

química nova

NA ESCOLA

VOLUME

44

Nº 1, FEVEREIRO 2022

- 4 Construção de um espectroscópio alternativo para o ensino do modelo atômico de Bohr e linhas espectrais de elementos
André V. L. Marques e Higo L. B. Cavalcanti
- 9 Hantaro Nagaoka e o modelo saturniano
Edemar Benedetti Filho e Marcio Y. Matsumoto
- 17 Reelaboração de um jogo: recurso didático como facilitador do processo de ensino e de aprendizagem no Ensino de Química
Bianca M. Gama e Andréa Aparecida R. Alves
- 26 Possíveis relações dos conteúdos de Química, Física e Biologia com os poderes das Super-Heroínas
Pollyana de G. Pinto e Márton H. F. B. Soares
- 35 Oficina pedagógica: A química da batata frita perfeita
Bruna F. Andrade e Poliana F. Maia
- 45 Jogos didáticos em um curso de formação inicial docente em química: aspectos teórico-práticos para a abordagem de conteúdos de físico-química
Dyenifer M. Barbosa e Thaís R. Rocha
- 57 O uso dos sentidos, olfato e paladar, na percepção dos aromas: uma oficina temática para o Ensino de Química
Fernando V. Oliveira, Vanessa Candito e Mara E. F. Braibante
- 65 A Fotografia em Atividade Experimental Investigativa de Química
Marcia B. Cunha e Catherine G. Vogt
- 76 A química do banho de ouro em bijuterias: uma proposta de ensino baseada nos Três Momentos Pedagógicos
Cinthia G. Zimmer
- 81 Análise de inscrições em livros didáticos de Química
Mikeas S. de Lima, Henrique M. Larine, Douglas G. L. dos Santos e Salete L. Queiroz

EDITORES

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

CONSELHO EDITORIAL

Alice Ribeiro Casimiro Lopes (FE-UERJ - Rio de Janeiro, RJ - Brasil)
Antônio Francisco Carrelhas Cachapuz (UA - Aveiro, Portugal)
Attico Inacio Chassot (IPA - Porto Alegre, RS - Brasil)
Aureli Caamaño (UB - Barcelona, Espanha)
Edênia Maria Ribeiro do Amaral (UFRPE - Recife, PE - Brasil)
Eduardo Fleury Mortimer (UFMG - Belo Horizonte, MG - Brasil)
Gisela Hernández (UNAM - Cidade do México, México)
Julio Cezar Foschini 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)
Peter Fensham (QUT - Vitória, Austrália)
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 © 2022 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, microfímes 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

- 4 Construção de um espectroscópio alternativo para o ensino do modelo atômico de Bohr e linhas espectrais de elementos

Building an alternative spectroscopy for teaching Bohr's atomic model and spectral lines of elements

André V. L. Marques e Higo L. B. Cavalcanti

História da Química / History of Chemistry

- 9 Hantaro Nagaoka e o modelo saturniano

Hantaro Nagaoka and the saturnian atomic model

Edemar Benedetti Filho e Marcio Y. Matsumoto

Relatos de Sala de Aula / Chemistry in the Classroom

- 17 Reelaboração de um jogo: recurso didático como facilitador do processo de ensino e de aprendizagem no Ensino de Química

Redesigning a game: teaching resource as a facilitator of the teaching and learning process in teaching chemistry

Bianca M. Gama e Andréa Aparecida R. Alves

- 26 Possíveis relações dos conteúdos de Química, Física e Biologia com os poderes das Super-Heroínas

Possible relationships of Chemistry, Physics and Biology contents with female superheros' powers

Pollyana de G. Pinto e Márlon H. F. B. Soares

- 35 Oficina pedagógica: A química da batata frita perfeita

Pedagogical workshop: The chemistry of perfect French fries

Bruna F. Andrade e Poliana F. Maia

Ensino de Química em Foco / Chemical Education in Focus

- 45 Jogos didáticos em um curso de formação inicial docente em química: aspectos teórico-práticos para a abordagem de conteúdos de físico-química

Didactic games in an initial teacher training course in chemistry: theoretical-practical aspects to approach physical chemistry content

Dyenifer M. Barbosa e Thaís R. Rocha

- 57 O uso dos sentidos, olfato e paladar, na percepção dos aromas: uma oficina temática para o Ensino de Química

The use of senses, smell and taste, in the perception of aromas: a thematic workshop for the teaching of chemistry

Fernando V. Oliveira, Vanessa Candito e Mara E. F. Braibante

O Aluno em Foco / The Student in Focus

- 65 A Fotografia em Atividade Experimental Investigativa de Química

Photography in chemical investigative experimental activity

Marcia B. Cunha e Catherine G. Vogt

Experimentação no Ensino de Química / Practical Chemistry Experiments

- 76 A química do banho de ouro em bijuterias: uma proposta de ensino baseada nos Três Momentos Pedagógicos

The chemistry of gold electroplating in bijoux: a teaching proposal based on the Three Pedagogical Moments

Cíntia G. Zimmer

Cadernos de Pesquisa / Research Letters

- 81 Análise de inscrições em livros didáticos de Química

Analyzing inscriptions in Chemistry textbooks

Mikeas S. de Lima, Henrique M. Larine, Douglas G. L. dos Santos e Salette L. Queiroz

Transformações na escola após o período de isolamento social

Notícias sobre a volta às aulas presenciais em redes estaduais de ensino circulam com cada vez mais frequência nos jornais do país. Nos estados de Pernambuco e São Paulo, por exemplo, na primeira semana de fevereiro já se verificou o movimento de retorno integral no referido formato, enquanto em outros estados este vem ocorrendo em um modelo híbrido ou foi temporariamente adiado devido à nova onda de Covid-19 provocada pela variante Ômicron. Mesmo com todas as particularidades que os estados exibem no trato da questão, o panorama atual sugere que o momento de acolhimento das crianças e jovens nas escolas e a lida com as transformações no contexto estudantil, após o longo período de isolamento social, são iminentes.

Questão fulcral que se coloca é sobre as resistências e tabus que foram quebrados como consequência da pandemia instaurada há praticamente dois anos, e quais possibilidades para a educação derivam desse período longo de convivência, muitas vezes, com o caos. Nesse contexto, destaca-se o uso de tecnologias da informação e comunicação (TIC) para aprender e ensinar, prática da qual muitos professores se mantinham afastados. O uso massivo dessas tecnologias fomentou a ideia de que as perspectivas para elaboração do conhecimento podem ser muito diferentes das produzidas em aulas presenciais.

Os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) viabilizam a comunicação entre os sujeitos envolvidos no evento educativo, o compartilhamento de conteúdos e a execução de atividades didáticas, por meio de variados recursos. Os AVA passaram a fazer parte do cotidiano da escola, sendo possível ao professor interagir de forma construtiva com os estudantes por meio deles e também por redes sociais, além de oferecerem oportunidades capazes de levar os estudantes ao exercício da autoria, autonomia, diálogo e interatividade.

No entanto, para que transformações relevantes resultantes do período de isolamento social sejam mantidas e incrementadas de forma positiva muitos desafios precisam ser vencidos. Além da questão da conectividade em um Brasil tão desigual no que tange ao acesso à internet, é necessário fomentar ações pedagógicas que levem em conta o potencial das TIC e propiciem a colaboração entre os membros da comunidade escolar para o alcance de objetivos educacionais atuais, como a promoção da cidadania ativa.

Frente a um período que se apresenta como repleto de situações desafiadoras, este número de *Química Nova na Escola* traz aos leitores artigos que podem auxiliar nessa trajetória. Considerando a potencialidade de utilização de atividades lúdicas no ensino de química, tendo em vista a promoção de uma aprendizagem mais participativa, três textos remetem a essa perspectiva. O primeiro deles, “Possíveis relações dos conteúdos de química, física e biologia com os poderes das super-heroínas”, relata uma ação didática na qual os estudantes exploram conhecimentos científicos para conceituarem os poderes das super-heroínas, discutindo o funcionamento desses poderes, assim como o papel que elas desempenham nas histórias em quadrinho e no cinema ao longo do tempo. Os outros dois textos tratam do uso de jogos e abarcam a formação inicial de professores. O jogo “Baralho atômico” é alvo de atenção no artigo “Reelaboração de um jogo:

recurso didático como facilitador do processo de ensino e de aprendizagem no ensino de química”, a partir da reformulação teórica da sua estrutura e de suas regras. O trabalho foi realizado no contexto do estágio supervisionado de um curso de graduação, sendo a sua aplicação realizada em sala de aula na presença da professora regente de classe. Em contexto similar, o artigo “Jogos didáticos em um curso de formação inicial docente em química: aspectos teórico-práticos para a abordagem de conteúdos de físico-química” coloca em foco a discussão com licenciandos em química sobre a importância da inserção de jogos didáticos no ensino dessa disciplina.

Outra estratégia contemplada neste número é a realização de oficinas pedagógicas/temáticas, como se vê em dois artigos. Em um deles, “A química da batata-frita perfeita”, o propósito da oficina é a abordagem do conteúdo de cinética química, no que se refere aos fatores que afetam as reações químicas. No artigo “O uso dos sentidos, olfato e paladar, na percepção dos aromas: uma oficina temática para o ensino de química” busca-se, por meio da percepção dos aromas, relacionar a temática com conhecimentos que permeiam a química orgânica. O funcionamento de ambas as oficinas é pautado na abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, com o desenvolvimento nas seguintes etapas: estudo da realidade, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Os Três Momentos Pedagógicos também orientam a proposta de experimento apresentada no artigo “A química do banho de ouro em bijuterias: uma proposta de ensino baseada nos Três Momentos Pedagógicos”, que reproduz a galvanoplastia do banho de ouro em bijuterias, contemplando tópicos relacionados aos conceitos de eletroquímica, com destaque para a eletrólise. Também na perspectiva da realização de experimentos, é descrita a construção de um espectroscópio utilizando materiais alternativos e de baixo custo para a identificação, em sala de aula, dos espectros de linhas de alguns elementos no artigo “Construção de um espectroscópio alternativo para o ensino do Modelo Atômico de Bohr e linhas espectrais de elementos”.

A história da química e o uso de imagens em atividades investigativas e em livros didáticos são também considerados neste número. O artigo “Hantaro Nagaoka e o modelo saturniano” tem como objetivo ilustrar o modelo atômico mencionado no título, a partir de uma abordagem contextualizada, chamando a atenção para aspectos culturais que envolveram a formação científica do Japão no século XIX e início do século XX. A imagem, por sua vez, é destacada como ferramenta didática no artigo “A fotografia em atividade experimental investigativa de química” e tomada como objeto de investigação no artigo “Análise de inscrições em livros didáticos de química”.

Que a leitura sirva de inspiração aos educadores em química do Brasil para a realização de transformações frutíferas na escola após o período de isolamento social!

Paulo Alves Porto
Salette Linhares Queiroz
Editores de QNEsc





Construção de um espectroscópio alternativo para o ensino do modelo atômico de Bohr e linhas espectrais de elementos

André V. L. Marques e Higo L. B. Cavalcanti

O presente trabalho consiste na confecção de um modelo de espectroscópio utilizando materiais de baixo custo. Utilizando materiais como canos de PVC, lentes de aumento, resina epóxi e uma rede de difração, construiu-se um espectroscópio que se assemelha ao modelo de equipamento proposto e utilizado por Bunsen e Kirchhoff. Com o espectroscópio de baixo custo foi possível identificar a linha D do sódio bem como diferenciar os elementos cálcio e estrôncio a partir de suas linhas espectrais geradas pela exposição destes elementos à chama do bico de Bunsen. A confecção e aplicação do espectroscópio possibilitam uma discussão mais aprofundada sobre os espectros de emissão dos elementos e sua relação com o modelo atômico proposto por Niels Bohr.

► espectroscopia, Bohr, materiais alternativos ◀

Recebido em 08/02/2021, aceito em 06/05/2021

4

A disciplina de Química costuma ser tida como de difícil compreensão pelos estudantes em parte pelas dificuldades que os docentes encontram para apresentar os conteúdos de maneira atrativa e envolvente para os discentes. Quando isso não ocorre, o professor pode ater-se à prática tradicional de aula, por vezes fazendo com que os discentes tenham dificuldades na aprendizagem. Segundo Miranda e Costa (2007), essa prática tem influenciado negativamente na aprendizagem dos alunos, uma vez que não conseguem perceber a relação entre aquilo que estudam na sala de aula, a Natureza e sua própria vida.

Uma das razões para essa dificuldade presente na construção do conhecimento se dá pelas complicações com as quais os professores se deparam ao tentar conciliar teoria e prática, uma vez que a maioria das escolas não possui laboratórios específicos de Química. As aulas experimentais se tornam primordiais para a aprendizagem de uma área do conhecimento sabidamente experimental, facilitando a compreensão dos

temas trabalhados em sala, além de permitir a construção do conhecimento de forma sistemática. A metodologia de ensino, com a utilização de aulas práticas bem planejadas facilita muito a compreensão e a produção do conhecimento em Química. Incluem-se também demonstrações feitas pelo professor e experimentos realizados pelo próprio aluno buscando a confirmação de informações já adquiridas em aulas teóricas, propiciando aos alunos oportunidades de confirmar suas ideias ou então reestruturá-las (Santos *et al.*, 2018).

Para a realização de uma aula prática, entretanto, diversos fatores precisam ser considerados. Entre os principais, destacam-se: instalações da escola, materiais e reagentes requeridos e as escolhas das experiências. Na rede pública de ensino os laboratórios para a realização dessas aulas são, em muitos casos, deficitários, não possuindo os materiais necessários para os experimentos. Cabe

ao professor buscar opções, como, por exemplo, a realização de experimentos com materiais alternativos, podendo ser de fácil obtenção, até mesmo domésticos, pois o objetivo da experimentação é possibilitar ao aluno a criação de modelos que tenham sentido para ele a partir de suas próprias observações (Hess, 1997).

As aulas experimentais se tornam primordiais para a aprendizagem de uma área do conhecimento sabidamente experimental, facilitando a compreensão dos temas trabalhados em sala, além de permitir a construção do conhecimento de forma sistemática.

A seção "Espaço Aberto" visa abordar questões sobre Educação, de um modo geral, que sejam de interesse dos professores de Química.



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

Quím. nova esc. – São Paulo-SP BR
Vol. 44, Nº 1, p. 4-8, FEVEREIRO 2022

No presente trabalho buscou-se desenvolver um material capaz de auxiliar a compreensão de um dos conteúdos em Química que envolvem alto grau de abstração: os modelos atômicos, especialmente aqueles que utilizam conceitos da mecânica quântica, como o modelo atômico de Bohr. Uma das características desse modelo é explicar a emissão de luz pelo átomo de hidrogênio e o seu característico espectro de linhas. Tais espectros são obtidos utilizando um aparelho conhecido como espectroscópio. Apresenta-se aqui a construção de um espectroscópio utilizando materiais alternativos e de baixo custo para a identificação, em sala de aula, dos espectros de linhas de alguns elementos.

O Modelo Atômico de Bohr

O modelo atômico de Bohr foi proposto pelo físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), e sua principal característica foi explicar o comportamento do espectro de emissão do átomo do hidrogênio, que outros modelos da época não eram capazes de explicar (Atkins e Jones, 2012; Brown *et al.*, 2013).

No modelo atômico de Bohr, cada elétron descreveria uma órbita bem definida, que não é necessariamente fixa, pois se o elétron absorve energia, ele pode passar a ocupar uma órbita mais afastada do núcleo (salto quântico). Quando o elétron libera essa energia absorvida previamente, retorna para uma órbita mais próxima ao núcleo, e a diferença de energia (ΔE) entre as órbitas corresponde à energia da radiação emitida pelo átomo no processo (fóton com frequência dada por ν , onde h é a constante de Planck), conforme ilustrado na Figura 1. A frequência da radiação, e por conseguinte seu comprimento de onda, determinam a cor da radiação (considerando a região visível do espectro, na qual faz sentido utilizar o termo “cor”). O modelo atômico de Bohr destaca-se por incluir, através de postulados, a contribuição da então recente mecânica quântica.

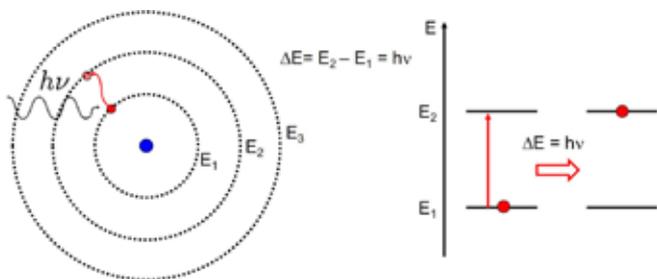


Figura 1: Modelo atômico de Bohr. Radiação incidente de frequência excita o elétron da órbita E1 para E2. O retorno para o nível mais baixo resulta em liberação de fóton de energia.

Quando um gás (ou vapor a baixa pressão) é excitado por algum meio (chama, diferença de potencial elevada, entre outros), a radiação emitida possui um espectro que contém apenas alguns comprimentos de onda discretos, e cada elemento químico exibe um único espectro de linhas quando uma amostra do mesmo é excitada. Convém perceber que as diferenças energéticas entre as órbitas e as emissões

observadas são características únicas de cada elemento da tabela periódica, sendo, portanto, uma espécie de impressão digital, algo que não pode ser adulterado ou confundido, o que torna a Espectroscopia uma ferramenta poderosa para a identificação de espécies químicas.

O modelo de Bohr obteve sucesso ao prever corretamente a posição das linhas espectrais para o átomo de hidrogênio (que podem ser vistas na Figura 2), falhando, porém, para os demais elementos da tabela periódica. Por vezes tratado como um modelo planetário para o átomo, em que o núcleo seria análogo ao Sol e os elétrons análogos aos planetas em órbitas, o modelo de Bohr permanece até hoje como uma imagem duradoura da forma do próprio átomo no imaginário popular.

Apesar das limitações do modelo, o mesmo continua presente de forma assídua nos livros didáticos de Química nos diversos níveis

de ensino (Fonseca, 2014; Peruzzo e Canto, 2006; Santos e Mol, 2010), não apenas por sua relevância histórica, mas também pelo sucesso em explicar o espectro experimental do hidrogênio e fornecer uma interpretação correta para o processo de absorção e emissão de energia pelos elétrons nos átomos (a mecânica quântica viria posteriormente a elucidar a questão de maneira mais satisfatória).



Figura 2: Espectro de emissão do átomo de hidrogênio, evidenciando apenas as linhas na região do visível.

O Espectroscópio de Bunsen e Kirchhoff

Em meados do século XIX, Robert Bunsen e Gustav Kirchhoff criaram o primeiro espectroscópio, com o qual descobriram dois novos elementos que hoje estão presentes na tabela periódica: o céσιο e o rubídio. Eles observaram que, quando se insere o sal de determinado elemento na chama (provida por um bico de Bunsen), a mesma apresenta uma mudança em sua coloração, retornando para a cor inicial após algum tempo. Segundo Chagas e Encarnação (2011), em uma das visitas de Kirchhoff ao laboratório de Bunsen, ele sugeriu que se a luz emitida durante a queima do sal passasse por um prisma, poderiam ter resultados interessantes. Ainda segundo Chagas e Encarnação (2011): “Valendo-se da espectroscopia, Bunsen e Kirchhoff viram que cada elemento apresentava um espectro definido, ou seja, as cores que compunham a sua luz podiam ser vistas, anotadas e medidas”.

O equipamento consistia em um colimador com uma fenda que permitia a entrada de luz (proveniente da chama) e outra fenda paralela para que a radiação emitida fosse direcionada para o prisma, responsável pela refração da luz. A radiação, agora decomposta, era então captada por uma luneta por meio da qual o experimentador poderia

observar as linhas espectrais dos elementos submetidos ao teste (Figura 3).

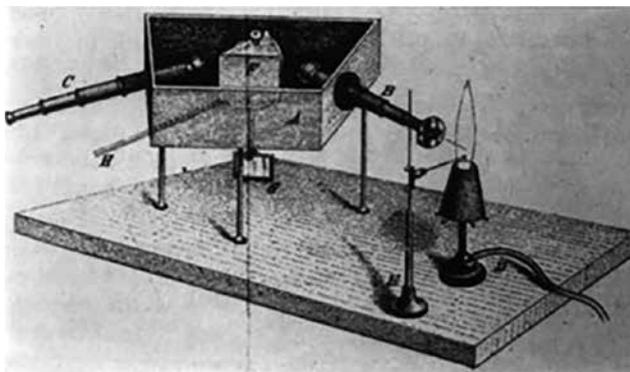


Figura 3: Representação do espectroscópio de Bunsen e Kirchhoff.

Considerando o exposto, este trabalho visa à produção de um espectroscópio de baixo custo, utilizando materiais alternativos. Uma vez que o chamado “teste da chama” (no qual se observa a cor adquirida por uma chama ao excitar amostras de alguns elementos) é uma prática comum de laboratório tanto em nível médio quanto nas disciplinas introdutórias dos cursos de graduação, buscou-se aqui ampliar o alcance destas práticas, com a adição da observação direta das linhas espectrais de alguns elementos. Além disso, alguns elementos podem apresentar coloração próxima quando submetidos a chama (lítio, cálcio e estrôncio, por exemplo, tornam a chama avermelhada), e o espectroscópio pode ser decisivo na correta identificação da amostra em questão.

Uma vez que o chamado “teste da chama” (no qual se observa a cor adquirida por uma chama ao excitar amostras de alguns elementos) é uma prática comum de laboratório tanto em nível médio quanto nas disciplinas introdutórias dos cursos de graduação, buscou-se aqui ampliar o alcance destas práticas, com a adição da observação direta das linhas espectrais de alguns elementos.

Materiais e Construção

Para a confecção do espectroscópio foram utilizados, em sua maioria, materiais encontrados em lojas, papelerias ou casas de materiais de construção, a saber: canos de PVC de 50 mm e 40 mm, luvas de cano de PVC, Cap de PVC, lupas (lentes de aumento) de 50 mm, lente de monóculo (que atua como lente ocular), rede de difração (1000 linhas/mm), resina epóxi, fita adesiva dupla face do tipo “bananinha” e tinta de cor preto fosco (Figura 4).

Dentre os materiais utilizados, destaca-se a rede de difração. Esta substitui o prisma na tarefa de separar a luz incidente em seus comprimentos de onda característicos de cada elemento. A substituição deu-se após uma pesquisa de preços, indicando valores próximos a R\$ 50,00 para a rede de difração e R\$ 80,00 para os prismas triangulares. Pode-se ainda considerar a utilização de um fragmento de CD ou DVD como ferramenta responsável pela difração, o que reduziria ainda mais o custo de produção do equipamento

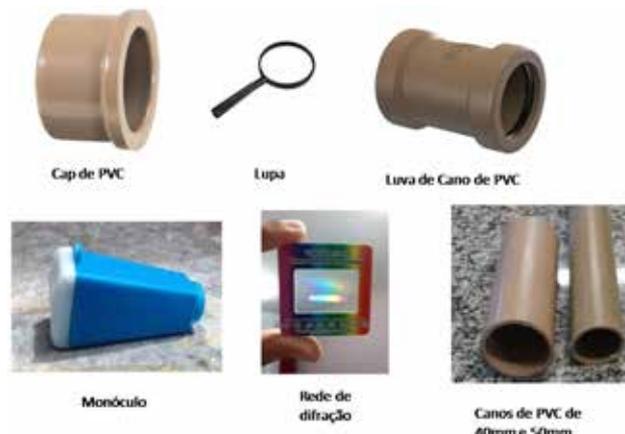


Figura 4: Materiais utilizados na confecção do espectroscópio alternativo.

(porém adicionando algumas etapas de trabalho manual). A montagem do espectroscópio alternativo tentou simular o modelo conforme delineado por Bunsen e Kirchhoff, seguindo o esquema indicado na Figura 3. A montagem do espectroscópio alternativo está ilustrada na Figura 5.

Para a construção da luneta foram utilizados pedaços de cano de PVC de diâmetros internos de 40 mm e 50 mm, uma lente de lupa escolar de 50 mm, e uma lente ocular retirada de um monóculo (caso não se encontre um monóculo conforme descrito, uma lente de relojoeiro pode ser utilizada). Os canos foram cortados de modo a manter um comprimento de aproximadamente 10 cm, porém diferentes lentes apresentarão distâncias focais diferentes, sendo necessário, inicialmente, determinar essa quantidade. Sugere-se

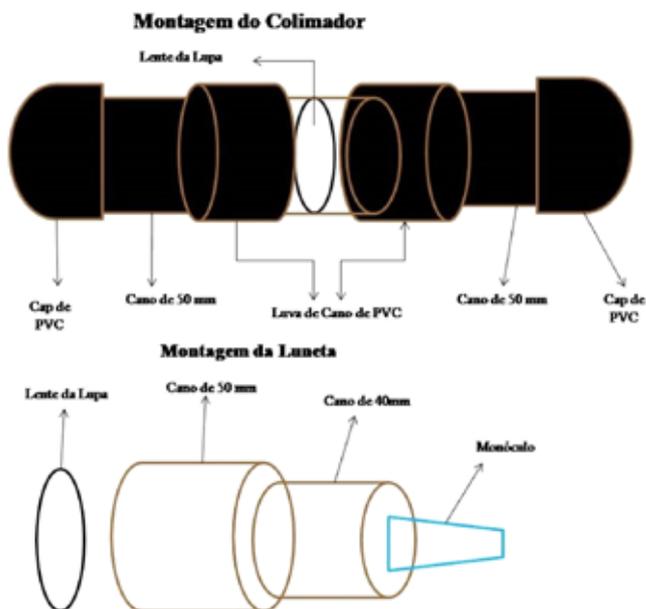


Figura 5: Esquema de montagem do espectroscópio alternativo.

a pintura dos canos na cor preta, para que no momento da utilização do equipamento possíveis interferências sejam evitadas. Após esse procedimento, foi executada a adição da lente do monóculo em uma extremidade do cano de 40 mm (fixada com a resina epóxi); em uma extremidade do cano de 50 mm foi inserida a lente retirada da lupa (lente objetiva, de formato bicôncavo). Na outra extremidade do cano de 50 mm, sugere-se a utilização de fita adesiva “bananinha”, aplicada na circunferência interna, a fim de reduzir o diâmetro. Esse procedimento é necessário para melhor sustentação, uma vez que o cano de 40 mm deve ser inserido no interior do cano de 50 mm, permitindo que o primeiro possa mover-se relativamente ao segundo, garantindo o ajuste de foco entre as lentes. Seguindo os passos descritos, tem-se uma luneta construída com materiais de baixo custo (de fato, este equipamento simples representa uma luneta completamente funcional, podendo ser utilizada em aulas de física óptica, por exemplo).

Para a construção do colimador, primeiramente foram abertas fendas verticais nos caps de PVC, cujo objetivo é limitar a entrada e a saída de luz. Quanto mais estreita a fenda, mais estreitas serão as linhas espectrais observadas. Na porção central do colimador, uma luva de PVC é utilizada para dois fins: fornecer suporte aos caps de PVC e ser o local onde a segunda lupa escolar é posicionada. O objetivo é que o foco da lente coincida com a abertura da fenda; dessa maneira, a luz que incide sobre a lente será direcionada perpendicularmente à fenda de saída. O equipamento construído pode ser observado na Figura 6, em que foram adicionados suportes de madeira para melhor manuseio. Na Figura 6 o colimador aparece com apenas 1 dos caps de

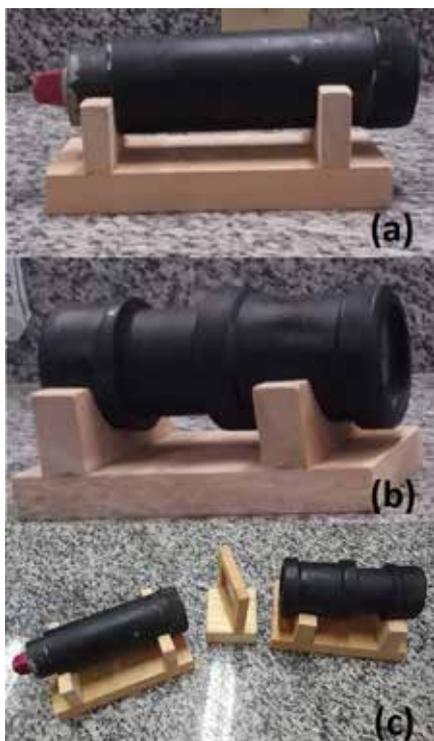


Figura 6: Espectroscópio alternativo. (a) luneta, (b) colimador e (c) montagem completa.

PVC; tal alteração não influenciou o resultado final e tornou o equipamento um pouco menor e mais fácil de manusear.

Para a análise das linhas do espectro foram escolhidos os elementos: sódio (Na), que atribui uma intensa coloração amarela à chama do bico de Bunsen e apresenta a característica linha amarela, a linha D do sódio; cálcio, que atribui uma coloração vermelha à chama do bico de Bunsen e também o estrôncio, capaz de tornar a chama também avermelhada. O objetivo dessa escolha foi demonstrar capacidade de identificação do espectroscópio alternativo, visto que, apenas com a observação visual torna-se difícil identificar se a coloração avermelhada da chama é ocasionada pelo cálcio ou pelo estrôncio. No entanto, as linhas espectrais são únicas para cada elemento, tornando sua identificação imediata. Em todos os casos foram utilizados sais dos elementos (NaCl , CaCl_2 e SrCl_2) levemente umedecidos em água e postos sobre a alça de platina, por sua vez levada à chama.

Os Espectros

A Figura 7 apresenta os espectros observados utilizando o espectroscópio alternativo. Na sequência: 7(a) cálcio, 7(b) estrôncio e 7(c) sódio.

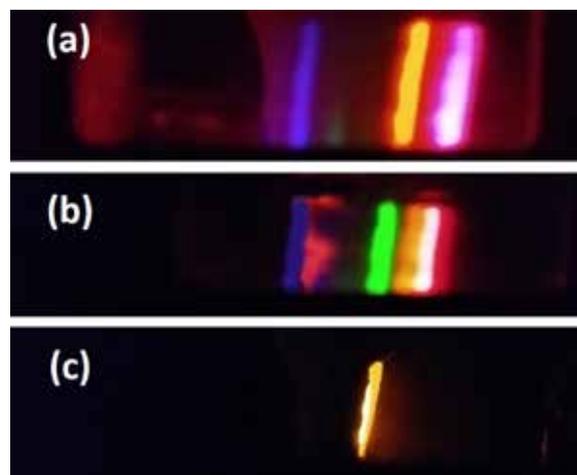


Figura 7: Espectros registrados conforme produzidos pelo espectroscópio alternativo. (a) cálcio, (b) estrôncio e (c) sódio.

Inicialmente o cloreto de cálcio foi analisado. Ao utilizarmos o espectroscópio alternativo, foi possível visualizar um espectro de linhas de emissão, conforme a Figura 7(a). No referido espectro foi possível detectar de maneira inequívoca três faixas de luz, respectivamente na região do azul, laranja e vermelho (embora o registro fotográfico da Figura 7(a) sugira uma coloração rosada, a referida faixa apresenta-se aos olhos como vermelha). Considerando a simplicidade do equipamento construído, não foram realizadas medidas quantitativas para o comprimento de onda de cada linha, e focalizamos nossa atenção aos aspectos qualitativos.

Na sequência foi analisado o estrôncio, que apresenta também uma característica cor vermelha quando excitado pela chama do bico de Bunsen. Com a utilização do espectroscópio alternativo foi possível a visualização do espectro

de linhas do elemento conforme pode ser observado na Figura 7(b). Foi possível detectar quatro faixas de luz: no azul, verde, laranja e vermelho. Comparando-se com o espectro obtido para o cálcio, vê-se uma linha bastante intensa no verde para o estrôncio, algo marcadamente distinto do caso anterior, além da separação relativa entre as linhas, que tornam a tarefa de distinguir esses dois elementos – algo muitas vezes não trivial se contarmos apenas com a inspeção ocular do experimentador – em algo relativamente simples.

Por fim, incluiu-se o sódio, que empresta à chama uma característica cor amarela. O espectro de emissão do sódio, tal qual observado no espectroscópio alternativo, é mostrado na Figura 7(c). Na visualização do espectro foi possível observar apenas uma faixa de luz, de cor muito semelhante à da própria chama, ou seja, amarelo bastante intenso (conhecida como linha D do sódio). Uma explicação para esse fato pode residir na chama intensa da cor amarela no bico de Bunsen, o que pode ter mascarado as outras faixas quando registradas em fotografia.

Conclusões

Trabalhar de forma prática em sala de aula sempre é uma excelente alternativa quando o tópico abordado propicia a realização de experimentos relativamente simples. Entretanto, realizar aulas experimentais em escolas sem laboratórios específicos costuma ser um desafio, dada a ausência de reagentes e materiais apropriados. Tal situação pode ser contornada, em alguns casos, a partir da utilização de materiais alternativos.

O experimento e o equipamento produzido com materiais de baixo custo apresentados aqui possibilitaram um aprofundamento do conteúdo “modelos atômicos”, mais

especificamente o modelo de Niels Bohr e sua relação com o teste de chama e os espectros de linhas dos elementos, que são reflexo de sua natureza quântica. Nessa proposta, os alunos não apenas podem visualizar a cor da chama quando o elemento é excitado através da energia térmica como também podem visualizar espectros de emissão (simplificados, sem dúvida, considerando a rusticidade do material utilizado) e compará-los com dados na literatura. Foi possível também diferenciar os espectros de elementos como o cálcio e o estrôncio, ambos apresentando coloração vermelha na chama, mas com espectros de linhas marcadamente diferentes.

Com a necessidade premente de inovação em metodologias de ensino, a experimentação no ensino de Química ganha cada vez mais relevância, no sentido de aproximar o ato de ensinar essa disciplina às próprias raízes da Química enquanto ciência experimental. Para cumprir tal tarefa, exige-se do docente cada vez mais habilidade, capacidade de inovação e criatividade. A produção de equipamentos e o desenvolvimento de experimentos utilizando materiais alternativos adapta-se bastante bem à nossa realidade, em especial às escolas públicas do país. O presente trabalho pode ser útil para apoiar futuros pesquisadores no que se refere a metodologias que se afastam do sistema tradicional de ensino e fornecer uma estratégia adequada para otimizar o processo de ensino-aprendizagem.

André Vinícius Lopes Marques (andre.vinicius@academico.ifpb.edu.br), licenciado em Química pelo IFPB – Campus Sousa. Sousa, PB – BR. **Higo de Lima Bezerra Cavalcanti** (higo.cavalcanti@ifpb.edu.br), licenciado em Química pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), mestre em Química pela UFPB e Doutor em Química pela UFPB. Docente do curso de Licenciatura em Química, Ensino Básico Técnico e Tecnológico do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) – Campus Sousa. Sousa, PB – BR.

