempo, entre outros.

No entanto, o uso dos jogos na área educacional, de acordo com Kishimoto (2021), só foi se expandir, de fato, no início do século XX, instigada pelo aumento das escolas de educação infantil e, também, pela discussão sobre as relações entre o jogo e a educação. Para Kishimoto (2014), as discussões envolvendo aspectos do jogo e da educação culminam no jogo educativo, que faz com que seu uso nas escolas permita a ação intencional (afetividade), a construção de representações mentais (cognição), a manipulação de objetos e o desempenho de ações sensorio-motoras (físico) e as trocas nas interações (social). O jogo contempla várias formas de representação da criança ou suas múltiplas inteligências, contribuindo para a aprendizagem e o desenvolvimento infantil.

Dessa forma, é nítido que, quando os jogos educativos são elaborados intencionalmente com vistas a estimular determinadas aprendizagens, surge o desenvolvimento de habilidades e sentimentos como a afetividade e a cognição, bem como o fortalecimento das relações físicas e sociais. Assim, Kishimoto (2014) afirma que o uso dos jogos educativos na educação infantil significa transportar para o campo do processo de ensino e aprendizagem condições favoráveis que maximizam, sobremaneira, a construção de qualquer conhecimento pelo aluno. O favorecimento do processo de construção do

conhecimento pelo aluno por meio do jogo ocorre porque o jogo da criança desempenha um papel importante como motor do autodesenvolvimento e, portanto, é um método natural de educação e instrumento de desenvolvimento da criança, como afirmam estudos da psicologia e os princípios da pedagogia escolanovista.

Para que o jogo educativo consiga possibilitar a construção do conhecimento, Kishimoto (2021) explica que tal jogo é formado por metade educação e metade jogo, o que faz com que estejam imbricadas as seguintes funções: *i) função educativa*, que confere ao jogo a capacidade de ensinar qualquer assunto que complete o indivíduo em seu saber, seus conhecimentos e sua apreensão de mundo; e *ii) função lúdica*, que proporciona a diversão, o prazer e a alegria quando o jogo é escolhido voluntariamente.

Nessa perspectiva, Kishimoto (2021) explica que, para o jogo educativo funcionar adequadamente, deve sempre existir um equilíbrio entre essas duas funções e, caso haja um desequilíbrio, poderão ser notadas duas situações: *a)* não há mais ensino, há apenas jogo, quando a função lúdica prevalece no equilíbrio; ou *b)* quando a função educativa prevalece, haverá a eliminação de todo o hedonismo próprio do jogo e existirá apenas o ensino e a educação. Isto é, se o jogo perde sua função de propiciar prazer em proveito da aprendizagem, ele se converterá em um instrumento de trabalho ou ferramenta do educador. Assim, Kishimoto (2021) reitera que, se isso acontecer, já não haverá mais jogo, mas material pedagógico ou didático. A autora destaca, ainda, que qualquer jogo, brinquedo ou brincadeira empregada na escola que respeite a natureza do ato lúdico (função lúdica) e apresente um caráter educativo (função educativa) pode ser denominado jogo educativo.

Em resumo, para Kishimoto (2014), há uma grande família dos jogos que engloba o jogo educativo, o jogo em seu sentido filosófico ou *stricto sensu*, o brinquedo e a brincadeira, mas, para isso, a autora apresenta alguns pontos comuns que devem interligar tais elementos: *a)* liberdade de ação do jogador ou caráter voluntário, de motivação interna e episódica da ação lúdica; prazer, futilidade, o não sério ou efeito positivo; *b)* regras que podem ser implícitas ou explícitas; *c)* relevância do processo de brincar e incerteza de resultados; *d)* não literalidade, reflexão de natureza simbólica, representação da realidade e imaginação; e *e)* contextualização no tempo e no espaço.

O jogo educativo, em particular, abrange todos esses elementos e, ainda, deve manter o equilíbrio das funções lúdica e educativa durante seu uso no ensino. No que diz respeito ao papel do professor durante a utilização do jogo educativo, é necessário que esteja atento, segundo Kishimoto (2021), para a organização de espaços adequados para estimular o jogo, de modo que o professor ofereça informações sobre diferentes formas de utilizar os jogos, explicitando, em detalhes, as suas regras, e participe, com seus alunos, do jogo educativo em questão, demonstrando não só o prazer por estar jogando, bem como estimulando os alunos para tal ação.

Segundo Kishimoto (2021), o caráter educativo do jogo faz com que ele apareça em dois sentidos, quais sejam: *i) sentido amplo*, entendido como material ou situação que permite a livre exploração em recintos organizados pelo professor, visando ao desenvolvimento geral da criança; e *ii) sentido restrito*, como material ou situação que exige ações orientadas com vistas à aquisição ou ao treino de conteúdos específicos ou de habilidades intelectuais.

Kishimoto (2021) afirma, ainda, que o jogo em seu sentido restrito pode ser nomeado de jogo didático e esclarece, também, que, embora a diferenciação entre esses dois sentidos de jogo já seja realidade na prática usual dos professores, é possível afirmar que todo jogo é educativo em sua essência, uma vez que, em qualquer tipo de jogo, a criança sempre adquire algum conhecimento.

A seguir, discutimos a visão que os autores contemporâneos têm a respeito desse material didático, bem como apontamos as suas principais contribuições para a linha de pesquisa do Lúdico no Ensino de Química. Para começar, abordamos um percurso histórico que mostra o surgimento e a evolução dos jogos como material didático utilizado nas aulas de Química no ensino médio e, também, no ensino superior.

Contribuições dos autores contemporâneos para o Lúdico no Ensino de Química

Considerações históricas do uso do jogo em sala de aula

De acordo com Cunha (2012), o jogo educativo passou a ganhar espaço em sala de aula como um material motivador da aprendizagem de conceitos de Química, na medida em que o jogo estimula o interesse dos alunos para o estudo de tal disciplina. Assim, a autora afirma que o jogo auxilia o aluno a construir novas formas de pensamento e a desenvolver e enriquecer sua personalidade e, por outro lado, ajuda o professor a conduzir suas aulas de forma mais estimuladora, de modo a proporcionar, e ainda avaliar, a aprendizagem. Nesse sentido, Cunha (2012) esclarece que os jogos são menos utilizados em aulas de Física e Química do que em outras disciplinas, como, por exemplo, Matemática e Biologia. No entanto, o uso de tais materiais, segundo a autora, tem aumentado de forma exponencial.

Assim, Garcez e Soares (2017), ao realizarem uma revisão bibliográfica sobre a utilização do lúdico no Brasil, destacaram que o primeiro trabalho sobre tal tema foi uma dissertação de mestrado defendida por Eugênio Maria França em 1988, que abordava questões relacionadas ao ensino de Física. Na Química, Cunha (2012) explica que a primeira menção sobre a utilização de jogos foi em 1993, por meio do artigo “Química: um Palpite Inteligente”, publicado na revista *Química Nova*. Depois desse trabalho, no ano de 1996, Garcez e Soares (2017) apontam a publicação do artigo “Os Fulerenos e a sua Espantosa Geometria Molecular”, por Romeu Rocha Filho.

No ano seguinte (1997), Cunha (2012) aponta que Nelson Orlando Beltran publicou um texto intitulado: “Ideias em Movimento”, e, nos anos 2000, a revista *Química Nova na Escola* publicou um manuscrito de Eichler e Del Pino intitulado “Carbópolis: um Software para Educação Química”, que detalhava como um programa de computador permitia a um aluno jogar com um simulador de situações ambientais. Ainda nos anos 2000, Cunha (2012) destaca que ela própria propôs, no X Encontro Nacional de Ensino de Química, um manual que tinha como finalidade apresentar algumas propostas de jogos acadêmicos que poderiam ser utilizados em sala de aula.

Em 2004, Cunha (2012) descreve a publicação da primeira tese de doutorado envolvendo a temática dos jogos no Ensino de Química, com o título: *O Lúdico em Química: Jogos e Atividades Lúdicas Aplicados ao Ensino de Química*, defendida pelo professor e pesquisador Márlon Herbert Flora Barbosa Soares no Instituto de Química da Universidade Federal de São Carlos, que depois, em 2008, daria origem ao primeiro livro teórico sobre a temática do lúdico no Brasil: *Jogos para o Ensino de Química: Teoria, Métodos e Aplicações*.

De acordo com Cunha (2012), desde a defesa da primeira dissertação sobre jogos educativos no Brasil, em 1988, a utilização de tais materiais tem sido cada vez mais explorada e estudada por pesquisadores e uma evidência disso, segundo a referida autora, é o aumento, ano após ano, do número de trabalhos sobre jogos em eventos das áreas de Educação e de Ensino de Química. Contudo, tal aumento não foi acompanhado de uma fundamentação teórica adequada, o que pode produzir erros conceituais na produção e na utilização de tais materiais em sala de aula.

Um dos principais erros na utilização do jogo educativo no Ensino de Química, de acordo com Cunha (2012), é o desequilíbrio entre suas funções lúdica e educativa. Além disso, a autora argumenta que os jogos educativos devem conciliar a liberdade característica dos jogos com a orientação própria dos processos educativos. Nesse ponto, segundo Cunha (2012), alguns autores acreditam existir um paradoxo, haja vista que a educação seria tida como uma atividade séria, rígida e sistêmica, enquanto o jogo seria um instrumento feito simplesmente para a diversão sem qualquer tipo de regramento e controle. No entanto, a autora entende que tal paradoxo não existe, pois, diferentemente do jogo em seu sentido estrito, o jogo educativo é válido como instrumento para promover a aprendizagem, uma vez que é uma atividade séria (o que não o torna sem divertimento) controlada pelo professor, que, juntamente aos seus alunos, devem estar comprometidos com a aprendizagem, ainda que de forma não intencional por parte dos alunos.

Desse modo, Cunha (2012) ressalta que o jogo educativo, com o auxílio do professor, proporciona ações ativas e dinâmicas, permitindo o desenvolvimento de habilidades corporais, cognitivas, afetivas e sociais no estudante. Além disso, esse tipo de jogo provoca alguns efeitos e mudanças no comportamento dos estudantes, a saber: *a)* a aprendizagem de conceitos pode

ocorrer mais rapidamente, devido ao forte poder de assimilação que o jogo possui; *b*) os alunos adquirem habilidades e competências que, normalmente, não são desenvolvidas em atividades corriqueiras; *c*) o jogo causa no aluno maior motivação para o trabalho, pois ele espera que este lhe cause diversão; *d*) os jogos melhoram a socialização em grupo; *e*) os alunos melhoraram seus relacionamentos afetivos; *f*) os jogos possibilitam o desenvolvimento físico, intelectual e moral dos alunos; e *g*) o uso de jogos faz com que os estudantes aprendam conceitos sem que percebam, pois a primeira sensação é a alegria pelo ato de jogar.

Assim, percebemos que o jogo é capaz de desenvolver inúmeras capacidades nos estudantes, de modo a contribuir, sobremaneira, para sua formação global. No que diz respeito às vantagens do uso de jogos nas aulas de Química, Cunha (2012) destaca as seguintes: *i*) proporcionar aprendizagem e revisão de conteúdos; *ii*) motivar os estudantes para a aprendizagem de conceitos da Química; *iii*) desenvolver habilidades e buscar a problematização de conceitos do cotidiano; *iv*) contribuir para a formação social do estudante; e *v*) representar situações e conceitos químicos de forma esquemática. Logo, podemos notar que o uso dos jogos em sala de aula, sobretudo nas aulas de Química, ultrapassa a simples assimilação de conceitos e fórmulas. Quanto a isso, Cunha (2012) esclarece que a função dos jogos no Ensino de Química não é facilitar a memorização de conceitos, nomes ou fórmulas, mas proporcionar o conhecimento amplo dos aspectos químicos para que os alunos consigam aplicá-los em contextos específicos. Todavia, para que isso ocorra dentro do espaço da sala de aula, é necessário que tanto os professores quanto os estudantes estejam imbuídos de determinados termos que são inerentes ao uso de jogos no Ensino de Química.

Novos termos para o uso dos jogos no Ensino de Química

Segundo Felício e Soares (2018), é importante que os professores de Química que estejam dispostos a trabalhar com jogos conheçam alguns princípios inerentes ao uso deste material com o objetivo de iniciar uma dada intencionalidade educativa, no que se refere à elaboração de jogos e demais atividades que possam atender às necessidades formativas de seus estudantes. Nesse sentido, os mencionados autores explicam que os jogos devem atender aos princípios educacionais por meio de uma intencionalidade lúdica do professor que, em suas propostas pedagógicas, inclua atividades que permitam a liberdade regrada mediada por ações que respondam aos objetivos educativos. Essa liberdade regrada, de acordo com Felício e Soares (2018), se dá devido ao jogo ser uma ação livre, mas entendida de forma consciente como fictícia e situada fora da vida real.

Assim, Felício e Soares (2018) argumentam que o jogo é uma atividade capaz de absorver completamente o jogador em uma ação destituída de qualquer interesse material e utilidade,

que acontece em um tempo e espaço determinados, desenvolvendo-se conforme regras dadas e situadas na relação de grupos, envolvendo simultaneamente tensão e alegria, e uma consciência de estar fora da vida real. Desse modo, os referidos autores explicam, ainda, que é a partir do jogo que se delineiam normas, condutas ou procedimentos essenciais ao jogo, que, quando regrado, poderá se converter em um jogo educativo, que é capaz de desenvolver a autonomia e a criticidade, de acordo com os objetivos educacionais que se constroem de forma reflexiva.

Portanto, o lúdico seria, de acordo com Felício e Soares (2018) e com Mesquita e Soares (2021), uma grande família que engloba todo o processo divertido e prazeroso envolvendo os jogos, as atividades lúdicas, os brinquedos e as brincadeiras que, pelas suas características de liberdade e legalidade, permitem o desenvolvimento de qualidades e valores nos estudantes, propiciando que estes assumam a autoria do seu processo de desenvolvimento, por encontrar no professor um estimulador e encorajador de suas potencialidades. Assim, os autores destacam que é por meio do jogo que o caráter lúdico da atividade se mostra e avança em desenvolvimento do interesse do aluno em participar das atividades; e será pela mediação intencional e atenta do professor que os jogos poderão se tornar compreensão e entendimento. Contudo, Felício e Soares (2018) advertem que o desafio de fazer uma educação por meio do lúdico exige planejamento e conhecimento de causa, fazendo com que o professor engajado na cultura lúdica, já definida por Brougère (2011) na primeira parte deste artigo, ajude a fazer emergir propostas de jogos que possam ser construídas com a participação dos alunos.

Por isso, Felício e Soares (2018) afirmam que é importante viabilizar propostas que favoreçam a divulgação e a promoção de uma cultura cada vez mais lúdica na prática docente, pois, assim, será possível transformar a escola e suas práticas educativas, trazendo alegria, entrosamento e novas formas de aprender e ensinar Química. Entretanto, Felício e Soares (2018) afirmam que ainda hoje há preconceito em relação ao uso do lúdico nas salas de aula, devido à ideia de que a educação seria um sistema rígido, sério e enfadonho e o jogo o seu contrário. Contudo, Felício e Soares (2018) explicam que esta concepção pode ser repensada quando os alunos são informados que participarão de um jogo para aprender algum conteúdo, bem como que a participação em tal atividade é livre e espontânea. Além disso, Felício e Soares (2018) explicam que, na proposição de qualquer tipo de jogo, é importante que haja uma parceria entre o aluno e o professor, de modo a estabelecerem um compromisso lúdico com a respectiva atividade.

Para Felício e Soares (2018), o compromisso lúdico se relaciona diretamente com a conscientização entre os pares escolares (professor-aluno) no sentido de compreender que esse par se situa do mesmo lado do processo de ensino-aprendizagem e com objetivos simulares. Logo, o compromisso lúdico deve pressupor a queda da tensão entre professor e aluno,

fazendo com que ambos se respeitem em suas posições para que o diálogo e o uso do lúdico forneçam pistas ao professor para intervir nas dificuldades do aluno e propiciar intervenções mais eficientes na significação dos conceitos voltados à consolidação do desenvolvimento cognitivo do estudante com a ajuda da intencionalidade lúdica.

De acordo com Felício e Soares (2018), intencionalidade lúdica é aquela atitude consciente do professor voltada e orientada ao equilíbrio do aspecto prazeroso e pedagógico da atividade lúdica a ser desenvolvida no jogo educativo. Ainda para os autores, tal aspecto é importante e deve ser o orientador de qualquer atividade proposta em sala de aula juntamente à atitude lúdica que é esperada por parte do aluno e do professor. Para os autores, a atitude lúdica é aquela que convida os envolvidos a interagirem no jogo, que os envolve de forma voluntária e os faz se sentirem capazes de participar da formulação das regras e segui-las atentamente, desafiando a atenção e o envolvimento de todos. Segundo os autores, essa atitude é aquela capaz de fazer o mundo em si mesmo trazer um maior encantamento ao estudo da Química com o auxílio do jogo, mas, para que isso ocorra, é necessário que haja entre todos os agentes do processo de ensino e aprendizagem um sentimento de responsabilidade lúdica, tornando todos os envolvidos corresponsáveis por tal processo para haver na escola um ambiente menos controlador e mais dinâmico, divertido, prazeroso e com cada vez mais ludicidade. Segundo Cleophas *et al.* (2020), a ludicidade é a capacidade de se construir, em um contexto de ensino, espaços permeados pela alegria, diversão, criatividade e liberdade, bem como favorecer a exploração e a motivação para a aprendizagem de Química. Isso se dá por meio da criação e do envolvimento de alunos e professores em jogos, atividades lúdicas, gincanas, júris simulados, entre outras atividades. Tais autores esclarecem, ainda, que a ludicidade é promissora no ensino de Química, pois ela pode estar atrelada à construção de métodos de ensino inovadores que possibilitam a aprendizagem de conceitos científicos.

A ludicidade no processo de ensino de aprendizagem de Química

Para Soares (2015), todo jogo, seja ele educativo ou não, deve conter necessariamente o seguinte atributo essencial: a situação lúdica. Segundo o autor, tal situação é aquela em que não há, necessariamente, jogadores envolvidos; um exemplo disso é assistir a uma peça de teatro ou a um jogo de futebol. Assim, Soares (2015) afirma que, quando uma situação tem as mesmas características do lúdico, ela será chamada de situação lúdica, isto é, ela é a própria atividade lúdica por excelência. Ainda para o autor, a ludicidade é a qualidade de uma atividade lúdica, ou seja, é o quanto ela pode ser divertida e prazerosa, e o ludismo é a qualidade do jogador no que diz respeito ao quanto ele pode ser comprometido com o divertimento. Assim, o autor afirma que um jogo educativo pode ter ludicidade, e seus

participantes podem ter ludismo, de modo que um jogador sem ludicidade não é jogador. Soares (2015) reitera que o ludismo pode, ainda, ser uma característica não só de jogador, mas de vida, de posicionamento diante da sociedade, fazendo relação com a medida do quanto podemos ser compromissados com uma educação para nos divertir e motivar e não nos entristecer.

Assim, Soares (2015) explica que, no caso da Química, somente a discussão dos seus conceitos submicroscópicos e abstratos, além de não ter caráter lúdico, a tem tornado difícil de se aprender e ensinar, principalmente no ensino médio. Para que essa percepção seja contornada, o autor nos explica que, nos últimos anos, tem se intensificado o desenvolvimento de novas estratégias e metodologias voltadas para a eficácia do processo de ensino e aprendizagem de Química para fazer com que os alunos tenham maior facilidade de assimilação de seus conceitos. Um exemplo disso, segundo Soares (2015), é o uso de experimentos simples que estabelecem uma relação entre os níveis do conhecimento químico (teórico, fenomenológico e representacional) e o cotidiano dos alunos, bem como a utilização de jogos, entre outros recursos lúdicos.

De acordo com Soares (2015), o uso de jogos no ensino de Química pode proporcionar um aprendizado eficaz de conceitos, uma vez que o ato de brincar é uma das formas mais significativas de aprendizagem, que vai desde a infância até a fase adulta, uma vez que, quando jogamos, não temos consciência de que está havendo um aprendizado, uma assimilação de algum tipo de conhecimento ou, ainda, de subsídios ao desenvolvimento intelectual, como, por exemplo, reflexo corporal e habilidades motoras manuais, pois jogamos porque é divertido e prazeroso. Mas, quando brincamos, de acordo com Soares (2015), está havendo, de forma inconsciente, em nosso sistema cognitivo, afetivo e emocional, alguma espécie de desenvolvimento e isso pode ser visto com o passar do tempo, em que os jogos que as crianças ou os adultos participam vão ficando mais elaborados, o que exige, portanto, um trabalho de maior complexidade por parte de quem joga.

Nesse sentido, Soares (2015) afirma que todo jogo é educativo em sua gênese e, por isso, em qualquer tipo de jogo, seja ele de tabuleiro, cartas, político ou, ainda, o social, há, sem dúvida, vários tipos de aprendizado e de fatos a aprender, o que justifica o seu uso tanto no processo de ensino e aprendizagem de disciplinas em geral quanto no ensino de Química. Como consequência do uso do jogo para possibilitar a aprendizagem de Química, Soares (2016) afirma que, desde o ano de 2008, houve um aumento significativo na utilização de jogos aplicados nas aulas de Química e isso fez com que aumentasse, consequentemente, a produção e a divulgação de conhecimentos acerca de tal temática em três frentes: *a)* apresentação de trabalhos em congressos; *b)* defesa de dissertações e teses; e *c)* publicação de artigos científicos.

Desse modo, é possível observar, de acordo com Soares (2016) e com Garcez e Soares (2017), um aumento significativo de trabalhos sobre essa temática apresentados em

eventos científicos, como, por exemplo, na Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ), no Encontro Nacional de Química (ENEQ), no Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química, Física e Biologia (JALEQUIM) e no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Houve, também, um crescimento no número de teses e dissertações que abordam a temática do lúdico, defendidas nas últimas duas décadas. Contudo, Soares (2016) explica que a quantidade de trabalhos acadêmicos deste tipo ainda é considerada pequena em relação a outras linhas de pesquisa dentro da área de Ensino de Química. Silva e Soares (2022) observaram, também, um aumento nas produções na forma de artigos científicos, que, todavia, se concentram na revista *Química Nova na Escola*. Grande parte dos artigos ali publicados se caracterizavam como relatos de experiência, o que, fazendo as ressalvas necessárias, pode ser um problema se considerarmos que, de certa forma, tais trabalhos não contribuem de maneira significativa para a construção de novos conhecimentos no que diz respeito à pesquisa e evolução dos estudos acerca do lúdico.

Além desse problema, Soares (2016) aponta outros que aparecem em uma parte considerável das produções científicas envolvendo os jogos: *i) obviedade*: os resultados das pesquisas e suas discussões se resumem a se os alunos gostaram ou não do jogo. Segundo o mencionado autor, discussões desse tipo não mostram se o jogo funcionou na aprendizagem do conceito químico. Por isso, Soares (2016) afirma que é preciso mostrar como o jogo auxiliou na construção do conceito pretendido pelo professor; *ii) foco*: às vezes é difícil definir se o trabalho é de pesquisa ou se se trata da apresentação e discussão de um relato de experiência. Esse fato denota, segundo Soares (2016), um desconhecimento de que é possível fazer pesquisa sobre jogos sem perder de vista que relatos de experiências também são importantes; e *iii) ensino e aprendizagem*: Soares (2016) suscita a ideia de que é necessário que os pesquisadores que queiram trabalhar com jogos, além de dominar os conceitos que os caracterizam, devem se preocupar com um referencial teórico e metodológico que explicita como o conceito científico foi ensinado e aprendido por meio do jogo proposto.

Para que problemas como esses sejam evitados, será preciso, de acordo com Soares (2016), que os pesquisadores se debrucem sobre novos referenciais teóricos, epistemológicos e metodológicos a fim de que os trabalhos tenham ainda mais qualidade e possam ser discutidos pela comunidade do lúdico de modo a construir novos conhecimentos, aumentando, portanto, o cabedal teórico da referida linha de pesquisa. É importante destacar que não há somente problemas nas produções acerca dos jogos, mas, também, grandes avanços têm ocorrido, embora de forma processual, gerando diversos conhecimentos, como, por exemplo, o lúdico como potencial instrumento avaliativo, o desenvolvimento de jogos eletrônicos envolvendo ambientes virtuais (*short-ARG*, *ARGe*, *Escape Room*) e as classificações do jogo educativo, que se discute a seguir.

O jogo educativo e suas classificações

Segundo Cleophas *et al.* (2018), em nosso contexto educacional, é comum atribuir uma relação direta entre o lúdico e o jogo, contribuindo para que o entendimento de muitos sobre o universo do lúdico seja contemplado apenas pelo jogo, o que leva a uma redução da ludicidade e do seu amplo potencial para a sua utilização na educação. Para tentar sanar esta confusão, Mesquita e Soares (2021), ao discutirem a presença da cultura lúdica, explicam que não é necessário realizar uma diferenciação entre jogo, brinquedo e atividades lúdicas, pois esses elementos, por apresentarem as mesmas características e propriedades inerentes ao conceito de lúdico, pertencem, portanto, ao que é chamado de grande família do lúdico. Isso nos faz compreender que, segundo Cleophas *et al.* (2018), qualquer atividade lúdica, brinquedo, brincadeira ou, ainda, jogo, é uma atividade inerente à natureza lúdica, logo, pertence ao contexto do lúdico.

Por outro lado, Cleophas *et al.* (2018) explicam que não é possível colocar os termos jogo educativo, jogo didático e jogo pedagógico em um mesmo patamar, pois existem nuances pontuais que provocam diferenças teóricas entre esses termos, causando, portanto, confusões sobre a real compreensão das variantes denominativas relacionadas ao jogo quando desenvolvido e aplicado na educação. Segundo os autores, os mencionados termos são usados, de maneira corriqueira, como se fossem absolutamente iguais, porém existem discretas especificidades entre eles, que não são estanques e representam uma, dentre outras, possibilidade teórica e epistemológica de compreender o jogo educativo e suas vertentes.

Para começar a demarcação dessas especificidades, Cleophas *et al.* (2018) explicam a necessidade de compreender que o jogo *stricto sensu* é diferente do jogo educativo. Ou seja, o jogo em seu sentido filosófico é, segundo os referidos autores, aquela atividade que é prazerosa, proporciona alegria e diversão e não está, necessariamente, preocupada com o processo de ensino e aprendizado. Contudo, tal jogo pode ensinar algo ou fazer com que os jogadores aprendam alguma coisa, embora isso não seja o seu objetivo principal. Assim, o jogo só poderá ser educativo se ele for uma variante do jogo em seu sentido filosófico, já que o jogo *stricto sensu* não existe com a finalidade específica de ensinar alguma coisa a alguém. Por isso, Cleophas *et al.* (2018) chamam de jogo educativo aquele jogo que é planejado para fazer emergir do sujeito diferentes habilidades e destrezas de modo lúdico sob um ponto de vista específico. Isto é, o jogo educativo poderá, de acordo com os mencionados autores, ser utilizado no ambiente formal da escola para possibilitar a aprendizagem, desde que tenha, em sua essência, uma finalidade pedagógica definida e restrita, do tipo formalizada e intencional.

A partir dessa intencionalidade pedagógica do jogo educativo, Cleophas *et al.* (2018) explicam ser possível classificá-lo em jogo educativo informal (JEI) e jogo educativo formal (JEF).

Para os autores, o JEI é entendido como aquele jogo que proporciona aprendizagem de alguma temática, mas tal assunto não está relacionado com os conhecimentos escolares formais do currículo. Já o JEF é aquele jogo educativo aplicado em um contexto educacional por meio de uma ação intencional e planejada do professor, proporcionando, assim, situações instrucionais que podem contribuir para a construção de conhecimentos do currículo da escola, inclusive, de Química. De acordo com os autores, o JEF pode se desmembrar em jogo didático e jogo pedagógico. Segundo Cleophas *et al.* (2018), o jogo didático é aquele jogo educativo formalizado que teve conteúdos didáticos de uma determinada área do conhecimento ancorados em seu escopo para reforçar conteúdos ou ainda como uma forma de avaliação formativa, uma vez que tal jogo é trabalhado após a discussão teórica de algum conteúdo escolar. Já o jogo pedagógico é, de acordo com os autores, uma estratégia de ensino que foi cautelosamente planejada para estimular a capacidade de autorreflexão intencional nos alunos, levando-os a uma mudança de comportamento em relação a sua aprendizagem, sem perder, contudo, o aspecto prazeroso que uma atividade lúdica possui. Para Cleophas *et al.* (2018), o jogo pedagógico pode ser utilizado para ensinar o conceito sem necessidade de o professor ter discutido o referido conceito anteriormente, isto é, ensina-se de fato o conteúdo por meio do jogo, mas pode também ser utilizado como instrumento para coleta de dados em uma avaliação diagnóstica, por exemplo.

O jogo como instrumento avaliativo

De acordo com Cavalcanti (2018), o jogo educativo, devido às suas características próprias, proporciona liberdade, prazer e diversão e não apresenta aquela atmosfera de tensão e rigidez que normalmente existe em sala de aula. Por isso, os erros e acertos dos alunos em situações problema podem ser trabalhados durante o jogo de forma lúdica, sem pressão para o aluno e sem opressão por parte de colegas ou professores, fazendo, portanto, que o aluno tenha total liberdade para opinar, mostrar sua criatividade e interagir com os demais colegas e com o docente, tentando solucionar os problemas de aprendizagem para construir o conhecimento de forma eficaz. Sendo assim, Cavalcanti e Soares (2009) afirmam que o uso de jogos poderá trazer uma resposta ao professor sobre o tema e em que nível de profundidade os seus alunos estão ou não aprendendo e, a partir daí, o professor poderá elaborar outros instrumentos avaliativos que o sistema de ensino, tradicionalmente, exige para complementar a sua avaliação. Além disso, o professor poderá (re)pensar seu processo de ensino, suas estratégias didáticas e formas de ajudar os seus alunos a compreender ou aprofundar o conteúdo ora ministrado.