Referências

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

BROWN, T. E.; LEMAY, H. E. e BURSTEN, B. E. *Química: A ciência central*. 9a. ed. São Paulo: Pearson, 2013.

CHAGAS, C. e ENCARNAÇÃO, B. Robert Bunsen, Gustav Kirchhoff e o uso do espectroscópio na Química. 2011. Disponível em: <http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2011/07/robert-bunsen-gustav-kirchhoff-e-o-uso-do-espectroscopio-na-quimica.html>, acesso em set. 2019.

FONSECA, M. R. M. *Química: meio ambiente, cidadania, tecnologia*, vol. 1. São Paulo: Ática, 2014.

HESS, S. *Experimentos de Química com materiais domésticos: Ensino Médio*. São Paulo: Moderna, 1997.

MIRANDA, D. G. P e COSTA, N. S. *Professor de Química: Formação, competências/habilidades e posturas*. Disponível em: <http://www.ufpa.br/eduquim/formdoc.html>, acesso em ago. 2019.

PERUZZO, F. M. e CANTO, E. L. *Química na abordagem do cotidiano*, vol. 1. 4ª ed. São Paulo: Moderna, 2006.

SANTOS, É.; SILVA, C. R. P. e LUZ, J. A. P. A experimentação como ferramenta facilitadora no ensino de química. In: 5º. CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2018, Campina Grande. Anais eletrônicos... Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/45758>, acesso em jan. 2021.

SANTOS, W. L. e MOL, G. *Química cidadã*, vol. 3. São Paulo: Nova Geração, 2010.

Abstract: *Building an alternative spectroscope for teaching Bohr's atomic model and spectral lines of elements.* This paper presents the building of an spectroscope using low-cost materials. By using materials such as PVC pipes, magnifying lenses, epoxi resin and a diffraction grating, a spectroscope similar to the model used by Bunsen and Kirchhoff was built. With our low-cost spectroscope it was possible to identify the D line of sodium and also differentiate elements such as calcium and strontium by their spectral lines generated by exposing them to the flame of the Bunsen burner. The building and use of our spectroscope allow a deeper discussion about emission spectra of elements and their relation to the atomic model proposed by Niels Bohr.

Keywords: spectroscoy, Bohr, low-cost materials

Hantaro Nagaoka e o modelo saturniano

Edemar Benedetti Filho e Marcio Y. Matsumoto

Este artigo descreve a influência do positivismo japonês sobre a vida do físico Hantaro Nagaoka (1865-1950) e o seu modelo atômico saturniano. Seu modelo foi ilustrado assemelhando-se a Saturno e os seus anéis, no qual os elétrons giravam em torno do núcleo. Sua história pode ser inserida em uma perspectiva pedagógica por uma abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), sendo apropriada para ser trabalhada no Ensino Médio, tendo em vista a crescente demanda pela integração curricular nos documentos normativos. Espera-se que a motivação dos estudantes pela aprendizagem da química seja aumentada, promovendo a identificação dos mesmos pelas atividades dos cientistas e a compreensão da ciência como um empreendimento humano.

► Hantaro Nagaoka, modelo atômico saturniano, educação STEAM ◀

Recebido em 18/08/2020, aceito em 04/05/2021

Nos últimos anos, com a realidade globalizada e diante das crescentes necessidades de inovações no processo produtivo visando o desenvolvimento econômico sustentável para a sociedade, muito se vem discutindo a respeito da interdisciplinaridade na formação dos estudantes do nível básico ao superior. O aluno, dentro desse contexto, deve ser capaz não apenas de aplicar os conhecimentos adquiridos, mas também ser flexível às exigências de um mundo competitivo e em constante transformação. Em sua formação acadêmica deve poder desenvolver habilidades que explorem a sua criatividade nas resoluções de problemas cotidianos em consonância com as demais áreas da ciência. O estudante deve ter uma formação ampla sobre os mais variados temas, principalmente em áreas complementares. As atividades práticas e de pesquisa desenvolvidas no ambiente escolar auxiliam na assimilação desse conhecimento diversificado e na possibilidade de despertar, no aluno, sua vocação e interesse pela busca por

A metodologia STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) apresenta uma característica ativa do aluno, caracterizando-se como uma tendência inovadora que modifica o status quo da educação da atualidade. Ela fornece aos alunos possibilidades de metodologias criativas, ajudando assim a oferecer uma aprendizagem mais significativa ao estudante (Silva et al., 2017).

novas informações ao seu redor, principalmente incentivada pela curiosidade. Além disso, a integração entre a escola e a sociedade, necessariamente sobre o seu cotidiano, traz benefícios para todos os envolvidos nesse convívio, permitindo que o estudante enfrente as resoluções de problemas em uma situação mais real, prática, e consiga equacionar seus conhecimentos para a busca de soluções e possa, ao mesmo tempo, incorporar as informações técnicas e teóricas no processo de seu desenvolvimento (Silva et al., 2017; Santos e Colombo-Júnior, 2018).

A metodologia STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) apresenta uma característica ativa do aluno, caracterizando-se como uma tendência inovadora que modifica o status quo da educação da atualidade. Ela fornece aos alunos possibilidades de metodologias criativas, ajudando assim a oferecer uma aprendizagem mais significativa ao estudante (Silva et al., 2017). Essa metodologia educacional surgiu na National Science Foundation (NSF) dos Estados Unidos na década de 1990, com o objetivo de identificar algum evento, programa, política ou prática pedagógica que tivesse relação entre elas

Esta seção contempla a história da Química como parte da história da ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído.



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

(Bybee, 2010). Inicialmente, a proposta envolvia as disciplinas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM), e posteriormente as artes passaram a ser agregadas a esse conjunto de disciplinas. Isso ocorreu devido à importância que as artes apresentam na concepção sobre o pensamento criativo e nas habilidades relacionadas com o *design* dos projetos propostos. Assim, a sigla foi modificada para STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Math). Segundo Cilleruelo e Zubiaga (2014):

[...] *muitos cientistas, matemáticos e engenheiros quando avaliam suas próprias atividades a posteriori veem em “certas qualidades artísticas” a chave para o êxito, porque por trás disso encontram de forma recorrente, a curiosidade subjetiva, a observação precisa, a percepção dos objetos de uma forma diferente e o trabalho efetivo com outros. Em resposta a essa necessidade, em 2006, Georgette Yakman cunhou o termo STEAM como um marco para a educação através das disciplinas, um novo paradigma que propõe a ciência e a tecnologia interpretada através da engenharia e das artes* (Cilleruelo e Zubiaga, 2014, p. 2).

No contexto atual, o conceito STEAM vem sendo valorizado no sistema educacional, pois os conhecimentos associados a essas áreas, trabalhados de forma interativa e multidisciplinar, podem levar às inovações (Corlu *et al.*, 2014). A educação STEAM é caracterizada principalmente pela integração curricular no ensino básico, na qual as disciplinas devem ser interligadas de tal modo que assuntos correlatos sejam conectados sem ignorar suas características únicas, a profundidade e o rigor de cada uma delas, de modo a romper as barreiras disciplinares e, dessa forma, comportando-se integralmente como uma metodologia pedagógica interdisciplinar. Os docentes podem realizar uma transição do modelo de ensino departamentalizado para um modelo mais integrado, em que os professores não são apenas os especialistas em um único assunto, mas também têm a responsabilidade adicional de orientar seus alunos em pelo menos outro assunto, construindo interações com outras áreas de interesse aos estudantes. Espera-se, então, que as atividades didáticas sirvam, entre outros objetivos, para evidenciar as relações entre os conceitos fundamentais abordados nas disciplinas de Ciências da Natureza, como a Física e a Química, e as diversas disciplinas das Ciências Humanas, como a História e a Filosofia, integrando-as com as artes.

Nesses termos, a História da Ciência tem sido vista como uma necessidade na metodologia STEAM, com a perspectiva de promover a empatia pelas atividades dos cientistas e melhorar a compreensão de sua dimensão humana. De acordo com Clifford e Zaman (2016), espera-se que essa corrente educacional proporcione a integração das dimensões entre

Os docentes podem realizar uma transição do modelo de ensino departamentalizado para um modelo mais integrado, em que os professores não são apenas os especialistas em um único assunto, mas também têm a responsabilidade adicional de orientar seus alunos em pelo menos outro assunto, construindo interações com outras áreas de interesse aos estudantes.

a Ciência e a sociedade, possibilitando a construção de um ambiente escolar mais colaborativo ao fomentar o interesse dos alunos e estimular a sua criatividade para a resolução de problemas em seu cotidiano.

Diante desse contexto e da necessidade de mudança dos paradigmas nos ambientes de aprendizagens das instituições educacionais, este trabalho propõe ilustrar o modelo saturniano de Hantaro Nagaoka (1865-1950), por meio de uma abordagem histórica e contextualizada, levando em consideração os aspectos culturais que envolveram a formação científica do Japão no período Meiji, e para sua aplicação em uma proposta metodológica STEAM.

O modelo atômico proposto por Nagaoka em 1904 foi publicado na revista científica *Philosophical Magazine* com o título de “Kinetics of a System of Particles Illustrating the Line and the Band Spectrum and the Phenomena of Radioactivity”. De acordo com esse modelo, os elétrons com carga negativa estavam localizados na parte externa do átomo. Ficou conhecido como modelo atômico saturniano, pois o átomo teria uma estrutura muito parecida com o planeta: a posição dos elétrons seria análoga à dos anéis de Saturno. Nagaoka notabilizou-se por ser o pioneiro da Física japonesa durante o período Meiji (1868-1912), quando o positivismo como método de estudo nos mais diversos campos ganhou destaque na sociedade (Calazans, 2017). A relação entre o contexto histórico e social do Japão na virada do século XX com o desenvolvimento científico no campo da Física e da Química, envolvendo a biografia de Nagaoka, e sua relação com o positivismo político e científico da época, pode ser apresentada como uma ferramenta metodológica envolvendo o modelo STEAM de aprendizagem, utilizando o desenvolvimento dos modelos atômicos para uma discussão sobre a evolução da Ciência.

O positivismo no Japão e seu impacto no desenvolvimento científico

O positivismo surgiu como uma corrente filosófica na primeira metade do século XIX na França, ganhando com o passar do tempo relevância na Europa e no mundo ocidental. Entre seus expoentes estavam os pensadores Auguste Comte e John Stuart Mill. O positivismo como uma linha filosófica, no sentido amplo de sua definição, implicou na doutrina de que é preciso recorrer às Ciências, ao pensamento científico, para conhecer algo sobre qualquer tema que fosse objeto de conhecimento do ser humano. Nesse contexto, as informações fora das Ciências não seriam úteis ou relevantes para a sociedade (Laird, 1939).

Essa filosofia ocidental foi introduzida no Japão com a ajuda de Nishi Amane (1829-1897), nomeado pelo governo japonês como um especialista em estudos ocidentais, que

adaptou os princípios filosóficos do positivismo ao contexto japonês de sua época. Amane preocupou-se em estabelecer os limites, dentro do pensamento oriental, entre o que era nacional e o que era estrangeiro, com a perspectiva de prover às gerações posteriores os instrumentos necessários para desenvolver uma autêntica filosofia japonesa que integrasse a ocidental e a oriental. O empirismo dessas ideias também influenciou a própria Ciência japonesa no início do século XX. O empirismo se baseia no princípio da verificação, sendo que apenas as declarações verificáveis, por meio da observação ou de uma prova lógica, podem ser significativas aos conhecimentos analisados (Laird, 1939; Santos, 2013).

Historicamente, o que ocasionou maior incorporação das importações de tecnologias e ideias do Ocidente foi a Restauração Meiji, que ocorreu a partir de 1868. Essa mudança política no Japão deu poder absoluto ao imperador, levando ao fim do regime feudal japonês, o Shogunato, e fazendo com que o país tivesse maior influência ocidental. O regime feudal existiu por mais de 250 anos no país, porém as transformações políticas em nível mundial, aproximando as nações, juntamente com as pressões econômicas e sociais, principalmente as americanas, fizeram com que o último Shogun assinasse o tratado de Kanagawa em 1854, estabelecendo o livre comércio com as potências econômicas da época. Assim, teve início o período da modernização e da influência ocidental no Japão.

Entretanto, as tradições feudais e de hierarquia japonesas permaneceram até a conclusão da Segunda Guerra Mundial. Com a decadência do Shogunato, houve a abertura dos portos para o mundo, o que culminou nas transformações do regime teocrático do governo do Imperador Meiji, envolvendo uma grande reforma agrária e a promulgação da Constituição de 1889. Isso ocasionou certo conflito entre a sociedade e o indivíduo, e havia uma censura aos autores japoneses, que não tinham a devida liberdade para escrever sobre temas delicados que ameaçassem a manutenção do *status quo*. Porém, teve início uma intervenção do novo Estado sobre a economia e, assim, o Japão iniciou-se no capitalismo, com a criação de indústrias e universidades. Firmou-se um outro sistema político, abolindo-se os direitos feudais dos clãs e estabelecendo-se uma monarquia constitucional.

É importante destacar que na Era Meiji houve a formação dos grandes conglomerados empresariais, tais como a Mitsubishi, a Yasuda, o Sumitomo, a Mitsui, presentes até os dias de hoje. Seus fundadores foram os próprios clãs familiares que detinham uma grande influência na Era Meiji (Lopes, 2009).

No nível internacional, com a vitória na Guerra Russo-Japonesa em 1905, os japoneses esperavam maior igualdade no tratamento em relação às potências ocidentais, e passar a desfrutar dos benefícios políticos e comerciais que outros

países tinham; contudo, isso não ocorreu. Como consequência houve, no início do século XX, uma onda de movimentos nacionalistas japoneses, os quais foram replicados por intelectuais, ajudando na criação dos discursos que objetivavam fortalecer a política estatista na conjuntura japonesa em transformação (Nunes, 2013; Okamoto, 2013).

No ano de 1871, teve início uma missão diplomática denominada de Iwakura, a qual tinha como objetivo coletar os conhecimentos de sucesso em prática no Ocidente e estabelecê-los em solo japonês, especialmente nos campos da educação, da tecnologia, da economia, para a defesa bélica e também na cultura, tendo como perspectiva modernizar o Japão. Essa iniciativa levou à criação de universidades imperiais e ao surgimento do “zaibatsu”, que são os conglomerados empresariais originados dos clãs familiares. Esses conglomerados, conhecidos pela forte burocracia, assim como os novos sistemas bancários, foram

criados para que o país conseguisse seu rápido crescimento econômico e científico (Low, 2005).

Quanto ao desenvolvimento da Ciência japonesa, ressalta-se que, em meados do século XIX, os estudiosos tentaram conciliar os conceitos neoconfucionistas de homem e de Natureza, equiparando à Ciência ocidental a “kyuri”, um dos conceitos da filosofia Chu Hsi, para compreender o “ri”, a razão que permeia a natureza. Com a adoção da Ciência ocidental no período Meiji, o termo “kyurigaku” tornou-se “butsurigaku” (estudo racional da matéria), ou física. Nessa perspectiva, a Alemanha foi considerada como modelo acadêmico durante esse período, intensificando o interesse pelas bolsas de estudos alemãs nos anos 1880. Após a vitória do Japão na Guerra Sino-Japonesa (1894-1895), o acesso às instalações de pesquisa industriais europeias tornou-se mais difícil, obrigando as empresas japonesas a estabelecerem suas próprias instalações de pesquisa em seu território. A educação e a pesquisa científica dependiam do setor público, e os cientistas foram, então, considerados funcionários do governo. A maioria dos físicos tinha influência dos oficiais samurais confucionistas, enquanto os químicos foram influenciados pela medicina chinesa. O físico japonês era, portanto, um membro da elite social, formado entre os confucionistas clássicos, urbano, e dependente do suporte governamental para suas atividades de pesquisa. Após a Restauração Meiji, essa ênfase nos estudos chineses diminuiu, dando lugar ao aprendizado ocidental (Low, 2005).

No período Meiji, a Ciência e a tecnologia foram mobilizadas sob uma ideologia destinada a construir um estado-nação. A colisão entre a moral confucionista e a Ciência ocidental foi evitada pela propagação de *slogans* como “moralidade oriental, formas de arte ocidentais”. O objetivo principal era seguir a Ciência ocidental de perto, para que

Historicamente, o que ocasionou maior incorporação das importações de tecnologias e ideias do Ocidente foi a Restauração Meiji, que ocorreu a partir de 1868. Essa mudança política no Japão deu poder absoluto ao imperador, levando ao fim do regime feudal japonês, o Shogunato, e fazendo com que o país tivesse maior influência ocidental.

esse conhecimento pudesse ser aplicado na construção de um Estado moderno japonês, priorizando-se as ciências de utilidade pública, como a geografia, a metrologia, a meteorologia, o saneamento e os transportes (Low, 2005).

Após as fundações das Universidades em solo japonês, os professores estrangeiros foram sendo rapidamente substituídos pelos estudantes japoneses quando retornavam do exterior após seus estudos, constituindo uma elite científica de japoneses. No ano de 1872, havia mais de 380 estudantes japoneses cursando as mais diversas áreas no exterior, bem como incentivo à tradução de livros para uso nas Universidades recém-criadas. Essa política de fomento ao conhecimento ocidental garantiu o crescente desenvolvimento tecnológico do Japão, e o deixou independente dos países ocidentais com relação à ciência.

Contudo, após o falecimento do imperador teve início uma nova Era em solo japonês, a Taisho (1912-1926), que, apesar de sua curta duração, foi fundamental para um grande desenvolvimento das indústrias japonesas, dentre elas várias relacionadas a processos químicos, como a Hodogaya Soda Co., a Akita Refinaria de Óleo do Japão e a Shinagawa da Mitsui & Co, esta última importante produtora de baquelite, matéria-prima fundamental para o desenvolvimento de utensílios para o novo estilo de vida japonês. Também no Período Taisho foram criadas as principais organizações científicas e realizadas as primeiras conferências científicas de nível internacional no Japão. Uma delas contou com a presença de Albert Einstein, ajudando a impulsionar ainda mais os estudos na área de Física.

Hantaro Nagaoka (1865-1950)

Nagaoka foi um dos mais importantes e respeitados cientistas do Japão. Nasceu na cidade de Omura, na província de Nagasaki, em 15 de agosto de 1865 e faleceu na capital Tóquio no dia 11 de dezembro de 1950. Participou ativamente da evolução da Ciência no Japão, que teve início na Era Meiji, o período no qual o Japão estava sob o governo do Imperador Mutsuhito (1852-1912). Nagaoka graduou-se em Física em 1887 pela Universidade de Tóquio, instituição em que posteriormente atuou como docente por mais de 25 anos, ajudando a implantar a pesquisa na área de Física no Japão. A Figura 1 apresenta uma fotografia comemorativa de Nagaoka, indício de seu reconhecimento na área da Ciência.

Após ingressar na Universidade de Tóquio em 1882, trancou matrícula na faculdade por um ano, tão logo concluiu seu primeiro período letivo, antes da escolha de sua especialização, para um momento de reflexão sobre como deveria observar a Ciência. Sua aptidão para reflexões filosóficas



Figura 1: Fotografia de Hantaro Nagaoka pertencente à Sociedade Científica Japonesa. Licenciada sob domínio público, via Wikimedia Commons. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hantaro_Nagaoka.jpg>. Acesso em jul. 2020.

sobre ideias científicas que vinham sendo implantadas no Japão posteriormente o orientou sobre como relacionar os estudos orientais de pesquisa científica em conformidade com a ciência ocidental. Nesse período também estudou profundamente a filosofia chinesa, particularmente o ceticismo de Chuang Tzu ou Zhuangzi (séc IV a.C). Pretendia, assim, verificar se os orientais poderiam ter ideias originais comparáveis às dos ocidentais. Analisando os conceitos de Yin e Yang, de luz e sombra, positivo e negativo, Nagaoka entendeu que a explicação dada para fenômenos eletromagnéticos por meio dessa dualidade se aproximava muito da praticada pela ciência ocidental. Assim, estudando a história da ciência chinesa, convenceu-se de que os asiáticos poderiam até mesmo realizar estudos de qualidade superior em relação aos feitos pelos europeus, nos campos da astronomia e outras ciências naturais (Greenberger *et al.*, 2009).

Em setembro de 1884, Nagaoka, aos dezenove anos, retomou os estudos formais na Universidade de Tóquio e especializou-se em Física. Sua análise comparativa das particularidades dos europeus e americanos e dos japoneses continuou ocorrendo por toda sua carreira. Aos 74 anos de idade, escreveu, em seu diário, que os ocidentais costumavam travar embates de ideias e

concepções científicas, mas não levavam tais controvérsias às relações pessoais, ao contrário do que ocorria entre os japoneses (Greenberger *et al.*, 2009).

Em 1890, Nagaoka assumiu o posto de professor assistente na Universidade Imperial de Tóquio. Foi para a Alemanha, onde permaneceu de 1893 a 1896, para aprimorar seus conhecimentos em Física sob a supervisão de Ludwig Boltzmann. Segundo Lopes (2009), seus estudos na Europa contribuíram para seu interesse em estudar a teoria atômica,

Após as fundações das Universidades em solo japonês, os professores estrangeiros foram sendo rapidamente substituídos pelos estudantes japoneses quando retornavam do exterior após seus estudos, constituindo uma elite científica de japoneses. No ano de 1872, havia mais de 380 estudantes japoneses cursando as mais diversas áreas no exterior, bem como incentivo à tradução de livros para uso nas Universidades recém-criadas.

discutindo a proposta do átomo impenetrável e a atração química com Boltzmann. Nesse período fez diversas contribuições relevantes em eletromagnetismo, publicando trabalhos pioneiros sobre o magnetismo do níquel e coeficientes de indutância de solenoides. Atuou também em outras áreas da Ciência, como a geofísica, realizando pesquisas aplicadas para alertas e prevenção de terremotos, e estudando seus mecanismos para o reconhecimento de padrões do campo magnético terrestre. Ao longo de sua carreira, reforçou o vínculo entre a ciência e a engenharia, especialmente para antecipar soluções em emergências, fato comum em um país de poucos recursos naturais e situado ao longo do “círculo de fogo”. Propôs a expansão da “pesquisa geral”, que concentra um grande número de pesquisadores para o mesmo objetivo, de maneira a resolver rapidamente problemas nacionais importantes. Esse foco no utilitarismo científico parece estar de acordo com o estatismo, pensamento com bases nacionalistas que eram predominantes em sua geração de cientistas (Greenberger *et al.*, 2009).

Ocupou posições relevantes na academia japonesa, tendo sido o primeiro reitor da Universidade Imperial de Osaka (1931-1934), membro da Academia Imperial (1934-1947) e presidente da Sociedade Japonesa para a Promoção da Ciência (1939-1947). Foi “avô” acadêmico de Hideki Yukawa, ganhador do Prêmio Nobel de Física em 1949.

Um de seus trabalhos acadêmicos mais comentados foi aquele que serviu de contraponto ao modelo atômico proposto por Thomson no ano de 1897, no qual descreveu a elaboração de um modelo atômico inspirado na estabilidade dos anéis de Saturno. Esse modelo conseguia explicar as emissões atômicas observadas nos experimentos e, posteriormente, foi de algum modo reforçado pelos experimentos de Rutherford no ano de 1909. Contudo, na época, tal explicação não foi levada muito a sério, especialmente numa época de hegemonia do empirismo e positivismo científico ocidental.

Como curiosidade, em uma entrevista realizada em 1948, Nagaoka confessou que foi reprovado em uma série do ensino fundamental, assumindo que, embora não fosse um garoto problemático no comportamento e se interessasse por geografia e história, não era particularmente esperto o suficiente naquele período. Esse relato serve, também, para refutar alguns mitos que constam em livros didáticos e de divulgação científica, em torno da figura do cientista, como alguém inquestionável. Muitas vezes, tais textos desvalorizam o trabalho científico, ao apresentar as descobertas como resultado do acaso (L’Annunziata, 2016; Moura e Canalle, 2001).

O modelo atômico saturniano de Nagaoka

Em meados do século XX, elaborar um modelo que

Um de seus trabalhos acadêmicos mais comentados foi aquele que serviu de contraponto ao modelo atômico proposto por Thomson no ano de 1897, no qual descreveu a elaboração de um modelo atômico inspirado na estabilidade dos anéis de Saturno. Esse modelo conseguia explicar as emissões atômicas observadas nos experimentos e, posteriormente, foi de algum modo reforçado pelos experimentos de Rutherford no ano de 1909.

pudesse explicar a estrutura da matéria era interesse de muitos pesquisadores, mesmo que, paradoxalmente, a realidade dos átomos fosse matéria controversa para muitos cientistas. Segundo Fiolhais e Ruivo (1996), existia um grande grupo de pesquisadores nesse período que aceitavam a hipótese atômica, contudo havia outros que resistiam em aceitar uma estrutura corpuscular para a matéria. Dentre estes cientistas, podemos citar o químico Wilhelm Ostwald, ganhador de prêmio Nobel, e o físico Ernest Mach. O próprio Max Planck somente aceitou a existência do átomo quando houve a necessidade de demonstrar

sua teoria da radiação. No ano de 1903, na Universidade de Yale, nos Estados Unidos, Joseph John Thomson sugeriu um modelo atômico em sua Silliman Lecture. No mesmo ano em que Thomson apresentou seu modelo, Hantaro Nagaoka palestrava na Sociedade de Física-Matemática em Tóquio, introduzindo seu modelo saturniano.

No ano de 1904, tanto o trabalho de Thomson quanto o de Nagaoka foram publicados no mesmo volume do *Philosophical Magazine*, e ambos os pesquisadores tentaram explicar a ocorrência das linhas espectrais para o átomo. Em seu trabalho, Nagaoka (1904a) apresentou o modelo de um átomo formado por um “caroço” central rodeado por anéis constituídos por partículas que giravam com mesma velocidade angular, tal como no planeta Saturno. Nagaoka já sabia das limitações que seu modelo apresentava em relação à estabilidade do átomo. O problema era semelhante ao descrito por Rutherford, e somente seria sanado através da mecânica quântica. No final do artigo, Nagaoka comentou:

[...] há vários problemas que possivelmente poderão ser estudados na hipótese do sistema de Saturno, tais como a afinidade química e a valência, a eletrólise e muitas outras matérias ligadas a átomos e moléculas. O cálculo grosseiro e a exposição pouco aprofundada que fiz de muitos fenômenos podem servir de sugestão para uma solução mais completa da estrutura atômica (Nagaoka, 1904a, p. 455).

Os espectros atômicos observados seriam explicados pela correlação com a frequência de órbita do elétron. A radioatividade, por outro lado, foi interpretada como uma quebra ocasional dos anéis saturnianos, de maneira que os elétrons fossem ejetados dos átomos como raios β . O sistema, então, consistiria em um grande número de partículas de massa igual, dispostas em círculo em intervalos angulares iguais, repelindo-se com forças inversamente proporcionais ao quadrado da distância. No centro do círculo, existiria uma partícula de grande massa atraindo as outras. Se os elétrons girassem com a mesma velocidade em torno do

centro de atração, o sistema poderia permanecer estável, mesmo frente a pequenas perturbações, desde que a força de atração fosse suficiente. Contudo, a comunidade científica reagiu negativamente ao modelo proposto, principalmente pelo fato de Nagaoka não ter apresentado uma explicação convincente para a estabilidade atômica, uma vez que cargas em movimento circular deveriam perder energia por emissão de ondas eletromagnéticas.

O modelo de Nagaoka apresentava uma oscilação instável dos elétrons ao redor do núcleo, devido à ocorrência de amplitudes de oscilação crescentes, colapsando o átomo. Por outro lado, o modelo de Thomson, devido à carga positiva estar distribuída por toda a estrutura do átomo e os elétrons circulando pelo seu interior, cria uma força de ação restauradora, sendo equivalentes aquelas dispostas às mesmas distâncias em relação ao centro do átomo, diferente do que ocorre com o modelo saturniano. O modelo de Thomson, por esse motivo, era capaz de explicar inúmeros fenômenos, tais como a dispersão de raios X, a absorção da luz, a emissão de radiação, etc. Esses problemas estruturais do átomo de Nagaoka o levaram a abandonar o modelo saturniano em 1908 (Nagaoka, 1904b; Fiolhais e Ruivo, 1996; Ito, 2018).

De acordo com Vasconcelos e Forato (2018), temos aqui um momento importante para ilustrar historicamente como a Ciência evolui, seus debates filosóficos e a influência do momento histórico da época nessas concepções:

Naquele momento, era necessário um modelo estável para a explicação de outros fenômenos químicos. Esse modelo de Thomson começou a ser questionado depois dos experimentos sobre o bombardeamento de partículas alfa. Hoje, mediante os modelos atuais, os estudantes podem estranhar a ideia do átomo como um pudim de massa positiva, com partículas elétricas negativas deslocando-se em seu interior. Desse modo, perpassando diferentes modelos, pode-se discutir o caráter provisório da ciência, a não linearidade, a adequação de diferentes concepções aos seus contextos históricos, dentre outros fatores que problematizam o anacronismo (Vasconcelos e Forato, 2018, p. 859).

Nagaoka foi observando as hipóteses sobre a matéria e constituindo seu modelo atômico. Em 1911, em uma conferência na Europa, visitou o laboratório de Rutherford em Manchester, e pode observar o equipamento experimental utilizado nas experiências da dispersão de partículas α desenvolvido por Geiger, Marsden e Rutherford. No artigo “The Scattering of α and β Particles by Matter and the Structure of the Atom”, publicado no periódico *Philosophical Magazine*

em maio de 1911, Rutherford faz menção ao modelo atômico saturniano de Nagaoka. De acordo com Chaves *et al.* (2014), nessa publicação Rutherford não mencionou a palavra *núcleo* para nomear a carga central do átomo, deixando somente uma hipótese em relação à natureza elétrica para o centro atômico, não descrevendo sua constituição como positiva ou negativa. As menções históricas demonstram que a ideia de um modelo atômico com características planetárias não foi uma proposta isolada de Rutherford, mas de diversos pesquisadores. Contudo, no ano de 1911 não se tinha ainda muita clareza sobre o modelo.

Uma proposta didática STEAM de discussões do modelo saturniano de Nagaoka para o Ensino Médio

Retornando à educação STEAM, é preciso que a aprendizagem de Ciências da Natureza vá além dos conteúdos conceituais, buscando uma melhor contextualização social, cultural e ambiental para estes conhecimentos. Assim, entende-se que se deve apresentar o contexto histórico na construção das teorias atômicas, tanto dos modelos já comumente conhecidos, como os de Thomson, Rutherford e Bohr, quanto do modelo proposto por Nagaoka, este desconhecido do grande público e raramente citado nos livros didáticos (Chaves *et al.*, 2014), tanto para o nível médio quanto para o superior. Dessa forma, é uma ferramenta relevante para se discutir os conflitos filosóficos entre as escolas oriental e ocidental, e

como elas promoveram os avanços científicos.

Para envolver maior participação dos alunos nesta temática, é proposta a elaboração de maquetes dos modelos atômicos, deixando a critério dos próprios alunos quais materiais devam ser empregados para a sua confecção. O docente deve informar claramente a necessidade de inserir, quando da construção desses modelos, as indicações de datas, nomes e os contextos históricos, através de apresentações em grupo para cada modelo a ser retratado em sala de aula. Nesse momento de construção, é indicado para cada grupo “defender” a sua teoria e explicar os motivos para que tivessem essa concepção em relação à teoria atômica e ao seu modelo atômico. O grupo seguinte apresenta os argumentos referentes ao seu modelo e ao anterior. O enriquecimento das apresentações pode se dar através do uso do teatro, com figurinos, falas, objetos que envolvam a época relatada. Essa proposta mais lúdica, empregando a abordagem STEAM, pode envolver os alunos a observarem como a Ciência evolui em diferentes contextos sociais e relacionada com as observações experimentais e os métodos desenvolvidos na época. Nos diálogos presentes nas apresentações teatrais, os grupos podem descrever fatos mundiais que foram importantes para

Para envolver maior participação dos alunos nesta temática, é proposta a elaboração de maquetes dos modelos atômicos, deixando a critério dos próprios alunos quais materiais devam ser empregados para a sua confecção. O docente deve informar claramente a necessidade de inserir, quando da construção desses modelos, as indicações de datas, nomes e os contextos históricos, através de apresentações em grupo para cada modelo a ser retratado em sala de aula.

a sociedade naquele determinado período de tempo, como, por exemplo, a descoberta da eletricidade, da radiação, dos motores, etc. e a sua relação com a teoria atômica.

Diante desses cenários, as inserções políticas e filosóficas devem ser retratadas. Ao explicitar o caso da Ciência japonesa por meio das contribuições de Nagaoka, espera-se que os estudantes possam então compreender as relações político-científicas do Japão com os demais países no período mais influente do positivismo. Como resultado final, esta proposta deve levar aos alunos o contexto da Ciência, e elucidar a importância de humanizar o trabalho do cientista e, assim, ajudar a compreender a construção científica como um processo.

A elaboração, a interpretação e a aplicação de modelos explicativos para fenômenos naturais e sistemas tecnológicos são aspectos fundamentais do fazer científico, bem como a identificação de regularidades, invariantes e transformações. No Ensino Médio, o desenvolvimento do pensamento científico envolve aprendizagens específicas, com vistas a sua aplicação em contextos diversos (Brasil, 2018). Propor uma atividade mais participativa aos alunos pode ajudar para que estas observações sejam mais bem compreendidas.

Os conhecimentos conceituais associados a essa temática constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problemas que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os nas resoluções de problemas individuais, sociais e ambientais (Brasil, 2018).

Entre as habilidades específicas para o ensino das ciências naturais, temos aquela que trata especificamente dos modelos atômicos. A proposta de educação STEAM de Corlu *et al.* (2014) oferece uma justificativa para o desenvolvimento de projetos de pesquisa interdisciplinares realizados pelos alunos nas salas de aula, envolvendo professores de diferentes disciplinas, tais como Física, Artes, etc. Assim, criam-se

situações pedagógicas que integram os conteúdos das ciências naturais, humanas e artes, trabalhando sobre a tríade ciência-tecnologia-sociedade.