Desta forma, o lúdico surge, segundo Cavalcanti (2018), como uma ferramenta de detecção de eventuais falhas conceituais, além de ser uma alternativa para fortalecer o processo de ensino e aprendizado, haja vista que, considerando o nível

de abstração para o devido aprendizado, sabemos que não é fácil aprender Química. Porém, o lúdico tem se mostrado, de acordo com o referido autor, uma ferramenta importante para a problematização do conhecimento químico, com a qual os alunos tiveram maior liberdade para explicitarem suas ideias e, com isso, incorporar, em sua estrutura cognitiva, conceitos que ainda não estavam entendidos de forma correta. Ou seja, conforme nos explica Cavalcanti (2018), o jogo pode ser utilizado, ao mesmo tempo, para a construção de conhecimentos e para a avaliação da aprendizagem de algum conteúdo químico.

Portanto, um determinado jogo didático pode, de acordo com Cavalcanti (2018), funcionar como um instrumento para avaliar o aprendizado do aluno de modo formativo e processual, visto que um jogo tem potencial para proporcionar uma gama de conceitos químicos aos alunos, que podem ou não aprendê-los na mesma proporção. Por outro lado, o jogo pedagógico pode ser compreendido como um instrumento para verificar a aprendizagem de forma diagnóstica do aluno, ou seja, o jogo pedagógico tem potencial para auxiliar o professor a verificar o que foi compreendido pelos alunos, na tentativa de melhorar, cada vez mais, a maneira como os alunos compreendem e discutem o conhecimento químico. Essa estratégia de utilizar o jogo didático e pedagógico como instrumento avaliativo processual, formativo e diagnóstico funciona com diversos tipos de jogos, como, por exemplo, jogos de tabuleiro, cartas, *Role Playing Game* (RPG), e, também, em jogos que utilizam recursos tecnológicos por meio do *edutainment*, como *Alternate Reality Game* (ARG), *Short ARG*, *Escape Room*, que, a seguir, serão explicitados.

Edutainment e os jogos em ambientes virtuais

Segundo Cleophas *et al.* (2020), *edutainment* é um termo que se refere ao resultado da junção entre educação e entretenimento que, quando aplicado à sala de aula, é utilizado como estratégia para dinamizar, de forma atrativa, o ensino e para atingir os objetivos educacionais. Ainda segundo os autores, o entendimento de *edutainment* deve estar relacionado com um ramo do *e-learning*, ou seja, utilizando ambientes virtuais, internet e diversos aplicativos para *smartphones* com o intuito de promover o processo de aprendizagem no campo escolar, extraescolar e didático de maneira lúdica. Assim, Cleophas *et al.* (2020) explicam que podemos compreender o *edutainment* como uma combinação entre educação e entretenimento e uma das formas para que isso ocorra é por meio dos jogos, que devem apresentar um formato narrativo e envolver o uso de recursos tecnológicos que podem ou não estar conectados à internet. Segundo os autores, é neste contexto que surge o *Alternate Reality Game* (ARG).

Para Cleophas (2019), ARG é um jogo com características díspares, pois é enigmático e envolvente, podendo apresentar uma grande quantidade de benefícios para o processo de ensino e aprendizagem de Química, desde que bem alinhado

com os objetivos pedagógicos que se deseja alcançar. O ARG, segundo a mencionada autora, é um jogo que surgiu na era da internet, sendo fortemente imbricado ao poder das redes sociais. Desde o início, no começo do século XXI, esse jogo sempre teve como finalidade mobilizar muitas pessoas interligadas por uma comunidade virtual cujo objetivo consistia em resolver um determinado problema. Segundo Cleophas (2019), a característica principal que o ARG apresenta é a necessidade de os participantes adentrarem o mundo físico para encontrar artefatos ou pistas que os ajudem a avançar para decifrar os enigmas existentes na narrativa que foi construída para o jogo.

Em relação à educação, Cleophas (2019) afirma que o ARG, quando entendido como uma ferramenta pedagógica, pode ajudar os estudantes a construir conhecimentos, habilidades, atitudes e valores que, consequentemente, vão ao encontro de uma aprendizagem apropriada para instigar uma postura mais proativa dos nossos estudantes. Sendo assim, a autora destaca que o referido jogo possui elementos que o tornam uma estratégia inovadora para o ensino de Química, uma vez que práticas pedagógicas com caráter inovador estão fortemente atreladas à cultura do professor e à capacidade de criar espaços para que os alunos sejam capazes de aplicar o conhecimento em situações do mundo real. Por isso, o ARG no ensino de Química se revela como uma ferramenta poderosa para a aprendizagem dos estudantes, devido também a sua versatilidade, uma vez que pode ser aplicado em qualquer nível da educação nacional e em todo tipo de domínio cognitivo que esteja atrelado à Química.

Outro ponto importante do uso do ARG no ensino de Química é que, de acordo com Cleophas (2019), ele está centrado no uso das tecnologias para proporcionar experiências significativas para os jogadores. Para a mencionada autora, o uso do ARG cria espaços para que as tecnologias adentrem o contexto das escolas de modo planejado, orientado e como material didático de apoio à instrução em Química que é conduzida pelo professor. Logo, o ARG é indissociável das tecnologias digitais, sobretudo as móveis, as quais devem estar presentes no jogo, pois desempenham um papel de destaque no processo de imersão do jogador na narrativa do jogo. A referida autora explica, também, que o professor tem liberdade para construir o seu próprio ARG e definir todos os elementos constituintes da forma que achar mais conveniente, bem como delimitar o tempo destinado à realização do mencionado jogo, uma vez que pode durar dias, semanas, meses ou, ainda, horas, se se tratar de um *Short ARG*.

De acordo com Deus e Soares (2020), *Short ARG* é um ARG de curta duração que permite a aprendizagem colaborativa, isto é, a discussão e interação em grupos de alunos na perspectiva da resolução coletiva do problema, na qual o professor, muitas vezes representado por um aluno com maior conhecimento do assunto, delega funções aos outros membros do grupo e explica alguns conceitos ainda não compreendidos pelos outros estudantes. Ainda para os mencionados autores, na elaboração de um ARG ou *Short ARG*, é preciso observar: *i*) o equilíbrio

entre a função lúdica e educativa; *ii*) a manutenção do foco do aluno na aventura; *iii*) a voluntariedade e a argumentação dos estudantes; e *iv*) a necessidade de esclarecer para os alunos o objetivo do jogo e da aventura.

Segundo Deus e Soares (2020), ao se observar tais elementos, haverá maior probabilidade de o jogo cumprir sua função pedagógica, auxiliando, assim, os alunos na aprendizagem de conceitos químicos. Além disso, os autores explicam que, durante a realização do *Short ARG*, os acertos, erros conceituais e de linguagem que os alunos reproduzem denotam a importância de tal jogo ser utilizado como instrumento para a avaliação diagnóstica no ensino de Química. Assim, Deus e Soares (2020) afirmam que o *Short ARG*, sendo utilizado como um jogo pedagógico, tem como principal finalidade o diagnóstico – de maneira leve, divertida e sem pressão – de eventuais erros conceituais para que o professor trabalhe de forma a suprimir as possíveis lacunas existentes e promover, portanto, um aprendizado no qual os alunos possuam os elementos necessários para compreender de fato os temas discutidos, sua contextualização no cotidiano e, também, sua aplicação prática no dia a dia.

Outra possibilidade para o *edutainment* no ensino de Química são os jogos intitulados *Escape Room*, que, segundo Cleophas e Cavalcanti (2020), são jogos baseados na resolução de problemas de forma colaborativa, em que pessoas são colocadas em um determinado espaço, geralmente uma sala, e precisam resolver enigmas, desafios e charadas em um intervalo de tempo determinado para, então, saírem do referido espaço. O *Escape Room*, segundo os mencionados autores, visa a competição, pois os jogadores trabalham juntos para alcançar um objetivo em comum, existindo somente uma única possibilidade, isto é, entrarem e saírem juntos da sala, independentemente se o resultado alcançado foi exitoso ou não. Para Cleophas e Cavalcanti (2020), a utilização do *Escape Room* em atividades com objetivos educativos delimitados pode possibilitar uma combinação entre o conhecimento de Química e o raciocínio lógico, os quais podem ser de grande valia para os professores em relação ao encorajamento dos estudantes no processo de aprendizagem.

Assim, o *Escape Room* demonstrou, segundo Cleophas e Cavalcanti (2020), diversos benefícios para o seu uso no ensino de Química, a saber: *i*) potencial para promover uma aprendizagem colaborativa por meio da resolução de problemas; *ii*) favorecimento de uma experiência em um contexto real por meio da simulação de situações divertidas; *iii*) fomento de um aprendizado flexível; *iv*) criação de situações nas quais há maiores chances de retenção do conhecimento a ser estudado; *v*) aplicação do conhecimento científico escolar em outras situações no cotidiano; *vi*) incentivo à prática relacionada à expressão e à agilidade corporal; e *vii*) fornecimento de *feedback* imediato aos professores sobre a aprendizagem dos estudantes. Para os mencionados autores, esses atributos vão ao encontro de uma aprendizagem dos conceitos científicos da Química

que realmente pode ser capaz de contribuir para proporcionar uma aprendizagem eficaz.

Cleophas e Cavalcanti (2020) afirmam que, no ensino de Química, o *Escape Room* pode permitir flexibilidade ao contexto de aprendizado, pois não se enquadra como uma abordagem dita “tradicional”, e a adoção de métodos que permitam aos estudantes elaborarem sua própria lógica para a solução de um determinado problema deve ser altamente incentivada, haja vista que simula um contexto para a aplicação de conhecimentos na resolução de problemas diversos. Desse modo, com o uso do *Escape Room*, é possível, de acordo com os mencionados autores, acelerar o desempenho cognitivo dos alunos, pois o jogo exige que eles reúnam e mobilizem várias habilidades, como, por exemplo, lógica, colaboração, resolução de problemas, habilidades conceituais e físicas, comunicação, pensamento crítico.

Quanto à construção do *Escape Room* na escola, Cleophas e Cavalcanti (2020) explicam que a sala para o jogo poderá ser montada com a utilização de um espaço físico não utilizado e sua decoração pode ser feita com artefatos de fácil acesso, como materiais mantidos no almoxarifado da escola ou, ainda, materiais reutilizados. Para os referidos autores, implantar um *Escape Room* na escola requer mais tempo que recursos financeiros; no entanto, o tempo investido na preparação dessa atividade vale a pena, pois os resultados podem ser vantajosos para os processos de ensino e aprendizagem de Química.

No que diz respeito à forma de elaboração e aos componentes constituintes da atividade, Cleophas e Cavalcanti (2020) explicam que há ampla liberdade para a caracterização do espaço e para a elaboração dos desafios que deverão estar alinhados com os objetivos traçados para a aprendizagem de Química dos estudantes. Contudo, os seguintes elementos do *Escape Room* precisam ser observados e bem planejados: a) temática ou conteúdo instrucional; b) narrativa; c) regras; d) tempo de duração; e) quantidade de jogadores; f) construção dos desafios/pistas/enigmas; g) uso das tecnologias da informação e comunicação; e h) artefatos presentes na sala. Assim, o planejamento e a execução de um *Escape Room* que observe esses oito elementos pode ser uma excelente estratégia para, segundo Cleophas e Cavalcanti (2020), favorecer a criatividade, a colaboração, a tenacidade, a resolução de problemas e, portanto, a aprendizagem eficaz de Química.

Considerações finais

Ao concluirmos esse texto, inferimos que ele enseja algumas contribuições tanto para o pesquisador quanto para o estudante da linha de pesquisa do lúdico na área de Ensino de Química. Assim, entendemos que a primeira contribuição é a apresentação do cerne das teorias e epistemologias clássicas de alguns autores consagrados do lúdico. Isto é, a explicitação de ideias relacionadas ao jogo como elemento da cultura, suas características e interrelações com a Filosofia, as classificações

do jogo em *agôn*, *alea*, *mimicry* e *ilinx* e suas combinações, bem como as questões que dizem respeito ao jogo na infância e ao jogo na educação, as funções lúdica e educativa.

Outra contribuição que mencionamos é a discussão histórica a respeito do uso dos jogos no ensino de Química, bem como a utilização de termos próprios e contemporâneos dessa temática. Além disso, entender as funções do lúdico no processo de ensino e aprendizagem de Química pode contribuir para a formação do professor que almeja trabalhar com o lúdico. As classificações do jogo educativo em formal *versus* informal é outra contribuição deste texto, pois possibilita diferenciar o jogo *stricto sensu* do jogo educativo. Outro aporte que pode ser relevante neste texto é a concepção do jogo educativo ser utilizado para avaliar os estudantes, bem como ser construído com o auxílio de ambientes virtuais de aprendizagem em uma perspectiva moderna, digital e, portanto, não analógica.

Desse modo, inferimos que este texto traz implicações no sentido de direcionar a linha de pesquisa do Lúdico no Ensino de Química em três vertentes, a saber: a) elaboração e confecção de jogos do tipo ARG, *Short-ART* e *Escape Room*, haja vista que trabalhos com tais tipos de jogos ainda são escassos na literatura nacional e internacional; b) aprofundamento dos estudos acerca de outros componentes da cultura com que o jogo se relaciona de forma (in)direta, bem como apontar possibilidades para realizar a materialização das classificações dos jogos no campo educativo; e c) adotar, em trabalhos acadêmicos, o entendimento acerca do jogo *stricto sensu* em contraste ao jogo educativo e suas classificações em didático ou pedagógico, para que a comunidade de educadores que estudam o lúdico tenham um direcionamento em relação à definição de determinados conceitos-chave no nosso campo de pesquisa.

Por fim, entendemos que este texto não apresenta respostas para todos os problemas, mas esperamos que ele possa ser a ponta do *iceberg* para outras discussões, aprofundamentos e questionamentos acerca do lúdico. Sabemos que, como qualquer outro, o estudo aqui apresentado possui suas limitações, principalmente no que se refere à dificuldade de sistematização dos aspectos mais relevantes dos autores clássicos e a não possibilidade de abarcar todos os autores contemporâneos que tratam do lúdico no ensino de Química devido à limitação de espaço.

Referências bibliográficas

- BROUGÈRE, G. *Brinquedo e Cultura*. São Paulo: Cortez, 2010.
- BROUGÈRE, G. *Jogo e Educação*. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- CAILLOIS, R. *Os Jogos e os Homens: a Máscara e a Vertigem*. Petrópolis: Vozes, 2017.
- CAVALCANTI, E. L. D. *Role Playing Game e Ensino de Química*. Curitiba: Appris, 2018.
- CAVALCANTI, E. L. D. e SOARES, M. H. F. B. O Uso do Jogo de Roles (*roleplaying game*) como Estratégia de Discussão e Avaliação do Conhecimento Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 1, 255-282, 2009.

- CHATEAU, J. *O Jogo e a Criança*. São Paulo: Summus, 1987.
- CLEOPHAS, M. G. Alternate Reality Game (ARG): Breve Histórico, Definições e Benefícios para o Ensino e Aprendizagem da Química. *Química Nova na Escola*, v. 41, n. 4, 335-343, 2019.
- CLEOPHAS, M. G. e CAVALCANTI, E. L. D. Escape Room no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 42, n. 1, 45-55, 2020.
- 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. (Org). *Didatização Lúdica no Ensino de Química/Ciências*. São Paulo: Livraria da Física, 2018, p. 33-43.
- CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D; NERI, S. F. e BRITO, C. L. M. Jogo de Realidade Alternativa (ARG) como Estratégia Avaliativa no Ensino de Química. *Investigações Em Ensino De Ciências*, v. 25, n. 2, 198-220, 2020.
- CLEOPHAS, M. G.; SILVA, J. R. R. T. e CAVALCANTI, E. L. D. Gamificação como Alternativa de Apresentações Orais em Eventos de Ensino de Ciências: Relato de Experiência. *Revista Ciências & Ideias*, v. 11, n. 1, 261-281, 2020.
- CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Contribuições Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 2, 92-98, 2012.
- DEUS, T. C. e SOARES, M. H. F. B. O Jogo de Realidade Alternada Curto (Short ARG) como Estratégia de Discussão de Conceitos Químicos em Nível Superior. *Química Nova*, v. 43, n. 3, 362-370, 2020.
- DUFLO, C. *O Jogo de Pascal a Schiller*. Porto Alegre: ArtMed, 1999.
- FELÍCIO, C. M. e SOARES, M. H. F. B. Da Intencionalidade à Responsabilidade Lúdica: Novos Termos para uma Reflexão Sobre o Uso de Jogos no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 3, 160-168, 2018.
- GARCEZ, E. S. C. e SOARES, M. H. F. B. Um Estudo do Estado da Arte Sobre a Utilização do Lúdico em Ensino de Química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. 1, 183-214, 2017.
- HUIZINGA, J. *Homo Ludens: o Jogo como Elemento da Cultura*. São Paulo: Perspectiva, 2019.
- KISHIMOTO, T. M. *Jogos Infantis: o Jogo, a Criança e a Educação*. Petrópolis: Vozes, 2014.
- KISHIMOTO, T. M. *O Jogo e a Educação Infantil*. São Paulo: Cengage Learning, 2021.
- SILVA, C. S. e SOARES, M. H. F. B. Jogos no Ensino de Química: uma Pesquisa Bibliográfica em um Periódico Científico Brasileiro entre 1995 e 2021. *Revista Electrónica de Investigación em Ciencias*, v. 17, n. 2, 1-14, 2022.
- SOARES, M. H. F. B. *Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química*. Goiânia: Kelps, 2015.
- SOARES, M. H. F. B. Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química: uma Discussão Teórica Necessária para Novos Avanços. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 2, n. 2, 5-13, 2016.
- SOARES, M. H. F. B. e MESQUITA, N. A. S. Jogos Pedagógicos e suas Relações com a Cultura Lúdica, In: SILVA, J. F. M. (Org). *O Lúdico em Redes: Reflexões e Práticas no Ensino de Ciências da Natureza*. Porto Alegre: Editora Fi, 2021, p. 100-116.

Representações Multimodais em aulas remotas de Ciências do sétimo ano do Ensino Fundamental

Multimodal Representations in Remote Elementary School Classes

Ana Livia B. Araujo e Ana Luiza de Quadros

60

Resumo: Ensinar conhecimentos químicos para estudantes do Ensino Fundamental tem se mostrado desafiador. Geralmente esses estudantes têm dificuldade em lidar com as representações e associá-las aos conceitos para entender os fenômenos da natureza. Planejamos e desenvolvemos uma sequência de aulas com o tema “Cosméticos” com estudantes do sétimo ano durante o ensino remoto emergencial, na qual as representações multimodais foram exploradas para tratar de estados físicos. Este trabalho teve como objetivo analisar a efetividade do uso das representações multimodais como ferramenta epistêmica em aulas remotas de Ciências. A produção de dados se deu por meio de formulários eletrônicos associados a vídeos e pela gravação da aula síncrona. Observamos um grande envolvimento dos participantes com as atividades e também o desenvolvimento de habilidades representacionais que, acreditamos, auxiliarão os estudantes a pensar o mundo material a partir das representações submicroscópicas.

Palavras-chave: representações multimodais, ensino de ciências, ensino remoto emergencial.

Abstract: Teaching chemistry to elementary school students is challenging since concepts and representations are directly related and inseparable to understand the phenomena of nature. During the emergency remote teaching, we planned and developed, with seventh grade students, a lesson sequence themed “cosmetics” in which multimodal representations were explored. This work aimed to analyze the role of multimodal representations as an epistemic tool in remote classes. The data production was done by means of electronic forms that oriented through videos and recording of synchronous class. We observed a great involvement of the participants with the activities and the development of representational skills that, we believe, will help them to think about the material world from submicroscopic representations.

Keywords: multimodal representations, science teaching, emergency remote teaching.

Ana Livia Baptista Araujo (analiviabap@yahoo.com.br), licenciada em Química e mestre em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Coordena o canal do YouTube “Você só dá aula?” destinado a alunos de licenciatura e professores/educadores, para discutir sobre a área da educação e compartilhar experiências. Belo Horizonte, MG – BR. **Ana Luiza de Quadros** (aquadros@qui.ufmg.br), licenciada em Química e mestre em Educação nas ciências pela UNIJUÍ, doutora em Educação pela UFMG. Professora de Ensino de Química no Departamento de Química/ICEx/UFMG e no Programa de Pós-graduação em Educação: conhecimento e inclusão social da Faculdade de Educação/UFMG. Lagoa Santa, MG – BR.
Recebido em 26/12/2022, aceito em 20/06/2023

A seção “Cadernos de Pesquisa” é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química.



Ensinar Ciências nas escolas e, mais especificamente, ensinar conhecimentos químicos a estudantes do Ensino Fundamental tem se mostrado desafiador. Nossa experiência tem revelado que alguns estudantes enfrentam dificuldades em aprender Química, em especial quando utilizada a linguagem própria dessa Ciência, situação agravada nos casos que envolvem fórmulas moleculares e equações químicas. Esse tipo de representação geralmente tem sido considerado pelos estudantes como um obstáculo à aprendizagem ou um fator que aumenta sua complexidade.

Ao tratar da linguagem química, Roque e Silva (2008) retomam as dificuldades de interpretação e de descrição de fenômenos que envolvem a transformação da matéria, e argumentam que a criação dessa linguagem específica da Química foi uma necessidade. A Química é uma Ciência que lida com “entidades” submicroscópicas, tais como átomos, moléculas, íons, elétrons, entre outras (Mortimer *et al.* 2000), e, por isso mesmo, é abstrata. Portanto, para relacionar os fenômenos macroscópicos com esse mundo submicroscópico, a linguagem química é essencial. Segundo Roque e Silva (2008, p. 921), essa linguagem descreve, por meio de “modelos representados por fórmulas estruturais, equações, gráficos e figuras, as coisas do mundo” da maneira como os químicos as compreendem. Embora seja esperado que nós, professores de Química, tenhamos consciência dessa contribuição, os estudantes nem sempre percebem as representações dessa Ciência como necessárias para entender os fenômenos presentes no dia a dia.

Adami (2016) argumenta que toda linguagem é por natureza multimodal, ou seja, usa de vários modos semióticos que incluem a fala e a escrita, e também as fórmulas, os desenhos, os gráficos, as equações e, enfim, um conjunto de diferentes representações que visam à construção de significados. Com isso, as representações se mostram essenciais para a Ciência e para todos que desejam entendê-la melhor. Ensinar Ciências significa torná-la mais compreensível para as pessoas (Lynch, 2006) e, embora as representações não sejam uma reprodução da natureza, uma vez que carregam consigo limitações, elas são essenciais para o entendimento daquilo que não podemos ver. Elas são usadas tanto para um mundo com escala extremamente pequena, no caso da Química, quanto para um mundo com escala extremamente grande, como é o caso da Astronomia.

Ensinar Ciências, portanto, inclui a lida com essas representações em sala de aula. Neste trabalho escolhemos o tema “Cosméticos” para propor e desenvolver uma sequência de aulas na qual fossem exploradas representações a partir de diversos modos semióticos (representações multimodais). Levando em conta que no período em que se deu esta investigação – Ensino Remoto Emergencial, decorrente da pandemia causada pelo Sars-covid – tanto estudantes quanto instituições de ensino provavelmente não estavam suficientemente preparados para as aulas remotas ou virtuais, a questão que norteou esta investigação foi: “As representações multimodais se mostram efetivas como ferramenta epistêmica em aulas remotas de Ciências do

sétimo ano do Ensino Fundamental?”. Partimos da hipótese de que as representações multimodais poderiam funcionar como uma ferramenta epistêmica, desenvolvendo competências representacionais e proporcionando uma aprendizagem mais ampla. Usamos o termo “ferramenta epistêmica” baseadas em Kelly e Cunningham (2019), que tratam essas ferramentas como sendo aquilo que o professor usa para auxiliar o estudante a ampliar seus conhecimentos, uma vez que ele tem a oportunidade de criar, de compartilhar e de avaliar tanto a produção (no caso a representação) sua quanto a de seus pares. Esta pesquisa se justifica uma vez que em aulas remotas, nas quais há uma tendência de diminuição das interações verbais entre os participantes, a representação multimodal com ferramenta epistêmica ainda não havia sido investigado.

Referencial Teórico

Temos observado na literatura um crescimento de estudos envolvendo as representações e o seu papel no ensino de Ciências. Nessas publicações, o termo “múltiplas representações” tem sido usado quando diferentes modos semióticos são empregados para construir diferentes representações, com um foco mais centrado na prática docente (Prain e Waldrip, 2006; Tang *et al.*, 2014; Treagust *et al.*, 2003) e na proposição de representações específicas (*slowmotion* e outras) como uma estratégia de ensino (Coleman *et al.*, 2012; Hoban e Nielsen, 2012). Quando o termo múltiplas representações é usado na literatura especializada com foco nos estudantes, o processo de construção dessas representações não é explorado. Nesse contexto, os estudantes podem se valer de diversas representações prontas para resolução de algum problema (Coleman *et al.*, 2012; Öz e Memis, 2018; Memis e Öz, 2017) ou construir suas próprias representações (Hand e Choi, 2010; Zhang, 2016), que serão avaliadas pelo professor. Nesse último grupo de estudos a representação geralmente é o produto final.

Porém, quando esse foco se dirige para o estudante e para o processo de representar, o termo usado na literatura é “representações multimodais”. Para diferenciar esses termos, Tytler *et al.* (2013) afirmam que:

Múltiplas representações referem-se à capacidade do discurso da Ciência de representar os mesmos conceitos e processos em diferentes modos, incluindo formas verbais, gráficas e numéricas. “Multimodais” refere-se à prática no discurso da Ciência de coordenar diferentes modos para representar afirmações e evidências complexas, onde modos textuais, matemáticos e visuais são integrados para explicar e justificar descobertas. (Tytler *et al.*, 2013, p. 15)

Independentemente da denominação adotada, a maioria dos textos científicos e até mesmo dos materiais didáticos reproduzem as representações canônicas, que são modelos que

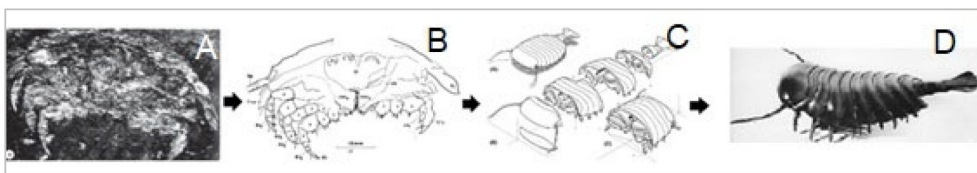


Figura 1. Representação canônica para o artrópode *Sidneya inexpectans*. Fonte: Gooding, 2010 (adaptada).

podemos considerar como produtos de pesquisa e de análises, criados pela Ciência para facilitar a compreensão acerca de um determinado assunto, a exemplo da estrutura do DNA, dos modelos atômicos, da imagem de um dinossauro etc. Sobre o uso dessas representações em aulas de Ciências, Krajcik e Merritt (2012) afirmam que:

Frequentemente, em sala de aula, os alunos recebem o modelo científico canônico que os cientistas desenvolveram ao longo dos anos, e pouco tempo é gasto mostrando a eles as evidências do modelo ou permitindo que construam modelos que expliquem os fenômenos. (Krajcik e Merritt, 2012, p. 7)

As representações canônicas são apresentadas para os estudantes sem que eles tenham acesso a como a representação foi produzida, ou seja, o estudante não reflete sobre o processo que levou àquela representação e, muitas vezes, não tem ciência do trabalho desenvolvido para chegar até aquele produto, e menos ainda a uma possível “provisoriedade” daquele resultado a que ele está tendo acesso. Krajcik e Merritt (2012) argumentam que entrar em contato apenas com o modelo canônico pode levar o estudante a não reconhecer o valor daquele modelo para explicar um fenômeno.

Gooding (2010) exemplifica esse processo de construção de uma representação canônica com o modelo de um artrópode, mostrado na Figura 1.

Nesse exemplo o que se tinha como informação concreta era a foto de um fóssil (Figura 1A). A partir dessa foto foram feitos desenhos do que seriam as partes desse animal (Figura 1B) e, em seguida, montadas estruturas a partir desses desenhos (Figura 1C), chegando a um modelo do artrópode *Sidneya inexpectans* (Figura 1D), que nunca foi realmente visto. De acordo com Gooding (2010), as representações são híbridas, ou seja, elas carregam consigo diferentes modos visuais, simbólicos, verbais ou numéricos. Conforme ilustrado na Figura 1, até que os cientistas chegassem à representação “final” desse artrópode foi necessário considerar dados de impressões fósseis, diagramas e mapas de contorno.