Considerações finais

Segundo tendências atuais da educação baseadas na perspectiva STEAM, é importante estimular estudantes socialmente conscientes, ainda que demonstrem pouco interesse e foco nas Ciências da Natureza e suas tecnologias. O emprego de contexto histórico, como de Hantaro Nagaoka, relacionado com a perspectiva da ciência japonesa, pode ser valioso também para inserir no ambiente escolar um

ensino voltado para os princípios éticos e políticos, evidenciando a sua importância para as novas descobertas científicas e a pluralidade de opiniões da sociedade. Em vez das atividades didáticas se concentrarem exclusivamente no rigor da história e nas personalidades, o foco da metodologia STEAM, neste caso, é tornar a ciência mais acessível por meio de conexões com outros campos,

como a filosofia e a política, ilustrando a pluralidade cultural e a importância do meio social no mundo científico. A metodologia STEAM pode facilitar a compreensão por parte dos alunos de que a Ciência é acessível à sociedade, e os indivíduos que fazem a Ciência, nesta grande cadeia de saberes, podem apresentar sucessos e fracassos em suas descobertas. Observamos na história de Hantaro Nagaoka, assim como dos demais pesquisadores envolvidos nesse tema, o quão importante é investirmos em Ciência, e o quanto ela é importante para a sociedade.

Em vez das atividades didáticas se concentrarem exclusivamente no rigor da história e nas personalidades, o foco da metodologia STEAM, neste caso, é tornar a ciência mais acessível por meio de conexões com outros campos, como a filosofia e a política, ilustrando a pluralidade cultural e a importância do meio social no mundo científico.

Referências

- BYBEE, R. W. Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, v. 70, n. 1, p. 30-35, 2010.
- BRASIL, Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília: MEC, 2018.
- CALAZANS, E. L. B. A construção do direito internacional como disciplina jurídica no Japão sob a influência eurocêntrica: da Era Edo (1603-1868) à Era Showa (1926-1989). *Seqüência*, v. 38, n. 77, p. 89-120, 2017.
- CHAVES, L. M. M. P.; SANTOS, W. L. P. e CARNEIRO, M. H. S. História da ciência no estudo de modelos atômicos em livros

didáticos de química e concepções de ciência. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 4, p. 269-279, 2014.

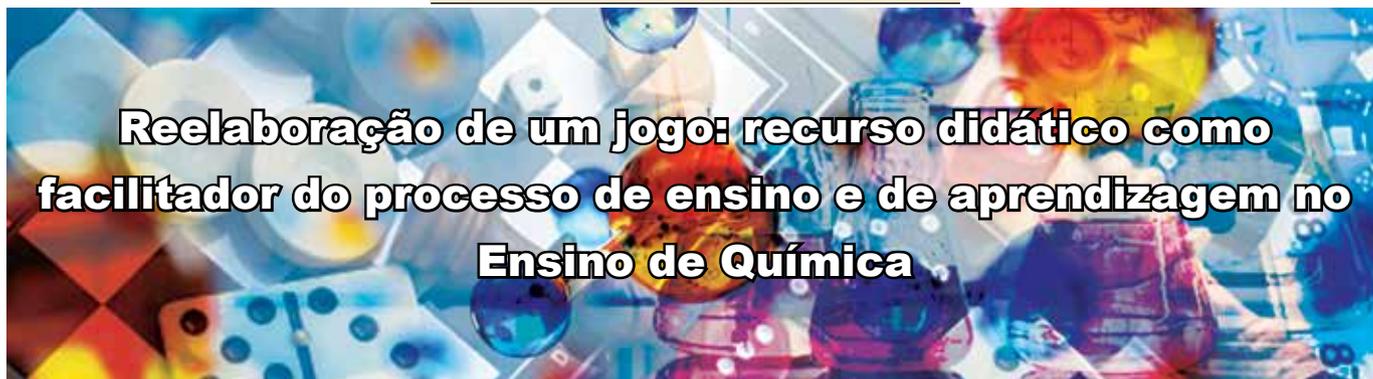
CILLERUELO, L. e ZUBIAGA, A. Una aproximación a la educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. *Jornadas de Psicodidáctica*, 2014. Disponível em: <https://www.augustozubiaga.com/web/wp-content/uploads/2014/11/STEM-TO-STEAM.pdf>, acesso em abr 2021.

CLIFFORD, K. L. e ZAMAN, M. H. Engineering, global health, and inclusive innovation: focus on partnership, system strengthening, and local impact for SDGs. *Global Health Action*, v. 9, p. 1-6, 2016.

- CORLU, M. S.; CAPRARO, R. M. e CAPRARO, M. M. Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation. *Education and Science*, v. 39, n. 171, p. 74-85, 2014.
- GREENBERGER, D.; HENTSCHEL, K. e WEINERT, F. *Compendium of quantum physics*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- FIOLHAIS, M. e RUIVO, M. C. O modelo atômico saturniano de Nagaoka. *Gazeta de Física*, v. 19, n. 1, p. 6-10, 1996.
- ITO, K. "Electron Theory" and the emergence of atomic physics in Japan. *Science in Context*, v. 31, n. 3, p. 293-320, 2018.
- LAIRD, J. Positivism, empiricism, and metaphysics. *Meeting of the Aristotelian Society*, v. 39, n. 1, p. 207-224, 1939.
- L'ANNUNZIATA, M. F. *Radioactivity: introduction and history, from the quantum to quarks*. 2 ed. New York: Elsevier, 2016.
- LOPES, C. V. M. *Modelos atômicos no início do século XX: da física clássica à introdução da teoria quântica*. Tese (Doutorado), História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.
- LOW, M. *Science and the Building of a New Japan*. New York: Palgrave MacMillan, 2005.
- NAGAOKA, H. Kinetics of a system of particles illustrating the line and the band spectrum and the phenomena of radioactivity. *Philosophical Magazine*, v. 7, n. 6, p. 445-455, 1904a.
- NAGAOKA, H. On a dynamical system illustrating the spectrum lines and the phenomena of radio-activity. *Nature*, v. 69, p. 392-393, 1904b.
- NUNES, G. P. Uma sucinta exposição da noção de honra no Bushidô de Nitobe. *Estudos Japoneses*, v. 33, n. 1, p. 22-34, 2013.
- MOURA, R. e CANALLE, J. B. G. Os mitos dos cientistas e suas controvérsias. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 23, n. 2, p. 238-251, 2001.
- OKAMOTO, M. S. O realismo-naturalismo de Stendhal e Shimazaki Tôson: uma análise psicológica das personagens centrais Julien e Ushimatsu. *Estudos Japoneses*, v. 33, n. 1, p. 45-61, 2013.
- SANTOS, S. O. *A integração oriente-ocidente e os fundamentos do judô educativo*. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo, 2013.
- SANTOS, C. M. e COLOMBO-JÚNIOR, P. D. Interdisciplinaridade e educação: desafios e possibilidades frente à produção do conhecimento. *Revista Triângulo*, v. 11, n. 2, p. 26-44, 2018.
- SILVA, L. A. B.; MATOS, D. V.; THIELE, A. L. P. e RAMOS, M. G. A interdisciplinaridade na escola: dificuldades e desafios no ensino de ciências e matemática. *Signos*, v. 38, n. 1, p. 9-23, 2017.
- SILVA, I. O.; ROSA, J. E. B.; HARDOIM, E. L. e GUARIMNETO, G. Educação científica empregando o método STEAM e um makerspace a partir de uma aula-passeio. *Latin American Journal of Science Education*, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2017.
- VASCONCELOS, S. S. e FORATO, T. C. M. Niels Bohr, espectroscopia e alguns modelos atômicos no começo do século XX: um episódio histórico para a formação de professores. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. v. 35, n. 3, p. 851-887, 2018.

Abstract: *Hantaro Nagaoka and the saturnian atomic model*. This article describes the influence of Japanese positivism on the life of physicist Hantaro Nagaoka (1865-1950) and his saturnian atomic model. The model was illustrated resembling Saturn and its rings, in which the electrons revolved around the nucleus. Its history can be inserted in a pedagogical perspective by means of a STEAM approach (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), being appropriate to be worked on in high school, in view of the growing demand for curricular integration in normative documents. It is expected that students' motivation for learning chemistry will be increased, promoting their identification with the activities of scientists and the understanding of science as a human enterprise.

Keywords: Hantaro Nagaoka, saturnian atomic model, STEAM education.



Reelaboração de um jogo: recurso didático como facilitador do processo de ensino e de aprendizagem no Ensino de Química

Bianca M. Gama e Andréa Aparecida R. Alves

Nos últimos anos, a utilização dos jogos didáticos no Ensino de Química como recurso didático capaz de facilitar os processos de ensino e de aprendizagem tem sido estudada por pesquisadores e estudiosos da área educacional. No entanto, a confecção e a maneira como este material é empregado em sala de aula constituem-se como grandes desafios enfrentados por muitos professores, o que demanda estudos reflexivos acerca dessa abordagem. O presente trabalho busca apresentar a reelaboração de um jogo didático baseado no eixo temático “Constituição da matéria”, aprimorando-o para a sua reprodução em sala de aula, visto que a proposta original do referido jogo se mostrou incompreensível para quem busca reproduzi-la e utilizá-la. O jogo foi aplicado em uma turma de 1º ano do Ensino Médio, na qual participaram da atividade 35 alunos de uma escola pública do sul do estado do Rio de Janeiro, proporcionando a estes educandos uma experiência diferenciada da perspectiva tradicional com a qual estavam habituados. Os resultados mostraram que o jogo reelaborado pôde ser produzido e tornou-se compreensível em sua dinâmica e regras, permitindo que os alunos pudessem explorá-lo com autonomia e motivação. Por meio de sua recriação e posterior descrição detalhada neste trabalho, criou-se a possibilidade de que outros professores também possam produzi-lo para utilização em suas aulas. O trabalho desenvolveu-se no contexto do estágio supervisionado, e sua análise qualitativa pautou-se em um diário de campo, assim como as reflexões dessa proposta em termos quantitativos por meio de uma atividade avaliativa.

► jogo didático, ensino de química, reelaboração ◀

Recebido em 19/08/2020, aceito em 01/03/2021

O ensino da Química ainda é abordado de maneira estritamente tradicional em sala de aula, sendo marcado pelo seu caráter maçante e descontextualizado, pautado em decorar fórmulas e dados sem compreendê-los, conseqüentemente, fazendo com que os alunos se questionem sobre a importância desta Ciência em suas vidas, já que os conteúdos não são trabalhados com base na realidade dos educandos. A Química se torna então uma disciplina odiada pelos alunos, pois de acordo com Castro e Costa (2011, p. 29):

Um dos desafios atuais do ensino de Química é fazer uma ligação entre o conhecimento ensinado e o cotidiano dos alunos, com isso os alunos ficam desestimulados e acabam considerando a Química uma disciplina difícil, com temas muito complexos, o que exige muita memorização (grifo nosso, sentido de recordar).

Em contrapartida, algumas pesquisas diante do contexto educacional, como as desenvolvidas por Soares (2015) e Ribeiro (2014), têm abordado a importância da utilização de recursos didáticos variados em sala de aula na busca pela melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem, tornando-os mais leves, dinâmicos e motivadores para o aluno. Os materiais didáticos têm o intuito não só de contribuir com as práticas docentes, mas também de favorecer a aprendizagem dos alunos ao utilizarem abordagens diferenciadas em sala de aula.

Embora estudiosos da área educacional defendam o uso do jogo como recurso didático em sala de aula, como Brougère (1998), Soares (2015) e Kishimoto (2017), entre outros, este material ainda desencadeia dúvidas e inseguranças aos docentes, principalmente quanto a sua utilização no viés didático, pois alguns possuem concepções de que aprendizagem e diversão não podem ocorrer concomitantemente no espaço escolar.

Infelizmente, estudo e brincadeira ainda ocupam

A seção “Relatos de Sala de Aula” socializa experiências e construções vivenciadas nas aulas de Química ou a elas relacionadas.



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

momentos distintos na vida de nossos alunos. O recreio foi feito para brincar e a sala de aula para estudar. Dessa forma, o lúdico perde seus referenciais e seu real significado, acompanhando, as exigências de um currículo a ser cumprido (Fialho, 2008, p. 12300).

Entender a ludicidade inerente ao jogo e as suas potencialidades diante do processo educacional é ponto de partida para que o professor desempenhe um trabalho dinâmico e com real significado para os seus alunos. Sob esta perspectiva, Cunha (2012) discute sobre o papel do docente neste cenário, pois qualquer material didático que não tenha o intermédio do educador, não terá resultados satisfatórios, e assim salienta-se a relevância da função mediadora do professor no processo de aplicação do jogo, fazendo-se como condutor e orientador das atividades.

Um jogo será tanto mais didático quanto mais coerente for a condução dada pelo professor durante o seu desenvolvimento em sala de aula. Este deve definir claramente qual ou quais as atividades a serem realizadas antes, durante e após o término de jogo. Caso essas definições não sejam claras, este poderá se tornar um mero instrumento de diversão e brincadeira em sala de aula, não atingindo o seu principal objetivo: a aprendizagem de conceitos (Cunha, 2012, p. 95).

O jogo tem outro papel importante nos processos de ensino e de aprendizagem, o de suscitar no aluno a vontade de aprender despertando-lhe desejo e motivação diante dos conteúdos apresentados pelo professor. É nesse contexto que o jogo didático ganha espaço como instrumento motivador para a aprendizagem de conhecimentos químicos, à medida que propõe estímulo ao interesse do estudante (Cunha, 2012).

O jogo e o ensino

Com a ideia inicial de se atrelar o caráter lúdico do jogo à busca pelo interesse do aluno em sala de aula, surgiu então a ideia do jogo educativo, que aproxima o lúdico à possibilidade de aprimoramento do desenvolvimento cognitivo (Soares, 2015). Essa abordagem não é algo recente, pois de acordo com Kishimoto (2017), Platão e seus discípulos sugerem, em seus escritos, que a educação das crianças deveria ocorrer por meio de jogos e comentam a importância de se aprender brincando.

A partir dos debates acerca do jogo educativo, Kishimoto (2017) apresenta duas funções desse tipo de jogo: a) Função lúdica - quando o jogo propicia a diversão, o prazer, e quando é escolhido voluntariamente; b) Função educativa - quando o jogo ensina qualquer assunto que complete o indivíduo em

seu saber, seus conhecimentos e sua apreensão de mundo. Quanto a essas funções, Soares (2015) afirma que para o jogo ser educativo deve haver um equilíbrio entre elas, não podendo, portanto, uma ser mais utilizada que a outra.

Kishimoto (2017, apud Soares, 2015, p. 47)

[...] defende o uso de jogo na escola, justificando que o jogo favorece o aprendizado pelo erro e estimula a exploração e resolução de problema, pois, como é livre de pressões e avaliações, cria um clima adequado para a investigação e a busca de soluções.

Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) classificam o jogo em sala de aula como: educativo e educativo formalizado. Para os autores, o primeiro, é aquele que tem como objetivo ensinar algo a alguém, enquanto o segundo é aquele utilizado para ensinar conceitos científicos em ambientes formais de aprendizagem, como a sala de aula. Eles classificam o jogo educativo formalizado em: didático e pedagógico. O primeiro é utilizado para potencializar conceitos já aprendidos pelos alunos, ou até mesmo como meio de avaliação diagnóstica, e o segundo para inserir um novo conceito em sala de aula, sem que o professor já tenha apresentado os conteúdos anteriormente.

Nesse sentido, Pedroso (2009) salienta que este recurso didático tem a capacidade de auxiliar os alunos na construção do conhecimento em qualquer área. Contudo, muitos educadores possuem incertezas ao tentarem introduzir este material em contexto educacional pelo fato de não saberem exatamente a função que este realiza como um apoio ao trabalho educacional e não como artefato de distração para os alunos. O fato dos jogos serem associados com ideia de

prazer faz com que alguns professores ainda não os vejam com bons olhos, pois confundem a interação e diversão dos alunos com indisciplina (Castro e Costa, 2011).

Na tentativa de trazer à tona discussões e reflexões que envolvam essa temática no Ensino de Química, é possível encontrar na literatura materiais que auxiliam o professor na tentativa de aperfeiçoar a sua prática pedagógica na busca por variados recursos didáticos. Porém, alguns trabalhos não são apresentados de forma clara, provocando novos empecilhos, como a compreensão do jogo didático em termos de conceitos científicos, da sua estrutura, suas regras e conseqüentemente em como confeccioná-lo para, enfim, utilizá-lo com seus alunos.

A partir dessa premissa e justificando a necessidade de utilização de recursos didáticos variados no Ensino de Ciências, a fim de promover uma aprendizagem mais participativa e o olhar crítico do docente ao analisar, produzir e inserir esses materiais em suas aulas, o presente trabalho tem como objetivo reorganizar o jogo denominado “Baralho atômico”, apresentando novas regras e, portanto, uma nova

Entender a ludicidade inerente ao jogo e as suas potencialidades diante do processo educacional é ponto de partida para que o professor desempenhe um trabalho dinâmico e com real significado para os seus alunos.

leitura para o material, para que este se torne um recurso didático com potencial para ser inserido em sala de aula, e que também possa ser reproduzido por outros professores, por meio de uma descrição detalhada dos conteúdos abordados e da sua confecção. Por fim, discute-se sobre os resultados obtidos respaldados nas observações registradas no diário de campo, constituindo-se em um primeiro momento em uma análise qualitativa sobre a receptividade dos alunos de uma turma de 1º ano do Ensino Médio quanto a este recurso didático, assim como as reflexões dessa proposta lúdica em termos quantitativos por meio de uma atividade avaliativa, investigando a sua relevância como um recurso didático motivador e facilitador dos processos de ensino e de aprendizagem através de experiências lúdicas.

Metodologia

Inicialmente a presente proposta buscou reorganizar o jogo, apresentando novas regras e por conseguinte uma nova leitura para o jogo descrito no artigo intitulado: *Baralho atômico - atividade lúdica para o ensino da evolução dos modelos atômicos* (Vasconcelos, 2010), trabalho este que foi apresentado e publicado no 8º SIMPEQ - Simpósio Brasileiro de Educação Química, realizado na cidade de Natal/RN no ano de 2010, o qual pode ser acessado pela internet. O jogo trabalha o eixo temático “Constituição da matéria”, conforme estabelecido pelo Currículo Mínimo do estado do Rio de Janeiro (2012), e foi aplicado em uma turma de 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública do Estado do Rio de Janeiro. No primeiro momento a análise dos resultados se deu de forma qualitativa com base nos registros do diário de campo sobre a participação e interesse dos alunos diante da atividade e, em um segundo momento, utilizou-se uma atividade avaliativa, para que os resultados fossem analisados também de forma quantitativa.

A ideia de realizar a releitura deste material surgiu a partir da tentativa de sua reprodução para a inserção em sala de aula durante o processo de estágio supervisionado do curso de graduação. Muitas dificuldades foram encontradas ao longo deste processo já que o trabalho citado anteriormente encontra-se resumido e com a ausência de maiores explicações acerca do material didático apresentado. Como ele foi apresentado e publicado em um evento científico, acredita-se que o trabalho foi revisado e que outras pessoas, dentre elas professores, puderam ter acesso ao conteúdo e posterior tentativa de reprodução. Contudo, a sua produção/confecção não foi exposta de forma clara para o leitor, assim como as regras do jogo apresentadas de forma incoerente com o que é relatado no trabalho, impossibilitando a sua utilização tanto pelos docentes quanto pelos alunos.

De acordo com a estrutura do jogo descrita no artigo, ele

foi desenvolvido com um total de 104 cartas, sendo 50 cartas com características gerais sobre a evolução das teorias atômicas baseadas nas descobertas de cada cientista, 36 cartas relacionadas apenas aos nomes dos respectivos cientistas e, por fim, 18 cartas relacionadas às semelhanças atômicas. Além disso, o artigo afirmou que o jogo (total de 104 cartas) foi dividido em dois baralhos.

Após a descrição dos materiais e da estrutura do jogo apresentada anteriormente deu-se início à metodologia e às regras do jogo com base em sua inserção em sala de aula, assim, explicou-se no trabalho que o jogo foi aplicado em uma turma de 1º ano do Ensino Médio, com um total de 25 alunos, sendo estes divididos em 5 grupos (consequentemente com 5 alunos cada), e que cada participante recebeu um total de 9 cartas. Observou-se primeiramente que a relação entre a quantidade de cartas distribuídas para cada participante, separados em 5 grupos, não corresponde ao total de cartas existentes para o jogo, ou seja: 5 participantes em cada grupo x 9 cartas para cada estudante = 45 cartas utilizadas por grupo. E ainda, 45 cartas por grupo x 5 grupos presentes em sala de aula = 225 cartas necessárias para o desenvolvimento do jogo.

Sendo assim, seria necessário um total de 225 cartas para que todos os estudantes da classe pudessem participar da atividade lúdica de acordo com a metodologia proposta, porém o trabalho apresentou a utilização de apenas 104 cartas neste processo, as quais ainda deveriam ser divididas em dois baralhos, o que notoriamente não foi possível.

Uma alternativa para este conflito foi a confecção de mais cartas para que elas pudessem ser divididas sem problemas com base na quantidade de alunos. O Quadro 1 mostra os principais conceitos científicos apresentados e distribuídos nas cartas de acordo com

o eixo temático e os livros didáticos para o Ensino Médio.

Sendo assim, 360 cartas foram confeccionadas (triplicando-se as mesmas 104 já existentes, adicionando-se 42 cartas de cientistas e 6 cartas de semelhanças atômicas). A divisão destas cartas foi realizada objetivando-se ter a mesma quantidade delas para os nomes dos cientistas e para as características relacionadas com as suas teorias, conforme apresentado no Quadro 2.

Cada grupo de 60 cartas foi desenvolvido para ser aplicado a grupos de 5 alunos ou mais, já que será possível a formação de 30 pares. Considerando-se a divisão das 360 cartas em três baralhos, salienta-se que todos eles apresentaram as mesmas informações (conceitos científicos). Como para a implementação do baralho em sala de aula sugeriu-se a utilização de apenas 60 cartas por grupo, dividindo-o ao meio, tornou-se necessário que as duas partes do baralho apresentassem informações diferenciadas entre si. O Quadro 3 apresenta a divisão dos conteúdos para cada grupo dentro de um único baralho. Destaca-se que, para

Inicialmente a presente proposta buscou reorganizar o jogo, apresentando novas regras e por conseguinte uma nova leitura para o jogo descrito no artigo intitulado: *Baralho atômico - atividade lúdica para o ensino da evolução dos modelos atômicos* (Vasconcelos, 2010) [...].

Quadro 1: Principais conceitos presentes nas cartas do jogo Baralho atômico.

Teoria de Dalton	Conceito de átomo como: partículas pequenas, esferas indivisíveis e maciças; Modelo “Bola de bilhar”; Leis ponderais: Lei da conservação das massas e Lei das proporções constantes; Diferenças entre substâncias simples e compostas.
Teoria de Thomson	Modelo “pudim de ameixas (ou passas)”; Experimento com raios catódicos e suas contribuições para a teoria; Descoberta das cargas negativas: os elétrons; Compreensão das propriedades elétricas dos materiais.
Teoria de Rutherford	Experimento de radioatividade e suas contribuições para a teoria; Descoberta do núcleo no centro do átomo e suas características; Descoberta das cargas positivas: os prótons; Eletrosfera e a proposição do modelo nuclear.
Teoria de Bohr	Relação com a teoria de Rutherford; Disposição dos elétrons em torno do núcleo: níveis de energia ou camadas eletrônicas (K, L, M, N, O, P e Q); Energia quantizada.
Identificação do átomo	Número de prótons, nêutrons e elétrons na identificação de um átomo; Conceitos e caracterização de: Elemento químico, Número atômico, Número de massa, Isótopos, Isóbaros e Isótonos.

Fonte: Próprias autoras (2019).

Quadro 2: Proposta de readaptação do jogo.

Jogo com um total de 360 cartas		
Separação dos conteúdos	Quantidade de cartas para cada um dos 6 grupos	Total de cartas por grupo
Características e descobertas de cada teoria	25 cartas	60
Nomes dos cientistas	25 cartas	
Semelhanças atômicas	10 cartas	

Fonte: Próprias autoras (2019).

Quadro 3: Divisão das 120 cartas de cada baralho conforme os conteúdos estabelecidos.

	Dalton	Thomson	Rutherford	Bohr	Semelhanças atômicas	Total de cartas
Cartas com o conteúdo A	12	12	12	14	10	60
Cartas com o conteúdo B	12	12	14	12	10	60

Fonte: Próprias autoras (2019).

o cientista Thomson, por exemplo, 6 cartas apresentaram características de sua teoria, e as outras 6 o seu respectivo nome, o que totaliza 12 cartas.

Dessa forma, a divisão do baralho em dois grupos de cartas e, conseqüentemente, em dois grupos de alunos, permitiu que as cartas fossem trocadas entre esses grupos durante o jogo após o término das rodadas, fazendo com que todos os alunos da turma tivessem acesso às mesmas informações. Para a aplicação do jogo em sala de aula duas dinâmicas foram adotadas durante a brincadeira, as quais são apresentadas a seguir.

Dinâmica 1- Jogo da memória: A separação das cartas por cores distintas em seu verso foi uma forma criada para orientar e ajudar o aluno a organizar o seu pensamento ao relacionar as cartas com clareza e mais rapidamente, pois de acordo com a realidade das escolas, sabe-se que o tempo de duração de uma aula é muito curto. Portanto, para cada grupo com 60 cartas, metade destas (30 cartas) teve o seu

verso envolto por uma cor x, enquanto a outra metade (outras 30 cartas) teve o seu verso envolto por uma cor y durante a confecção do material. Assim, os pares de cartas formados constituíam-se de 1 carta de cor x e outra carta de cor y. Para jogar com base nesta dinâmica, ficou subentendido que a lógica de execução é como um jogo da memória, em que o aluno relaciona as cartas de cores x com as cartas de cores y e de acordo com o conteúdo de cada uma delas, assim, quem obtiver mais cartas ao final do jogo vence a brincadeira.

Dinâmica 2- Formação de pares: Para esta dinâmica não houve a necessidade da separação de cartas por cores conforme na dinâmica 1. O objetivo do jogo foi a formação de pares de cartas, em que o aluno que conseguisse completar 6 pares primeiramente, venceria a brincadeira. Das 60 cartas dispostas, cada integrante do grupo tinha no mínimo 7 cartas em mãos, para que 6 delas fossem destinadas a formar os pares e a sétima fosse utilizada para trocar com os colegas. Sendo assim, foi possível ter grupos de até 6 alunos. Para

iniciar o jogo, um aluno distribuiu 7 cartas para os demais participantes e em seguida colocou as cartas restantes no centro da mesa. Inicialmente eles observaram as cartas que tinham em mãos e guardaram para si os pares já formados. O primeiro jogador iniciou o jogo pegando uma carta no centro da mesa, ele a juntou às demais que tinha em suas mãos e analisou se ela pudesse lhe servir para formar um par, se ela servisse, ele deveria escolher uma outra carta de suas mãos para descartá-la. O próximo jogador teve a opção de pegar a carta descartada pelo jogador anterior ou pegar uma carta nova no centro da mesa, caso aquela descartada não lhe servisse para formar nenhum par. Assim, o aluno que completasse 3 pares primeiro venceria.

Como já definido, os três baralhos foram desenvolvidos com as mesmas informações quanto ao conteúdo químico em estudo e dividiram-se em dois grupos com 60 cartas cada. Essa divisão possibilitou a exploração de todos os baralhos com as duas dinâmicas simultaneamente, tornando a brincadeira ainda mais atraente e interessante. Para

melhor entendimento denominou-se a divisão dos baralhos em baralho 1, baralho 2 e baralho 3, dividindo cada um em dois grupos de 60 cartas, sendo um grupo com conteúdos A, e o outro grupo com conteúdos B, conforme apresentado no fluxograma 1.

Durante a aplicação do jogo, o grupo de alunos que iniciou como o Grupo 1A utilizou a dinâmica 1, e após o término da brincadeira com a apresentação do vencedor, este grupo de alunos trocou as cartas com o Grupo 1B (as trocas também poderiam ocorrer com o Grupo 2B ou o Grupo 3B, com a dinâmica 2).

Para auxiliar no desenvolvimento do jogo em sala de aula foram desenvolvidas cartas com as regras e com as informações de cada uma das dinâmicas e suas trocas entre os grupos, a fim de auxiliar os alunos, permitindo a eles a realização da atividade de forma ativa e sem dificuldades de compreensão.

Ao final da proposta lúdica, foi dada aos alunos para resolução individual, uma atividade avaliativa na forma de

exercícios com questões de múltipla escolha sobre o conteúdo trabalhado. A nota desta tarefa contribuiu para a média bimestral dos discentes e para a análise deste trabalho por meio da média aritmética dos resultados obtidos.

Resultados e discussão

Após toda a reformulação teórica da estrutura do jogo e de suas regras, o recurso didático foi produzido utilizando-se materiais de fácil acesso e sustentáveis, como caixas de leite. As cartas do jogo foram impressas e coladas nas caixas previamente cortadas. A divisão do conteúdo foi feita com base nos conceitos químicos do eixo temático “Constituição

da matéria” presentes em livros didáticos de Química da rede pública, propostos para o 1º ano do Ensino Médio, como definido pelo Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro (2012).

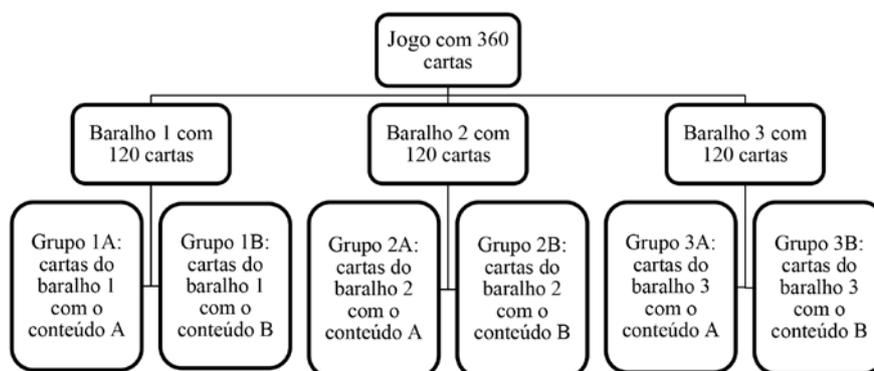
As salas de aula no contexto das escolas públicas possuem em média 35 alunos, assim foi necessária a criação de um total de 360 cartas a fim de que este jogo

pudesse atender a essa quantidade de alunos sem divergências entre a quantidade de material disposta e os discentes, problema este encontrado na proposta original do jogo.

A divisão dos conteúdos entre os grupos de cartas do baralho foi estabelecida visando um equilíbrio entre eles, buscando-se igualar as cartas com os nomes dos cientistas e suas respectivas descobertas para cada um dos grupos, evitando que os conteúdos ficassem mal divididos e os alunos não tivessem acesso a ele todo. Todas as cartas foram encapadas com variadas cores, conforme foram requeridas pelas dinâmicas 1 e 2 descritas anteriormente, e posteriormente finalizadas com papel *contact* a fim de prolongar a vida útil do material.

Para auxiliar os alunos, cartas com as regras e as instruções do jogo também foram produzidas, porém com o material papelão. Destacou-se em cada uma delas, no canto superior direito, as cores das respectivas cartas que compõem o baralho, buscando desta maneira a organização e a clareza na compreensão do recurso didático pois, conforme apontado por Fialho (2008), quando o aluno não compreende as regras

A divisão dos conteúdos entre os grupos de cartas do baralho foi estabelecida visando um equilíbrio entre eles, buscando-se igualar as cartas com os nomes dos cientistas e suas respectivas descobertas para cada um dos grupos, evitando que os conteúdos ficassem mal divididos e os alunos não tivessem acesso a ele todo.



Fluxograma 1- Relação entre os conteúdos químicos e as dinâmicas de jogo. Fonte: Próprias autoras (2019).



Figura 1: Jogo produzido após a sua releitura. Fonte: Próprias autoras (2019).

e as instruções do jogo ele perde o interesse, desta maneira, torna-se evidente que as regras e as instruções devem ser claras e sem muita complexidade, a fim de motivar o aluno buscando seu interesse pelo desafio.

Inserção do jogo reformulado em sala de aula e seus resultados

O trabalho foi realizado no contexto do estágio supervisionado do curso de graduação, sendo assim, a pesquisa foi realizada em sala de aula na presença da professora regente de classe. A aula com o desenvolvimento da proposta didática foi registrada em imagens (não utilizadas neste trabalho), além da utilização do diário de campo, o qual foi essencial para a análise dos dados e das observações, pautando-se principalmente em uma abordagem qualitativa por meio da análise da atitude dos alunos diante da proposta lúdica, assim como possíveis dificuldades diante do conteúdo. Ao final da execução da tarefa uma atividade avaliativa com questões de múltipla escolha sobre o eixo temático foi trabalhada em sala, individualmente, a fim de analisar quantitativamente a compreensão do conteúdo em estudo.

Sendo assim, com o objetivo de verificar se a reelaboração do jogo Baralho atômico o tornou coerente e passível de ser adotado em sala de aula como um material didático com potencial capaz de auxiliar o trabalho do professor e contribuir, conseqüentemente, para o processo de aprendizagem dos alunos, o jogo foi aplicado em uma turma de 1º ano do Ensino Médio e o tempo disponibilizado para a realização da proposta foi de 100 minutos, sendo 50 minutos em um dia para o desenvolvimento da tarefa lúdica e 50 minutos em um outro dia (aula seguinte), sendo este último destinado apenas para a aplicação da atividade avaliativa.