Mesmo o trabalho de Gooding (2010) sendo voltado para a prática científica, é possível expandirmos esse raciocínio para o ensino de Ciências que, conforme já mencionado, tem enfatizado as diversas representações canônicas. Na medida em que apresentamos apenas as representações canônicas para os estudantes, desconsideramos todo esse processo de produção de conhecimento e aspectos importantes do trabalho dos cientistas,

o que, muitas vezes, pode reforçar a concepção de que a Ciência traz consigo um conjunto de conhecimentos “verdadeiros” e “acabados”. Em função disso há um afastamento entre a cultura escolar e a cultura científica, o que abre margem para reforçar concepções equivocadas envolvendo a Ciência (Pena, 2021). Pensando nisso, ressaltamos a importância de envolver os estudantes em práticas semelhantes às práticas científicas por meio das representações multimodais, cuja abordagem é baseada na proposição, na justificação, na negociação e na reelaboração de representações, de modo a contemplar aspectos da Natureza da Ciência. Entretanto essa não é uma tarefa simples.

Tytler *et al.* (2013) se apropriaram do termo representações multimodais para denominar uma forma de desenvolver habilidades representacionais nos estudantes e valorizar mais o protagonismo deles. Nessa abordagem o estudante propõe uma representação para um conceito ou fenômeno e comunica a sua proposta aos pares, em um processo negociado. Isso leva a reelaborações dessa representação até que ela se aproxime do modelo canônico. Nesse processo muitas representações não usuais ou informais (Botelho, 2022) podem ser utilizadas. Para explicar melhor como a construção de representações apoia a aprendizagem mais ampla (conceitual, epistêmica e epistemológica) Prain e Tytler (2013) elaboraram um diagrama envolvendo estas três dimensões: semiótica, epistêmica e epistemológica. Esse diagrama, com adaptações nossas, é apresentado na Figura 2, a seguir.

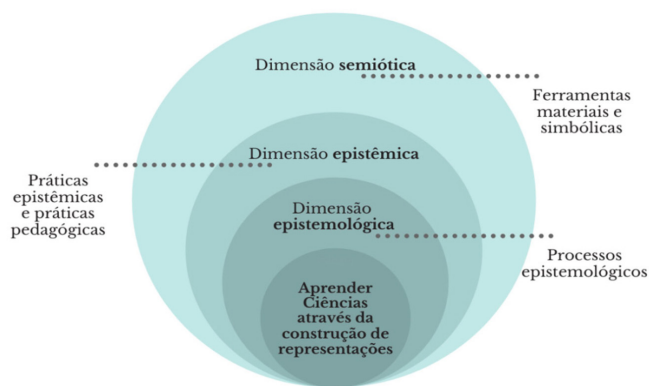


Figura 2. Dimensões que contribuem para a aprendizagem científica durante a construção de uma representação. Fonte: Prain e Tytler, 2013 (adaptada).

Em síntese, a dimensão semiótica engloba as outras dimensões e envolve o uso de ferramentas culturais para a construção de significados. Essas ferramentas podem ser materiais – instrumentos e artefatos – ou simbólicas, tais como ferramentas

gestuais, visuais, matemáticas, linguísticas etc. Os autores defendem que a construção de uma representação por um estudante depende do propósito, do contexto e dos recursos físicos disponíveis. Se um estudante quiser explicar um fenômeno a partir de um desenho, ele enfrentará limitações e terá de se preocupar com o espaço físico disponível (uma folha de papel, por exemplo). Se essa mesma explicação for por meio da fala, ele encontrará outras limitações e poderá recorrer a ferramentas simbólicas, como os gestos, para auxiliá-lo.

Já na dimensão epistêmica encontramos as práticas epistêmicas, as quais estão relacionadas à produção, à comunicação, à avaliação e à legitimação do conhecimento científico. Explicar, argumentar e representar são exemplos de práticas epistêmicas. Nessa dimensão também as práticas pedagógicas, presentes na sala de aula e orientadas pelo professor. Elas podem propiciar um ambiente favorável para a participação dos estudantes. Para que as práticas epistêmicas estejam presentes na sala de aula é necessário envolver o estudante não apenas nos conceitos em debate, mas no debate em si, sendo essencial que o professor articule as aulas de modo a promover essa interação (Sasseron e Duschl, 2016).

A investigação aqui relatada se baseia nos estudos com as representações multimodais envolvendo os estudantes na comunicação, justificação e negociação de representações e significados. Nessa abordagem é esperado que os estudantes sejam estimulados na agência epistêmica, que emerge em situações em que existem “negociações mais dinâmicas, de forma que cada vez mais os estudantes se envolvam na orientação da construção do conhecimento” (Ko e Krist, 2019, p. 3). Além disso, essa abordagem permite que os estudantes aprendam conceitos científicos por meio de desafios, ao serem chamados a propor representações, explicar, argumentar e justificar as suas propostas. De acordo com Prain e Tytler (2013) “é necessário que a aprendizagem nas aulas de ciências se concentre nos processos pelos quais o conhecimento comunitário é construído, bem como nos meios pelos quais esse conhecimento é defendido e estabelecido” (p. 74). Assim sendo, além de respeitar as concepções prévias dos estudantes e os processos cognitivos, criando vantagens em termos de aprendizagem (Tytler *et al.*, 2013), as representações multimodais estão relacionadas à dimensão epistêmica, tendo um papel fundamental na compreensão de aspectos da Natureza da Ciência e no desenvolvimento de competências e habilidades que contribuem para a alfabetização científica (Gillies e Baffour, 2017; Tytler *et al.*, 2013; Zompero e Laburú, 2010).

Isso nos leva à dimensão epistemológica que, de acordo com Prain e Tytler (2013), envolve um conjunto de processos cognitivos durante a construção de representações. Esses processos podem ocorrer em nível individual ou em grupo e estão relacionados a um conhecimento mais amplo da Ciência ou de sua natureza. Esses pesquisadores defendem que é necessário que os estudantes aprendam a desenvolver ou selecionar as representações mais apropriadas para um contexto específico, pois,

quando os estudantes se concentram nos propósitos, na adequação, nas reivindicações e na aplicação das representações a contextos particulares, eles estão se engajando em aspectos cruciais da aprendizagem ou do conhecimento em ciências, nos quais o trabalho representacional funciona como uma ferramenta para conhecer e fazer reivindicações. (Prain e Tytler, 2013, p. 76)

Segundo Prain e Tytler (2013), nas representações multimodais as dimensões conceitual, epistêmica e epistemológicas estão interligadas, na medida em que envolvem o estudante na construção de representações e em um amplo processo de negociação/reelaboração, cujo objetivo é aprender Ciências. Com base nisso, consideramos importante inserir as representações multimodais em aulas de Ciências, com o intuito de promover uma aprendizagem científica mais autêntica (Duschl e Grandy, 2008; Koren *et al.*, 2005; Prain *et al.*, 2009). Argumentamos que os professores da Educação Básica têm um importante papel no desenvolvimento de habilidades representacionais que possibilitem ao estudante relacionar o mundo submicroscópico da Química com os fenômenos observáveis, pois “nem sempre os estudantes entendem o papel da representação que é assumida pelo professor” (Treagust *et al.*, 2003, p. 1367).

Segundo Araújo (2008), é esperado que a aprendizagem científica envolva práticas discursivas em que ocorram a construção e a negociação de valores. Acreditamos que a abordagem baseada na proposição, na justificação, na negociação e na reelaboração de representações insere os estudantes em atividades discursivas e desenvolve habilidades representacionais necessárias a estudos posteriores. Não obstante, vários estudos alertam para o fato de que a maioria dos estudantes apresenta dificuldade em construir representações de forma a comunicar seus entendimentos sobre um conceito ou fenômeno (Silva, 2015). Além disso, de acordo com Sandoval e Millwood, “os estudantes não veem seu trabalho nas aulas de ciências como necessariamente relacionado ao que os cientistas fazem” (Sandoval e Millwood, 2010, p. 85). Dessa forma, é uma necessidade compreender melhor a efetividade das representações no ensino e seu potencial como ferramenta epistêmica, ou seja, como uma estratégia para promover uma aproximação autêntica entre a cultura escolar e a cultura científica.

Metodologia

Este trabalho relata uma pesquisa que possui um viés subjetivo, ou seja, que investigou fenômenos e processos relacionados a pessoas e aos contextos em que elas se encontravam, podendo ser enquadrada como qualitativa (Bogdan e Biklen, 1994). Os dados obtidos por meio de um conjunto de aulas foram analisados visando compreender o papel das representações e também as experiências vivenciadas pelos estudantes. Para

tal, o projeto foi aprovado pelo COEP, tendo o seguinte nº de registro: 28848819.8.0000.5149.

a) Contexto e participantes

A pesquisa foi conduzida em uma escola pública, localizada em uma Universidade Federal. Essa escola oferta atualmente o Ensino Fundamental organizado em ciclos formativos. Por ser uma instituição que preza pela investigação e pela produção do conhecimento no ensino há uma grande aceitação, tanto dos professores quanto dos estudantes, do uso de abordagens diferenciadas das normalmente utilizadas no ensino tradicional. Além disso, em geral os estudantes não demonstram estranhamento com a presença de câmeras durante as aulas.

Em função da pandemia causada pelo coronavírus, esta investigação aconteceu no período de Ensino Remoto Emergencial (ERE) e, portanto, as aulas que foram objeto de análise aconteceram em um ambiente virtual. A escola disponibilizou dez horas-aula – sete assíncronas e três síncronas – cada uma com 90 minutos de duração. Na plataforma *Moodle* – utilizada pela escola – foi criado um tópico na aba da disciplina de Ciências, com o tema “Química dos Cosméticos”, contendo as atividades relativas a essas aulas.

Os dados foram produzidos em uma turma de 7º ano, que contava com 50 estudantes ativos, cujas idades variavam entre 11 e 13 anos. Esses estudantes ingressaram na escola por meio de sorteio de vagas, o que resultou em uma diversidade em termos de nível social e intelectual. Por se tratar de ERE, a escola adotou a política de empréstimo de *notebook*, quando isso era solicitado pelo estudante. Porém durante as aulas alguns afirmaram estar usando o computador/*notebook* dos pais e que só faziam as atividades quando supervisionados em casa. Para esta investigação foram usadas informações dos 27 estudantes que entregaram o termo de assentimento livre e esclarecido

(TALE) e o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), ambos assinados (o primeiro pelos estudantes e o segundo pelos pais ou responsáveis).

b) A sequência de aulas

O tema “Química dos Cosméticos” foi escolhido por acreditarmos que teria potencial para despertar a curiosidade dos estudantes e para motivar um maior envolvimento durante as aulas, além de ser favorável para a introdução dos conceitos que iriam ser explorados. Öz e Memiş (2018) ressaltam o fato de atividades que se utilizam de representações serem propícias para que estudantes estabeleçam uma conexão entre a linguagem científica e o cotidiano. Segundo eles, isso promove a construção do conhecimento científico escolar.

Para este trabalho foram consideradas as aulas 2, 3, 4 e 6, que tinham como intenção desenvolver habilidades de representação nos estudantes, considerando as possíveis limitações impostas pelo ERE. A Aula 5, intermediária às aulas consideradas, foi usada para um *feedback* das atividades feitas e como oportunidade para os estudantes fazerem atividades que porventura tivessem deixado de fazer no prazo.

Ao longo das aulas usamos a plataforma *Moodle*, por ser o ambiente virtual de aprendizagem utilizado pela escola. Também fizemos uso do *site Edpuzzle*, que permite a inserção de questões em vídeos, cuja continuidade fica condicionada à resposta ao que foi questionado. O *Google formulários* foi usado para que os estudantes fizessem as atividades que eram disponibilizadas a eles e, nas aulas síncronas, a plataforma *Google Meet* foi utilizada para as videoconferências e *chats*. Para todas essas atividades o *link* foi disponibilizado na plataforma *Moodle*.

As aulas que foram objeto de atenção neste trabalho estão listadas no Quadro 1.

Quadro 1. Aulas analisadas envolvendo representações de partícula nos três estados físicos

Aula	Formato	Conteúdo trabalhado	Atividades para o estudante	Tecnologia de apoio
2	assíncrona	Estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso)	Responder às perguntas que aparecem na videoaula e construir representações das partículas de água nos estados sólido, líquido e gasoso.	<i>Edpuzzle</i> e <i>Google formulários</i>
3	assíncrona	Estados físicos da matéria (gás e vapor)	Responder ao formulário com questões respectivas ao texto disponibilizado nessa aula.	<i>Google formulários</i>
4	assíncrona	Experimento com <i>Spray</i> desodorante: modelo cinético-molecular	Identificar os estados físicos estão presentes nos três sistemas propostos (S1, S2 e S3).	<i>Edpuzzle</i>
6	síncrona	Modelo cinético-molecular: construção, negociação e reelaboração de representações	Discutir gás e vapor. Construir representações das partículas do <i>spray</i> desodorante nos três sistemas tratados na Aula 4 (S1, S2 e S3). Justificar, analisar/negociar o significado de uma amostra de representações.	<i>Google formulários</i> <i>Google Meet</i>

Fonte: autores

c) A produção e análise dos dados

A produção de dados foi um desafio no contexto do ensino remoto, principalmente em função da grande quantidade de aulas assíncronas. Nessas aulas, cuja interação não foi em tempo real, todas as respostas dos estudantes foram registradas e fizeram parte dos dados analisados. Já na aula síncrona, realizamos a gravação em vídeo e áudio, e transcrevemos os trechos de maior interesse. Nessa transcrição, optamos pelo uso da norma culta da língua portuguesa, removendo vícios de oralidade, gírias e interrupções desnecessárias, sem mudar o sentido do que foi dito pelo estudante. Além disso, foi utilizado um diário de bordo, no qual foram relatados pontos que poderiam ser importantes para a análise, com a finalidade de garantir a lembrança de aspectos relevantes dessa aula.

Para análise dos dados, baseamo-nos principalmente no referencial de Tytler *et al.* (2013), uma vez que tínhamos como objetivo investigar o papel das representações multimodais nas aulas remotas e o envolvimento dos estudantes com a Ciência durante as atividades propostas. Assim, consideramos na análise as etapas de cada uma das atividades, o que envolveu a construção, negociação/refinamento e reelaboração das representações feitas pelos estudantes.

Para auxiliar na análise das representações construídas, utilizamos a plataforma *Miro*, cuja finalidade é ser uma lousa interativa digital. Nela criamos um único quadro e inserimos todas as representações enviadas pelos estudantes ao longo da sequência didática, usando legendas para cada aglomerado (*cluster*) de imagens com características semelhantes, conforme Figura 3.

Ao organizarmos as representações por aula, também foi possível agrupá-las de acordo com critérios de semelhança, o que tornou mais fácil a criação de categorias de análise. Como já foi dito, o uso de representações é considerado uma prática epistêmica. Nos estudos que envolvem as representações multimodais, no entanto, elas se enquadram na produção, na comunicação e na avaliação do conhecimento científico. Assim sendo, voltamos nossa análise para o desenvolvimento de habilidades

representacionais nos estudantes, dirigindo nossa atenção para as interações discursivas – entre eles e com a professora – e para os artefatos produzidos ao longo das aulas analisadas.

Também utilizamos o *site Notion*, de forma adaptada, com o intuito de organizar os dados dos formulários, com as respostas escritas pelos estudantes. Dessa forma foi possível estabelecer relações entre esses registros escritos, criando categorias que auxiliaram na análise e na compreensão dos resultados (Galliazzzi e Moraes, 2016). É válido destacar que a criação dessas categorias não foi estabelecida a partir de um estudo específico, uma vez que elas emergiram na análise dos dados.

Como limitação ocasionada pelo ERE durante a análise dos dados está o fato de que nem sempre foi possível identificar o estudante na aula síncrona, por conta da sobreposição de áudios nos momentos em que dois ou mais estudantes abriram seus microfones ao mesmo tempo. Em outros momentos eles não abriram a câmera ao falar, o que também dificultou a identificação posterior, nos momentos em que a professora não se dirigia ao estudante pelo nome.

Resultados e Discussão

Dividimos a análise em quatro partes: na primeira priorizamos o entendimento dos estudantes em relação aos estados físicos da matéria; na segunda analisamos as representações desses estados físicos; na terceira optamos por destacar a discussão ocorrida na Aula 6 relativa aos termos gás e vapor; e na quarta destacamos as representações relativas aos estados físicos presentes no que chamamos de três sistemas de um desodorante, com ênfase para a representação de dois estados físicos no mesmo espaço.

a) Entendimento de estados físicos

Na Aula 2 na plataforma *Edpuzzle* foi exibido um vídeo que mostrava um experimento simples. Nele havia uma amostra de gel de cabelo em uma colher, à qual foi adicionado um pouco de sal de cozinha (Figura 4). Como resultado, os estudantes



Figura 3. Organização das representações das aulas 2 e 6 na plataforma *Miro*. Fonte: dados da pesquisa



Figura 4. Imagens do experimento com gel de cabelo. Fonte: autores

observaram que o gel adquiriu um aspecto líquido. O gel é um tipo de coloide formado por um dispersante sólido e uma fase dispersa que é líquida (Kotz e Treichel Jr., 2005). Nesse tipo de coloide as partículas formam uma complexa malha tridimensional que mantém o dispersante em uma estrutura semirrígida, o que confere ao gel algumas propriedades macroscópicas parecidas com as dos sólidos, como a elasticidade e a manutenção do formato. No entanto ele não pode ser considerado sólido por não possuir retículo cristalino. A mudança observada pelos estudantes (de gelatinoso para líquido) deveu-se à dissociação dos íons Na^+ e Cl^- decorrente da presença de água (fase dispersa) na composição do gel. Esse experimento serviu tanto para mostrar que o gel é um dispersante coloidal (disperso como líquido e dispersante como sólido) quanto para retomar o conhecimento relativo aos estados físicos.

Após assistirem ao vídeo foi solicitado aos estudantes que explicassem o fenômeno apresentado e respondessem a duas questões relacionadas ao tema. A primeira questão pedia que eles listassem materiais e/ou substâncias e seus respectivos estados físicos (sólido, líquido ou gasoso). A segunda pergunta solicitava que fossem identificados os possíveis estados físicos da água presentes nas nuvens, sendo estas as opções de resposta: “sólido”, “líquido”, “gás”, “gás, líquido e sólido”, “líquido e sólido”, “líquido e gás” e “sólido e gás”. Ao citarem, na primeira questão, materiais/substâncias presentes no dia a dia em cada um dos estados físicos (sólido, líquido e gasoso) observamos dificuldades em mencionar exemplos no estado gasoso. Para o estado gasoso eles citaram tanto coisas visíveis (processo de evaporação, nuvens) quanto coisas não visíveis (ar, gás hélio, gás de cozinha, cheiros em geral). Percebemos nessas respostas que a “fumacinha” liberada pela água quente, pelo café e por outros líquidos aquecidos foi chamada de vapor e, assim, classificada como gás. Na questão objetiva referente à nuvem, observamos que 65% dos estudantes escolheram a opção “estado gasoso”, novamente associando o gás a algo visível. Com isso, identificamos a necessidade de retomar essa discussão, o que optamos por fazê-lo na Aula 3 e na aula síncrona (Aula 6).

b) Representação dos estados físicos

A segunda etapa dessa aula consistiu na atividade de construção de representações para as partículas da água nos três estados físicos por meio de desenhos. Para análise dessas representações consideramos o formato das partículas e o

entendimento da quantidade de partículas – uso do *zoom* – presentes no desenho dos 23 participantes dessa atividade.

Em termos de formato os desenhos foram tanto em nível submicroscópico quanto macroscópico, o que chamamos de categorias gerais, e em diferentes formatos, o que chamamos de subcategorias, conforme pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2. Classificação das representações para os estados físicos feitas pelos estudantes.

Categorias	Subcategoria	Quantidade de Estudantes
Submicroscópica	Pontinhos	7 – E5, E25, E26, E29, E31, E46, E50
	Círculos não preenchidos	4 – E1, E18, E32, E38
	Círculos preenchidos	3 – E16, E20, E27
Macroscópica	Não considera as partículas	6 – E13, E15, E21, E22, E41, E43
	Considera as partículas	3 – E14, E36, E48

Fonte: autores

Durante a videoaula a professora explicou que para essa atividade os estudantes deveriam considerar partícula como sendo a menor parte da matéria. Nesse sentido, era esperado uma representação submicroscópica, como aconteceu nos desenhos de 14 dos 23 participantes. Outros nove fizeram uma representação que chamamos de macroscópica. Selecionamos os desenhos de dois estudantes, sendo um da cada categoria, para exemplificar.

Na Figura 5 o estudante usou o *zoom* para representar as partículas, o que indica um entendimento dessas partículas em nível submicroscópico, em termos de quantidade/tamanho. Na Figura 6, no entanto, o desenho mostra o gelo e a água líquida e uma nuvem como representação do estado gasoso. Novamente a água no estado gasoso foi associada a algo visível. No que se refere ao formato das partículas, os desenhos (Figura 7) mostraram as partículas como “pontinhos”, “bolinhas preenchidas” e “bolinhas não preenchidas”.

Considerando que na Figura 5 as partículas aparecem como círculos não preenchidos e que na Figura 7 a representação considerou pontinhos (A) e círculos preenchidos (B), observamos

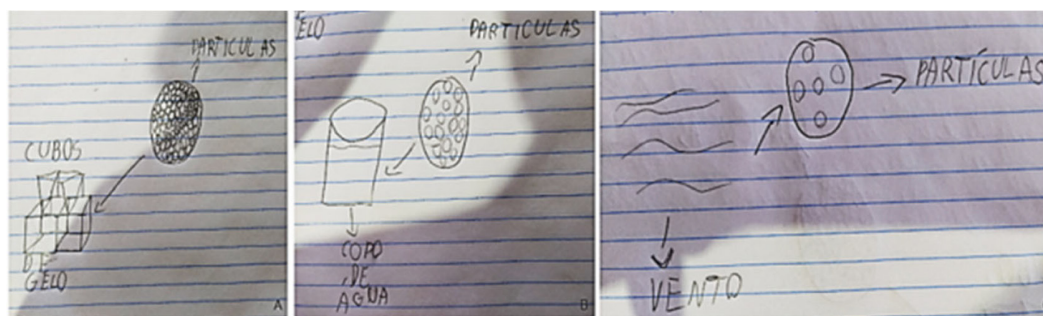


Figura 5. Representação dos estados físicos feita pelo estudante E38. Fonte: dados da pesquisa

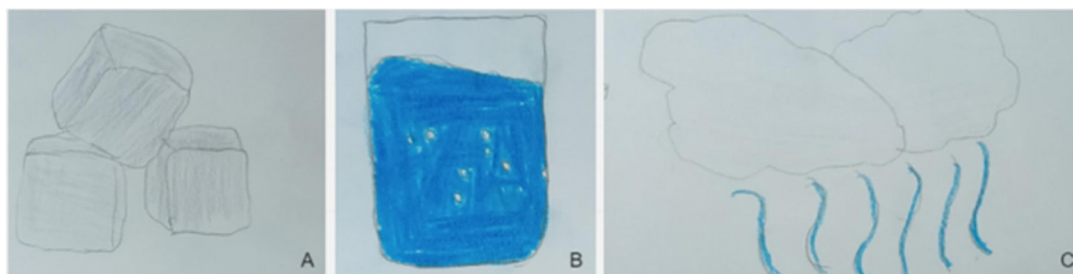


Figura 6. Representação dos estados físicos feita pelo estudante E16. Fonte: dados da pesquisa

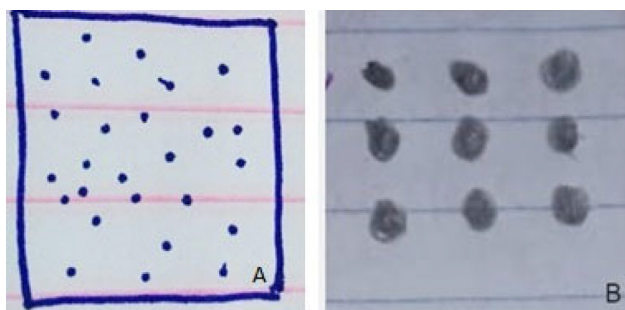


Figura 7. Duas representações feitas para o estado líquido, por E50 e E16, respectivamente. Fonte: dados da pesquisa

não haver clareza em torno do que seria a menor parte da matéria. No caso de círculos, o que pode ter sido considerado é que há “alguma coisa” dentro da partícula desenhada. Segundo Pena e Quadros (2020), desenhar a partícula dessa maneira pode ser um indício de concepções alternativas, pois fica subentendido que há espaço dentro dela. Por isso, essas representações foram retomadas em aula posterior, para que esse formato da partícula fosse discutido.

Em relação à quantidade de partículas desenhadas consideramos que, caso o estudante tenha levado em conta o *zoom*, ele mostrou ter conhecimento de que se trata de uma grande quantidade de partículas. Porém, ao desenhar essas partículas dentro do objeto, essa quantidade de partículas e até mesmo seu tamanho talvez não estivessem suficientemente claros para o discente. Entre os 16 estudantes que fizeram a representação submicroscópica, nove delimitaram o *zoom* e outros seis não o fizeram de forma clara. A professora disponibilizou aos estudantes um vídeo no qual foram mostradas algumas representações feitas pelos estudantes, sem que a autoria fosse identificada, problematizando o não uso do *zoom* e a relação

desse *zoom* com a quantidade de partículas e, também, o uso de “pontinhos” ou “bolinhas”. Esse vídeo foi disponibilizado após a Aula 2 e deveria ser assistido antes da Aula 3.

c) Problematizando o estado gasoso

A Aula 3 tratou do conhecimento dos estudantes em relação ao estado físico gasoso e mais especificamente do uso dos termos gás e vapor. Como já dissemos, ao identificar substâncias ou materiais no estado gasoso os estudantes citaram tanto coisas visíveis (nuvens, processo de evaporação ou “fumacinha”) quanto coisas não visíveis (ar, gás hélio, gás de cozinha, cheiros em geral). Do formulário disponível nessa aula constavam três questões que tinham como objetivo retomar essa discussão. Uma delas solicitava que eles apontassem situações nas quais eles percebiam o vapor. Dos 29 participantes, 26 responderam que o vapor era uma mistura de água líquida e de água no estado gasoso, ao citarem as nuvens, a “fumacinha” percebida na água quente ou durante o banho ou ao abrir o *freezer*, o processo de evaporação, entre outros exemplos semelhantes. Apenas três afirmaram que se tratava de gás. Selecionamos três fragmentos de respostas que atribuíram o vapor a uma mistura:

Quando eu olho no céu e vejo as nuvens ou quando faço café e a água está fervendo, aí é vapor. (E20)
Quando eu vou tomar banho na água quente eu vejo um vapor branco. (E24)
Eu percebo a presença de vapor no meu dia a dia em um balão cheio de ar. (E27)

Nos dois primeiros fragmentos, E20 e E24 descreveram o vapor como algo visível, enquanto no último o vapor foi descrito como um gás presente no interior de um balão. O fato de apenas

três estudantes terem descrito exemplos mais próximos do gás é um indício de que os demais poderiam não ter clareza em relação a esse estado físico. A segunda pergunta dessa atividade era mais direta e solicitava que os estudantes descrevessem o estado físico do “vapor”. Nesse caso, somente dois estudantes (E26 e E38) responderam que o vapor não está no estado físico gasoso. Trata-se de uma contradição em relação às respostas anteriores, em que eles descreveram o vapor como pequenas gotículas de água e, portanto, pode ser um indicativo de que de que os demais estudantes buscaram por essas respostas em livros ou na *internet*, uma vez que a atividade tinha sido assíncrona. Nesse caso o que nos parece é que eles apresentaram domínio do conteúdo, sem se apropriar desse conhecimento (Vigotski, 2009).

Por fim, a terceira pergunta dessa atividade solicitava a eles que dissessem se vapor e gás são o mesmo estado físico, e que apresentassem justificativas caso a resposta fosse negativa. Para essa questão, cinco estudantes afirmaram que se tratava do mesmo estado físico. Um deles afirmou não saber e os demais (22 estudantes) afirmaram haver diferença, com justificativas variadas tais como o vapor só existe em temperatura diferente da ambiente, o gás é invisível e o vapor pode ser visto.

No início da Aula 6, que foi síncrona, a professora retomou a discussão relativa à atividade do vapor e gás, problematizando as respostas dos estudantes às questões constantes do formulário. Nesse momento a professora usou a neblina como exemplo do que estava sendo chamado de “fumacinha”:

Professora: O que vocês sabem da neblina? Já viram, né? Quando tem muita neblina, o que vocês percebem de diferente nos materiais, tipo o carro, quando passa por ela.

Fulano: Fica todo molhado.

Fulano 2: É. Tem muita umidade.

Professora: Fulano 2 falou em umidade. O que causa essa umidade?

Fulano: A neblina.

Professora: Sim. Mas do que é formada a neblina?

Outro: De água. De vapor, eu acho.

[...]

Professora: Mas o gás a gente não enxerga. Por que enxergamos a neblina?

Outro: Parece que tem umas gotinhas bem pequenas de água.

Um: Então, a neblina é líquida?

Professora: O que vocês acham?

Silêncio

Professora: Se fosse só água líquida, ela não iria cair?

Uma: Sim

Professora: Então, essas pequenas gotículas são mantidas no ar por alguma coisa. E eu acho que é pelo vapor, ou seja, pela água no estado gasoso.

Fulano: Então, na neblina tem vapor e água líquida? Dois estados físicos?

Professora: Parece que sim. E o mesmo acontece na fumacinha do chuveiro, do café e em muitos outros exemplos que vocês citaram nessa atividade.