Participaram da atividade 32 alunos e, para o desenvolvimento da proposta, foi solicitado que eles organizassem suas carteiras e se separassem em 6 grupos, deste modo, formaram 4 grupos de 5 alunos e 2 grupos de 6 alunos para realizarem a tarefa. Ao oferecer as cartas do Baralho atômico com as respectivas cartas de instruções, foi possível notar

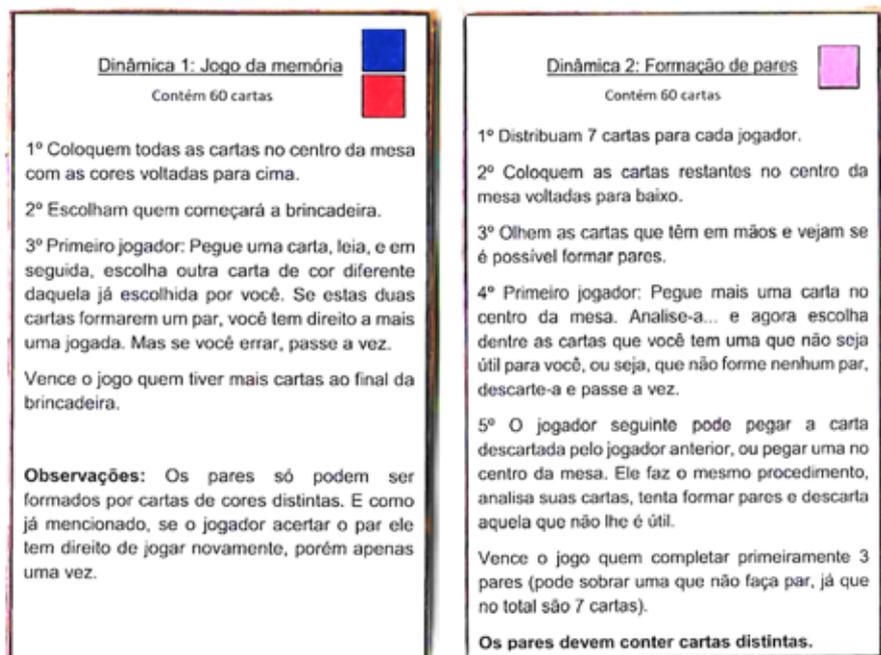


Figura 2: Instruções do jogo para cada baralho oferecidas a cada grupo de alunos. Fonte: Próprias autoras (2019).

que a quantidade de alunos foi satisfatoriamente atendida pela quantidade de cartas existentes no jogo reelaborado, atingindo um dos objetivos propostos para este trabalho que consistia em tornar o jogo aplicável em contexto educacional.

O Baralho atômico foi desenvolvido em sala de aula na perspectiva de um jogo didático dentro do conceito de jogo educativo formalizado, como apontado pelos autores Cleophas, Cavalvanti e Soares (2018). Nesse sentido, o jogo foi utilizado para potencializar um conceito introduzido anteriormente por meio um texto paradidático, o qual foi utilizado como base para a atividade lúdica. O conteúdo presente nas cartas estava no texto, pois, de acordo com Fialho (2008), é muito importante que os jogos sejam utilizados em sala de aula como elementos de apoio ao processo educativo, constituindo-se como elementos úteis no aprimoramento de conteúdos já aprendidos anteriormente. Dito isso, salienta-se que o tema em estudo é essencialmente conceitual, são teorias, ou seja, conceitos pouco indutivos para um jogo, o que impossibilita a não utilização de uma base teórica para o desenvolvimento das atividades. Cada grupo recebeu uma cópia do texto, o qual foi recolhido ao final do jogo.

A atividade desenvolveu-se na presença da professora regente de classe. No decorrer da tarefa, ela e a estagiária atuaram em alguns momentos como mediadoras percorrendo pelos grupos, demonstrando interesse em acompanhar o desenvolvimento do jogo. Além disso, ao final da atividade a docente solicitou que tivesse acesso ao material para que ela pudesse aplicá-lo em outra instituição de ensino na qual leciona. A docente desenvolve suas aulas de forma tradicional, no entanto, se mostrou interessada na proposta do uso do jogo em sala de aula.

Assim, foi possível refletir também acerca do papel de mediador do conhecimento durante a atividade, pois segundo Ribeiro (2014), cabe ao docente a função de compreender a importância do lúdico no ensino, assim como a sua função de dinamizadora da atividade, observando o desempenho dos participantes e orientando cada um deles, direcionando-os a compreender e a aprender os conceitos em estudo.

Como o tempo disponibilizado para o desenvolvimento do jogo foi de apenas uma aula com duração de 50 minutos, sendo 10 minutos para a explicação dos conceitos do texto paradidático, foi solicitado aos alunos que eles explorassem o material por 20 minutos com cada dinâmica. Ao final deste tempo os grupos trocaram as cartas entre si de acordo com as orientações das cartas de instruções. Durante as jogadas os alunos não apresentaram dúvidas quanto ao desenvolvimento do jogo, evidenciando também a clareza na confecção das cartas de instruções.

Durante uma das rodadas, um aluno do grupo com a dinâmica 1 (Jogo da memória) pegou uma carta da mesa de cor vermelha, a qual era referente às características da teoria

de Dalton, analisou as informações contidas nela e, em seguida, escolheu outra carta de cor distinta (azul) para tentar formar um par, no entanto, a carta azul escolhida apresentava o nome do cientista Bohr. Desta maneira, o estudante chegou à conclusão de que não poderia formar um par de cartas com aquelas informações e devolveu a carta azul para o centro da mesa, virada para baixo, como se faz naturalmente em um jogo de memória. Já em uma outra rodada, desta vez com a dinâmica 2 (Formação de pares), um outro estudante tinha em suas mãos 7 cartas, com as quais ele já tinha conseguido completar 2 pares, faltando-lhe apenas 1 carta para completar mais um par e vencer a brincadeira. O aluno tinha 3 cartas em mãos além dos pares formados: 1 com as

A atividade desenvolveu-se na presença da professora regente de classe. No decorrer da tarefa, ela e a estagiária atuaram em alguns momentos como mediadoras percorrendo pelos grupos, demonstrando interesse em acompanhar o desenvolvimento do jogo.

características da teoria de Bohr, 1 com as características da teoria de Dalton e 1 com o nome do cientista Thomson. Durante a sua jogada, ele pegou uma carta no centro da mesa com as características da teoria de Thomson, analisou as informações e conseguiu completar 1 par com a carta referente ao nome do respectivo cientista que

ele já tinha em mãos, feito isso, ele descartou a carta restante e anunciou-se como o ganhador. Assim, ao final da primeira rodada de 20 minutos 2 grupos tiveram alunos vencedores da brincadeira, ambos com a dinâmica 1. Ao final da segunda rodada, também com 20 minutos de duração, apenas 1 grupo apresentou vencedor, porém com a dinâmica 2.

Neste trabalho as regras estiveram presentes explicitamente a todo momento, direcionando a ação dos alunos e auxiliando-os na organização de suas ideias diante do conteúdo em estudo. É importante a obediência às regras para que o jogo ou a atividade funcionem a contento e se atinjam os objetivos propostos (Soares, 2004).

Além do caráter lúdico inerente ao jogo propriamente dito, foi possível notar o interesse, o entusiasmo e a diversão dos alunos, despertados pelo jogo, evidenciando o seu caráter educativo. Todos os estudantes participaram da execução do jogo didático e mostraram-se empolgados com a proposta do jogo, instigados a cumprirem os objetivos estabelecidos de forma dinâmica.

Observou-se que os alunos não se mostraram competitivos entre si durante as rodadas do jogo, eles buscaram auxiliar uns aos outros na tentativa de que todos pudessem formar seus pares de cartas e concluir a tarefa, em notórios momentos de aprendizagem cooperativa e colaborativa. Para o adolescente, onde a cooperação e interação no grupo social são fontes de aprendizagem, as atividades com jogos de regras representam situações bastante motivadoras e de real desafio (Moratori, 2003).

Na aula seguinte, com a finalidade de verificar se o jogo didático auxiliou a aprendizagem dos conteúdos do eixo temático, foram trabalhados exercícios, caracterizados como uma atividade avaliativa, conforme sugerido pela professora regente de classe. A avaliação foi composta de 6 questões

totalizando 1,0 ponto para a nota bimestral dos alunos.

Após análise dos resultados obtidos de maneira quantitativa, observou-se que a turma apresentou uma média aritmética de 0,6 ponto, acima da média bimestral estabelecida pela escola (0,5 ponto). Neste momento da análise, faz-se essencial enfatizar que, de acordo com as afirmações feitas pela professora regente de classe, a turma em questão apresenta resultados bimestrais não satisfatórios, abaixo da média, motivo este que levou a avaliação a compor a nota bimestral dos alunos, pois a princípio a atividade avaliativa disponibilizada aos discentes objetivava apenas a análise dos resultados para conclusão da pesquisa.

Quando se utiliza um recurso didático diferenciado em sala de aula com os alunos, espera-se um maior engajamento deles diante do que lhes é apresentado, do que é novo e, conseqüentemente, com o maior envolvimento e interesse deles, espera-se melhores resultados frente às avaliações escolares. Nesse sentido, Rodrigues et al (2018, p. 2) apontam que:

Tratando-se de jogos, nota-se a importância das regras para a efetividade da proposta lúdica em sala de aula, e como os seus direcionamentos instrucionais podem contribuir para a aquisição dos conceitos científicos de Química, tornando-se ponto fundamental perante a avaliação da atividade.

Os recursos didáticos possuem a finalidade de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem ao serem aplicados pelos atores do conhecimento, sendo possível proporcionar uma aula mais criativa, interativa, participativa, lúdica, atraente, e possibilitando uma fácil compreensão e que desempenha um maior interesse pelos conteúdos ministrados em sala.

Portanto, constatou-se que o jogo Baralho atômico reelaborado com regras claras e bem definidas auxiliou efetivamente no processo de aprendizagem dos alunos, já que eles conseguiram compreender a dinâmica da atividade proposta por meio das cartas de regras e instruções criadas, participando ativamente do seu próprio processo de aprendizagem, evidenciando a importância das regras para a efetividade do processo.

Atualmente, o professor tem a possibilidade de adotar diferentes e interessantes recursos didáticos em sua prática docente, mas para isso precisa estar ciente do seu papel como mediador diante desses materiais, além de estar em permanente estudo sobre estes instrumentos pedagógicos antes de utilizá-los. O educador precisa utilizar os recursos didáticos com planejamento, saber quando deverá ser aplicado e que o material deve proporcionar ao aluno estímulo à pesquisa e a busca de novos conhecimentos (Rodrigues et al., 2018, p. 8).

Nesse sentido, Neto e Moradillo (2016) ressaltam que os jogos estão cada vez mais presentes em salas de aula, já que os professores compreendem cada vez mais a relevância dessas atividades, pois além de envolver, despertam e motivam o interesse do aluno, tornando a aula mais interessante e integradora. Além disso, conforme discutido por Soares e

Cavalheiro (2006), essas atividades lúdicas são capazes de estreitar a relação entre professor e aluno. Os jogos constituem-se como elementos fundamentais do desenvolvimento e da construção do conhecimento e, portanto, tornam-se indispensáveis no contexto escolar.

Conclusão

O jogo pôde ser produzido e inserido em sala de aula após a reformulação de sua estrutura e regras, e assim poderá servir de base para demais docentes interessados em enriquecer suas práticas pedagógicas por meio da descrição detalhada do recurso didático no presente trabalho. Diante das ideias e discussões apresentadas, acredita-se que o jogo didático pode ser um aliado aos processos de ensino e de aprendizagem, em especial, o jogo Baralho atômico, o qual tornou-se um material adequado e com potencial para ser utilizado em sala de aula após sua recriação.

Tratando-se de jogos, nota-se a importância das regras para a efetividade da proposta lúdica em sala de aula, e como os seus direcionamentos instrucionais podem contribuir para a aquisição dos conceitos científicos de Química, tornando-se ponto fundamental perante a avaliação da atividade. A partir das observações registradas no diário de campo, notou-se o interesse dos alunos por atividades com caráter lúdico. Embora seja um recurso didático bastante interessante, ainda precisa ser mais estudado e discutido a fim de auxiliar cada vez mais os docentes a desenvolverem este material em suas aulas de Química, tornando-as mais dinâmicas e atraentes para os alunos. Com isso, torna-se imprescindível a formação permanente dos docentes e a pesquisa por esses materiais nas literaturas sob o olhar crítico diante da análise da estrutura do material, do desenvolvimento e dos objetivos a serem alcançados pelos discentes, sendo necessário, portanto, um planejamento flexível para tal ação.

Os resultados apresentados mostram que é possível inserir atividades lúdicas que despertem prazer nos estudantes em sala de aula e, ao mesmo tempo, desenvolver o trabalho pedagógico no ensino de conceitos científicos. Dessa forma, o jogo pode ser capaz de facilitar os processos de ensino e de aprendizagem de maneira divertida e com significado para o estudante, fugindo aos modelos tradicionais de ensino, não auxiliando na memorização direta dos conceitos científicos, mas sim na aprendizagem, desempenhando a sua função lúdica neste processo. Contudo, para tais efeitos é fundamental a ação do professor neste processo, sendo este um mediador e gerador de situações estimuladoras para a aprendizagem.

Bianca Matias Gama (biancamatias@id.uff.br), licenciada em Química da Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, RJ - BR. **Andréa Aparecida Ribeiro Alves** (aaralves@id.uff.br), doutora em Química e docente da Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, RJ - BR.

Referências

CASTRO, J. e COSTA, P. C. F. Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de Química no Ensino Fundamental segundo o contexto da Aprendizagem Significativa. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (REIEC)*, v. 6, n. 2, p. 25-37, 2011.

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.; SOARES, M. H. F. B (Org.). *Didatização Lúdica no Ensino de Química/Ciências. Teorias de Aprendizagem e Outras Interfaces*. São Paulo: Livraria da Física, 2018.

CUNHA, M. B. Jogos no ensino de Química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. *Química Nova na Escola*, vol. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

FIALHO, N. N. Os jogos pedagógicos como ferramentas de ensino. In: *Atas do VIII Congresso Nacional de Educação (EDUCERE)*, Curitiba, 2008. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2008/293_114.pdf, acesso em ago. 2020.

KISHIMOTO, T. M. *O jogo e a Educação Infantil*. In: KISHIMOTO, T. M. (Org.). *Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação [livro eletrônico]*. São Paulo: Cortez, 2017.

_____. Ministério da Educação. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Estado de Educação. *Currículo Mínimo 2012 Química*. Rio de Janeiro, DF: MEC/SEEDUC, 2012.

MORATORI, P. B. *Por que utilizar Jogos Educativos no processo de Ensino Aprendizagem?* Rio de Janeiro, 2003. 33 f. Trabalho de conclusão (Disciplina Introdução a Informática na Educação no Mestrado de Informática aplicada à Educação) - Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

NETO, H. S. M. e MORADILLO, E. F. de. O lúdico no ensino de Química: Considerações a partir da psicologia Histórico-Cultural. *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 360-368, 2016.

PEDROSO, C. V. Jogos didáticos no Ensino de Biologia: Uma proposta metodológica baseada em módulo didático. In: *Atas do IX Congresso Nacional de Educação (EDUCERE)*, Paraná, 2009. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2009/2944_1408.pdf, acesso em ago. 2020.

RIBEIRO, R. C. B. *Jogo educativo ou jogo didático: O uso dos jogos na aprendizagem significativa da Química*. Niterói, 2014. 64 f. Dissertação (Licenciatura em Química). Universidade Federal Fluminense, 2014.

RODRIGUES, R. S. F.; LIMA, M. E. P.; NASCIMENTO, E. T.; NASCIMENTO, W. D. e LIMA, N. N. A Importância do uso de recurso didático para o processo de ensino-aprendizagem nas aulas de Biologia. In: *Atas do VII Encontro Nacional das Licenciaturas (ENALIC)*, Fortaleza, 2018. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enalic/2018/443-54621-01122018-210848.pdf>, acesso em ago. 2020.

SOARES, M. H. F. *Jogos e Atividades lúdicas para o Ensino de Química*. 2ª ed. Goiânia: Kelps, 2015.

SOARES, M. H. F. B. *O Lúdico em Química: Jogos e Atividades Aplicadas ao Ensino de Química*. São Carlos, 2004. 203 f. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, 2004.

SOARES, M. H. F. B. e CAVALHEIRO, E. T. G. O ludo como um jogo para discutir os conceitos de termoquímica. *Química Nova na Escola*, v. 23, n. 2, p. 27-31, 2006.

VASCONCELOS, E. S. Baralho atômico- atividade lúdica para o ensino da evolução dos modelos atômicos. In: *Atas do 8º Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI)*, Natal, 2010. Disponível em: <http://www.abq.org.br/simpequi/2010/trabalhos/107-6730.htm>, acesso em ago. 2020.

Abstract: *Redesigning a game: teaching resource as a facilitator of the teaching and learning process in teaching chemistry.* In the last few years, the use of didactic games in the Teaching of Chemistry as an educational resource capable of facilitating the teaching and learning processes has been studied by researchers and scholars in the educational field. However, the making and the manner that this material is used in the classroom are major challenges faced by many teachers, which requires reflective studies about this approach. The present work seeks to present the redesigning of a didactic game based on the thematic axis "Constitution of the matter", improving it for its reproduction in the classroom, since the original proposal of that game was proved to be incomprehensible to anyone who seeks to reproduce and use it. The game was applied to a class of the first year of high school, in which 35 students from a public school in the south of the state of Rio de Janeiro participated in the activity, providing these students with a different experience from the traditional perspective which they were used. The results showed that the re-elaborated game could be produced and became understandable in its dynamics and rules, allowing students to explore it with autonomy and motivation. Through its recreation and subsequent detailed description in this work, the possibility that other teachers could also produce it to use in their classes was created. This work was developed in the context of the supervised internship, and its qualitative analysis was based on a field diary, as well as the reflections of this proposal in quantitative terms through an evaluative activity.

Keywords: educational game, chemistry teaching, re-elaboration



Possíveis relações dos conteúdos de Química, Física e Biologia com os poderes das Super-Heroínas

Pollyana de G. Pinto e Márton H. F. B. Soares

A presença de super-heroínas em diversos filmes mais atuais, bem como em histórias em quadrinhos (HQs), pode contribuir com o aumento do protagonismo feminino em diversas situações mais cotidianas objetivando diminuir o preconceito de gênero na sociedade. Nesse sentido, este trabalho procurou responder quais os conceitos científicos estudados por discentes de nível médio que podem ser relacionados com os poderes das super-heroínas apresentados em filmes e HQs. A proposta foi desenvolvida em um colégio estadual da região metropolitana de Goiânia com 122 discentes dos três anos do ensino médio. Foram avaliados e obtidos 3 níveis de aproximação dos conceitos científicos trabalhados pelos estudantes com os poderes das super-heroínas. No Nível 1, os conceitos foram considerados inadequados, não apresentando relação entre os poderes das super-heroínas e os conceitos científicos de maneira satisfatória. No Nível 2, as concepções e relações eram intermediárias, mas não aprofundadas. No Nível 3, os conceitos eram pertinentes e satisfatórios no que se refere à relação entre ciência e poderes das super-heroínas.

► ensino de ciências, ensino de química, lúdico, super-heroínas ◀

Recebido em 17/09/2020, aceito em 25/03/2021

As super-heroínas tiveram pouco destaque quando da origem das histórias em quadrinhos (HQs), nas quais quase sempre desempenhavam papéis coadjuvantes. Como afirmam Weschenfelder e Colling (2011, p. 201), “o papel da mulher nas HQ’s era somente ser vítima das maquinações dos vilões, ou tinham um papel secundário, auxiliando o super-herói masculino. O retrato da sociedade machista, mulheres subjugadas pelo domínio masculino”.

Muitas super-heroínas ficaram conhecidas pelas suas participações em diversos grupos de super-heróis durante vários anos, no entanto, nunca na posição de protagonismo, apesar de se destacarem em alguns casos. Irwin (2005) afirma que

A maioria dos times de grandes super-heróis do passado sempre incluía mulheres, como por exemplo a Mulher Maravilha, da LJA, e depois a Canário Negro, que se junta a ela no SJA; Sue Storm no Quarteto Fantástico; e Vespa nos Vingadores. Mas os X-Men

têm mais modelos femininos fortes que a típica história de super-heróis (Irwin, 2005, p. 84-85).

É visível o crescimento dos papéis femininos tanto em filmes quanto em HQs, principalmente nos últimos anos, apesar de ainda estar longe de uma idealidade. As personagens estão sendo construídas com mais personalidade, força, inteligência, beleza e independência. Porém, tal aspecto é bem recente. Como afirma Weschenfelder e Colling (2011, p. 215), “os estudos sobre a mulher e sua participação na sociedade, na organização familiar, nos movimentos sociais, na política e no trabalho vêm crescendo e este tema adquiriu notoriedade”.

As super-heroínas têm vencido batalhas não só nos embates com vilões em HQs, desde suas criações, mas durante todo o desenvolvimento e crescimento das HQs e mídias cinemáticas, para conseguirem se impor em uma posição que possa ir além de personagens secundárias. Nesta árdua caminhada, Mulher Maravilha, Batmoça, Supermoça,

É visível o crescimento dos papéis femininos tanto em filmes quanto em HQs, principalmente nos últimos anos, apesar de ainda estar longe de uma idealidade. As personagens estão sendo construídas com mais personalidade, força, inteligência, beleza e independência.

Tempestade, Mística, entre outras, sofreram grandes mudanças em suas características. A vertente em que se sensualiza a presença feminina nos filmes e nas HQs vem diminuindo. Autores, desenhistas e cineastas são pressionados por leitores e espectadores para considerar as mudanças importantes na sociedade, no sentido de que se centrem em qualidades cognitivas ou no uso de seus superpoderes, indo além das concepções corporais sensuais e exageradas.

Para Keller (2006), essas mudanças de visão sobre a presença feminina e a consequente possibilidade de protagonismo delas são aspectos diretamente relacionados aos diversos movimentos sociais liderados por mulheres. Para a autora, tais movimentos começaram com poucos indivíduos e acabaram por atrair para si uma carga cultural importante e necessária de uma geração que impactou inclusive no aumento de mulheres em carreiras acadêmicas/universitárias ligadas às Ciências da Natureza.

A Mulher Maravilha, por exemplo, surgiu em 1941, quando o cenário da sociedade mostrava os homens liderando e as mulheres em busca de conquistas. De acordo com Nascimento (2017), William Marston, o criador da Mulher Maravilha,

tinha em mente a criação de uma versão feminina do Superman, cuja revista era publicada há dois anos e se mantinha como sucesso estrondoso de vendas. Originalmente, sua personagem receberia o nome de “Suprema, a Mulher Maravilha”, mas a opinião contrária de seu editor o teria levado a retirar o anagrama do “Superman” do nome de sua criação (Nascimento, 2017, p. 83).

As qualidades superiores da Mulher Maravilha original, segundo Nogueira (2014, p. 744), “podem remeter ao ideal do amazonismo, definido décadas mais tarde como expressão extrema da mulher guerreira, que considera o patriarcado, assim como os homens, essencialmente opressivo”.

Mas, de acordo com Nascimento (2017), no decorrer de sua existência a Mulher Maravilha passa a enfrentar uma série de preconceitos, principalmente no que se refere a sua posição de destaque como mulher. Ocorreram ainda insinuações de homossexualidade quando consideradas suas ações e relações com as Amazonas. Dessa forma, com o decorrer dos anos, a Mulher Maravilha vai passando por várias mudanças que a tornam um referencial de futilidade e submissão, perdendo completamente a referência da Mulher Maravilha original de Marston.

A partir de mudanças políticas e do crescimento do feminismo nos anos 1970, a Mulher Maravilha e, em menor escala, outras personagens femininas, figuram como representação do movimento. De acordo com Irwin (2005, p. 85), “diante da progressão feminista, os principais estúdios

A partir de mudanças políticas e do crescimento do feminismo nos anos 1970, a Mulher Maravilha e, em menor escala, outras personagens femininas, figuram como representação do movimento.

de cinema precisam mostrar mais mulheres em papéis principais heroicos”. As questões feministas foram de grande importância para essa progressão feminina, como resumem Weschenfelder e Colling (2011):

Mesmo precisando ser salvas pelos super-heróis ou auxiliando-os, as mulheres começam a ganhar poderes e tornando-se super-heroínas nas HQ’s; assim, aos poucos, começam a sair da sombra do super-herói, conquistando seu espaço, buscando sua autonomia, na mesma medida em que as mulheres na vida real, fora da história de ficção, iam conquistando seu espaço na sociedade; isto ocorre a partir da década de 1940 com a criação da super-heroína, Mulher Maravilha e, principalmente na década de 1960 e 1970, com o turbilhão dos movimentos por direitos civis e da libertação feminina. É neste período que nascem os super-heróis X-Men, em que as super-heroínas ganham um grande destaque: como a poderosa mutante Jean Grey, primeira aluna do Instituto Xavier, no início da década de 1960 e, uma década mais tarde a mutante do tempo, Tempestade, líder em frente ao time de super-heróis X-MEN (Weschenfelder e Colling, 2011, p. 216).

Como este trabalho tem um viés de ensino de ciências, faz-se importante destacar, a partir das ideias de Bandeira (2008), que a inserção e protagonismo das mulheres em carreiras científicas se deu e ainda ocorre de maneira lenta, causados e relacionados a processos sócio-históricos em que as hegemonias masculinas em determinadas áreas do conhecimento científicos e espaços acadêmicos se faziam e se fazem presentes, nunca contemplando de maneira equitativa a presença feminina. Ainda para a autora, os progressos relacionados a essa inserção em busca da igualdade são esforços legítimos de vários movimentos sociais, no sentido de que as mulheres possam quebrar hierarquias rígidas em certos campos disciplinares.

Atualmente, existe uma quantidade maior de super-heroínas, com poderes extraordinários e que encantam vários tipos de público. Elas passam a assumir liderança em alguns grupos de heróis, o que antes não era nem permitido nem evidente. As super-heroínas apresentam poderes de invisibilidade, elasticidade, eletricidade, controlam as mentes, o ar, a água, o fogo, a terra, conseguem voar, conseguem respirar dentro de ambientes impossíveis aos seres humanos (como na água e no espaço), controlam a radioatividade, etc. O aumento da presença feminina nas HQs e no cinema é proporcional ao aumento na variedade de seus superpoderes.

Segundo Kundlatsch e Cortela (2018), é crescente a utilização de HQs para ensinar conceitos químicos e científicos diversos. As autoras destacam o aumento desse tipo de

trabalho, principalmente nos Encontros Nacionais de Ensino de Química, mas também apontam que as principais produções sobre essas temáticas se relacionam a artigos e livros.

O uso de poderes de super-heróis, tanto em HQs quanto em mídias como o cinema, pode ser uma forma divertida de apresentar a ciência a um público mais jovem, considerando que tais formas de entretenimento são muito populares entre eles, coexistindo a diversão e o conhecimento (Oliveira e Ferreira, 2018). Por outro lado, mesmo não se relacionando diretamente com a realidade, as várias aventuras dos super-heróis podem se configurar como uma maneira de fazer divulgação científica (Gonzaga *et al.*, 2014).

A partir dessas ideias, nos questionamos sobre as possibilidades de desenvolver uma estratégia didática em sala de aula, na qual o objetivo estivesse centrado na possibilidade dos estudantes apresentarem e conceituarem cientificamente os poderes das super-heroínas.

O objetivo da estratégia era que os estudantes promovessem uma relação entre os poderes dominados pelas super-heroínas de suas preferências com os conteúdos de ciências ofertados no currículo do ensino médio, a saber, química, física e biologia, verificando-se as possíveis aproximações e diferenças. Este trabalho relata essa atividade lúdica que foi aplicada em sala de aula para estudantes de ensino médio, na tentativa de explorar conceitos científicos de uma maneira diferenciada, discutindo o funcionamento desses poderes com base em referências científicas, protagonizando a presença feminina nas mídias trabalhadas.

Percurso metodológico

O trabalho foi realizado com a participação de quatro (04) turmas do ensino médio: dois primeiros anos, um segundo e um terceiro ano. Participaram 122 estudantes de um colégio estadual da região metropolitana de Goiânia. Cada turma foi separada em cinco grupos e cada um deles fez a escolha de uma super-heroína, totalizando 20 grupos e consequentemente 20 super-heroínas.

Os filmes escolhidos como referência para a execução do trabalho foram: *X-Men Apocalipse*, *Liga da Justiça* e *Vingadores 3 - Guerra Infinita*. No entanto, foi permitido que as alunas e os alunos pudessem consultar HQs de sua preferência, de forma livre. Debates foram realizados em todas as turmas sobre os poderes apresentados pelas personagens dos filmes, e cada um dos grupos de cada uma das turmas envolvidas realizou apresentações orais sobre as questões científicas existentes nos poderes das personagens escolhidas por eles.

Cada uma das turmas de alunos recebeu nomes de super-heroínas. Os dois primeiros anos receberam os nomes *Supergirl* e *Batgirl*, o segundo ano recebeu o nome de

Jubileu e o terceiro ano de *Estelar*. Os grupos formados foram instados a apresentar, de forma oral, a super-heroína escolhida, tanto no que se refere aos superpoderes quanto às relações com conceitos científicos. Ao final, deveriam entregar à professora um trabalho escrito relatando as relações.

O registro dos estudantes foi realizado de forma sequencial, iniciada com os primeiros anos e finalizada com o terceiro ano, ou seja, o aluno 1 pertence a um dos primeiros anos e o aluno 122 pertence ao terceiro ano. Cada aluna ou aluno das turmas foi registrado no trabalho com o nome da super-heroína da turma, seguido pelo número da sequência estabelecida na ordem dos 122 estudantes participantes do trabalho.

Como exemplo, a aluna *Jubileu089* é uma das alunas do segundo ano, registrado com o nome da personagem Jubileu. Dos 122 estudantes que participaram do trabalho, a aluna corresponde ao registro de número 089. Essa codificação foi necessária para não gerar a exposição das alunas e dos alunos na escrita deste trabalho.

Resultados e discussão

Todos os grupos realizaram suas apresentações orais, utilizando *softwares* de apresentação, ou ainda, a oralidade com distribuição de folhas ou imagens impressas. As apresentações foram realizadas entre 12 e 15 minutos. Em todas as apresentações realizadas, as alunas e os alunos relacionaram de algum modo as super-heroínas com as disciplinas de ciências.

O Quadro 1 apresenta uma primeira relação, que implica inicialmente a heroína escolhida com uma das áreas das ciências da natureza.

Foram relatados pelos estudantes vinte superpoderes para conteúdos relacionados à biologia. Entre eles, criocinese, desidratação, fator acelerador de cura, fisiologia rebeliana, hidrocinese e toxicinese, ligados à personagem Mera, além de aerocinese, atmocinese, criocinese, hidrocinese e mimetismo ligados à personagem Tempestade.

Os estudantes, durante suas apresentações, consideraram que esses superpoderes tinham relação direta com os conteúdos de biologia, em um total de aproximadamente 25% da análise geral dos poderes apresentados. Entendemos que essa relação dos poderes das super-heroínas com a disciplina de biologia ocorreu por causa de prováveis conexões com a função e funcionamento dos indivíduos e seus corpos, forma e estrutura dos organismos, evolução, mutação, condicionamento físico, enfim, uma ligação com a vida e o meio ambiente, possibilitando esse vínculo com a biologia a partir dos conhecimentos prévios adquiridos pelas alunas e pelos alunos na disciplina de ciências do ensino fundamental (Carvalho e Martins, 2009).

O objetivo da estratégia era que os estudantes promovessem uma relação entre os poderes dominados pelas super-heroínas de suas preferências com os conteúdos de ciências ofertados no currículo do ensino médio, a saber, química, física e biologia, verificando-se as possíveis aproximações e diferenças.

Quadro 1: Relação das super-heroínas com as disciplinas de ciências da natureza na visão dos estudantes do ensino médio.

Disciplinas	Super-heroínas citadas	Citações para cada super-heroína	Total
Biologia	Feiticeira Escarlate, Mística, Ravena e Spider Gwen	(1)	(20)
	Capitã Marvel	(4)	
	Mera e Tempestade	(6)	
Física	Blink, Lince Negra e Spider Gwen	(1)	(41)
	Jean Grey e Mulher Maravilha	(3)	
	Feiticeira Escarlate	(4)	
	Ravena	(5)	
	Mera	(6)	
	Tempestade	(7)	
	Capitã Marvel	(10)	
Química	Capitã Marvel, Jean Grey, Lince Negra, Mulher Maravilha e Spider Gwen	(1)	(18)
	Mera e Tempestade	(4)	
	Feiticeira Escarlate	(5)	

Fonte: Autores.

A disciplina de química foi citada dezoito vezes durante as apresentações, totalizando 23% das citações. A super-heroína destaque dessa disciplina foi a Feiticeira Escarlate, por meio de poderes como a projeção de campo de força, a manipulação mental, a telecinese, a combustão ou queima e a ferrugem. Já a personagem Mera foi relacionada com a criocinese, a desidratação, a hidrocinese e a toxicinese. O fator de cura e a capacidade de escalar paredes foram relacionadas à Mulher Maravilha e à SpiderGwen, respectivamente.

As relações dos poderes com conteúdos de química ocorreram, provavelmente, por estarem ligados aos vários processos de transformação da matéria, ao mundo quântico, ao controle dos produtos tóxicos e à presença da água como substância principal de alguns dos poderes citados. Os estudantes reconhecem como algum tipo de mudança/transmutação que ocorre e que esta é relacionada à química, mas ainda não dominam efetivamente os conceitos relacionados a transformações ou às mudanças de estados da matéria como interações entre as diferentes substâncias (Mortimer e Miranda, 1996).

Os poderes relacionados à física foram citados 41 vezes durante as apresentações, correspondendo a 52% das citações. A super-heroína mais citada nesse caso foi a Capitã Marvel, a partir de poderes como a absorção de energia, a agilidade, o controle da gravidade, a durabilidade, o controle de fótons, a manipulação de energia, a mecânica quântica, a pressão atmosférica, a resistência superior ao comum, a superforça e o voo. Poderes como aerocinese, a atmocinese, a compensação térmica, a criocinese, a eletrocinese,

a hidrocinese e o voo foram relacionados à personagem Tempestade.

Entendemos que essas relações dos poderes das super-heroínas com os conteúdos de física ocorreram por estarem diretamente ligados a interações entre matéria e energia.

As leis da física nos permitem perceber o movimento, o tempo, o espaço, a temperatura, enfim, os simples fatos de respirar e movimentar permitem que ela se torne próxima do senso comum dos estudantes. Portanto, todos os poderes que se conectam com a mecânica, a energia, a temperatura, a gravidade, a força e as

tecnologias de modo geral, permitem essa aliança, fazendo-a ter maior destaque na perspectiva dos estudantes. De acordo com Chassot (2018),

A Química é ainda esotérica pois tem o seu objeto (se comparado com a Física, que lhe é mais próxima) muito mais distante do estudante. Átomos, moléculas, íons, elétrons, mol... Não pertencem ao senso comum das pessoas, como são, por exemplo, os principais objetos da Física: corpo, massa, espaço, tempo e velocidade... (Chassot, 2018, p. 153).

Dentre todos os poderes citados pelas alunas e alunos para as respectivas áreas do conhecimento, realizamos para este trabalho a seleção de três deles, a fim de mostrar as relações que as alunas e os alunos fizeram durante as apresentações. Os conceitos escolhidos foram *criocinese*, *sentido aranha* e *voo* (ou capacidade de voar).

As relações dos poderes com conteúdos de química ocorreram, provavelmente, por estarem ligados aos vários processos de transformação da matéria, ao mundo quântico, ao controle dos produtos tóxicos e à presença da água como substância principal de alguns dos poderes citados.