A professora então retomou os estados físicos sólido, líquido e vapor e ressaltou o fato da neblina ser formada por água em dois estados físicos. Com a discussão relativa à atividade realizada na Aula 3, os estudantes deram indícios de terem se apropriado do conhecimento de que vapor e gás têm o mesmo estado físico, embora não tenha sido discutido o motivo do uso desses dois termos.

d) O Spray do desodorante: representando os estados físicos

Na Aula 4 os estudantes assistiram a um vídeo na plataforma *Edpuzzle*. Nele a professora apresentou um frasco de desodorante, agitando-o. Os estudantes deveriam informar qual o estado físico do desodorante presente no interior do frasco, o qual foi chamado de Sistema 1 (S1). Em seguida, a professora pressionou o êmbolo do desodorante, fazendo sair um jato de *spray*. Os estudantes foram questionados em relação ao que a professora chamou de S3, ou seja, um espaço delimitado no ar no qual o *spray* não era mais visível, embora ainda fosse possível sentir o seu cheiro. Por fim, foi explorado um local no espaço em que o *spray* era visível, chamado de S2, que poderia ser o mais complexo para os estudantes. Os estudantes não tiveram dificuldade em identificar os estados físicos em S1 e S3, e como esperado, muitos identificaram apenas o gás no S2, o que levou a professora a retomar esses estados físicos no início da Aula 6.

Na Aula 6, após a discussão dos estados físicos, principalmente no S2, os estudantes foram convidados a representar as partículas nos três sistemas. Na Figura 8 está uma imagem da atividade que os estudantes receberam, na qual os três sistemas estavam devidamente delimitados.

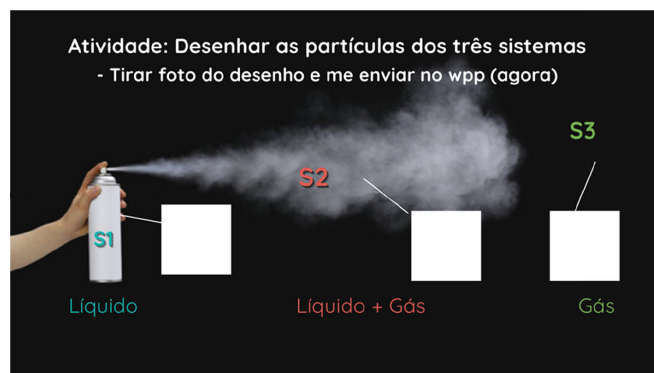


Figura 8. Atividade de construção de representações proposta na Aula 6. Fonte: Autores

O intuito dessa atividade foi promover um ambiente em que as representações fossem “explicitamente discutidas pelo

professor e pelos estudantes” (Quadros, 2020). Os estudantes fizeram os três desenhos durante a aula e a professora pediu a eles que os fotografassem e enviassem a ela via *WhatsApp*. A professora, então, selecionou algumas dessas representações para compartilhar com todos durante a videoconferência, com o intuito de que elas fossem comunicadas, negociadas e reelaboradas.

Conforme era esperado ao se propor a atividade, alguns estudantes relataram dificuldade em representar as partículas presentes no S2:

E50: Professora, mas como eu vou desenhar as partículas do líquido e do gás junto?

E31: Como que eu vou desenhar o S2?

Professora: Eu que pergunto para vocês, o que tem no S2?

E31: Líquido e gás.

Professora: Isso. Como estão as partículas do líquido e como estão as partículas do gás?

E31: Eu vou fazer então mais separado, mas nem tanto separado, igual no gás.

Professora: Tenta fazer que a gente vai discutir.

Nem todos os estudantes enviaram as representações propostas, uma vez que a aula *on-line* trazia limitações para essa interação. Isso ocorreu principalmente porque a maioria estava assistindo à aula pelo *notebook* e não possuía celular para tirar a foto e enviar instantaneamente no *WhatsApp*. Nesse caso, alguns dos estudantes enviaram os desenhos posteriormente e outros solicitaram autorização para abrir a câmera e mostrar seus desenhos. Entre as representações enviadas, a professora selecionou sete para compartilhar com a turma, das quais escolhemos a primeira e a última que foram exploradas pela professora.

A primeira representação compartilhada pela professora foi a do estudante E26, a qual diferenciava os três sistemas, conforme Figura 9.

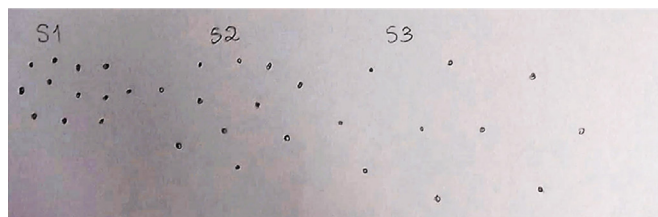


Figura 9. Representação dos sistemas do desodorante construída pelo estudante E26. Fonte: dados da pesquisa

Assim que a imagem foi compartilhada com a turma, a professora solicitou que o estudante E26 explicasse aos colegas o que ele havia desenhado. Selecionamos um fragmento desse diálogo inicial:

Professora: E26, a gente vai começar com o seu desenho. Explica pra gente o que você fez.

E26: Primeiro eu fiz o líquido. As partículas dele são mais... não, primeiro é o líquido?

Professora: Pode ser.

E26: Na verdade eu acho que eu fiz meio errado, porque eu fiz muito junto. Finge que está mais separado, então. O segundo é um pouco separado, mas nem tanto, porque no gasoso é muito separado. Nesse do meio eu tentei juntar os dois e ficou assim. E o gasoso, ele é muito separado, então fica assim com muito espaço entre as partículas.

Professora: E aí, pessoal, o que vocês acham desse desenho? Vamos analisar, no S1 está representado só o líquido, até que a distância ficou legal. No S3 que só tem o gás, eles estão bem mais afastados. E o S2, gente? O que vocês acharam? O que vocês acham que o desenho está mostrando?

E27: Líquido.

Professora: Parece que tem só líquido?

E27: Sim.

Professora: O que vocês mudariam nesse desenho?

E26: Eu afastaria mais um pouco o S2 e deixaria o S3 como está.

Professora: Só afastar o S2 vai ajudar?

E38: Ou não, né?, porque a gente pode confundir com o S3, se ficar muito separado.

Professora: Exatamente, como que a gente pode fazer então para representar o S2? O S2 é mais difícil mesmo, vamos analisar outro desenho. Mas antes disso me digam: qual ou quais estados físicos estão presentes em S2?

Pela explicação fornecida por E26 é possível perceber que ao representar o S2 ele considerou a presença de dois estados físicos como um “intermediário” entre a representação do líquido e a representação do gás. Tytler *et al.* (2013) ressaltam a importância da comunicação e da negociação pública das representações (Tytler *et al.*, 2013) para que se possa identificar as ideias dos estudantes. Durante a explicação do seu desenho E26 demonstrou ter dúvida em relação à distância entre as partículas, o que talvez seja um indício de que ele pode ter aumentado a consciência em relação à própria representação. Além disso, a participação dos colegas foi importante na medida em que identificavam problemas, como aconteceu com E27, por exemplo, ao indicar que no S2 parecia ter apenas líquido, o que não era condizente com a proposta da atividade de representar líquido e gás. Quando E26 tentou encontrar uma solução para a representação de S2, novamente um colega contribuiu (E38), mostrando limitações para essa nova alternativa.

As demais representações apresentadas pela professora também mostravam problemas de distanciamento de partículas, em alguns casos mais próximo de um sólido em S1 e de líquido em S2. Uma vez que não foi apresentada uma solução consensual

após esses problemas serem discutidos, a professora trouxe a representação de E7, conforme Figura 10.

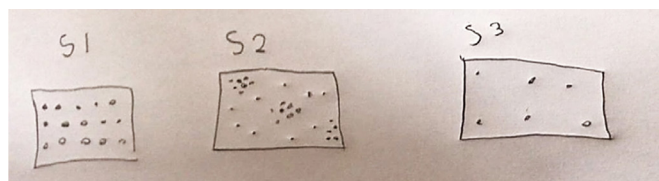


Figura 10. Representação dos sistemas do desodorante construída pelo estudante E7. Fonte: dados da pesquisa

Selecionamos o diálogo que se seguiu à visualização dessa imagem:

Professora: Eu vou colocar uma última imagem aqui, do E7, que é muito parecida com o desenho de E27. Você pode explicar o que você fez, E7?

E7: No S1 eu coloquei elas [partículas] um pouco juntas, pra ficar líquido. No S3 eu coloquei mais afastadas, para ficar gás. No S2 eu misturei.

E36: Esse aí ficou legal, porque parece que as partículas mais juntas ficaram no meio e as do gás ficaram em volta.

E27: É isso que eu tentei fazer também.

Professora: Certo. Explica para todo mundo o que você pensou, ao fazer essa mistura.

E7: Eu pensei em colocar um montinho de... junto. E em volta dele separado.

Professora: E esse junto significa o quê?

E7: Significa o líquido. E o separadinho significa o gasoso.

Professora: O que vocês acham, gente, da representação do E7?

E38: Muito *top*.

E36: Parece que eles estão em grupos.

Professora: Vocês mudariam alguma coisa nesse desenho?

E36: Não, acho que eu deixaria assim.

Professora: Mais alguém?

E26: Eu deixaria um pouco mais afastado no S1. Porque no 1 eu lembrei de sólido.

E48: Eu também.

Professora: Olha que interessante a representação do E7 e do E27. Eles fizeram o líquido um pouquinho separado, o gás mais separado ainda... e o S2, que tem líquido e gás, eles fizeram partes com o líquido, como se fosse uma gotícula de água e o gás em volta. Me parece que ficou bem parecido com o que acontece no *spray*. Esse *spray* é como se fosse uma neblina, né? As gotículas de água ficam suspensas porque há muito vapor segurando elas. Concordam?

Estudantes (vários): Sim.

Nesse caso, o estudante revelou que seu raciocínio para a construção do S2 foi “misturar” os dois estados físicos, porém de maneira diferente da que observamos na representação apresentada na Figura 9, na qual a presença de dois estados físicos foi caracterizada como um estado físico intermediário. Nas representações de E7 e E27 foi considerada uma organização espacial das partículas que retrata a presença de dois estados físicos no S2. Notamos também que houve um consenso em relação a essa representação simultânea dos dois estados físicos. Todos os estudantes foram convidados, então, a refazer suas representações, inserindo o que haviam aprendido nessa aula.

Na reelaboração, sete dos 21 estudantes mantiveram a representação um “estado físico intermediário” para o S2, semelhante à elaborada por E26 (Figura 9). Os outros 14 seguiram o exemplo de E7, mostrando os dois estados físicos em S2. Acreditamos que isso poderia ter sido melhor explorado, de modo a destinar um momento da aula para que cada estudante pudesse refletir sobre sua própria representação, promovendo, em seguida, as interações discursivas com a turma. Porém não tínhamos o tempo necessário para tal.

As interações discursivas foram fundamentais no processo de negociação de significados para os desenhos elaborados pelos estudantes, configurando-se como uma prática epistêmica construída no coletivo da sala de aula que “empoderou” os estudantes, na medida em que permitiu a eles propor representações e justificar suas opções. Ko e Krist (2009) descrevem esse “empoderamento” coletivo, no qual os membros de um grupo progridem juntos em relação a um objeto de conhecimento comum, de agência epistêmica. Ela é “visível nas negociações conjuntas dos participantes em interações que são consequentes à construção colaborativa de um objeto de conhecimento compartilhado” (Ko e Krist, 2019, p. 4). Considerando isso, podemos afirmar que o estabelecimento de um ambiente em que os estudantes puderam comunicar/justificar as representações e participar de um processo de negociação, com a orientação da professora, possibilitou a emergência da agência epistêmica dos estudantes, levando em conta que o consenso a que chegaram em relação à representação mais adequada para os três sistemas tratados dá indícios de uma construção de conhecimento. Foi a discussão ocorrida na Aula 6 acerca das representações construídas pelos colegas que dinamizou as interações verbais entre os sujeitos no ambiente virtual. Isso é uma forte evidência de que mesmo em aulas remotas podemos estimular os estudantes a atuar com agência epistêmica a partir do uso das representações multimodais.

Prain e Tytler (2013) argumentam que os recursos semióticos, as práticas epistêmicas e os processos epistemológicos são recursos culturais externos, nos quais os estudantes se baseiam para representar ou desenvolver seus próprios entendimentos. Os estudantes são envolvidos na atividade representacional como “interrogadores ativos de suas próprias representações” (Prain e Tytler, 2013, p. 81), e o desenvolvimento intelectual envolve a percepção de oportunidades para novas conexões,

novas sínteses imaginativas e, em alguns casos, para encontrar soluções imprevisíveis. Dessa forma, a exemplo de E26, muitos estudantes, ao apresentarem justificativas para a representação que propuseram, foram capazes de identificar as limitações dela.

Considerações Finais

Esta investigação foi proposta com o objetivo de analisar a efetividade do uso das representações multimodais como ferramenta epistêmica em aulas remotas do Ensino Fundamental e o de promover o envolvimento dos estudantes com a Ciência. Para isso foi necessário um olhar mais atento para as interações discursivas que ocorrem na sala de aula, visto que, em trabalhos de cunho epistemológico, tem sido considerado necessário analisar como os sujeitos constroem o conhecimento e como o negociam por meio dessas interações (Castanheira e Wyatt-Smith, 2001).

Baseadas nos dados analisados, argumentamos que o uso de representações multimodais, no qual há a proposição, a justificação, a negociação e a reelaboração de representações, possibilitou uma participação ativa e legítima dos estudantes, considerando e debatendo o ponto de vista de cada um deles na arena pública da sala de aula, o que certamente contribuiu para que se envolvessem mais com o conteúdo da aula. A valorização das representações por parte dos estudantes é uma discussão razoavelmente recente no ensino de Ciências. Logo, desenvolver a competência representacional não é uma atividade que se esgota com uma pequena sequência de aulas, como foi o tempo/espço usado nesta investigação. Por isso, é indicado que o desenvolvimento dessa competência seja iniciado ainda no Ensino Fundamental e aconteça continuamente ao longo de toda a Educação Básica, resultando em competências representacionais para qualquer nível de ensino subsequente. Pesquisas mostram que até mesmo os estudantes de graduação, que possuem uma maior maturidade em termos de conteúdo, apresentam dificuldade no uso das representações como uma forma de organizar o próprio pensamento e também no entendimento do papel dessas representações como uma ferramenta facilitadora no processo de ensino e aprendizagem (Quadros, 2020). Argumentamos pela necessidade de entendermos mais amplamente o papel das representações e, com isso, de as valorizarmos mais em sala de aula, desde os anos iniciais.

O fato de os estudantes retomarem as representações construídas, compartilhando seus critérios e refletindo com os colegas de modo a chegarem a um consenso é, como já dissemos, um forte indício de que eles atuaram com agência epistêmica. Isso nos mostra que as representações multimodais se mostram como uma ferramenta epistêmica poderosa também no ensino remoto. Apesar de o ambiente virtual – principalmente as aulas assíncronas – nem sempre ser favorável às interações discursivas, observamos que é possível envolver os estudantes em práticas epistêmicas por meio da proposição, da justificação e da negociação de representações.