Quadro 2: Poder de *criocinese* apresentado pelos estudantes relacionado aos conceitos científicos e seus significados.

CRIOCINESE	
Conceito definido pelos estudantes nos seus seminários	Ela é capaz de reduzir a energia cinética dos átomos e assim reduzir a temperatura, frequentemente usada para controlar, gerar ou absorver gelo. Podendo congelar qualquer coisa ou emitir frio. Mera é capaz de congelar as águas para usar como arma, mas ela usa essa habilidade em poucas ocasiões.
Comentário dos estudantes durante a exposição oral	Estelar102: <i>Criocinese: acho que todas: "química, física e biologia"</i> Estelar121: <i>Criocinese: Gelo. Consegue fazer com que a água se transforme em gelo. Ela tem as formas certas para cada forma como ela vai usar esse poder. Por exemplo, se ela soprar na palma da mão, ela vai criar tipo uma nevasca, se ela estender os dedos ela vai atirar lâminas de gelo</i> Batgirl66: <i>Construções de gelo.... Deve ser biologia porque usa água. Deve ser química porque tem "resfriamento" de água que a temperatura leva a ficar sólida.</i>
Conceitos científicos e significado das palavras atribuídos aos poderes	Crio: do grego <i>krúos</i> , -eos, frio, frio do gelo, exprime a noção de frio (fonte: Ferreira, 1998). Frio: que tem temperatura baixa (fonte: Atkins; Jones, 2001). Temperatura: quão quente ou quão fria uma amostra está. A propriedade intensiva que determina a direção na qual o calor fluirá entre dois objetos em contato (fonte: Atkins; Jones, 2001). Cinese: do grego <i>kínesis</i> , -eos, movimento (fonte: Ferreira, 1988). Movimento: é um dos objetos que a física estuda. Seria a rapidez com que os objetos se movem. Vamos supor que o movimento se dá ao longo de uma linha reta. A trajetória pode ser vertical, horizontal ou inclinada, mas deve ser retilínea; as forças (empurrões e puxões) modificam o movimento. O objeto está se movendo cada vez mais depressa? Cada vez mais devagar? O movimento mudou de direção? Se o movimento está mudando, a mudança é brusca ou gradual? Vamos supor que o objeto em movimento é uma partícula (ou seja, um objeto pontual, como um elétron), ou um objeto que se move como uma partícula (isto é, todas as partes do objeto se movem na mesma direção e com a mesma velocidade). Assim, por exemplo, podemos imaginar o movimento de uma criança que desliza passivamente em um escorrega (fonte: Halliday <i>et al.</i> , 2016).
Definição científica no poder das super-heroínas	É a aceleração ou abrandamento de movimento que domina a formação de gelo ou resfriamento. Portanto, a super-heroína que possui esse poder tem a capacidade de reduzir a energia cinética das moléculas abaixando a temperatura da substância, causando o resfriamento ou congelamento (formação de gelo ou neve). O gelo formado será manipulado por essa super-heroína.

Fonte: Autores.

Os Quadros 2, 3 e 4 apresentam trechos das apresentações orais dos estudantes. Primeiramente, descrevemos um trecho do poder da super-heroína apresentado oralmente pelos alunos e alunas, seguido dos comentários dos estudantes de várias turmas. A seguir, o significado dos poderes em uma visão científica e a própria definição científica do poder apresentado.

É possível observar no Quadro 2 que a *criocinese* é relacionada pelos alunos, mais especificamente, à química e à biologia. Os estudantes citam a água como um conceito biológico, considerando-se como ela de fato é tratada e estudada nos conteúdos de ciências, antes de se chegar ao ensino médio. Já a menção ao conteúdo de química está diretamente relacionada às transformações da matéria. Entendemos que a relação é satisfatória por parte deles, quando consideramos também seu nível cognitivo e a forma pela qual as disciplinas trabalham tais conceitos no nível médio. Há também menção a mudança de temperatura, no que se refere à química, provavelmente por ser a disciplina na qual esse tópico é mais discutido entre os professores das três áreas. Outro aspecto observado foi a relação das transformações da matéria, ou

das variações de temperatura, quase sempre à água. Inferimos que isso se deve ao fato de que os livros didáticos exploram as mudanças de estado utilizando a água como exemplo, restringindo a compreensão de que tais transformações podem acontecer com outras substâncias ou materiais.

Observamos que os estudantes relacionam de forma bem próxima o sentido aranha com os outros sentidos do ser humano, como uma resposta do sistema nervoso. As citações desse poder estavam ligadas aos conceitos biológicos dos sentidos, mesmo que alguns deles descrevessem questões relacionadas às ondas, vibrações ou impulsos eletromagnéticos, mais próximos dos conteúdos da física.

Observamos que os estudantes relacionam de forma bem próxima o sentido aranha com os outros sentidos do ser humano, como uma resposta do sistema nervoso. As citações desse poder estavam ligadas aos conceitos biológicos dos sentidos, mesmo que alguns deles descrevessem questões relacionadas às ondas, vibrações ou impulsos eletromagnéticos, mais próximos dos conteúdos da física. Entendemos que outro aspecto

que levou a essa relação é o fato de existir explicitamente no poder, o nome de um animal, no caso, um artrópode, o que já levou os estudantes a pesquisarem em livros didáticos de biologia ou ainda em sites específicos sobre a temática.

A questão do voo foi o poder mais facilmente relacionado a uma área do conhecimento. Em grande parte das vezes em que foi citado nas apresentações dos estudantes, o voo estava ligado aos conteúdos de física. Eles citaram gravidade,

Quadro 3: Poder de *sentido aranha* apresentado pelos estudantes relacionado aos conceitos científicos e seus significados.

SENTIDO ARANHA	
Conceito definido pelos estudantes nos seus seminários	O ato reflexo é o mais rápido mecanismo de estímulo e resposta do sistema nervoso. Ocorre quando reagimos de maneira instantânea e involuntária a estímulos ambientais. Alguns reflexos são inatos, como a flexão da perna de um recém-nascido ao se fazer cócegas em seus pés.
Comentário dos estudantes durante a exposição oral	Supergirl13: <i>Sentido aranha, tipo quando você faz cócegas em alguém, o que faz sorrir é o reflexo dela. Quando você começa a fazer cócegas ativa não sei o quê no cérebro, aí ele faz a pessoa mover um movimento, para tirar aquilo que a pessoa está fazendo, podendo ser no pé, no pescoço embaixo das axilas. Dependendo da pessoa ela não tem o mesmo reflexo para sentir cócegas, essas coisas</i>
Conceitos científicos e significado das palavras atribuídos aos poderes	Sentido: cada uma das formas de receber sensações, segundo os órgãos destas (fonte: Ferreira, 1988). Aranha: animal artrópode aracnídeo, da ordem dos araneídeos, de cefalolórax e abdome não segmentados, unidos por pedúnculo estreito, quilíferas terminadas em ponta para inoculação de peçonha, abdome com glândulas ou fiandeiras que segregam seda, com a qual fazem teias. A maioria das espécies são terrestres e predadoras de outros artrópodes (fonte: Silva, 2005). Sentidos especiais: da visão, da audição, da gustação e da olfação (odor) possuem diferentes regiões do encéfalo humano dedicadas a processar os estímulos sensoriais. O córtex visual, localizado no lobo occipital, recebe informações dos olhos. O córtex auditivo, localizado no lobo temporal, recebe informações das orelhas. O córtex olfatório, uma pequena região do lobo temporal, recebe aferências dos quimiorreceptores do nariz. O córtex gustatório, mais profundamente no hemisfério perto da borda do lobo frontal, recebe informações sensoriais dos botões gustatórios (fonte: Silverthorn, 2017). Ondas mecânicas: ondas mecânicas, mais conhecidas, já que estão presentes em toda parte; são, por exemplo, as ondas do mar, as ondas sonoras e as ondas sísmicas. Todas possuem duas características: são governadas pelas leis de Newton e existem apenas em meios materiais, como a água, o ar e as rochas (fonte: Halliday <i>et al.</i> , 2016).
Definição científica no poder das super-heroínas	É a possibilidade que a super-heroína tem de captar sentidos através de ondas mecânicas. Nas aranhas as vibrações produzidas na teia são captadas por meio de pelos sensoriais, quando a presa a toca. As espécies de aranhas respondem a estímulos diferentes e possuem padrões de ataque distintos. Contudo, para as aranhas tecedoras, as tricobótrias concentradas principalmente nos palpos e as fendas nas pernas permitem-lhes explorar o ambiente, através da captação de vibrações. Estas também são transmitidas pelos fios de seda.

Fonte: Autores.

Quadro 4: Poder de voo apresentado pelos estudantes relacionado aos conceitos científicos e seus significados.

VOO	
Conceito definido pelos estudantes no seminário	A ideia mais plausível para um ser humano voar de maneira mais parecida possível com o Superman, por exemplo, seria através de jatos propulsores, como faz o Homem de Ferro, por meio de muita tecnologia. Outra opção seria por intermédio de asas. Porém, essa também não é uma alternativa muito viável, já que teria de haver uma mudança estrutural no corpo humano. Sem alteração alguma no corpo humano, seriam necessárias asas com envergadura de 20 metros, já que nossa estrutura corporal é demasiadamente maciça.
Comentário dos estudantes durante a exposição oral	Estelar93: <i>Capacidade de voar: física</i> Jubileu82: <i>o modo binário se encaixa a uma forma insana, ele se liga em buraco branco. Ou seja, os poderes dela são imensos. O único buraco branco comprovado mais ou menos até hoje foi o big bang. Agora imagina uma pessoa ter o poder do big bang. Ela pode gerar calor, gerar radiação e gerar energia.</i> Estelar112: <i>física explica o voo pela gravidade</i> Jubileu68: <i>Voo ignorar a gravidade e se locomover livremente no ar, essas coisas;</i>
Conceitos científicos e significado das palavras atribuídos aos poderes	Voar: sustentar-se ou mover-se no ar por meio de asas ou de aeronaves. Ir pelo ar com grande rapidez (fonte: Ferreira, 1988). Oco: que não tem medula ou miolo. Vazio, vão, esvaziado (fonte: Ferreira, 1988). Aerodinâmica: estudo do ar e outros gases em movimento, no tocante às suas propriedades e características e às forças que exercem em corpos sólidos neles imersos (fonte: Ferreira, 1988).
Definição científica no poder das super-heroínas	Considerando que as super-heroínas (Capitã Marvel, Jean Grey, Ravena e Tempestade) possuem um corpo padronizado humano, e que esses corpos não são aerodinâmicos (apesar de possuírem musculaturas poderosas, os ossos não são ocos), o voo seria possível com saltos. As leis de Newton dizem que para cada ação, existe uma reação contrária. Então quando elas se abaixassem e se jogassem para saltar, precisariam de uma grande velocidade para que o pulo fosse o ideal. Na Terra, devido à força gravitacional, para que um pequeno pulo fosse eficaz deveria atingir no mínimo 200km/h.

Fonte: Autores.

velocidade e suas variações, locomoção pelo ar e por causa do ar, empuxo, entre outros. Mesmo quando descreviam a faculdade de voar por causa das asas, não citaram pássaros ou conteúdos de biologia, direcionando o formato das asas para uma explicação relacionada à física.

No Quadro 5 apresentamos um resumo dos três poderes citados nos Quadros 2, 3 e 4, porém classificados em níveis de aproximação dos conceitos dos estudantes com os conceitos científicos presentes nas disciplinas de ciências. No Nível 3, os conceitos apresentados pelos estudantes foram aproximados dos conceitos científicos, indicando que o estudante conseguiu cumprir a tarefa e que a estratégia foi satisfatória. No Nível 2, os conceitos científicos apresentados

Quadro 5: Níveis de aproximação de conceitos.

pelos estudantes foram parcialmente aproximados dos conceitos científicos, indicando que o estudante não aprofundou o suficiente em seu trabalho de pesquisa, redundando em um conceito incompleto ou com pequenas falhas. No Nível 1, os conceitos científicos apresentados pelos estudantes não se aproximaram dos conceitos científicos, indicando que os grupos tiveram dificuldades e que a estratégia não foi satisfatória.

De acordo com o Quadro 5, podemos verificar uma amostra de como foram estruturados os níveis de aproximação entre os conceitos e os níveis determinados para cada relação entre poder *versus* conceito científico. A partir desses resultados, apresentamos o Quadro 6, salientando que os

Poderes	Comparação dos conceitos	Nível
Criocinese	<p>Conceito 1: Ela é capaz de reduzir a energia cinética dos átomos e assim reduzir a temperatura, frequentemente usada para controlar, gerar ou absorver gelo. Podendo congelar qualquer coisa ou emitir frio.</p> <p>Conceito 2: Mera é capaz de congelar as águas para usar como arma, mas ela usa essa habilidade em poucas ocasiões.</p> <p>Conceito científico: É a aceleração ou abrandamento de movimento que domina a formação de gelo ou resfriamento. Portanto, a super-heroína que possui esse poder tem a capacidade de reduzir a energia cinética das moléculas abaixando a temperatura da substância, causando o resfriamento ou congelamento (formação de gelo ou neve). O gelo formado será manipulado por essa super-heroína.</p>	<p>Conceito 1: Nível 3</p> <p>Conceito 2: Nível 1 (não apresentou o conceito, explicou somente o poder).</p>
Sentido Aranha	<p>Conceito único: O ato reflexo é o mais rápido mecanismo de estímulo e resposta do sistema nervoso. Ocorre quando reagimos de maneira instantânea e involuntária a estímulos ambientais. Alguns reflexos são inatos, como a flexão da perna de um recém-nascido ao se fazer cócegas em seus pés.</p> <p>Conceito científico: É a possibilidade que a super-heroína tem de captar sentidos através de ondas mecânicas. Nas aranhas as vibrações produzidas na teia são captadas através de pelos sensoriais, quando a presa a toca. As espécies de aranhas respondem a estímulos diferentes e possuem padrões de ataque distintos. Contudo, para as aranhas tecedoras, as tricobótrias concentradas principalmente nos palpos e as fendas nas pernas permitem-lhes explorar o ambiente, através da captação de vibrações. Estas também são transmitidas pelos fios de seda.</p>	<p>Conceito: Nível 3</p>
Voo	<p>Conceito 1: Carol é capaz de se impulsionar através do ar e do vácuo do espaço em velocidades extraordinárias. Embora sua velocidade máxima seja desconhecida, ela já foi vista voando a três vezes a velocidade do som durante várias horas, então é provável que ela possa ir muito mais rápido.</p> <p>Conceito 2: A ideia mais plausível para um ser humano voar de maneira mais parecida possível com o Superman, por exemplo, seria através de jatos propulsores, como faz o Homem de Ferro, por meio de muita tecnologia. Outra opção seria por intermédio de asas. Porém, essa também não é uma alternativa muito viável, já que teria de haver uma mudança estrutural no corpo humano. Sem alteração alguma no corpo humano, seriam necessárias asas com envergadura de 20 metros, já que nossa estrutura corporal é demasiadamente maciça.</p> <p>Conceito 3: Capacidade de voar de forma estável em seu vento, seu humor afeta o clima.</p> <p>Conceito científico: Considerando que as super-heroínas (Capitã Marvel, Jean Grey, Ravena e Tempestade) possuem um corpo padronizado humano, e que esses corpos não são aerodinâmicos (apesar de possuírem musculaturas poderosas, os ossos não são ocos), o voo seria possível com saltos. As leis de Newton dizem que para cada ação, existe uma reação contrária. Então, quando elas se abaixassem e se jogassem para saltar, precisariam de uma grande velocidade para que o pulo fosse o ideal. Na Terra, devido à força gravitacional, para que um pequeno pulo fosse eficaz deveria atingir no mínimo 200km/h.</p>	<p>Conceito 1: Nível 2</p> <p>Conceito 2: Nível 3</p> <p>Conceito 3: Nível 1</p>

Fonte: Autores.

valores apresentados se referem aos níveis de conceituação ou relação dos poderes com conhecimentos científicos, correspondentes àqueles encontrados quando exploramos todos os poderes citados pelas alunas e alunos no Quadro 1. Essa totalidade e diversidade de poderes pode ser lida de forma mais completa e abrangente em Pinto (2020).

Quadro 6: Níveis de conceituação encontrados na análise.

Níveis	Resultado
Nível 3	50%
Nível 2	17%
Nível 1	33%
Total	100%

Fonte: Autores.

De acordo com os valores apresentados no Quadro 6, concluímos que aproximadamente 67% dos estudantes trouxeram uma relação entre conceitos científicos e poderes das super-heroínas de maneira satisfatória. Porém, percebemos a necessidade de retomar alguns conceitos científicos, seja por meio de mais pesquisas ou de mais aulas dialogadas, com o objetivo de favorecer ainda mais o desenvolvimento dos conceitos trazidos pelos estudantes, conforme descrito nos Quadros 2, 3 e 4. Dessa forma, é muito importante que o professor retome alguns conceitos ao final da estratégia, para que as alunas e alunos possam de fato compreender a abrangência desses conceitos no contexto proposto.

A avaliação dos poderes das super-heroínas no ensino médio permitiu uma aula diferenciada e lúdica. Esse tipo de ação pode ser uma ferramenta com boas possibilidades no processo de ensino e a aprendizagem, incentivando o estudante a pesquisar e elaborar seus próprios contextos de aprendizagem. Importante salientar que a maioria deles apresentou um nível de conceituação 3. Observamos que este tipo de estratégia mobilizou mais os alunos, tirando-os da passividade em sala de aula e proporcionando o despertar do interesse para a aplicação de alguns conceitos científicos e consequente motivação para as atividades propostas. No entanto, ficou claro que qualquer estratégia necessariamente diferente em sala de aula deve vir acompanhada da presença do professor, para esclarecer dúvidas e aprofundar alguns conceitos, no intuito de fazer com que mais alunas e alunos se aproximem de um nível mais elevado de entendimento conceitual.

Finalmente, em relação ao protagonismo feminino, observamos que as alunas ficaram muito à vontade em relação às proposições e apresentações. De maneira geral, os estudantes entenderam a proposta da professora, de explorar

poderes de personagens que na maioria das vezes estavam relegadas a situações de coadjuvantes. Muitos estudantes argumentaram que foi importante um olhar mais direcionado para as super-heroínas e muitos deles afirmaram que não haviam considerado que uma parcela significativa da propaganda de roupas e de objetos diversos têm a estampa ou figuras de personagens masculinos. Alguns relataram que passaram inclusive a se sentir mais à vontade para comprar camisetas com temáticas femininas. Segundo eles, também observaram a disposição e oferta dessas camisetas em várias lojas do ramo.

No entanto, é importante destacar que uma parte menor dos estudantes, apesar de compreender a proposta, solicitou à professora que em uma próxima oportunidade ela pudesse trabalhar com poderes de personagens masculinos, o que, em certa medida, mostra resistência a trabalhos com temáticas de protagonismo feminino.

As alunas, principalmente, identificaram-se com as discussões oriundas do filme solo da Capitã Marvel e as consequências dos ataques sofridos pela atriz por ser protagonista do filme. As falas das alunas eram de admiração pelo posicionamento das mulheres frente aos ataques recebidos por atrizes que fazem papéis de super-heroínas nos filmes, e isso transparecia quando os grupos faziam as apresentações dos poderes e as tentativas de relações conceituais.

A avaliação dos poderes das super-heroínas no ensino médio permitiu uma aula diferenciada e lúdica. Esse tipo de ação pode ser uma ferramenta com boas possibilidades no processo de ensino e a aprendizagem, incentivando o estudante a pesquisar e elaborar seus próprios contextos de aprendizagem.

Considerações finais

O trabalho mostrou que os estudantes conseguiram fazer a devida relação entre conceitos científicos diversos e os poderes pertencentes às super-heroínas. Trabalhos com uma visão lúdica

e de atividade em sentido contrário à passividade tendem a atrair os adolescentes para o engajamento necessário em uma atividade didática. No entanto, a participação do professor deve ser constante no sentido de direcionar e esclarecer dúvidas sobre as atividades propostas.

Outro aspecto a salientar é a proposta interdisciplinar de ação em sala de aula que pode ser uma importante ferramenta didática que se relaciona com alguns dos pressupostos presentes no que preconiza a BNCC, para a integração entre os conhecimentos científicos das áreas do conhecimento.

Pollyana de Godoy Pinto (pollyanaquim2000@hotmail.com), licenciada em Química pela Universidade Estadual de Goiás (UEG) e mestra em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG). É professora de Química efetiva da Secretaria de Educação do Estado de Goiás. Goiânia, GO – BR. **Márlon Herbert Flora Barbosa Soares** (marlon@ufg.br), licenciado em Química pela Universidade Federal de Uberlândia, mestre em Química e doutor em Ciências (Química) pela Universidade Federal de São Carlos. Coordena o Laboratório de Educação Química e Atividades Lúdicas (LEQUAL) do IQ -UFG. É Professor Titular do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR.

Referências

- ATKINS, P. e JONES, L. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*, 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- BANDEIRA, L. A contribuição da crítica feminista à ciência. *Estudos feministas*, v. 16, n. 1, p. 207-230, 2008.
- CARVALHO, L. S. e MARTINS, A. F. P. Os quadrinhos nas aulas de ciências naturais: uma história que não está no gibi. *Revista Educação em Questão*, v. 35, n. 21, p. 120-145, 2009.
- CHASSOT, A. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*, 8.ed. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2018.
- FERREIRA, A. B. H. *Dicionário Aurélio da língua portuguesa*. Rio de Janeiro (RJ): Nova Fronteira, 1988.
- GONZAGA, L. A.; MACETI, H.; LAUTENSCHLEGUER, I. J. e LEVADA, C. L. A física dos super-heróis de quadrinhos (HQ). *Caderno de Física da UEFES*, v. 12, n. 1, p. 7-30, 2014.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. e WALKER, J. *Fundamentos de física - Mecânica*. v. 1, 10a. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- IRWIN, W. *Super-heróis e a filosofia: verdade, justiça e o caminho socrático*. São Paulo: Madras, 2005.
- KELLER, E. F. Qual foi o impacto do feminismo na ciência? *Cadernos Pagu*, n. 27, p. 13-34, 2006.
- KUNDLATSCH, A. e CORTELA, B. S. C. Uma revisão de base cienciométrica sobre as histórias em quadrinhos no ensino de química: uma análise do ENPEC, ENEQ e RASBQ. *Revista eletrônica Ludus Scientiae - (RELuS)*, v. 2, n. 2, 2018.
- MORTIMER, E. F. e MIRANDA, L. C.; Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 23-26, 1996.
- NASCIMENTO, F.; *Crise de identidade: gênero e ciência nos quadrinhos de super-heróis*. Tese (Doutorado em Educação). Universidade de São Paulo, Brasil, 2017.
- NOGUEIRA, N. *As mulheres e a II Guerra Mundial: as heroínas e as super-heroínas dos quadrinhos e a luta pela liberdade*. In: Anais do II Fórum Nacional de Pesquisadores em Arte Sequencial, 2014, São Leopoldo, 2014.
- OLIVEIRA, L. M. e FERREIRA, K. A. A. A física e os super-heróis: uma forma divertida de falar de ciência. *Revista Ciências & Ideias*, v. 9, n. 1, p. 169-172, 2018.
- PINTO, P. G.; *Os poderes das super-heroínas: possibilidade de discussão de conceitos científicos com estudantes do ensino médio*. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de Goiás, 2020.
- SILVA, S. T.; TIBURCIO, I. C. S.; CORREIA, G. Q. C. e AQUINO, R. C. T. *Escorpiões, Aranhas e Serpentes: aspectos gerais e espécies de interesse médico no estado de Alagoas*. Maceió: edUFAL, 2005. Disponível em: http://www.usinaciencia.ufal.br/multimedia/livros-digitais-cadernos-tematicos/Escorpioes_Aranhas_e_Serpentes.pdf, acesso em dez. 2019.
- SILVERTHORN, D. *Fisiologia humana: uma abordagem integrada*. 7a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- WESCHENFELDER, G. e COLLING, A. Histórias em quadrinhos de super-heroínas: do movimento feminista às questões de gênero. *INTERthesis: Revista Internacional Interdisciplinar*, v. 8, n. 1, p. 200-218, 2011.

Abstract: *Possible relationships of Chemistry, Physics and Biology contents with female superheroes' powers.* The increase in the presence of superheroines in many current movies and comics can contribute with the rise of women protagonism in many daily distinct situations with the objective of decrease gender prejudice. This work aimed for answering which high-school scientific contents might be related with super heroines' powers presented in movies and comics. Research was developed in a public school of the metropolitan region of Goiânia – GO, with 122 students of the three high school grades. Students were evaluated and assigned three levels of connection between scientific concepts and superheroines' powers. In Level 1, concepts were considered inappropriate, showing no satisfactory relations with superheroines' powers. In Level 2, the conceptions and the relations were intermediary, but not deepened. In Level 3, the concepts were pertinent and satisfactory in what refers to the relation between science and the superheroines' powers.

Keywords: science teaching, chemistry teaching, ludic, superheroines

Oficina pedagógica: A química da batata frita perfeita

Bruna F. Andrade e Poliana Flávia Maia

As oficinas pedagógicas proporcionam aos estudantes associação entre os diferentes saberes e níveis de ensino em um processo dialógico. Assim, quando são utilizadas temáticas contextualizadas, o desenvolvimento do saber científico e sua aplicação no cotidiano são favorecidas. Este trabalho apresenta o relato da aplicação de uma oficina pedagógica, intitulada como: a química da batata frita perfeita (com descrição detalhada) como estratégia de ensino para o conteúdo de cinética química, no que se refere aos fatores que afetam as reações químicas. Foram propostas diferentes atividades em que os estudantes participassem ativamente de todo o processo de ensino e aprendizagem.

► fritura, características sensoriais, cotidiano, temática, reações químicas ◀

Recebido em 07/01/2021, aceito em 20/04/2021

35

Visto que o estudante é resultado de suas vivências, e estas inevitavelmente são manifestadas dentro da sala de aula, torna-se impossível separá-las do conteúdo escolar, conforme afirma Dewey (1990). A valorização do conhecimento prévio, saber cotidiano, caracterizado como o resultado de suas experiências principalmente fora da escola, como agente facilitador de aprendizagem dos conhecimentos científicos é de suma importância, como afirmam Chassot (2008) e Freire (1987). Nesse sentido, no processo de ensino e aprendizagem, descentralizar o professor e tornar o aluno protagonista é aproximá-lo de seu contexto social, favorecendo exteriorização de suas concepções e experiências. Nessa perspectiva, a função do professor é guiar as discussões e propor situações que considerem a realidade e as necessidades dos estudantes.

Após a experiência de relacionar os diferentes saberes, com a finalidade de promover a apropriação do saber científico, a aprendizagem acontece, ou seja, podemos propor outras situações, ainda que fora de seu contexto, mas que, pelo processo de construção desenvolvido anteriormente, o

estudante argumenta de acordo com o processo de acomodação e assimilação, proposto por Piaget (2011).

Embora as perspectivas teóricas de Freire e Piaget sejam distintas, Beker (2017) sugere algumas conexões. Tanto a tomada de consciência (Piaget) e de conscientização (Freire)

Após a experiência de relacionar os diferentes saberes, com a finalidade de promover a apropriação do saber científico, a aprendizagem acontece, ou seja, podemos propor outras situações, ainda que fora de seu contexto, mas que, pelo processo de construção desenvolvido anteriormente, o estudante argumenta de acordo com o processo de acomodação e assimilação, proposto por Piaget (2011).

“resultam da atividade do próprio sujeito que assimila o meio e, respondendo aos desafios trazidos por essa assimilação, transforma-se a si mesmo instrumentalizando-se, desse modo, para melhor assimilar da próxima vez. Portanto, da ação própria e não da ação de um outro sobre ele. São processos que acontecem, entretanto, na medida da interação sujeito-

-mundo. O sujeito, ao constituir o mundo, constitui-se a si mesmo” (Beker, p. 20-21, 2017).

Dentro dessa perspectiva, as oficinas pedagógicas podem ser utilizadas pelo professor como instrumento de ensino, em razão de considerar e empregar a vivência dos estudantes e fatos corriqueiros do dia a dia como fonte promotora de



aprendizagem, utilizar temáticas relevantes contextualizadas, permitir e correlacionar diferentes campos do conhecimento e possibilitar a participação ativa do estudante, como é apresentado por Marcondes (2008). Portanto, se faz necessário romper com a postura hierarquizada entre professor e estudante, na qual o professor é uma figura extremamente autoritária, vislumbrada como fonte única e sempre coerente do saber. Uma vez que, dentro da sala de aula o professor representa a ciência, a sua postura de superioridade pode provocar o pensamento de que os conteúdos ali ensinados apresentem características como sendo imutáveis, prontos e inatingíveis. Nesse sentido, a aprendizagem fica defasada, pois, não há questionamento, desenvolvimento de argumentação e criticidade por parte dos alunos. Da mesma forma, fica comprometido o entendimento da ciência, ou seja, do seu processo de criação e da existência de suas limitações.

O ambiente extraescolar proposto pela oficina é uma oportunidade de vivenciar situações concretas e significativas, baseada no tripé: sentir-pensar-agir, com objetivos pedagógicos (Paviani, 2009). A oficina pedagógica possui base na pedagogia freiriana, em que se tem um movimento dialético na relação educador e educando, por isso, as oficinas compreendem a um espaço de interação e troca de saberes, que permite o uso de dinâmicas, atividades coletivas e individuais, fazendo com que o estudante exponha seus conhecimentos sobre a temática em questão e assimile novos conhecimentos acrescidos pelos educadores. Essa experiência é de fundamental importância para os estudantes, uma vez que, dentro do ensino regular não é comum o uso de atividades nas quais estes participam ativamente. O professor pode utilizar, dentro desse ambiente, diferentes recursos, como: músicas, textos, vídeos, observações, sentimentos e pesquisas, de forma a favorecer a construção e reconstrução do conhecimento (Anastasiou e Alves, 2004).

Para o desenvolvimento da oficina pedagógica, é proposto por Delizoicov *et al.* (2011) três Momentos Pedagógicos a partir da concepção dialógica problematizadora de Freire (1987).

Em um **primeiro momento** é apresentado aos alunos uma “problematização inicial” relacionada a situações próximas a sua realidade. A atividade é entendida como um desafio sendo preciso que os alunos se posicionem e argumentem, porém nesse momento, ocorre a percepção de que apenas conhecimento cotidiano não é suficiente para propor uma solução e explicação. Cabe então ao professor fomentar as discussões apresentando questionamentos.

O **segundo momento** (organização do conhecimento) é compreendido quando os alunos são convidados ao momento de organizar os conhecimentos definidos pelo professor

como necessários para a compreensão do tema e o problema proposto.

No **terceiro momento** (aplicação do conhecimento), entendido como a “aplicação do conhecimento”, quando ocorre toda a sistematização de todos os conhecimentos necessários, científicos e cotidianos, para interpretar, analisar e propor uma solução para a problemática.

Estudos recentes relacionados ao uso de oficina pedagógica no ensino de química com temáticas diversificadas, como a química das cores (Kraisig e Braibante, 2017), perícia criminal (Delevati *et al.*, 2016) e os alimentos (Pazinato e Braibante, 2013) têm manifestado impacto positivo: no desenvolvimento de conteúdos específicos e a correlação entre diferentes ciências e o cotidiano, em que são trabalhadas a elaboração de hipóteses, coleta de resultados e a argumentação; no posicionamento dos estudantes frente a situações da sociedade e fatos do cotidiano; e ao contribuir significativamente para a formação dos docentes enquanto desenvolvimento do perfil investigativo e planejamento didático.

A utilização de temáticas sociais nas aulas de química é importante porque, quando o ensino de química é contextualizado, o aluno consegue

identificar o seu papel social, as suas aplicações principalmente relacionadas à sua vida diária e implicações. Com isso espera-se que o aluno consiga desenvolver habilidades mais complexas do que saber conceitos e fórmulas, é preciso aplicar os conhecimentos teóricos em situações práticas.

Pensando nessa contextualização, o tema “alimentos” possui um grande impacto social e está presente no dia a dia do aluno, sendo um fator de grande relevância

para a sua escolha neste trabalho. No ensino de química, a temática alimentos e aditivos alimentares são bastante utilizados como tema social, que pode resultar em aplicações no cotidiano. Entretanto, o que se observa é que o uso da temática se faz sempre associada à composição química dos alimentos (Friedstein, 1983).

Antes de o alimento ser consumido ocorrem inúmeros processos que estão associados ao preparo e/ou a forma de cozimento (assar, banho-maria, fritar ou cozinhar). Do ponto de vista químico, é possível observar transformações que, por sua vez, podem tornar-se fonte de discussões para estudo de reações (enzimáticas ou não) e das condições de reações como temperatura, pressão, concentração e umidade. Como as mudanças nos alimentos são, em sua maioria, fáceis de visualização e provocam um impacto direto no consumidor, a promoção da ligação entre o macro e sub-microscópico é beneficiada.

Nessa perspectiva, o objetivo deste relato foi apresentar uma proposta de ensino baseada no uso da temática

A oficina pedagógica possui base na pedagogia freiriana, em que se tem um movimento dialético na relação educador e educando, por isso, as oficinas compreendem a um espaço de interação e troca de saberes, que permite o uso de dinâmicas, atividades coletivas e individuais, fazendo com que o estudante exponha seus conhecimentos sobre a temática em questão e assimile novos conhecimentos acrescidos pelos educadores.

contextualizada: batata frita, em um contexto de oficina pedagógica com alunos do terceiro ano do ensino médio. Em geral, tem-se na literatura que o uso da batata no ensino de química se restringe a estudos de eletroquímica, como o abordado por Santos *et al.* (2018). A temática contextualizada de batata frita se faz importante quando analisamos sua presença no cotidiano dos alunos, sendo apreciada, consumida e preparada pela maioria dos jovens, além de possuir grande importância no contexto mundial relacionado aos seus aspectos econômicos, políticos, históricos e sociais pois tange à problemática relacionada ao consumo elevado de alimentos calóricos. Além de ser um potencial alimento para discutir as transformações químicas, como as reações de Maillard e caramelização, e o processo físico-químico de gelatinização do amido. Portanto, para os professores é um alimento de grande potencial para discutir os conhecimentos químicos envolvidos no processo de fritura e desenvolver a criticidade dos estudantes enquanto consumidores. Dessa forma, os estudantes têm a oportunidade para discutir algo tão presente e que a maioria das pessoas tanto gosta, sob um novo olhar. Os conteúdos de química abordados foram: cinética química e os fatores que afetam reações químicas, que em geral, são apontados como conteúdos difíceis. A apresentação da oficina pedagógica proposta é inédita, e é acompanhada de alguns comentários provenientes da experiência de aplicação desta.

As etapas da oficina compreenderam desde o plantio até o consumo da batata, e fo-ram intituladas como: 1) Como tudo começou?; 2) Vá plantar batatas!; 3) É batata; 4) A sua batata está assando; 5) Batata quente; e 6) Júri simulado.

A elaboração da proposta

A oficina pedagógica “A química da batata frita perfeita” foi realizada em horário extracurricular, conduzida pela pesquisadora, de forma complementar às aulas do professor no ensino regular. O papel da pesquisadora foi intermediar, suscitar e guiar as discussões dos estudantes. O público-alvo dessa oficina foi um grupo de estudantes do terceiro ano do ensino médio federal, da cidade de Florestal, Minas Gerais, composto por 9 alunos frequentes. As atividades foram desenvolvidas em uma sequência com total de seis encontros (sendo dois encontros semanais com duração aproximada de duas horas cada).

As etapas da oficina compreenderam desde o plantio até o consumo da batata, e foram intituladas como: 1) Como tudo começou?; 2) Vá plantar batatas!; 3) É batata; 4) A sua batata está assando; 5) Batata quente; e 6) Júri simulado. O relato das atividades e a forma de condução será abordado a seguir de forma detalhada. Em cada um dos encontros, foram desenvolvidos os três momentos pedagógicos, que foram propostos em diferentes situações e atividades, quando eles eram convidados a trabalhar em grupo e individualmente, buscar informações, em situações de consumo próprio e dentro da produção em escala industrial, a fim de

modificar, e, ou, aumentar os fatores a serem considerados no desenvolvimento de seus argumentos para responder à problematização inicial. Para a aplicação desta proposta, foi de suma importância que os alunos já apresentassem os conhecimentos prévios de reações químicas e os fatores que afetam crescimento de micro-organismos.

Aplicação da proposta

Primeiro encontro - Como tudo começou?

1º Momento pedagógico – Problematização inicial

Foi solicitado a cada um dos estudantes que respondesse ao questionamento se: 1) Seria possível pensar em um mundo sem batatas?; 2) É possível que as batatas estejam envolvidas em grandes acontecimentos na história do mundo?. Esses questionamentos foram discutidos, com a participação de todos os estudantes, a fim de realizar um levantamento das suas concepções. Esse encontro

foi importante para o estabelecimento de acordos entre a pesquisadora e os estudantes, como a permissão do uso do celular com a finalidade de agregar conhecimento às atividades desenvolvidas; apresentar para os estudantes o contexto histórico e atual da batata no mundo; e promover o engajamento dos estudantes.

2º Momento pedagógico – Organização do conhecimento

Utilizando uma linha do tempo materializada foi narrado o surgimento do tubérculo e sua influência na história. Alguns fatos históricos foram destacados como: a exploração dos espanhóis durante o Império Inca e as navegações marítimas, pois, nesse período o tubérculo foi um dos principais alimentos utilizados pelos tripulantes, devido ao seu potencial de conservação e nutricional, além de prevenir o escorbuto. Outro grande marco histórico mencionado foi a Grande fome de 1845 – 1849, na Irlanda, na qual cerca de 1 milhão de pessoas morreram devido à infestação de uma praga nas culturas de batatas.

3º Momento pedagógico – Aplicação do conhecimento

Os estudantes foram convidados a responder novamente os questionamentos realizados no primeiro momento. Inicialmente os estudantes responderam que não sabiam da influência do tubérculo no mundo e, após o segundo momento, eles comentaram que ficaram surpresos a associar a batata aos conteúdos por eles estudados na disciplina do ensino regular de história. De uma maneira geral, nesse primeiro encontro, foi percebido que os estudantes manifestaram certa timidez para questionar e argumentar em público, sendo caracterizado por respostas curtas e de alguns estudantes que optaram por não responder.

Segundo encontro - Vá plantar batatas!

1º Momento pedagógico – Problematização inicial

Foi apresentado o *trailer* do filme “Perdidos em Marte”, o qual apresenta o astronauta botânico Mark Watney (Matt Damon), que desenvolve uma composteira e planta batatas para sobreviver. A apresentação desse *trailer* sustentou o seguinte questionamento: 1) Quais seriam as variáveis necessárias a serem consideradas para que o astronauta conseguisse efetivamente desenvolver uma composteira e, conseqüentemente, plantar as batatas?

2º Momento pedagógico – Organização do conhecimento

Com o uso de quadro negro e slides, foi retomado alguns tópicos importantes a respeito de quais fatores que afetam crescimento de micro-organismos, como: nutrientes minerais, composição do solo, pH, composição e pressão atmosférica, umidade, temperatura e radiação solar, profundidade e cobertura vegetal.

3º Momento pedagógico – Aplicação do conhecimento

Em seguida, em dupla os estudantes foram convidados a elaborar um modelo de composteira, partindo da suposição de que eles produziram seu próprio alimento com práticas de caráter sustentável. Para a realização do modelo, foram disponibilizados diversos materiais (resíduos orgânicos e inorgânicos), dentre os quais eles poderiam optar por usar ou não, assim como selecionar a quantidade e ordem de cada etapa. Ao final, cada dupla apresentou para a pesquisadora e os demais estudantes o modelo e os conhecimentos utilizados para o seu desenvolvimento. Após apresentarem os modelos os estudantes foram questionados sobre os seguintes pontos: 1) a quantidade de terra e de água associada à disponibilidade de oxigênio para os micro-organismos; 2) o tamanho dos resíduos utilizados, visando discutir sobre a importância da superfície de contato nas reações químicas; 3) o critério utilizado para a seleção dos resíduos, em especial visando o uso ou não uso do limão, buscando discutir sobre a influência do pH e crescimento dos micro-organismos; 4) a quantidade de nutrientes, se esta interfere na qualidade da composteira, visando discutir sobre a baixa atividade metabólica e a toxicidade; 5) como a temperatura interfere no desenvolvimento das reações.

Essa atividade proporcionou o primeiro contato dos estudantes com uma atividade de participação ativa, elaboração de modelos e com a necessidade da prática argumentativa na oficina. Também foi relatado pelos estudantes que esse tipo de atividade não era realizado no ensino regular. Foi percebido que a maioria dos estudantes apresentou dificuldades

para associar os saberes cotidianos aos científicos, visto que eles não reservaram um tempo para refletir sobre a atividade proposta, rapidamente eles adicionaram os materiais indiscriminadamente e não justificaram as tomadas de decisões, como percebido em uma das falas dos estudantes: “Não sei o porquê coloquei essa quantidade de terra, mas acho que é assim”. Por essa razão, foram realizadas intervenções durante o processo de construção do modelo, a fim de instigar o pensamento crítico a respeito de cada tomada de decisão. Resultado similar também foi apontado no trabalho de Bernardelli (2004) com estudantes que não tinham experiência anterior com esse tipo de atividade. Porém, com os questionamentos e a constante busca para promover sua associação aos modelos, processo que foi orientado pela pesquisadora, os alunos conseguiram interpretá-los e relacionar os aspectos questionados, o que foi observado pela proposição de hipóteses e de possíveis limitações dos seus modelos.

Terceiro encontro - É batata!

1º Momento Pedagógico – Problematização inicial

Ao final do segundo encontro foi questionado aos estudantes 1) Por que você se alimenta?; 2) Seria possível sobreviver ingerindo apenas um tipo de alimento, neste caso, a batata, por que? 3) Você sabe o que são os nutrientes e suas funcionalidades no organismo humano?; 4) Quais os nutrientes estão presentes na batata?. Como exemplificação, nesse momento a resposta mais recorrentes para a primeira pergunta foi: “Porque precisamos de energia”.

Em seguida, cada um dos alunos foi convidado a buscar informações a respeito de um nutriente (fibras, proteínas, carotenoides, carboidratos, água, gordura, vitaminas, antioxidantes e sais minerais) e apresentar os resultados de busca em 10 minutos no terceiro encontro. Devido à abertura proposta pela pesquisadora, a maioria dos alunos comentou que apresentou dificuldade em selecionar as informações e as referências, porém, conseguiram desenvolver o tema e responder os questionamentos. Foi verificado que houve grande preocupação dos estudantes com as estruturas químicas das substâncias e seus efeitos no organismo.

2º Momento Pedagógico – Organização do conhecimento

Com o uso de quadro-negro e slides, a pesquisadora apresentou a composição dos alimentos em duas classes: substâncias nutritivas e não nutritivas, para que, além dos temas abordados, pudessem ser apresentado os toxicantes naturais da batata – em especial, a solanina, presente como glicoalcalóides. Ademais, também foram abordadas

Foi percebido que a maioria dos estudantes apresentou dificuldades para associar os saberes cotidianos aos científicos, visto que eles não reservaram um tempo para refletir sobre a atividade proposta, rapidamente eles adicionaram os materiais indiscriminadamente e não justificaram as tomadas de decisões, como percebido em uma das falas dos estudantes: “Não sei o porquê coloquei essa quantidade de terra, mas acho que é assim”.

as diferenças entre nutrientes e substâncias que possuem propriedades funcionais no organismo humano, como os carotenoides, probióticos e prebióticos.

3º Momento Pedagógico – Aplicação do conhecimento

Ao final, os estudantes foram solicitados a responder novamente as perguntas realizadas no primeiro momento desse encontro, sendo exemplificado para a primeira pergunta: “A alimentação é importante porquê além de dar ao organismo energia, auxilia no combate a doenças, formação de massa muscular. Por isso é importante que tudo seja consumido em equilíbrio!”. Em seguida, foi realizado um jogo de perguntas e respostas, no qual as perguntas, desenvolvidas pela pesquisadora, foram escritas em pedaços de papéis e, por meio de sorteio, os alunos, individualmente, selecionavam e respondiam. Essa atividade teve o intuito tanto de avaliar os conhecimentos desenvolvidos com as apresentações, quanto para reforçar conceitos de uma forma lúdica e estimulante. Como exemplificação, uma das perguntas realizadas: “O colesterol é visto como um vilão para a saúde humana, porém, também é utilizado para a síntese de hormônios no organismo. Essa afirmativa está correta? Justifique”. Os estudantes apresentaram segurança para responder os questionamentos, conforme observado na resposta: “Bom, essa afirmativa está correta.

O colesterol é utilizado para a produção de testosterona, mas o seu excesso, quando ingerimos alta quantidade de alimentos gordurosos fazem mal à saúde, podem causar infarto por exemplo”.

Quarto encontro - A sua batata está assando!

1º Momento Pedagógico – Problematização inicial

Nesse momento os estudantes foram convidados a responder as seguintes situações-problemas: 1) Ao abrir a embalagem de batata-palha, o consumidor percebe a existência de fungos e aspecto ‘murcho’. O que pode ter causado esses problemas? O alimento ainda pode ser consumido?; 2) Por falta de energia em uma empresa, as batatas que foram descascadas não puderam prosseguir na triagem, pois as esteiras não estavam funcionando. Sabendo que o processo de oxidação, resultante de uma reação enzimática, é indesejado, pois afetaria o sabor e textura da batata frita, quais medidas poderiam ser tomadas para evitar o escurecimento?”. Inicialmente os estudantes afirmaram, em sua maioria, que, na situação 1, “O alimento não poderia ser consumido, porquê com a embalagem aberta o fungo se depositou e cresceu no alimento”. Na situação 2, alguns estudantes apontaram como solução o uso de

conhecimentos do cotidiano, como adicionar a batata em água ou adicionar vinagre.

2º Momento Pedagógico – Organização do conhecimento

Com o uso de quadro-negro e slides, foram abordados os tópicos: teor de matéria seca; teor de água e atividade de água; fatores de crescimento de fungos em alimentos; o escurecimento enzimático (como ocorre com a polifenoloxidação; PPO); e de forma sintetizada, as etapas de produção das batatas pré-fritas congeladas em escala industrial.

3º Momento Pedagógico – Aplicação do conhecimento

Nesse momento foram retomadas as situações-problemas e as discussões entre os estudantes foram conduzidas em trio. De forma específica, na segunda situação-problema,

além da discussão, os estudantes foram convidados a desenvolver uma pequena experimentação, a fim de propor um modelo de solução em escala industrial, ou seja, além de considerar as possibilidades de reações químicas para inibir o desenvolvimento do escurecimento enzimático era necessário a avaliação da viabilidade produtiva e financeira. Para o desenvolvimento dessa atividade, além das batatas descascadas, foi disponibilizado reagentes como: água, sal de cozinha, açúcar, vinagre e soda cáustica (diluída).

Ao final da elaboração do modelo

teste, os estudantes foram convidados a apresentar o conjunto de ideias utilizado, expondo e justificando os procedimentos realizados. Durante a apresentação dos modelos foram utilizados termos, como acidez do vinagre e solubilidade do oxigênio em água, porém ainda não eram conclusivos para propor o processo de inibição enzimática. Neste momento, a correlação entre os saberes prévios e científicos ainda necessitou de questionamentos e levantamento de hipóteses pela pesquisadora. Com essa atividade, foi possível diferenciar dois pontos importantes para a indústria alimentar, o crescimento de micro-organismos e o desenvolvimento de reações enzimáticas.

Quinto encontro - Batata quente

1º Momento Pedagógico – Problematização inicial

Foram realizados os seguintes questionamentos: 1) Quais seriam as condições de um fritura ideal, para a obtenção de características sensoriais (cor, crocância e maciez no interior) ideias?; 2) Durante o processo de fritura ocorrem reações químicas?; Dentre os tipos de batatas conhecidos como a inglesa e a asterix, você julga que alguma delas seja melhor para a fritura?; A fritura pode gerar substâncias tóxicas?; 3) Na sua opinião a batata comum e a processada

Como exemplificação, uma das perguntas realizadas: “O colesterol é visto como um vilão para a saúde humana, porém, também é utilizado para a síntese de hormônios no organismo. Essa afirmativa está correta? Justifique”. Os estudantes apresentaram segurança para responder os questionamentos, conforme observado na resposta: “Bom, essa afirmativa está correta. O colesterol é utilizado para a produção de testosterona, mas o seu excesso, quando ingerimos alta quantidade de alimentos gordurosos fazem mal à saúde, podem causar infarto por exemplo”.

tem química?. Todos os estudantes relataram que já haviam desenvolvido a fritura em suas casas, e apontaram para o primeiro questionamento que as condições para uma boa fritura seriam: tipo de batata, temperatura do óleo e tempo de fritura.

2º Momento pedagógico – Organização do conhecimento

Com o uso de quadro negro e slides, foram discutidas as seguintes reações químicas e o processo físico-químico que ocorrem na prática de fritura, sendo eles: a reação de Maillard, a caramelização e a gelatinização do amido, bem como as condições para a formação da acrilamida, produto que pode vir a ser tóxico.

3º Momento pedagógico – Aplicação do conhecimento

Em seguida, foi proposta a atividade que caracterizou o principal recorte de análise desse trabalho, visto que foi apontado pelos estudantes como de maior interesse. Foi proposta a investigação com o objetivo de elaborar um modelo de fritura que fosse inovador e conseguisse atingir a qualidade ‘perfeita’, ou seja, melhores características sensoriais. Utilizando sistemas previamente montados para fritura, conforme apresentado na Figura 1, em trio, os alunos elaboraram testes e o modelo para a fritura “perfeita” da batata. Para isso, foi disponibilizado os seguintes materiais: amido de milho, sal, água, óleo vegetal, gordura de porco, batata pré-frita e diferentes tipos de batatas *in natura*.

Com a finalidade de incentivar o desenvolvimento da atividade e a argumentação dos estudantes, o protótipo elaborado deveria ser apresentado a um júri - representando uma empresa produtora de batata fritas -, apresentando o método e as vantagens para indústria, assim como os fatores que eles julgassem importante para convencer o júri em “comprar sua ideia”. Cada um dos três grupos realizou duas tentativas para definir o método e executá-lo. A construção dos modelos através da tentativa e erro é análoga ao processo de produção do conhecimento científico, no qual os próprios alunos sistematizam os conhecimentos, levantam hipóteses, elaboram o método, o testam e julgam o resultado. As principais ideias empregadas pelos alunos na elaboração dos seus modelos seguiram as diferentes metodologias apresentadas na Tabela 1.

As tentativas iniciais manifestaram limitações como: resfriamento do óleo ao depositar elevada quantidade de batatas no mesmo ou ainda em temperatura baixa, tendo



Figura 1: Sistemas montados para fritura das batatas no encontro Batata quente.

como consequência a entrada de maior quantidade de óleo na batata; uso inicial de uma temperatura elevada promovendo o desenvolvimento da reação de Maillard e de caramelização rapidamente sem gelatinizar o amido no seu interior. Todas as limitações foram possíveis de serem detectadas e solucionadas por eles mesmos. As batatas produzidas pelos alunos foram apresentadas ao júri (Figura 2).



Figura 2. Resultados nos modelos de frituras propostos pelos Grupos 1, 2 e 3, respectivamente.

Tabela 1: Conteúdo básico abordado nos métodos propostos.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Primeira tentativa	Foi utilizado grande quantidade de batata no óleo para o recipiente utilizado.	Adicionaram a batata no óleo com temperatura elevada.	Adicionaram a batata no óleo relativamente frio.
Segunda tentativa	Controlaram a temperatura e passaram amido no entorno da batata.	Cozinharam previamente a batata e, em seguida, fritaram em temperatura elevada	Controlaram todas as temperaturas referentes às reações e o processo físico-químico discutidos.

Como exemplificação, um dos discursos dos estudantes apresentados ao júri foi transcrito fielmente pela autora da pesquisa. Grupo 1: “Boa noite! Vocês estão preparados para conhecer o novo conceito de fritura de batata do terceiro milênio? Nós somos a empresa “38”. Nossa batata frita, foi envolvida em muitas técnicas e com vários conceitos científicos. Primeiramente a gente unta as batatas com amido. O que o amido irá fazer? Além de evitar que elas agarrem umas nas outras durante a fritura, devido ao favorecimento da reação de Maillard, elas adquirem uma camada crocante maior do que as outras e quando ocorre a caramelização, em uma temperatura maior, elas adquirem uma coloração bem mais atrativa para o consumidor. Além disso, o processo ocorre em etapas, com temperaturas diferentes para passar pelos processos. Não foi preciso cozinhar antes, porque mantemos a temperatura para ocorrer a gelatinização juntamente com a reação de Maillard, economizando tempo e dinheiro de você, fornecedor. Depois que esse processo acaba, elevamos a temperatura para que ocorra a caramelização.”

De maneira geral, ao comparar esta atividade com a do segundo encontro, é possível destacar o desenvolvimento dos estudantes nos seguintes aspectos: 1) na esfera do pensar, durante as discussões, percebeu-se de forma mais evidente a sistematização dos saberes cotidianos junto aos científicos, com diálogos mais extensos e com maior número de considerações; 2) na correção dos conceitos científicos, os estudantes demonstraram maior preocupação em explicar o conhecimento científico ao expor seus modelos e apropriaram-se de termos químicos para sustentar seus argumentos durante a apresentação do método ao júri, tais como os processos químicos (reação de Maillard, caramelização e gelatinização do amido) e as condições reacionais (temperatura e a concentração de reagente); e 3) todos os modelos finais apresentados possuíram conexão e adaptação da primeira tentativa, ou seja, da tentativa e erro, experimentando o processo de criação do conhecimento científico, 4) os estudantes se envolveram na atividade de tal forma que propuseram estratégias de marketing na apresentação do produtos, como o desenvolvimento de *slogans* e embalagem, além de apresentarem e preocupações com o custo-benefício para a empresa.

Sexto encontro – Júri simulado

1º Momento pedagógico – Problematização inicial

Ao final do encontro anterior foram realizados os seguintes questionamentos: 1) uma frase comumente utilizada é: você é o que você come, posicione-se diante dessa afirmação; 2) A batata frita pode ser responsável pelo alto índice de doenças como a obesidade e diabetes?. Em seguida, foi

proposto, para finalizar a oficina pedagógica, a realização de um júri simulado, na qual o grupo de estudantes foi dividido em grupos de 5 e 4 componentes. Um deles posicionou-se de forma favorável ao consumo da batata frita e o outro, defendeu a posição de que não se deve consumir.

2º Momento pedagógico – Organização do conhecimento

Nesse momento, não houve necessidade da inserção de novos conhecimentos científicos, visto que os estudantes haviam realizado as buscas e o material de apoio, elaborados por eles, foi avaliado pela pesquisadora. A pesquisadora orientou como seria realizado o júri simulado, o momento (iniciando com a acusação) e tempo disponíveis (5 minutos para cada grupo, em cada sessão). A primeira sessão consistiu no momento em que eles utilizariam para argumentar e as duas últimas sessões para contra-argumentar.

Embora em alguns momentos o tempo utilizado tenha sido inferior ao disponibilizado, foi perceptível o engajamento e a pesquisa por dados e informações. Foi apontado pelos acusadores o malefício do uso de conservantes em batatas industriais, nomenclaturas de ácidos graxos e suas consequências para saúde (*cis* e *trans*), condições que favorecem a síntese de acrilamida, transgênicos, diferenças entre os meios de fritura (óleo e gordura).

3º Momento pedagógico – Aplicação do conhecimento

Embora em alguns momentos o tempo utilizado tenha sido inferior ao disponibilizado, foi perceptível o engajamento e a pesquisa por dados e informações. Foi apontado pelos acusadores o malefício do uso de conservantes em batatas industriais, nomenclaturas de ácidos graxos e suas consequências para saúde (*cis* e

trans), condições que favorecem a síntese de acrilamida, transgênicos, diferenças entre os meios de fritura (óleo e gordura). Vale ressaltar que os estudantes buscaram se apropriar de termos químicos que não haviam sido discutidos durante as aulas, o que está de acordo com discutido por Beker (2017) para a tomada de consciência e conscientização de Freire e Piaget, respectivamente.

A defesa apresentou outros alimentos que também possuem alto teor de gordura como bolachas recheadas, que são amplamente consumidas, a fim de ressaltar que a condenação de um único alimento não é a solução para a redução de doenças. Do ponto de vista nutricional, muitos fatores devem ser considerados para avaliar o estado de saúde do indivíduo, como a sua predisposição genética; os hábitos alimentares, preservando sempre a dieta equilibrada, em que se tem a possibilidade de consumo de alimentos calóricos, porém em condições e quantidades definidas; e a prática de exercícios físicos. Outros aspectos de cunho social, como custo de vida para abdicar de alimentos fritos como a compra de panela *airfryer*, foram abordados. Os estudantes também discutiram a respeito da diferença da gordura animal e óleo vegetal para a fritura; e o consumo de batatas preparadas em casa, a fim de reduzir os danos à saúde. Portanto, a proposta do júri foi muito importante para a manifestação dos conhecimentos pelos estudantes e a construção de argumentos sólidos, com articulação de conhecimentos científicos e elementos de

persuasão, o que possibilita uma formação rica e crítica, com incentivo à pesquisa e a sistematização de conhecimentos. A seleção do júri foi condicionada a aspectos como sustentação de argumentos nos estudos científicos, apresentação de uma maior diversidade de dados e de conseguir contra-argumentar de forma mais organizada. Ao final, os principais pontos a respeito do princípio da nutrição de individualidade e da necessidade de uma dieta equilibrada foi retomado pela pesquisadora.

Conclusão

A oficina pedagógica possibilitou a aproximação de diferentes saberes, despertou interesse nos estudantes, percebido pelo desenvolvimento de argumentação frente a situações-problemas, assim como as habilidades necessárias para a construção de ideias e modelos, com a associação de conhecimentos prévios e científicos, na qual ambos são valorizados. A proposta de atividades contextualizadas favoreceu a participação, o questionamento e a pesquisa dos estudantes. Nesse sentido, foi possível estimular a curiosidade, os

A proposta de atividades contextualizadas favoreceu a participação, o questionamento e a pesquisa dos estudantes. Nesse sentido, foi possível estimular a curiosidade, os questionamentos e a necessidade de compreender o saber científico.

questionamentos e a necessidade de compreender o saber científico. A sequência proposta com a execução de atividades contextualizadas favoreceu o desenvolvimento das habilidades necessárias para a participação ativa dos estudantes no seu aprendizado. Por fim, destaca-se que o desenvolvimento

de atividades práticas, bem como outras que estimulam o envolvimento e participação ativa dos estudantes, fazendo com que eles atribuam significado e relacionem a ciência ao cotidiano, deve ser uma prática incorporada ao contexto do ensino regular, para que tenhamos jovens mais interessados pela ciência.

Bruna Fernandes Andrade (bruna_fernandes96@outlook.com), professora de química da rede estadual de Educação Básica de Minas Gerais. Doutoranda em Ciências dos Alimentos pela Universidade Federal de Lavras (UFLA) e mestre pela mesma área e instituição em 2018. Graduada em licenciatura em Química pela Universidade Federal de Viçosa, campus Florestal. Florestal, MG – BR. **Poliana Flávia Maia** (poliana.mais@ufv.br), graduada em licenciatura em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais, mestre, doutora e pós-doutora em Educação por essa mesma universidade. É professora adjunta da Universidade Federal de Viçosa, campus Florestal. Florestal, MG – BR.

Referências

ANASTASIOU, L. D. G. C., e ALVES, L. P. Estratégias de ensinagem. *Processos de ensinagem na universidade. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula*, 2004.

BECKER, F. Paulo Freire e Jean Piaget: Teoria e Prática. Schème: *Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas*, v. 9, p. 07-47, 2017.

BERNARDELLI, M. S., Encantar para ensinar – um procedimento alternativo para o ensino da química. *Convenção Brasil Latino América, Congresso Brasileiro e encontro paranaense de psicoterapias corporais*. Foz do Iguaçu. Anais 2004. Centro Reichiano. Disponível em: <http://www.centroreichiano.com.br/artigos/Anais%202004/Marelize%20Spagolla%20Bernardelli.pdf>, acesso em abr. 2018.

CANDAU, V. M. (org.). *Magistério: construção cotidiana*. Petrópolis: Vozes, 3ª Edição, 1999.

CHASSOT, A. Fazendo Educação em Ciências em um Curso de Pedagogia com Inclusão de Saberes Populares no Currículo. *Química Nova na Escola*, n. 27, p. 9-12, 2008.

DELEVATI, M. A.; TABARELLI G.; DOS SANTOS T. R. e FRIGO, M. L. *Ensino por Oficinas Temáticas: A Perícia Criminal como facilitadora da aprendizagem em Química*. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química. Florianópolis, SC, Brasil, 2006

DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J. A., PERNAMBUCO, M. M. e DA SILVA, A. F. G. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

DEWEY, J. *Os Pensadores*. São Paulo: Abril Cultural, 1980.

FREIRE. *Professora sim, tia não*. 9ª ed. São Paulo, SP: Olho d'Água, 1998. p.8 e p.127.

FRIEDSTEIN, H.G. Basic Concepts of Culinary Chemistry. *Journal of Chemical Education*, v.60, n.12, p. 1037-1038, 1983.

KRAISIG, Â. R. e BRAIBANTE, M. E. F. “A Química das Cores”: uma oficina temática para o ensino e aprendizagem de Química. *Ciência e Natura*, v.39, n3, p. 687-700, 2017.

MARCONDES, M. E. R.; SILVA, E. L. da; TORRALBO, D.; AKAHOSHI, L. H.; CARMO, M. P.; SUART, R. C.; MARTORANO, S. A. e SOUZA, F. L. *Oficinas Temáticas no Ensino Público visando a Formação Continuada de Professores*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007, p. 107.

MOITA, F. M.; CORDEIRO, G. S. e ANDRADE, F. C. B. *O saber de mão em mão: a oficina pedagógica como dispositivo para a formação docente e a construção do conhecimento na escola pública*. Anais Educação, Cultura e Conhecimento na contemporaneidade: desafios e compromissos. Caxambu - MG: ANPEd, 2006 p.11.

OLIVEIRA, A. M. e CAPELLINI, S. A. Desempenho de escolares na adaptação brasileira da avaliação dos processos de leitura. *Pró-fono Revista de Atualização Científica*, v. 22, n. 4, p. 55-560, 2010.

PAVIANI, N. M. S. *Oficinas pedagógicas: relato de uma experiência*, v. 14, n. 2, maio/ago. 2009 p.78.

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

PIAGET, J. *Seis estudos de Piaget*. Tradução: Maria Alice Magalhães D'Amorim e Paulo Sérgio Lima Silva. 25ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2011.

SANTOS, Tâmara NP et al. Aprendizagem ativo-colaborativo-interativa: inter relações e experimentação investigativa no ensino de eletroquímica. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 4, p. 258-266, 2018.

VERONEZ, P. D.; VERONEZ, K. N. da S. e RECENA, M. C. P. *Concepções dos alunos do curso de Educação de Jovens e*

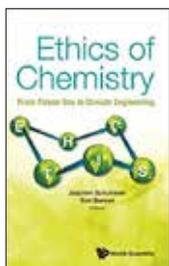
Adultos sobre transformações químicas. Resumos VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, 08 de nov. de 2009, p. 2.

VIEIRA, E. e VOLQUIND, L. E. A. *Oficinas de ensino: O quê? Por quê? Como?* 4. ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2002.

Abstract: *Pedagogical workshop: The chemistry of perfect French fries.* The pedagogical workshops provide students with an association between different knowledge and teaching levels in a dialogical process. Thus, when contextualized themes are used, the development of scientific knowledge and its application in daily are favored. This work presents report the application of pedagogical workshop, entitled: the chemistry of perfect French fries (with detailed description) as a teaching strategy for the content of chemical kinetics, with regard to factors that affect chemical reactions. Different activities have been proposed in which students actively participate in the whole process of teaching and learning.

Keywords: frying, sensory characteristics, daily, thematic, chemistry reactions.

A ética da química - uma discussão necessária



Na atualidade temos visto variadas formas de negacionismo científico, que ganharam dimensão com a pandemia de covid-19. Nesse contexto, é importante refletir sobre o papel da educação científica escolar na formação do pensamento crítico dos cidadãos. Não é incomum que a ciência escolar reproduza concepções científicas também difundidas por divulgadores científicos, sugerindo

a superioridade absoluta da ciência sobre quaisquer outras formas de conhecimento e seu potencial para resolver todo e qualquer problema. Essa postura científica radical acaba por exigir do cidadão que aceite como “verdade” os produtos da ciência, sejam eles conceituais ou aplicados. A não compreensão dos processos que levam à construção do conhecimento científico abre espaço para que negacionistas convençam o público em geral de que ideias baseadas em tradições religiosas ou opiniões anedóticas, por exemplo, têm credibilidade igual ou superior à ciência.

Parece claro que o ensino de ciências não pode limitar seu foco aos produtos da ciência. É claro que estes são importantes: não é possível conceber um ensino de ciências sem conteúdos. Entretanto, o momento atual deixa muito claro que é fundamental que os cidadãos entendam a complexidade do empreendimento científico e de suas relações com a sociedade e o ambiente. Nesse sentido, o ensino de química tem papel de destaque, dada a centralidade dessa ciência em suas relações com outros ramos do conhecimento científico e tecnológico, e seus profundos impactos sobre o modo de vida contemporâneo. Para que seja possível atingir o grande público, é necessário que educadores e divulgadores em química estejam instrumentalizados para discutir criticamente essa ciência.

O livro *Ethics of Chemistry*, organizado por Schummer e Børsen, oferece uma importante contribuição para a formação de professores de química dos níveis médio e superior, e também de profissionais da química. Reunindo artigos publicados entre 2016 e 2020 no periódico *Hyle*, o livro se propõe como introdução a uma temática negligenciada na formação de químicos e professores de química: a ética da química. Em geral, quando se fala de ética na ciência são lembrados problemas como plágio, falsificação de resultados, inclusão ou exclusão indevida de autores em publicações, etc. Esses problemas são comuns a todas as áreas da ciência, e também são objeto de um dos capítulos. Porém, a temática do livro é muito mais abrangente, e focaliza aspectos que são peculiares à atividade química. Seus dezenove capítulos são escritos por diferentes autores, e abordam episódios históricos que propiciam o aprofundamento de variadas questões éticas relacionadas à química.

O primeiro capítulo oferece uma introdução ao conteúdo do livro, e inclui um resumo das principais teorias éticas que se constituem em referenciais para as discussões desenvolvidas ao longo do volume. Tal introdução é muito necessária, uma vez que a maioria dos químicos possui visões de senso comum a respeito do que seja ética e desconhece a complexidade das teorias elaboradas nesse ramo da filosofia. Assim, os leitores são apresentados

a diferentes pontos de vista sobre princípios e valores éticos, deveres e responsabilidades envolvidos na atividade química.

Os dezenove capítulos estão distribuídos em cinco partes, cada qual focalizando uma das dimensões da ética química delineadas pelos editores. A primeira apresenta casos de mau uso de produtos químicos e condutas inadequadas, focalizando a produção de armas químicas e discutindo tanto as responsabilidades individuais dos cientistas quanto das corporações que fabricam esses armamentos. A segunda parte aborda consequências locais imprevistas, por meio de temas como o trágico acidente industrial de Bhopal, a talidomida e o agente laranja. A terceira trata de influências e desafios globais e de longo prazo, como a poluição por DDT e por bisfenol-A, a química verde, a ética da engenharia climática, entre outros casos. A quarta parte apresenta os desafios éticos à cultura postos por substâncias psicotrópicas, pela possibilidade de produção de “vida artificial” e por eventuais direitos de patente sobre o DNA. Finalmente, a quinta e última parte discute um código de conduta profissional e os aspectos éticos envolvidos na regulamentação das atividades químicas. A variedade e a pertinência dos temas, bem como a profundidade com que são abordados, são pontos fortes do livro.

Schummer e Børsen também tiveram a preocupação de apresentar sugestões muito úteis de como o livro pode ser utilizado no contexto educacional. Sua intenção é que o livro seja utilizado como referência para disciplinas de graduação ou pós-graduação, que podem abranger seu conteúdo na íntegra ou temas selecionados. O material contido no livro pode ser organizado de diferentes formas, conforme a preferência do docente. Uma das possibilidades sugeridas pelos editores é seguir a organização que caracteriza as diferentes dimensões das questões éticas, ou seja, a própria ordem dos capítulos. Outra possibilidade é organizar os temas em ordem cronológica, de modo a compor uma história cultural da química ao longo dos séculos XX e XXI. Professores de química também podem introduzir discussões éticas em suas disciplinas selecionando as temáticas de acordo com áreas da química: inorgânica, físico-química, orgânica, química de polímeros, química agrícola, bioquímica, etc. Desse modo, o livro pode atender a diferentes demandas e interesses de educadores em química.