Considerando que há uma forte discussão em torno do ensino híbrido, com atividades que se intercalam entre presenciais e remotas, argumentamos que se faz necessário aprofundar os estudos que relacionam as práticas epistêmicas e as representações multimodais, visando uma melhor compreensão dessa ferramenta na sala de aula. Os resultados encontrados em nossa pesquisa também trazem implicações para a formação de professores, pois o papel dos docentes na mediação entre as ideias dos estudantes e o ponto de vista da Ciência é fundamental, e a inserção das representações multimodais nas aulas de Ciências mostrou-se um caminho promissor.

Referências

- ADAMI, E. Multimodality. In: GARCÍA, O.; FLORES, N.; SPOTTI, M. (org.). *The Oxford Handbook of Language and Society*. New York: Oxford: Oxford University Press, 2016. p. 451-472.
- ARAÚJO, A. O. *O uso do tempo e das práticas epistêmicas*. 2008. 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- BOGDAN, R. e BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.
- BOTELHO, M. L. S. T. *Representações Multimodais em aulas de Ciências/Química da Educação Básica: o papel das representações informais*. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2022.
- CASTANHEIRA, M. L. e WYATT-SMITH, C. What Counts as Literacy: An Interactional ethnographic perspective. In: CUMMINGS, J. e WYATT-SMITH, C. (org.). *Literacy and the Curriculum: Success in Senior Secondary Schooling*. Melbourne: The Australian Council for Educational Research Ltd, 2001. p. 43.
- COLEMAN, J. M.; BRADLEY, L. G. e DONOVAN, C. A. Visual Representations in Second Graders' Information Book Compositions. *Reading Teacher*, v. 66, n. 1, p. 31-45, 2012.
- DUSCHL, R. A. e GRANDY, R. E. Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Framing the Debates. In: DUSCHL, R. A.; GRANDY, R. E. (ed.), *Teaching Scientific Inquiry: recommendations for research and implementation*, Sense Publishers, 2008. p. 1-37.
- GALIAZZI, M. C. e MORAES, R. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação* (Bauru), v. 12, n. 1, p. 117-128, 2016.
- GILLIES, R. e BAFFOUR, B. The Effects of Teacher-Introduced Multimodal Representations and Discourse on Students' Task Engagement and Scientific Language During Cooperative, Inquiry-Based Science. *Instructional Science*, v. 45, n. 4, p. 493-513, 2017.
- GOODING, D. C. Visualizing Scientific Inference. *Topics in Cognitive Science*, v. 2, n. 1, p. 15-35, 2010.
- HAND, B. e CHOI, A. Examining the impact of student use of multiple modal representations in constructing arguments in organic chemistry laboratory classes. *Research in Science Education*, v. 40, n. 1, p. 29-44, 2010.

- HOBAN, G. e NIELSEN, W. Using “Slowmation” to Enable Preservice Primary Teachers to Create Multimodal Representations of Science Concepts. *Research in Science Education*, v. 42, n. 6, p. 1101-1119, 2012.
- KELLY, G. J.; CUNNINGHAM, C. M. Epistemic tools in engineering design for K-12 education. *Science Education*, v. 103, n. 4, p. 1080-1111, 2019.
- KO, M. L. M. e KRIST, C. Opening up CURRICULA to Redistribute Epistemic Agency: A Framework for Supporting Science Teaching. *Science Education*, v. 103, n. 4, p. 1-32, 2019.
- KOREN, Y.; KLAVER, R. e GORODETSKY, M. Students’ Multi-Modal Re-Presentations of Scientific Knowledge and Creativity. *The Journal of Creative Behavior*, v. 39, n. 3, p. 191-212, 2005.
- KOTZ, J. C. e TREICHEL Jr., P. M. *Química Geral e Reações Químicas*, 5ª ed. (trad. Flávio Maron Vichi). São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.
- KRAJCIK, J. e MERRITT, J. Engaging Students in Scientific Practices: What Does Constructing and Revising Models Look Like in the Science Classroom? Understanding a Framework for K-12 Science Education. *The Science Teacher*, v. 79, n. 3, p. 10-13, 2012.
- LYNCH, M. The production of scientific images: vision and re-vision in the history, philosophy, and sociology of science. In: PAUWELS, L. (ed.) *Visual Cultures of Science: Rethinking Representational Practices in Knowledge Building and Science Communication*. Lebanon: Dartmouth College Press, 2006, p. 26-40.
- MEMIS, E. K. e ÖZ, M. The Impact of Using Representation Modes within Writing to Learn Activities on the Scientific Process Skills of the Fifth Grade Students. *Journal of Education and Training Studies*, v. 5, n. 2, p. 31-42, 2017.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. e ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.
- ÖZ, M. e MEMIS, E. K. Effect of Multi Modal Representations on the Critical Thinking Skills of the Fifth Grade Students. *International Journal of Progressive Education*, v. 14, n. 2, p. 209-227, 2018.
- PENA, D. M. B. *Construindo entendimentos de ciência na formação de professores por meio de estudos de caso e representações multimodais*. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2021.
- PENA, D. M. B. e QUADROS, A. L. Professores em Formação: uma experiência com as representações multimodais. In: QUADROS, A. L. (org.). *Representações Multimodais no Ensino de Ciências: compartilhando experiências*. Curitiba: CRV, 2020.
- PRAIN, V. e TYTLER, R. Learning Through the Affordances of Representation Construction. In: TYTLER, R.; PRAIN, V.; HUBBER, P. e WALDRIP, B. (ed.). *Constructing Representations to Learn in Science*. Netherlands: Sense Publishers, 2013. p. 66-82.
- PRAIN, V. e WALDRIP, B. An exploratory study of teachers’ and students’ use of multi-modal representations of concepts in primary science. *International Journal of Science Education*, v. 28, n. 15, p. 1843-1866, 2006.
- PRAIN, V.; TYTLER, R. e PETERSON, S. Multiple Representation in Learning About Evaporation. *International Journal of Science Education*, v. 31, n. 6, p. 787-808, 2009.
- QUADROS, A. L. *Representações Multimodais no Ensino de Ciências: compartilhando experiências*. Curitiba: CRV, 2020.
- ROQUE, N. F. e SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. *Química Nova*, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 921-923, 2008.
- SANDOVAL, W. A. e MILLWOOD, K. A. The Quality of Students’ Use of Evidence in Written Scientific Explanations. *Cognition and Instruction*, v. 23, n. 1, p. 23-55, 2010.
- 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*, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 52-67, 2016.
- SILVA, M. B. *A construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo em uma atividade investigativa de biologia*. 2015. 263 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- TANG, K. S.; DELGADO, C. e MOJE, E. B. An Integrative Framework for the Analysis of Multiple and Multimodal Representations for Meaning-making in Science Education. *Science Education*, v. 98, n. 2, p. 305-326, 2014.
- TREAGUST, D. F.; CHITTLEBOROUGH, G. e MAMIALA, T. L. The Role of Submicroscopic and Symbolic Representations in Chemical Explanations. *International Journal of Science Education*, v. 25, n. 11, p. 1353-1368, 2003.
- TYTLER, R.; PRAIN, V.; HUBBER, P. e WALDRIP, B. (Ed.) *Constructing Representations to Learn in Science*. The Netherlands: Sense Publishers, 2013.
- VIGOTSKI, L. S. *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. (trad. Paulo Bezerra) 2ª ed., São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.
- ZHANG, Y. Multimodal Teacher Input and Science Learning in a Middle School Sheltered Classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 53, n. 1, p. 7-30, 2016.
- ZOMPERO, A. F. e LABURÚ, C. E. As relações entre aprendizagem significativa e representações multimodais. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 12, n. 3, p. 31-40, 2010.

Preparação dos Manuscritos

Os trabalhos deverão ser digitados em página A4, espaço duplo, tipo Times Roman, margens 2,5, devendo ter no máximo o número de páginas especificado para a seção da revista à qual são submetidos. Na primeira página deverá conter o título do trabalho e um resumo do artigo com, no máximo, 1000 caracteres (espaços inclusos) e a indicação de três palavras-chave, seguidos de suas traduções para a linha inglesa, incluindo o título.

Não deve haver indicação dos autores no documento com o manuscrito e nenhum dado ou marcas em qualquer parte do texto que conduzam à sua identificação, durante a avaliação como, por exemplo: nome e filiação institucional; nomes de projetos e coordenadores de projetos (quando não são indispensáveis); referências e citações (utilizar “Autor1, ano”, “Autor2, ano”... para manter o anonimato); local, título ou local de defesa de mestrado ou doutorado; agradecimentos etc. Os autores devem eliminar auto-referências. As informações dos autores devem estar descritas na carta de apresentação aos editores, e esta deverá conter o título do trabalho, o(s) nome(s) do(s) autor(es), sua(s) formação(ões) acadêmica(s), a instituição em que trabalha(m) e o endereço completo, incluindo o eletrônico. Verifique as propriedades do documento para retirar quaisquer informações.

As referências citadas devem ser relacionadas ao final do texto, segundo exemplos abaixo:

- Para livros referência completa (citação no texto entre parênteses):

AMBROGI, A.; LISBÔA, J. C. e VERSOLATO, E. F. *Unidades modulares de química*. São Paulo: Gráfica Editora Hamburg, 1987. - (Ambrogi *et al.*, 1987).

KOTZ, J. C. e TREICHEL Jr., P. *Química e reações químicas*, vol. 1 Trad. J. R. P. Bonapace. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. - (Kotz e Treichel Jr., 2002).

- Para periódicos referência completa (citação no texto entre parênteses):

TOMA, H. E. A nanotecnologia das moléculas. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 3-9, 2005. - (Toma, 2005).

ROSINI, F.; NASCENTES, C. C. E NÓBREGA, J. A. Experimentos didáticos envolvendo radiação microondas. *Química Nova*, v. 26, p. 1012-1015, 2004. - (Rosini *et al.*, 2004).

- Para páginas internet referência completa (citação no texto entre parênteses):

<http://qnesc.sbq.org.br>, acessada em Março 2008. - (Revista Química Nova na Escola, 2008).

Para outros exemplos, consulte-se número recente da revista. Os autores devem, sempre que possível, sugerir outras leituras ou acessos a informações e reflexões a respeito dos temas abordados no texto, para serem incluídos em “Para Saber Mais”.

As legendas das figuras devem ser colocadas em página à parte, ao final, separadas das figuras. A seguir devem ser

colocadas as figuras, os gráficos, as tabelas e os quadros. No texto, apenas deve ser indicado o ponto de inserção de cada um(a).

Os autores devem procurar seguir, no possível, as normas recomendadas pela IUPAC, inclusive o Sistema Internacional de Unidades.

Condições para Submissão dos Artigos

- 1) Os manuscritos submetidos não devem estar sendo analisados por outros periódicos.
- 2) Os autores são responsáveis pela veracidade das informações prestadas e responsáveis sobre o conteúdo dos artigos.
- 3) Os autores devem seguir as recomendações das Normas de Ética e Más Condutas constantes na página da revista <http://qnesc.sbq.org.br/pagina.php?idPagina=17>.
- 4) Os autores declaram que no caso de resultados de pesquisas relacionadas a seres humanos eles possuem parecer de aprovação de um Comitê de Ética em pesquisa.
- 5) No caso de envio de imagens, os autores devem enviar cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo(s) sujeito(s) (ou seus responsáveis), autorizando o uso da imagem.
- 6) Os autores declaram a inexistência de conflito de interesses na submissão do manuscrito.
- 7) É responsabilidade dos autores garantirem que não haja elementos capazes de identificá-los em qualquer parte do texto.

Submissão dos Artigos

Química Nova na Escola oferece aos autores a submissão on line, que pode ser acessada por meio do registro de Login e Senha. É possível registrar-se em nossa página na internet (<http://qnesc.sbq.org.br>) usando a opção Novo Usuário. Usuários das plataformas do JBCS e QN já estão cadastrados na base, devendo utilizar o mesmo Login e Senha. Após estar cadastrado no sistema, o autor pode facilmente seguir as instruções fornecidas na tela. Será solicitada a submissão de um único arquivo do manuscrito completo, em formato PDF. Está disponível uma ferramenta para gerar o arquivo .pdf, a partir de arquivo .doc ou .rtf, com envio automático para o endereço eletrônico do autor. Tão logo seja completada a submissão, o sistema informará automaticamente, por correio eletrônico, o código temporário de referência do manuscrito, até que este seja verificado pela editoria. Então será enviada mensagem com o número de referência do trabalho.

Se a mensagem com código temporário de submissão não for recebida, por algum motivo, a submissão não foi completada e o autor terá prazo máximo de 5 (cinco) dias para completá-la. Depois desse prazo, o sistema não permite o envio, devendo ser feita nova submissão.

O autor poderá acompanhar, diretamente pelo sistema, a situação de seu manuscrito.

Ao fazer a submissão, solicita-se uma carta de apresentação, indicando a seção na qual o artigo se enquadra, que deverá ser digitada no local indicado, sendo obrigatória a apresentação dos endereços eletrônicos de todos os autores.

Manuscritos revisados

Manuscritos enviados aos autores para revisão devem retornar à Editoria dentro do prazo de 5 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 (UFSM)

Divulgação de experimentos que contribuam para o tratamento de conceitos químicos no Ensino Médio e Fundamental e que utilizem materiais de fácil aquisição, permitindo sua realização em qualquer das diversas condições das escolas brasileiras. Deve-se explicitar contribuições do experimento para a aprendizagem de conceitos químicos e apresentar recomendações de segurança e de redução na produção de

resíduos, sempre que for recomendável.

Limite de páginas: 10

● **CADERNOS DE PESQUISA**

Responsável: Ana Luiza de Quadros (UFMG)

Esta seção é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Os artigos empíricos deverão conter revisão consistente de literatura nacional e internacional, explicitação clara e contextualização das questões de pesquisa, detalhamento e discussão dos procedimentos metodológicos, apresentação de resultados e com conclusões que explicitem contribuições, implicações e limitações para área de pesquisa em Ensino de Química. Os artigos de revisão deverão introduzir novidades em um campo de conhecimento específico de pesquisa em Ensino de Química, em um período de tempo não inferior a dez anos, abrangendo os principais periódicos nacionais e internacionais e apresentando profundidade na análise crítica da literatura, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Os artigos teóricos deverão envolver referenciais ainda não amplamente difundidos na área e trazer conclusões e implicações para a pesquisa e a prática educativa no campo do Ensino de Química, apresentando profundidade teórica, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Para esta seção, o resumo do artigo deverá conter de 1000 a 2000 caracteres (espaços inclusos), explicitando com clareza o objetivo do trabalho e informações sobre os tópicos requeridos para o tipo de artigo. Poderão ser indicadas até seis palavras-chaves.

Limite de páginas: 30 a 40.



*Publi***SBQ**
Sociedade Brasileira de Química