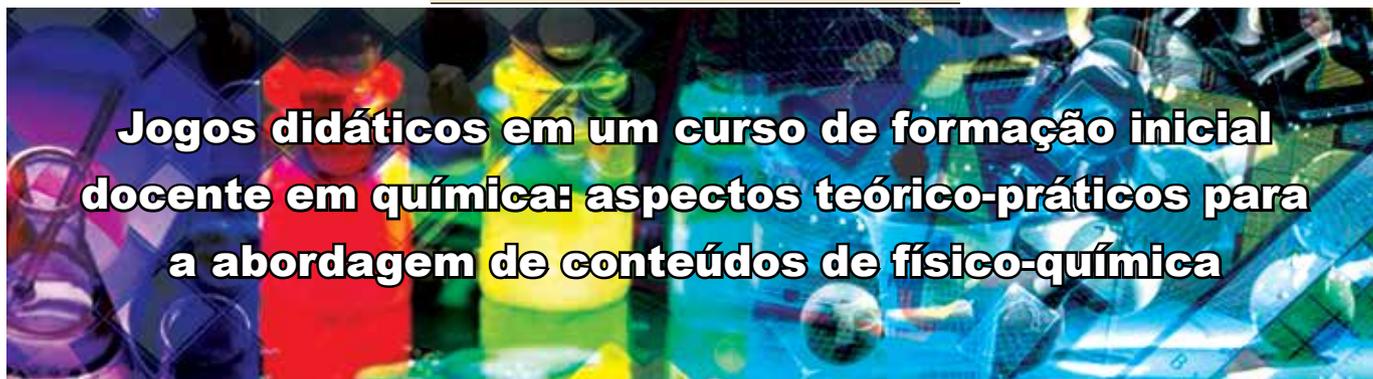
A leitura de *Ethics of Chemistry* é de proveito para todos os interessados em tornar o ensino de química mais crítico e reflexivo. Esperamos que sua divulgação no Brasil também possa inspirar pesquisadores e educadores da área a desenvolverem outros estudos de caso em ética da química baseados em episódios nacionais, promovendo reflexões sobre ações, omissões, impactos da química e responsabilidades envolvidas em casos como contaminações por resíduos industriais e de mineração, o uso de agrotóxicos, etc.

Paulo Alves Porto

Departamento de Química Fundamental

Instituto de Química – Universidade de São Paulo

Joachim Schummer & Tom Børsen (Eds.) *Ethics of Chemistry: From Poison Gas to Climate Engineering*. Singapore: World Scientific Publishing, 2021.



Jogos didáticos em um curso de formação inicial docente em química: aspectos teórico-práticos para a abordagem de conteúdos de físico-química

Dyenifer M. Barbosa e Thaís R. Rocha

Neste trabalho, buscou-se abordar em um curso os aspectos teórico-práticos relacionados aos jogos didáticos, a fim de contribuir para a formação inicial dos acadêmicos de licenciatura em Química do IFSC Câmpus Criciúma. O curso, estruturado com base nos Três Momentos Pedagógicos, foi realizado durante a disciplina de Físico-Química II, com a participação de 8 acadêmicos. Além do estudo dos referenciais teóricos, houve a elaboração e validação de 4 jogos didáticos, sendo um deles aplicado na educação básica. Como instrumentos de coleta de dados, tem-se questionários destinados aos acadêmicos, estudantes e professor da escola, bem como registros em diário de campo. Os dados foram analisados com base na Análise Textual Discursiva e discutidos a partir de 5 categorias emergentes. Além das significações do curso para a formação dos acadêmicos, evidenciou-se contributos do jogo didático, aplicado como forma de revisão, para a aprendizagem dos estudantes em química.

► formação inicial docente, jogos didáticos, físico-química ◀

Recebido em 31/07/2020, aceito em 28/03/2021

45

Ao analisar o cenário educacional brasileiro é possível perceber a grande influência exercida pelas transformações políticas, sociais, culturais e econômicas, sendo evidenciada pelos diferentes documentos oficiais que regem a educação básica. Diante disso, o papel da escola e do professor precisa ser constantemente reavaliado, uma vez que as instituições de ensino, apesar de apresentarem algumas fragilidades no que se refere às questões pedagógicas necessárias à formação inicial docente, são fundamentais para a democratização da sociedade (Libâneo, 2011).

Uma dessas fragilidades refere-se ao distanciamento existente entre as pesquisas desenvolvidas nas instituições de ensino superior e o trabalho docente realizado nas escolas de educação básica. Percebe-se que os conhecimentos científicos e pedagógicos que estão em constante discussão no âmbito acadêmico, muitas vezes, não se fazem presentes na implementação das atividades em sala de aula. Para isso, os momentos voltados para o repensar sobre a prática

pedagógica e o papel do estudante e do professor no processo de ensino e aprendizagem são necessários, uma vez que esses acadêmicos estão se preparando para a docência na educação básica, em uma sociedade contemporânea (Abrucio, 2016; Libâneo, 2011).

Segundo a Resolução do Conselho Nacional de Educação (CNE), Nº 2/2015, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada, a docência é compreendida como um processo:

Percebe-se que os conhecimentos científicos e pedagógicos que estão em constante discussão no âmbito acadêmico, muitas vezes, não se fazem presentes na implementação das atividades em sala de aula.

[...] pedagógico intencional e metódico, envolvendo conhecimentos específicos, interdisciplinares e pedagógicos, conceitos, princípios e objetivos da formação que se desenvolvem na construção e apropriação dos valores éticos, linguísticos, estéticos e políticos do conhecimento inerentes à sólida formação científica e cultural do ensinar/aprender, à socialização e construção de conhecimentos e sua inovação, em diálogo constante entre diferentes visões de mundo (Brasil, 2015, p. 03).

A seção "Ensino de Química em Foco" inclui investigações sobre problemas no ensino de Química, com explicitação dos fundamentos teóricos, procedimentos metodológicos e discussão dos resultados.



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

Com base nesta Resolução do CNE/CP nº 2/2015, definiu-se a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (Brasil, 2019), a qual estabelece que os licenciandos devem desenvolver competências inerentes à docência, baseando-se em dimensões do conhecimento, prática e engajamento profissionais, sendo estas constituintes de um processo dinâmico com vistas a uma formação inicial sólida.

Neste documento evidencia-se a necessidade de levar em consideração a realidade de cada escola e de seus estudantes. A partir desta análise local, os acadêmicos devem ser conduzidos à dinâmicas pedagógicas que contribuam para seu futuro exercício profissional. Além disso, deve-se possibilitar condições para o exercício “do pensamento crítico, a resolução de problemas, o trabalho coletivo e interdisciplinar, a criatividade, a inovação, a liderança e a autonomia” (Brasil, 2015, p. 06).

Para isso, a tarefa de ensinar exige do docente uma formação que contemple um aprofundamento do conhecimento científico aliado ao estudo de estratégias didático-metodológicas que visem o estímulo à aprendizagem dos estudantes, de forma a aproximar a química de suas realidades. Deste modo, é importante que se tenha um equilíbrio referente às questões que estão relacionadas ao “o quê” e “como” ensinar.

Visando essa aproximação, o uso de jogos didáticos ganha espaço no âmbito escolar, uma vez que envolve mudanças nas dinâmicas de sala de aula, propiciando a participação ativa dos estudantes. Além disso, é fundamental a mediação do professor com o fornecimento de estímulos motivantes para o estudo da química, evidenciando que “a motivação não é algo que está ou não está no aluno, mas que é resultado da interação social na sala de aula” (Pozo e Crespo, 2009, p. 44). Para além da compreensão dos conteúdos conceituais, o jogo também contribui para o desenvolvimento da autonomia e da criticidade, proporcionando um engajamento prazeroso por parte dos estudantes (Félcio e Soares, 2018).

Para que o professor tenha conhecimento sobre a elaboração de jogos, sua utilização, avaliação e o momento adequado para a implementação em sala de aula, considerou-se pertinente ofertar um curso de formação inicial docente aos acadêmicos de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Criciúma.

Segundo Abrucio (2016), o pequeno número de trabalhos relacionados às metodologias de ensino representa o lugar secundário que a didática possui nas grades curriculares dos cursos de licenciatura. Analisando-se a matriz curricular do curso de Licenciatura em Química do IFSC - Câmpus Criciúma¹, mesmo sendo ofertada a disciplina de Metodologia e Didática para o Ensino de Química, que tem como um de seus objetivos discutir e apresentar diferentes ferramentas, métodos e metodologias aos acadêmicos,

acredita-se ser necessário realizar uma abordagem mais aprofundada relacionada aos aspectos de elaboração e aplicação de jogos didáticos voltados para o ensino médio, sendo esta uma das maneiras de preparar os acadêmicos para os desafios do ensino de química.

Escolheu-se trabalhar com os acadêmicos da sétima fase, uma vez que tiveram contato com as diferentes áreas da química ao longo do curso, apresentando uma visão mais ampla da sua matriz curricular. Nesse sentido, a disciplina de Físico-Química II foi selecionada para desenvolver as intervenções desta pesquisa, uma vez que está presente na etapa final do curso.

Diante do exposto, tem-se a seguinte questão problematizadora que norteou o desenvolvimento deste trabalho: “A elaboração de jogos didáticos pode contribuir para a formação inicial dos acadêmicos da sétima fase do curso de Licenciatura em Química do IFSC Câmpus Criciúma?”.

Com o intuito de responder a este questionamento, objetivou-se “analisar a contribuição dos jogos didáticos na formação inicial dos acadêmicos do curso de Licenciatura em Química, associando os conhecimentos científicos de físico-química com os fenômenos do cotidiano”.

Para isso, buscou-se discutir com os acadêmicos sobre a importância da inserção de jogos didáticos no ensino de química, bem como propor a eles a elaboração de jogos visando uma contextualização dos conhecimentos científicos de Físico-Química, a fim de utilizá-los em futuras intervenções em sala de aula. Outro ponto de interesse referiu-se à proposição

de momentos destinados à reflexão quanto à importância do planejamento pedagógico.

Escolheu-se trabalhar com a formação inicial docente uma vez que o ensino de química na educação básica apresenta diversos desafios, em razão da rápida evolução do mundo, ao fácil acesso à informação e à implementação de tecnologias cada vez mais avançadas no cotidiano da sociedade. Devido a essa constante evolução, um dos maiores desafios na docência é abordar os conhecimentos científicos de química, visando relacioná-los aos fatos do dia a dia, levando em consideração os diferentes contextos dos estudantes.

Outra problemática enfrentada pelos docentes é a falta de interesse dos estudantes, que pode estar relacionada com a motivação para o aprendizado da ciência (Padilha, 2017; Ribeiro, 2011). Pozo e Crespo (2009, p. 41) destacam que “não podemos pensar de antemão que os alunos estão interessados em aprender ciência. Um dos objetivos da educação científica deve ser, justamente, despertar neles esse interesse”.

A motivação é fundamental para que haja aprendizagem escolar, e requer prática, esforço e continuidade para o aprendizado (Pozo e Crespo, 2009). Quanto a sua definição,

[...] a tarefa de ensinar exige do docente uma formação que contemple um aprofundamento do conhecimento científico aliado ao estudo de estratégias didático-metodológicas que visem o estímulo à aprendizagem dos estudantes, de forma a aproximar a química de suas realidades.

pode ser entendida como “uma força interior que estimula, dirige, mobiliza a pessoa para uma ação com entusiasmo” (Camargo, C., Camargo, M. e Souza, 2019, p. 599). Quanto às relações entre a motivação e a aprendizagem, percebe-se que as tecnologias da informação e comunicação possuem um grande destaque na vida dos jovens. Segundo os autores, as constantes notificações e informações no meio tecnológico, por vezes, podem se tornar mais atraentes a eles do que os conhecimentos e saberes trabalhados na escola, ocasionando uma falta de interesse e motivação para os estudos.

São diversas as variáveis que influenciam a motivação no processo de aprendizagem, as quais referem-se a parâmetros internos, ambientais e aqueles relacionados ao interesse para com o aprendizado (Ruiz, 2005). Nesse sentido, entende-se a motivação como sendo intrínseca e extrínseca. A motivação intrínseca está relacionada a um aprendizado construtivo, pautado na determinação, autonomia e busca por significados, a fim de compreender os fenômenos naturais e tecnológicos que nos cercam. A motivação extrínseca se relaciona ao valor concedido a uma tarefa, e vincula-se a aspectos econômicos, políticos, sociais e morais.

O professor poderá fomentar o interesse intrínseco a partir da realização de um trabalho que vise atender aos interesses dos estudantes com base na abordagem de temas de seu cotidiano, partindo de seus conhecimentos prévios, limitações e dificuldades. Bem como, poderá voltar-se à motivação extrínseca, com o uso de diferentes estratégias e ferramentas de ensino que envolvam os estudantes e busquem atender aos objetivos de aprendizagem. (Camargo *et al.*, 2019; Pozo e Crespo, 2019).

Buscando aproximar os estudantes e envolvê-los para o estudo da química, é fundamental que o docente possua em sua formação o conhecimento necessário para elaboração de aulas que fujam da mera transmissão de conhecimentos - a qual tende a estar associada à motivação extrínseca - e instigue o interesse do estudante, possibilitando uma apropriação dos conteúdos, a fim de produzir significados e dar sentido aos fatos e situações vivenciados e que possam contribuir para uma motivação intrínseca.

Os jogos didáticos na educação

A conceituação de jogo pode ter diversas definições e entendimentos em diferentes esferas sociais. Em consonância com as ideias de Soares (2008), considera-se o jogo como um resultado de interações linguísticas em termos de atividades lúdicas que, além de conter regras claras e explícitas, age em um lugar delimitado, seja um espaço ou brinquedo. Também implica no prazer, divertimento, liberdade e voluntariedade.

Os jogos didáticos devem manter um equilíbrio entre a função lúdica, caracterizada pela diversão e prazer, e a educativa, que contempla os conhecimentos, habilidades e saberes necessários aos estudantes (Cunha, 2012). Quando estas funções estão desequilibradas provocam duas situações: quando a função lúdica predomina não há mais ensino, há apenas jogo ou, ao contrário, quando a função educativa elimina todo hedonismo, resta apenas o ensino (Kishimoto, 1998).

Miranda (2002) evidencia a importância da utilização de jogos como apoio ao processo educativo, destacando cinco fenômenos relacionados à aprendizagem e que são beneficiados a partir da implementação de atividades lúdicas na escola, sendo eles: cognição, afeição, socialização, motivação e criatividade. O jogo didático mobiliza a cognição, possibilitando o desenvolvimento intelectual e da personalidade, a capacidade de resolução de problemas, o pensamento lógico e a abstração. A afeição está associada aos sentimentos, emoções, estima e afetividade, que se estabelecem no âmbito escolar e são fortalecidas no momento do jogo. Segundo o autor, é de extrema importância a sua articulação com a cognição, favorecendo assim, o aperfeiçoamento intelectual.

A socialização é um dos fenômenos que se destaca durante o jogo, uma vez que são estabelecidas regras e determinados princípios que devem ser seguidos pelos grupos de estudantes. Esta interação social contribui para o relacionamento entre os sujeitos e estimula a capacidade argumentativa. A motivação está vinculada ao jogo uma vez que se caracteriza como uma ação desafiadora e que mobiliza o estudante para a aprendizagem, consideradas estas características de ambientes motivantes (Miranda, 2002). Assim como a criatividade, fundamental para o desenvolvimento da imaginação e do exercício do potencial criativo, o que torna os estudantes mais atentos às situações do cotidiano.

Ao dialogarem sobre o papel do jogo no ensino de química, Messeder Neto e Moradillo (2016) o percebem como uma linha auxiliar na sala de aula, com vistas à apropriação dos conhecimentos científicos como contribuição aos processos psíquicos, como a atenção, memória, pensamento e imaginação. Os autores também destacam o papel fundamental da mediação durante o jogo, uma vez que a presença dos conceitos “não garante que os estudantes estejam tomando consciência do conteúdo e se apropriando dele” (Messeder Neto e Moradillo, 2016, p. 365).

Desta forma, entende-se o jogo como sendo uma ferramenta de aprendizagem que possibilita o desenvolvimento de diferentes fenômenos relacionados aos aspectos conceituais, lúdicos, sociais e atitudinais, estando o professor no papel do condutor durante a ação de sala de aula. A partir da interação social, o docente poderá atentar-se quanto aos

O professor poderá fomentar o interesse intrínseco a partir da realização de um trabalho que vise atender aos interesses dos estudantes com base na abordagem de temas de seu cotidiano, partindo de seus conhecimentos prévios, limitações e dificuldades.

conhecimentos prévios dos estudantes e suas dificuldades, buscando contemplar os objetivos de aprendizagem com base nos processos avaliativos vinculados à atividade pedagógica.

Neste trabalho, buscou-se, a partir da elaboração de jogos didáticos, uma apropriação desta ferramenta de ensino por parte dos acadêmicos, na busca de uma maior dinamicidade para as futuras práticas docentes, fugindo da mera transmissão de conhecimentos. Nesta perspectiva, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) adota a flexibilidade como princípio de organização curricular, permitindo “a construção de propostas pedagógicas que atendam mais adequadamente às especificidades locais e à multiplicidade de interesses dos estudantes” (Brasil, 2018, p. 468). Menciona ainda que este estímulo proveniente do uso de diferentes metodologias em sala de aula propicia o protagonismo juvenil e estimula um pensar sobre os desafios e perspectivas de vida.

Para tornar as aulas mais dinâmicas e os estudantes protagonistas de sua aprendizagem, os jogos didáticos têm ganhado importância como recurso para o ensino de conteúdos de química. De acordo com Cunha (2012, p. 95), “os jogos didáticos, quando levados à sala de aula, proporcionam aos estudantes modos diferenciados para aprendizagem de conceitos e desenvolvimento de valores. É nesse sentido que reside a maior importância destes como recurso didático”.

De maneira geral, o uso de jogos como atividade de entretenimento sempre estiveram presentes na vida das pessoas. Pode-se dizer que os jogos educativos nasceram no século XVI, durante o Renascimento. Foi apenas no século XX que o jogo didático passou a ganhar destaque na educação, tornando-se rapidamente acessível a todos, entretanto, ainda utilizado com maior controle pelo professor (Cunha, 2012).

Diante disso, considera-se o jogo como um constituinte da história da humanidade. Entende-se sua importância no contexto educacional atual, uma vez que contribui para os processos de ensino e aprendizagem devido à relação com os aspectos lúdicos, cognitivos, sociais e afetivos, impulsionando o estudante a construir ativamente seu aprendizado. Também possibilitam a construção do conhecimento de maneira mais prazerosa, ultrapassando a simples transmissão de conceitos e fórmulas químicas.

Aspectos metodológicos

Esta pesquisa possui um caráter predominantemente qualitativo, uma vez que foram verificados os problemas e analisadas as variáveis relacionadas à formação docente. Teixeira (2005) menciona que na análise qualitativa o pesquisador reduz a distância entre a teoria e os dados, entre o contexto e a ação, ao utilizar da compreensão dos fenômenos pela sua interpretação e descrição.

As etapas da pesquisa foram estruturadas com base nas quatro fases do ciclo de investigação-ação propostas por Tripp (2005). Na primeira fase, planejar uma melhora da prática, foi realizado um levantamento bibliográfico, necessário para o planejamento do curso de formação inicial docente, juntamente com a elaboração dos instrumentos de coleta de dados. Quanto à fase relacionada ao agir para implementar a melhora da prática, realizou-se a implementação do curso de formação inicial docente e aplicação de um dos jogos elaborados, com estudantes da educação básica. Durante as fases de descrição e avaliação da ação, ocorreu a recolha e análise dos dados obtidos, a fim de se obter novos significados.

Participaram do curso de formação inicial docente, oito acadêmicos, sujeitos da pesquisa, sendo que cinco deles estavam matriculados na disciplina de Físico-Química II, e três foram convidados a participar, os quais também se encontravam nas fases finais do curso de Licenciatura em Química do IFSC Câmpus Criciúma. Buscando contemplar um dos objetivos específicos relacionado à aplicação de um jogo didático produzido pelos acadêmicos no curso de formação inicial, com estudantes da educação básica, tem-se como sujeitos envolvidos na pesquisa os estudantes

do curso técnico integrado em Química da mesma instituição de ensino e o professor da disciplina de Físico-Química. No Quadro 1 estão descritas as intervenções desenvolvidas na segunda etapa do ciclo de investigação-ação, o número de sujeitos envolvidos, as ações realizadas, bem como a carga horária utilizada.

Conforme explicitado no Quadro 1, as atividades do curso de formação inicial docente foram estruturadas com base nos três momentos pedagógicos descritos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), uma vez que permitem por meio de um processo dialógico, a compreensão dos conhecimentos teóricos e práticos envolvidos no tema proposto. Adotou-se esta abordagem devido à íntima articulação entre os três momentos pedagógicos. Logo no primeiro momento pedagógico - problematização inicial - buscou-se identificar conhecimentos prévios dos acadêmicos participantes acerca do uso de jogos no ensino de química, bem como propiciar um momento de interação e troca de experiências a fim de perceber as vivências relacionadas ao uso e/ou elaboração de jogos durante o curso.

Partindo desta análise, no segundo momento pedagógico - organização do conhecimento - foram abordados os conhecimentos necessários para a compreensão do tema, para que no terceiro momento - aplicação do conhecimento - os acadêmicos pudessem encontrar relações entre o tema estudado, aprofundar os conceitos, analisar fenômenos e situações que não estejam diretamente ligadas à problematização inicial, mas que sejam explicadas por meio do mesmo conhecimento. A seguir, estão descritas as atividades realizadas em cada um dos três momentos pedagógicos.

Neste trabalho, buscou-se, a partir da elaboração de jogos didáticos, uma apropriação desta ferramenta de ensino por parte dos acadêmicos, na busca de uma maior dinamicidade para as futuras práticas docentes, fugindo da mera transmissão de conhecimentos.

Quadro 1: Intervenções desenvolvidas na segunda etapa do ciclo de investigação-ação da pesquisa.

Intervenções desenvolvidas	Envolvidos na pesquisa	Ações realizadas	Carga horária
Curso de Formação Inicial aos acadêmicos da 7ª fase da Licenciatura em Química (1º semestre de 2019)	8 Acadêmicos	1º MP: Aplicação do questionário inicial e apresentação das etapas do trabalho	1 h/a
		2º MP: Explicação do referencial teórico sobre jogos didáticos	2 h/a
		3º MP: Elaboração e validação dos jogos didáticos. Aplicação do questionário final	8 h/a
Aplicação do jogo com estudantes da educação básica (2º semestre de 2019)	26 Estudantes do Ensino Técnico Integrado ao Médio	Aula disponibilizada pelo professor para a aplicação do jogo	2 h/a
	1 Professor titular da unidade curricular de Físico-Química		

No primeiro momento pedagógico, caracterizado pela apresentação de situações reais do cotidiano relacionadas ao tema proposto, considerou-se pertinente investigar os conhecimentos prévios dos acadêmicos acerca de jogos didáticos, bem como analisar a opinião sobre a importância dessa ferramenta para o ensino de química. Para isso, foi elaborado um questionário inicial² (QI) e aplicado com os acadêmicos participantes da pesquisa. Foi perguntado a eles se reconhecem a necessidade de atividades lúdicas para facilitar a aprendizagem dos estudantes e se sentiram falta de componentes curriculares ao longo do curso que abordem esse tipo de atividade. Além disso, foi feita uma apresentação inicial sendo explicitada as diferentes etapas de trabalho.

No segundo momento pedagógico, destinado ao estudo e compreensão dos temas que buscam esclarecer os questionamentos levantados na problematização inicial, explicou-se, de forma expositiva e dialogada, sobre o uso de jogos didáticos no ensino de química. Foram explicitados alguns referenciais teóricos sobre jogos, que abordam as diferentes maneiras de utilização desse recurso em diversos momentos da aula, bem como discutidas as diferentes maneiras de avaliar a aprendizagem dos estudantes após a aplicação do jogo. Ao final, foram apresentados alguns tipos de jogos que podem ser utilizados, como de cartas, tabuleiros, dinâmicos, júri químico, entre outros.

Nessa etapa, também foi disponibilizado um tempo para que os acadêmicos escolhessem os conteúdos de Físico-Química para a elaboração de seus jogos. Como orientação aos itens necessários na elaboração de um jogo didático, utilizou-se os critérios elencados por Robaina (2008), que são: título, tempo de aplicação, conceito, princípio, habilidade, material utilizado, sugestão para avaliação, indicação, conteúdo e regras. Apesar de serem considerados critérios instrucionais, foram apresentados aos acadêmicos com o intuito de orientar este primeiro contato

No primeiro momento pedagógico, caracterizado pela apresentação de situações reais do cotidiano relacionadas ao tema proposto, considerou-se pertinente investigar os conhecimentos prévios dos acadêmicos acerca de jogos didáticos, bem como analisar a opinião sobre a importância dessa ferramenta para o ensino de química.

com a elaboração de um jogo didático, buscando apresentar os elementos fundamentais para a sua estruturação.

Ainda neste momento pedagógico, os acadêmicos elaboraram os jogos didáticos com base nos conhecimentos adquiridos. Divididos em quatro grupos de trabalho, escolheram um tema e o tipo de jogo. Para realizar esta atividade, tiveram orientação da pesquisadora referente aos materiais necessários para sua construção, bem como à escolha de um conteúdo para relacioná-lo.

No terceiro momento pedagógico, que consiste na organização das ideias trabalhadas nos momentos anteriores, ocorreu a validação dos jogos elaborados pelos acadêmicos. Dessa forma, os acadêmicos socializaram seus jogos com os colegas e todos jogaram. Objetivou-se nessa etapa de aplicação dos saberes, a efetivação dos jogos, sendo possível obter um *feedback* dos acadêmicos acerca das regras elaboradas, tempo de aplicação e aprofundamento teórico. Além disso, aplicou-se o questionário final² (QF) para verificar a contribuição do curso ofertado para a sua futura prática profissional docente.

No segundo semestre de 2019, aplicou-se um dos jogos elaborados pelos acadêmicos em uma turma do ensino técnico integrado ao médio do IFSC Câmpus Criciúma, com o objetivo de verificar a sua viabilidade como ferramenta para auxiliar no processo de aprendizagem dos estudantes quanto ao estudo da Físico-Química. O jogo escolhido foi o “Químister”, uma vez que

envolvia o conteúdo de cinética química que estava sendo trabalhado pelo professor da Unidade Curricular (UC), além de possuir a intenção de revisão, como proposto pelos acadêmicos. Ao final da aplicação do jogo, os estudantes do ensino técnico integrado ao médio e o professor da UC responderam a um questionário (identificados como QEM e QPR, respectivamente) a fim de avaliar a atividade implementada. As observações em diário de campo (DC)

realizadas pela pesquisadora também contribuíram para a recolha de dados. Foram escritos quatro relatos, sendo três referentes aos encontros com os acadêmicos, e um relacionado à aplicação do jogo elaborado.

Como parte das terceira e quarta etapas desta pesquisa, os dados foram analisados com base na Análise Textual Discursiva (ATD), segundo Moraes e Galiuzzi (2006). Essa abordagem divide-se em três momentos: unitarização, categorização e novo emergente, a qual transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são: conteúdo e discurso.

Resultados e discussão

Na primeira etapa da ATD, tem-se o processo de unitarização, momento em que o pesquisador realiza uma desconstrução dos textos para interpretar os diversos significados que foram expressos ao longo da pesquisa, sendo organizados por unidades de análise. Durante a análise dos resultados, os instrumentos de coleta de dados estão identificados por suas respectivas siglas, juntamente com a enumeração dos sujeitos da pesquisa, a fim de preservar o anonimato dos envolvidos.

Após esta primeira etapa de desconstrução dos dados, seguiu-se o processo de categorização. Neste momento realizou-se uma aproximação das ideias com o intuito de originar conjuntos mais complexos. Após a análise chegou-se a 5 categorias finais emergentes, sendo elas: Função lúdica dos jogos; A formação inicial docente e suas múltiplas vertentes; Diversificação e dinamicidade em sala de aula, Planejamento e elaboração de um jogo didático; Aprofundamento do conhecimento científico na área de Físico-Química.

Função lúdica dos jogos

Nesta categoria observa-se que a menção à função lúdica dos jogos esteve presente nos relatos de alguns acadêmicos, estudantes do ensino técnico integrado ao médio, assim como do professor da UC. No primeiro momento do curso de formação inicial, 7 dos 8 acadêmicos explicitaram a importância da ludicidade quando se utilizam os jogos didáticos na educação básica: “[...]é uma metodologia que permite com que o aluno aprenda brincando [...]” (QI.2). Dentre os relatos iniciais, apenas o acadêmico 6 mencionou a importância do conhecimento científico no momento de elaborar um jogo didático: “para a nossa formação seria um diferencial. Em um cenário onde a química torna-se cada vez mais uma ciência de difícil compreensão por parte dos alunos, seria um ótimo recurso (quando bem planejada) aliada a parte conceitual” (QI.6).

Para além da ludicidade, percebeu-se que ao final do processo os acadêmicos mencionaram diversos elementos, como a importância que se deve dar ao conhecimento científico de química, uma vez que as funções lúdica e educativa devem se fazer presentes, sem esquecer da necessidade de realizar um planejamento detalhado a fim de prever as diferentes etapas durante a implementação do jogo didático.

Referente ao questionamento sobre o uso de jogos na educação básica, e corroborando com essa visão lúdica sobre os jogos, o professor da UC mencionou que considera importante associar os jogos didáticos com os conhecimentos científicos de Físico-Química, uma vez que torna a aula mais atrativa. Além disso, 7 dos 26 estudantes do ensino técnico integrado ao médio, quando questionados se o jogo aplicado contribuiu para a aprendizagem e/ou revisão do conteúdo de físico-química, afirmaram que sim, atribuindo o papel dos jogos à diversão.

Deste modo, entendendo como uma resposta positiva quanto a atividade desenvolvida em sala de aula, os estudantes associaram o jogo ao prazer e divertimento. Porém, ressalta-se a importância dos aspectos educativos e pedagógicos, especialmente no que se refere às funções dos jogos e aos cuidados necessários quanto à ludicidade em sala de aula (Messeder Neto, 2012; Soares, 2016).

A formação inicial docente e suas múltiplas vertentes

Durante a análise dos dados referente ao processo de implementação do curso de formação inicial docente, dois assuntos foram enfatizados pelos acadêmicos, os quais serão apresentados na forma de subcategorias, sendo eles: 1) Embasamento/aprofundamento teórico sobre jogos; 2)

Vivências ao longo do curso de Licenciatura em Química.

Com relação à subcategoria 1, todos os acadêmicos participantes apontaram não possuir um embasamento teórico sobre os jogos didáticos durante o curso de graduação. Apenas tiveram uma experiência no início de sua formação, em que confeccionaram um jogo, porém, sem aprofundamento teórico, como apresentado a seguir:

Não encontramos nenhum embasamento teórico. Fomos incentivadas a desenvolver um jogo didático na disciplina de inorgânica experimental [...]. Porém, os jogos foram desenvolvidos sem nenhum embasamento teórico ou conhecimento sobre jogos didáticos. Aplicamos jogos didáticos na prática de estágio, pois havia sido apresentado um similar por uma colega da licenciatura. Mas realmente nunca tivemos uma disciplina que incentivasse o uso de jogos na educação, o que seria muito importante para nossa formação como professor (QI.3).

Na segunda subcategoria os acadêmicos mencionaram alguns momentos em que utilizaram os jogos ao longo do

Para além da ludicidade, percebeu-se que ao final do processo os acadêmicos mencionaram diversos elementos, como a importância que se deve dar ao conhecimento científico de química, uma vez que as funções lúdica e educativa devem se fazer presentes, sem esquecer da necessidade de realizar um planejamento detalhado a fim de prever as diferentes etapas durante a implementação do jogo didático.

curso de graduação, mesmo sem qualquer embasamento referente aos cuidados quanto às questões didático-pedagógicas. Dessa maneira, 3 dos 8 acadêmicos relataram que, mesmo sem um aprofundamento, utilizaram essa ferramenta durante a prática de estágio supervisionado e na Prática como Componente Curricular (PCC).

Ao final do curso de formação inicial docente, o acadêmico 2, ao refletir sobre a sua trajetória durante o curso de graduação, mencionou que realmente não utilizou esse recurso em seu planejamento do estágio, porém, se a abordagem tivesse sido realizada em fases anteriores, essa seria uma opção de atividade a ser implementada em sua regência. Neste

Ao final do curso de formação inicial docente, o acadêmico 2, ao refletir sobre a sua trajetória durante o curso de graduação, mencionou que realmente não utilizou esse recurso em seu planejamento do estágio, porém, se a abordagem tivesse sido realizada em fases anteriores, essa seria uma opção de atividade a ser implementada em sua regência.

sentido, evidenciou-se o processo de reflexão realizado pelos acadêmicos acerca dos momentos em que gostariam de ter trabalhado com jogos didáticos.

Os acadêmicos apontaram os jogos como valiosa contribuição no processo de ensino e aprendizagem, pois são vistos como um estímulo favorável à aprendizagem do estudante, o que corrobora com diversas concepções pedagógicas. Dentre as teorias construtivistas relacionadas aos jogos e à aprendizagem, durante o curso de formação inicial docente evidenciou-se por meio das discussões e reflexões no grande grupo, bem como nos momentos de elaboração dos jogos didáticos, uma concepção vygotskiana quanto a aprendizagem e uso de jogos no ensino de química, uma vez que ocorre por um processo interativo entre os sujeitos e com o objeto, que neste caso é o jogo (Vygotsky, 2007). Outro ponto de destaque foi o caráter social presente em uma atividade lúdica, que possibilita ao estudante a demonstração de seus anseios e o incentiva para a realização de tarefas individuais e/ou em equipe, com base na reprodução de regras e práticas sociais.

Além disso, para Vygotsky (2007), a construção do conhecimento acontece por meio de processos mentais superiores que englobam fatores, como: o planejamento de ações, a tomada de decisões e possíveis consequências, bem como o uso da imaginação e a manipulação de objetos. Esses fatores ocorrem com o uso de instrumentos, considerados elementos mediadores entre a criança e o mundo, caracterizando-a como um agente ativo e transformador. Deste modo, considera-se o jogo como um instrumento potencializador da construção do conhecimento e da relação entre aprendizagem e a vivência do estudante.

Nessa perspectiva, Vygotsky (2007) compreende a brincadeira como fonte de desenvolvimento, atuando na zona de desenvolvimento proximal e que está atrelada ao desenvolvimento de habilidades e competências nos estudantes, tais como curiosidade, iniciativa, autoconfiança, pensamento, concentração, entre outros (Neta e Castro, 2017).

Com o intuito de analisar as aprendizagens dos acadêmicos ao longo do curso de formação inicial docente, ao final do processo, 6 sujeitos da pesquisa ressaltaram a importância

do embasamento teórico realizado no primeiro momento pedagógico, pois forneceu subsídios para pensarem sobre as questões didáticas, pedagógicas e epistemológicas relacionadas ao uso de jogos no ensino de química.

O acadêmico 6, quando questionado sobre o que mais

lhe chamou a atenção durante a realização do curso, apontou “a explanação do referencial teórico envolvendo os jogos didáticos e o ‘passo a passo’ que fundamenta a elaboração”. Ao final do processo, todos os acadêmicos elogiaram o curso de formação inicial, afirmando ter contribuído em sua vida acadêmica, como mostra na fala do acadêmico 3: “Contribuí para a formação docente e para a

visualização de novas possibilidades aplicáveis à educação” (QF.3). O acadêmico 6 também explicitou que:

Foi muito bacana participar dessa construção, uma vez que foi um tema não mencionado durante o curso. Todos os discentes foram elaborando jogos de acordo com a necessidade e, através dessas “oficinas”, podemos ver o porquê de muitos passos e aplicá-los da forma correta futuramente (QF.6).

Outro aspecto que evidenciou o entusiasmo dos acadêmicos quanto à participação no curso foi a publicação de fotos e filmagens nas redes sociais, com o intuito de mostrá-las para amigos e familiares. Com relação à avaliação do curso, os sujeitos da pesquisa relataram uma satisfação quanto à efetiva elaboração dos jogos e a importância do referencial teórico para compreender as etapas fundamentais relacionadas ao uso de jogos didáticos na educação básica.

Diversificação e dinamicidade das atividades realizadas em sala de aula

Segundo Felício e Soares (2018), os jogos são recursos valiosos utilizados pelos professores, pois além de proporcionar uma diversificação de suas aulas, possibilita um engajamento dos estudantes, ao desenvolver a autonomia e criticidade. Também permite aulas interativas e dinâmicas, com o foco na aprendizagem e no protagonismo discente.

A diversificação e dinamicidade da aula foram mencionadas pelos acadêmicos como as principais funções dos jogos didáticos, sendo também evidenciadas pelos estudantes do ensino técnico integrado ao médio. Os acadêmicos 3 e 6 consideraram importante o professor diversificar suas aulas e que, assim, os jogos ganham espaço como excelente ferramenta para essa ação. A diversificação também foi identificada na fala de alguns estudantes envolvidos na pesquisa, o que confirma essa contribuição dos jogos, como destacado pelo aluno: “Ajudou a lembrar o conteúdo de uma maneira diferente da habitual” (QEM.1).

A dinamicidade da aula foi citada por 3 acadêmicos no questionário inicial, pelo professor da UC e também pelos estudantes do ensino técnico integrado ao médio.

Dessa forma, foram considerados os seguintes aspectos nas falas dos envolvidos na pesquisa que estão associados ao dinamismo de uma aula: efetiva participação e interesse dos envolvidos e a dinamicidade do trabalho em grupo, que acarretam um melhor rendimento no estudo da disciplina. Essa característica também ficou evidente na fala do professor da UC: “As equipes foram participativas e trabalharam de forma conjunta” (PR.1). Destaca-se a resposta de E1: “a experiência com o jogo foi interessante, pois possibilitou aprender com meus colegas”, assim como o E2 ressalta que o jogo o auxiliou a relembrar o conteúdo de cinética química de uma forma mais dinâmica.

Planejamento e elaboração de um jogo didático

Esta categoria refere-se aos cuidados que devem ser levados em consideração durante o planejamento e elaboração de um jogo didático, que remete aos elementos fundamentais para sua elaboração, as dificuldades/desafios envolvidos, bem como adaptações e revisões necessárias antes e após aplicação. Ao final do curso de formação inicial, os acadêmicos pontuaram alguns aspectos que devem ser levados em consideração no momento da elaboração de um jogo didático, como a descrição clara dos objetivos e das regras para a estruturação da atividade, bem como a inclusão do conteúdo químico de forma apropriada, pensando na turma específica em que será aplicado.

A partir desses aspectos mencionados, pode-se dizer que os sujeitos da pesquisa compreenderam o que foi exposto no processo formativo durante o curso, uma vez que todos esses conceitos foram trabalhados e enfatizados. Apesar de serem considerados elementos fundamentais para a elaboração do jogo, também foram mencionados como um desafio pelos acadêmicos, sendo a principal dificuldade encontrada aliar os conhecimentos científicos de Físico-Química com o tipo de jogo. No Quadro 2 consta o nome, breve explicação, e em que momento cada um dos jogos elaborados pelos acadêmicos podem ser aplicados em sala de aula.

Considerou-se a revisão do conteúdo como um momento posterior à explicação do professor, ou seja, após a finalização do assunto utiliza-se o jogo como forma de validação dos conhecimentos químicos abordados. O termo “durante a explanação do conteúdo” refere-se ao momento anterior à finalização do tema proposto. Portanto, durante a explicação, o professor utilizaria o jogo para complementação do que está sendo estudado, a fim de ilustrar os aspectos relevantes do conteúdo e contextualizar os conhecimentos (Cunha, 2012). Percebe-se que três dos quatro grupos elaboraram jogos como forma de revisão do conteúdo e/ou sistematização dos conceitos importantes, o que pode ser justificado pelo grande número de publicações que apresentam os jogos como uma possibilidade de aplicação ao final da explicitação dos conhecimentos científicos (Focetola *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2018).

Quadro 2: Jogos didáticos elaborados pelos acadêmicos.

Grupo	Nome do jogo	Breve explicação	Aplicação
G1	Termorroleta	Participam duas ou três equipes, com um representante de cada no tabuleiro. Gira-se a roleta para definir o tipo de carta. Ao indicar cartas exotérmicas ou endotérmicas, o jogador escolhe uma e entrega para a outra equipe ler. Quem escolheu a carta responde a pergunta. Acertando, sua equipe avança uma casa no tabuleiro. Errando, mantém-se na mesma casa. Na roleta, podem aparecer cartas surpresas. Vence o jogo, a equipe que chegar primeiro ao final do tabuleiro. Tempo: 30 min	Revisão do conteúdo
G2	Químipergunta: endotérmico ou exotérmico?	Consiste em um jogo de cartas, com imagens de processos endotérmicos ou exotérmicos do cotidiano. Assim, os estudantes têm que identificar qual deles está acontecendo na imagem. O ideal é que sejam formadas duplas que jogarão entre si. Ganha quem terminar o jogo com mais acertos. Tempo: 30 min	Durante a explanação do conteúdo
G3	Químister	Jogo de perguntas e respostas com algumas regras similares ao Twister. É formado por quatro equipes de cinco componentes que, por sorteio, irão girar a roleta para definir a ação e cor do tapete, escolher e responder a carta. Acertando, o adversário executa a ação. Errando, a própria equipe a executa. Tempo: 40 min	Revisão do conteúdo
G4	Bingo da Eletroquímica	Realizado com toda a turma, os participantes recebem uma cartela individual. As regras se assemelham a um bingo. Porém, quando um número é sorteado, corresponde a uma pergunta referente à eletroquímica. O ganhador deve completar uma linha horizontal, vertical ou toda a cartela. O tempo pode variar de acordo com o planejamento do professor	Revisão do conteúdo

Analisando-se os materiais produzidos durante o curso de formação inicial docente, percebeu-se que os acadêmicos utilizaram os pressupostos vygostkianos para a elaboração dos jogos didáticos, tomando um cuidado especial quanto a sua estrutura, sugestão de momento ideal para desenvolvimento em sala de aula, e adequação aos objetivos de aprendizagem. Quanto a sua classificação, todos os jogos elaborados caracterizaram-se como jogos de regras, que orientam o bom andamento da atividade, bem como incitam a competição e estabelecem limites.

Além disso, em sua maioria, os jogos elaborados objetivaram a confirmação dos conteúdos trabalhados anteriormente de forma expositiva, cabendo apenas a constatação da assimilação dos conceitos pelos estudantes. Também percebeu-se que, durante a elaboração dos jogos e proposição de regras e princípios, os acadêmicos exploraram as interações sociais por meio do diálogo, discussão e argumentação entre os pares, a fim de que os estudantes possam transitar da zona de desenvolvimento proximal para o desenvolvimento real, bem como desenvolver as Funções Psicológicas Superiores (FPS) a partir do aprendizado social (Soares e Rezende, 2019).

Um ponto positivo evidenciado ao longo da atividade de elaboração dos jogos foi a diversidade do tipo de jogo e do conteúdo apresentado pelos acadêmicos. Dessa forma, sem repetições, percebe-se a utilização de tabuleiro, cartas e jogos que necessitam de uma consciência corporal. Ressalta-se que apesar do G1 e G2 terem escolhido o mesmo assunto para elaboração do jogo, a abordagem foi diversificada. O G1 abordou a termoquímica de uma forma ampla e o G2 teve por objetivo fazer com que os estudantes diferenciassem as reações endotérmicas e exotérmicas. Outra diferenciação entre esses dois grupos foi o momento escolhido para aplicação dos jogos elaborados. O G1 optou pela revisão do conteúdo, já o G2, durante a explanação.

Referente à construção dos jogos visando à contextualização dos conhecimentos científicos de Físico-Química, foi mencionado esse tópico durante a explanação, bem como os acadêmicos foram incentivados a pesquisarem em diferentes meios, como os livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), livros disponibilizados pela biblioteca da instituição e na *internet*. Mesmo assim, os jogos foram pouco contextualizados, apresentando, na sua maioria, uma abordagem direta dos conteúdos de Físico-Química, com exceção do jogo intitulado de “Químipergunta: endotérmico ou exotérmico?”, que utilizou o nível macroscópico do conhecimento químico ao abordar fenômenos que acontecem em nosso dia a dia.

Após a aplicação do jogo, elaborado pelo G3, com os estudantes do ensino técnico integrado ao médio, enfatiza-se a necessidade de revisão e adaptação com o intuito de torná-lo mais eficiente. Uma das sugestões do professor envolvido na pesquisa foi estipular um tempo para cada resposta, pois

Após a aplicação do jogo, elaborado pelo G3, com os estudantes do ensino técnico integrado ao médio, enfatiza-se a necessidade de revisão e adaptação com o intuito de torná-lo mais eficiente.

quando uma equipe demorava para responder, as outras ficavam agitadas e dispersas. Desta forma, acrescentar às regras um tempo para cada resposta, pode minimizar esse problema.

Cabe ressaltar que, previamente à aplicação do jogo, o professor da UC tomou conhecimento das regras e perguntas que seriam trabalhadas com os estudantes, sendo dadas contribuições a fim de adequar à realidade escolar. Durante a aplicação do jogo, a turma foi dividida em dois grandes grupos, uma vez que foram disponibilizados dois tabuleiros. Para cada um deles, foram formadas três equipes. Como adaptação às regras do jogo, destaca-se a importância, caso necessário, da realização de um revezamento entre os integrantes a fim de que todos participem ativamente da atividade. Essa questão está relacionada à própria equipe em compartilhar as perguntas e respostas com o jogador do tabuleiro, e também na função do professor de possibilitar e incentivar a participação de todos, como constatado:

Não deixei que nenhum aluno ficasse de fora, tentava chamar todos os componentes da equipe para responder as questões e pedia para que eles compartilhassem as perguntas e suas respostas com todos os colegas, e deixava que as outras equipes analisassem se estava certa ou não (DC).

Aprofundamento dos conhecimentos científicos na área de Físico-Química

Os conhecimentos científicos de Físico-Química não foram considerados de fácil entendimento pelos acadêmicos, tanto no início, quanto no final do curso de formação inicial. As operações matemáticas foram apontadas como a principal problemática enfrentada no processo de aprendizagem desta disciplina, uma vez que requer do estudante a elaboração de gráficos e uso de equações.

Durante o curso de formação inicial, os acadêmicos constataram que ao pesquisar sobre jogos no ensino de Físico-Química, não encontraram uma grande variedade envolvendo esse conteúdo, como ficou evidente na descrição do acadêmico 5: “o que mais me chamou a atenção ao longo da realização do curso de formação inicial foi a ausência/

deficiência em jogos sobre os conhecimentos científicos de físico-química”.

Para a discussão dos resultados, inicialmente serão apresentadas as visões dos acadêmicos e do professor da UC quanto ao ensino de conteúdos de Físico-Química.

Em seguida, relatos dos estudantes quanto ao estudo desta unidade curricular.

Os acadêmicos relataram que os conteúdos de Físico-Química, por serem mais complexos, podem provocar um desinteresse por parte dos estudantes, ou até mesmo uma rejeição pela unidade curricular, o que pode dificultar a aprendizagem. Como forma de minimizar essas dificuldades, todos os acadêmicos mencionaram o papel essencial dos jogos a fim de contribuir para a aprendizagem e diminuir problemas existentes.

No momento da socialização e validação dos jogos elaborados, percebeu-se algumas dificuldades dos acadêmicos atreladas aos conhecimentos científicos de Físico-Química, uma vez que essa atividade não teve apenas o objetivo de validação, mas também, proporcionar uma revisão dos conteúdos estudados no semestre anterior.

Com a intenção de aplicar no ensino médio um dos jogos elaborados pelos acadêmicos, escolheu-se o “Químister”, que envolvia os conhecimentos científicos de cinética química. Durante a aplicação, também foi possível perceber a dificuldade dos estudantes quanto à aprendizagem do conteúdo, como o exposto:

Pude perceber que alguns alunos tinham que estudar mais, pois erraram perguntas que são a base do conteúdo, por exemplo: “quais são os fatores que alteram a velocidade de uma reação?”, o que nos faz refletir sobre diversos aspectos que fazem parte do processo de ensino e aprendizagem, como a atenção dos estudantes em sala de aula e a dedicação no estudo da disciplina, e, o uso de diferentes estratégias e metodologias de ensino, por parte do professor (DC).

Em acordo com o que foi mencionado anteriormente, o professor envolvido na pesquisa mencionou que “alguns estudantes tiveram dificuldades consideráveis em questões simples” (QPR). Porém, não discuti as possíveis causas dessa dificuldade. Nesse sentido, reafirma-se a ideia de que os estudantes necessitam maior dedicação à unidade curricular, bem como um esforço conjunto entre docente-discente para uma aprendizagem efetiva.

Os estudantes confirmaram as colocações mencionadas pelo professor ao dizer que o jogo possibilitou a superação de dificuldades quanto ao conhecimento científico de Físico-Química, pois afirmaram não apenas ter revisado o conteúdo, mas sim, compreendido melhor o assunto. Apenas o E3 relatou que o jogo contribuiu parcialmente para sua aprendizagem, uma vez que sua função na equipe era de jogar no tabuleiro, portanto, não conseguiu se envolver nas perguntas e respostas. Essa colocação pode ser avaliada como uma limitação do jogo, pois realmente a equipe pode não ter incluído o jogador que estava no tabuleiro. Porém, acredita-se que este foi um caso pontual, visto que dos 6 estudantes nessa posição somente 1 relatou essa dificuldade.

Apesar das dificuldades relacionadas ao conteúdo de Físico-Química, os resultados foram positivos quanto à única pergunta do questionário dos estudantes do ensino técnico integrado ao médio que envolvia o conteúdo químico, sendo que as demais estavam atreladas à validação do jogo como atividade de revisão. No exercício, os estudantes deveriam expressar a lei da velocidade e a ordem de uma reação química, conteúdos estes que foram revisados durante o jogo. Dos 25 estudantes que responderam ao questionário, 22

acertaram totalmente, 1 errou e 2 acertaram somente a lei da velocidade. Com relação ao jogo aplicado, o estudante 4 mencionou que “foi muito bom para compreender principalmente a parte teórica do conteúdo e relembrar os cálculos”, evidenciando que o jogo contribuiu para a compreensão e revisão do conteúdo.

Considerações finais

A partir da percepção quanto a necessidade de implementar momentos no curso de Licenciatura em Química do IFSC Campus Criciúma que ofereçam um conhecimento aprofundado sobre jogos didáticos, implementou-se um curso de formação inicial docente, objetivando abordar alguns referenciais teóricos da área e orientar a elaboração de jogos pelos acadêmicos da sétima fase, bem como validá-los entre os acadêmicos e com uma turma de nível médio, recebendo um retorno referente à aprendizagem do conteúdo abordado, às regras e objetivos propostos.

Além de contribuir para a formação dos acadêmicos, buscou-se realizar atividades que visassem a sua utilização e a possível contribuição para o ensino de química na educação básica, uma vez que a demanda atual educacional requer o

uso de atividades diversificadas que fujam da mera transmissão de conhecimentos.

Ao analisar as possíveis contribuições para a formação inicial dos acadêmicos envolvidos na pesquisa, percebeu-se que, de fato, houve uma contribuição, pois de acordo com os questionários aplicados, os sujeitos da pesquisa relataram em vários momentos que não tiveram essa abordagem ao longo do curso de graduação. Além disso, durante a

validação dos jogos, percebeu-se que os acadêmicos relembraram alguns conceitos de Físico-Química. Portanto, houve uma contribuição para a formação profissional, relacionada às questões científicas e metodológicas.

Diversos desafios foram enfrentados no momento de elaboração dos jogos didáticos pelos acadêmicos, como a dificuldade de associação entre o conteúdo e o tipo de jogo, bem como a definição das regras e objetivos. No entanto, acredita-se que os jogos elaborados são adequados e possíveis de serem aplicados com estudantes do ensino médio, sempre considerando a realidade de cada comunidade escolar.

Ao final do processo, percebeu-se que os acadêmicos consideram importante o planejamento pedagógico e a reflexão docente para que a construção e aplicação de jogos didáticos sejam efetivas. Além disso, houve um reforço e estímulo quanto ao uso de jogos na educação básica, uma vez que logo irão iniciar a carreira profissional docente. A partir da aplicação do jogo “Químister” com estudantes do

Diversos desafios foram enfrentados no momento de elaboração dos jogos didáticos pelos acadêmicos, como a dificuldade de associação entre o conteúdo e o tipo de jogo, bem como a definição das regras e objetivos. No entanto, acredita-se que os jogos elaborados são adequados e possíveis de serem aplicados com estudantes do ensino médio, sempre considerando a realidade de cada comunidade escolar.

ensino técnico integrado ao médio, foram obtidos resultados significativos relacionados ao objetivo proposto de revisão do conteúdo. A partir da análise dos dados obtidos acredita-se que o jogo contribuiu para a aprendizagem dos estudantes, uma vez que possibilitou a revisão e compreensão do conteúdo de cinética química de uma forma diferenciada e divertida, tornando a aula mais dinâmica e atrativa.

Dessa forma, considera-se os jogos como um recurso didático que apresenta diversas contribuições ao professor e ao estudante, conforme explicitado ao longo deste trabalho. Além disso, deve ser explorado nos cursos de licenciatura, pois acredita-se que o docente, com conhecimentos sobre essa ferramenta de ensino, apresentará um diferencial em sua carreira profissional, proveniente dos aprofundamentos e estímulos realizados ao longo de sua formação acadêmica.

Como recomendação de continuidade dessa pesquisa, sugere-se desenvolver não somente jogos físicos, mas também, explorar a sua elaboração e aplicação a partir do uso de tecnologias digitais de informação e comunicação, uma vez que os avanços tecnológicos estão cada vez mais presentes no processo de ensino e aprendizagem. Além disso, ao envolver os conhecimentos científicos de Físico-Química, ampliaria a quantidade de jogos existentes na área de conhecimento da química, que hoje, como constatado pelos acadêmicos durante a participação no curso de formação inicial, são escassos na literatura.

Referências

ABRUCIO, F. L. *Formação de Professores no Brasil - Diagnóstico, Agenda de Políticas e Estratégias para a Mudança*. São Paulo: Editora Moderna, 2016.

BRASIL. MEC/CNE. Base Nacional Comum Curricular (BNCC), 2018. Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf, acesso em jun. 2020.

BRASIL. MEC/CNE. Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Resolução N° 2, de 1° de julho de 2015. Disponível em: <https://goo.gl/HV3oPp>, acesso em jun. 2020.

BRASIL. MEC/CNE. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Portaria n° 2.167, publicada no D.O.U de 20/12/2019, seção 1, pág 142. Disponível em: https://www.cenpec.org.br/wp-content/uploads/2020/01/pcp022_19.pdf, acesso em jun. 2020.

CAMARGO, C. A. C. M.; CAMARGO, M. A. F. e SOUZA, V. O. A importância da motivação no processo ensino-aprendizagem. *Revista Thema*, v. 16, n. 3, p. 598-606, 2019. CUNHA, M. B. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. e PERAMBUCO, M. M. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.

Notas

1. O vigente Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química do IFSC Câmpus Criciúma está disponível em: <https://www.ifsc.edu.br/curso-aberto/-/asset_publisher/nvqSsFwoxoh1/content/id/656978?p_r_p_564233524_categoryId=656942>.

2. Os instrumentos para a recolha de dados utilizados na pesquisa estão disponíveis em: <<https://drive.google.com/drive/folders/11ZuAIPZZ1io9KzJLa3EmNJrW0SU-UAp5?usp=sharing>>.

Agradecimentos

Ao IFSC Câmpus Criciúma e aos sujeitos da pesquisa que contribuíram para a realização deste trabalho.

Dyenifer Martins Barbosa (dyenifer.barbosa@gmail.com), licenciada em Química pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Câmpus Criciúma, cursa Especialização em Metodologia do Ensino de Química pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER). Criciúma, SC – BR. **Thais Rios da Rocha** (thais.rocha@ifsc.br), licenciada em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), mestra e doutora pelo PPG em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde/ UFSM. Santa Maria, RS - BR.

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, p. 160-168, 2018.

FOCETOLA, P. B. M., et al. Os jogos educacionais de cartas como estratégia de ensino em Química. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 4, p. 248-255, 2012.

KISHIMOTO, T. M. *O Jogo e a Educação Infantil*. São Paulo: Pioneira. 1998.

LIBÂNEO, J. C. *Adeus professor, adeus professora? Novas exigências educacionais e profissão docente*, vol. 2. 13ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MESSEDER NETO, H. S. e MORADILLO, E. F. O lúdico no ensino de química: considerações a partir da psicologia histórico-cultural. *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 4, p. 360-368, 2016.

MESSEDER NETO, H. S. *Abordagem contextual lúdica e o ensino e a aprendizagem do conceito de equilíbrio químico: o que há atrás dessa cortina?*. 2012. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

MIRANDA, S. No fascínio do jogo, a alegria de aprender. *Linhas Críticas*, v. 8, n. 14, p. 21-34, 2002.

MORAES, R. e GALIAZZI, M. do C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência e Educação*, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

NETA, S. A. L. e CASTRO, D. L. Teorias da aprendizagem: fundamento do uso dos jogos no ensino de ciências. *Revista Ciências & Ideias*, v. 8, n. 2, p. 195-204, 2017.

PADILHA, C. M. *A motivação na aprendizagem à luz da teoria de FOGG: contribuições das neurociências*. 2017. 81 p.

Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2017.

POZO, J. I. e CRESPO, M. A. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RIBEIRO, F. Motivação e aprendizagem em contexto escolar. *Revista Online do Centro de Formação de Professores do Nordeste Alentejano*, n. 3, p. 1-5, 2011.

ROBAINA, J. V. L. *Química através do lúdico: brincando e aprendendo*. Canoas: Ulbra, 2008.

RUIZ, V. M. *Aprendizagem em universitários: variáveis motivacionais*. 2005. 195f. Tese (Doutorado em Psicologia) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2005.

SILVA, J. E.; SILVA JR., C. N.; ÓTOM, A. e CORDEIRO, D. O. Pistas Orgânicas: um jogo para o processo de ensino e aprendizagem da química. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 1, p. 25-32, 2018.

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, p. 5-13, 2016.

SOARES, M. H. F. B. Jogos e Atividades lúdicas no ensino de química: teoria, métodos e aplicações, 2008, Paraná. *Anais [...]*. Paraná: Universidade Federal do Paraná, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0309-1.pdf>, acesso em jun. 2020.

SOARES, M. H. F. B. e REZENDE, F. A. M. Análise teórica e epistemológica de jogos para o ensino de química publicados em periódicos científicos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 19, p. 747-774, 2019.

TEIXEIRA, E. *As três metodologias: acadêmica, da ciência e da pesquisa*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2005.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e pesquisa*, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

VYGOSTKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

Abstract: *Didactic games in an initial teacher training course in chemistry: theoretical-practical aspects to approach physical chemistry content.* In this work, we aimed to address in a short course the theoretical and practical aspects related to educational games, in order to contribute to the initial training of undergraduate Chemistry students at IFSC Câmpus Criciúma. This short course, structured on the basis of the Three Pedagogical Moments, was carried out during the Physics-Chemistry discipline, with the participation of 8 students. In addition to the study of theoretical references, there was the elaboration and validation of 4 didactic games, one of which was applied in basic education. As instruments of data collection, there were questionnaires for academics, students and school teachers, as well as field diary records. The data were analyzed based on the Textual Discursive Analysis and discussed from 5 emerging categories. Besides the relevancies of the course, for the training of academics, there was evidence of contributions from the didactic game, applied as a form of a subject review, for the students' learning in chemistry.

Keywords: initial teacher formation, didactic games, physical chemistry.

O uso dos sentidos, olfato e paladar, na percepção dos aromas: uma oficina temática para o Ensino de Química

Fernando V. Oliveira, Vanessa Candito e Mara Elisa F. Braibante

A busca por estratégias metodológicas que auxiliem os estudantes na construção do conhecimento tem orientado diversas pesquisas na área de Ensino de Química. Esse estudo teve como objetivo desenvolver e avaliar a aplicação de uma oficina temática, intitulada “Química uma sensação – que função ela tem?”, por meio da percepção dos “Aromas”, e estruturada nos Três Momentos Pedagógicos, para promover reflexões e discussões relacionando a temática com conteúdos de Química Orgânica. A oficina temática foi desenvolvida com 60 estudantes do Ensino Médio, de uma escola estadual pública do município de São Sepé/RS. Os resultados obtidos dão indícios de que o uso da oficina temática contribuiu para um ensino voltado à construção do conhecimento químico contextualizado e uma aprendizagem significativa para os estudantes do Ensino Médio.

► ensino de química, funções orgânicas, oficina temática ◀

Recebido em 29/06/2020, aceito em 09/04/2021

57

O ensino de Química hoje requer que o professor utilize contextos que permitam relacionar conceitos científicos dos programas escolares com a vivência e o cotidiano dos estudantes. Dessa forma, tanto o ensino quanto a aprendizagem tornam-se prazerosas e motivadoras. Para tornar a aula mais dinâmica e atrativa, existem diversos recursos que podem ser utilizados pelos professores, contribuindo para a aprendizagem e motivação dos estudantes. Souza (2007) afirma que é possível a utilização de vários materiais e métodos que auxiliem no desenvolvimento do processo de ensino e de aprendizagem, facilitando a relação professor – aluno – conhecimento.

A Química apresenta características específicas, como o entendimento de fenômenos, fórmulas e regras, e requer que o estudante consiga transitar em diferentes níveis de representação da matéria. Johnstone (2009) apresenta três níveis de representatividade dos sistemas materiais: (1) macro e tangível, (2) molecular e invisível, (3) simbólico e matemático. O macroscópico é a parte mensurável da Química, podendo ser observável por meio dos sentidos e sendo descrito por meio de propriedades como: cor, odor, densidade, etc.; o molecular se refere à explicação dos fenômenos e propriedades observados, utilizando conceitos abstratos como átomos, íons e moléculas, fornecendo um

modelo para entender esses fenômenos; por fim, o simbólico é a forma utilizada pelos químicos para representar as substâncias e transformações por meio de símbolos e equações convencionados pela comunidade científica.

Ao longo dos anos, alguns pesquisadores (Santos e Schnetzler, 2000; Marcondes, 2008; Delizoicov *et al.*, 2009; Braibante e Braibante, 2019; Oliveira, 2014) constataram a importância de temas químicos que visam efetivar a contextualização dos conteúdos curriculares, facilitando a transição dos níveis representacionais de Johnstone (2009).

Nesse sentido, a utilização de temáticas vem contribuindo para a mudança de concepções voltadas exclusivamente ao modelo de Ensino Tradicional, que de acordo com Schnetzler e Aragão (1995), privilegia apenas transmissão de informações, memorização, e professor como único agente ativo dentro da sala de aula, de forma desvinculada da realidade dos estudantes, e no qual basta saber um pouco do conteúdo específico e utilizar algumas técnicas pedagógicas para ensinar. Por outro lado, as temáticas proporcionam o desenvolvimento dos conteúdos de Química associados aos aspectos vivenciados pelos estudantes fora da sala de aula (Braibante e Braibante, 2019).

A temática *aromas*, proposta neste trabalho, pode ser uma aliada no ensino de Química por meio de uma oficina



temática. Segundo Braibante e Pazinato (2014), a abordagem de temáticas no ensino de Química visa favorecer o processo de ensino e aprendizagem e contribuir para a formação do caráter cidadão dos estudantes. Afinal, a Educação Básica brasileira deve promover a formação e o desenvolvimento humano global dos alunos, como aponta a nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), desenvolvendo nesses sujeitos suas capacidades intelectual, física, emocional, social e cultural. Acredita-se que a temática *aromas*, por ser muito rica conceitualmente, pode favorecer a prática escolar, podendo ser desenvolvidos diversos conteúdos e auxiliando os estudantes na compreensão da disciplina de Química por meio dos sentidos químicos, olfato e paladar, na sensação dos aromas. Trabalhar com uma abordagem relacionada ao contexto dos estudantes facilita a compreensão e a reflexão acerca dos fenômenos, e ajuda a dar significado ao que o professor orienta em sala de aula.

Delizoicov *et al.* (2009) defendem uma concepção progressista e transformadora de educação escolar, que tem como característica a renovação dos conteúdos curriculares articulada ao trabalho com temas. Trata-se, então, de articular, na programação e no planejamento, temas e conceitos científicos, sendo os temas, e não os conceitos, o ponto de partida para a elaboração do programa, que deve garantir a inclusão da conceituação a que se quer chegar para a compreensão científica dos temas pelos estudantes (Delizoicov *et al.*, 2009).

As oficinas temáticas (OT), de acordo com Marcondes (2007), apresentam-se como uma metodologia que propicia uma condição bastante favorável para o aprender científico. A prática pedagógica no ensino de Química, baseada na utilização de oficinas temáticas, tem como um dos princípios metodológicos a contextualização do conhecimento e a experimentação. Assim, apresenta-se como uma possibilidade de aplicar o conhecimento químico na vida dos estudantes, pois possibilitam a relação dos conteúdos de Química trabalhados em sala de aula com o cotidiano, além de estimular a observação, a criatividade e a curiosidade pelo saber Ciência (Carlos *et al.*, 2011).

No trabalho de Marcondes (2008) são apontadas as principais características das oficinas temáticas, a saber: utilização da vivência dos alunos e dos fatos do dia a dia para organizar o conhecimento e promover aprendizagens; abordagem dos conteúdos de Química a partir de temas relevantes que permitam a contextualização dos conhecimentos; estabelecimento de ligações entre a Química e outros campos do conhecimento necessários para se lidar com o tema de estudo; participação ativa do estudante na elaboração do seu conhecimento.

O aroma de uma substância é gerado pela fusão de dois sentidos químicos: o olfato, responsável pela percepção do cheiro, e o paladar, responsável pela detecção do gosto dos alimentos (Oliveira, 2014). A percepção dos aromas ocorre durante a mastigação, e nesse processo as moléculas gasosas são liberadas e ativam o olfato por meio de um canal especial que liga a parte posterior da garganta com o nariz (Retondo e Faria, 2010).

O desenvolvimento de uma oficina temática envolve a escolha do tema, o qual deve possibilitar a aplicação dos conhecimentos de Química no cotidiano dos estudantes, permitindo compreender fenômenos semelhantes encontrados no seu cotidiano. Dessa forma permite que os estudantes sejam capazes de exercer um papel ativo na construção de seu próprio conhecimento e dá ao professor a responsabilidade de criar situações de aprendizagem que promovam a interação do aluno com o objeto de estudo de forma significativa (Ausubel *et al.*, 1980). Envolve ainda a escolha dos conceitos de Química que serão contextualizados com o tema e com os experimentos para favorecer uma aprendizagem significativa e duradoura (Marcondes *et al.*, 2007).

Assim, este estudo desenvolveu e avaliou uma oficina temática por meio da sensação dos aromas. Buscou-se a promoção de reflexões e discussões relacionando a temática com conteúdos de Química Orgânica do Ensino Médio por meio da estratégia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) investigada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002; Muenchen e Delizoicov, 2012; Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2011. A abordagem dos Três Momentos Pedagógicos busca introduzir o conhecimento químico em três etapas: estudo da realidade, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. O emprego dos Três Momentos Pedagógicos na OT teve como objetivo comparar e avaliar, principalmente, a relevância dessa metodologia no processo de Ensino e Aprendizagem, auxiliando na contextualização dos conteúdos de Química.

Aromas: uma percepção química dos sentidos

O aroma de uma substância é gerado pela fusão de dois sentidos químicos: o olfato, responsável pela percepção do cheiro, e o paladar, responsável pela detecção do gosto dos alimentos (Oliveira, 2014). A percepção dos aromas ocorre durante a mastigação, e nesse processo as moléculas gasosas são liberadas e ativam o olfato por meio de um canal especial que liga a parte posterior da garganta com o nariz (Retondo e Faria, 2010). Se esse canal é bloqueado, como quando o nariz está congestionado por um resfriado ou gripe, os odores não podem atingir as células sensoriais do nariz que são estimuladas pelo cheiro. Então, não se percebe os alimentos da mesma maneira. Sem cheiro, os alimentos tendem a ficar desinteressantes, aparentemente sem sabor, mas na realidade sem o aroma que os caracteriza.

De acordo com Coulate (2004), os sabores são considerados como sendo propriedades de líquidos, sólidos e gases que em solução aquosa são detectados pela boca, não apenas por células receptoras da língua, mas também pela cavidade oral. O aroma é considerado similarmente como propriedade

das substâncias voláteis detectadas por células receptoras do sistema olfatório. O nariz é o órgão responsável por detectar as sensações olfativas, quando moléculas odoríficas chegam à membrana olfativa ou epitélio olfativo, localizado na parte superior da cavidade nasal. Segundo Retondo e Faria (2010), o processo para a sensação do odor é gerado quando informações odoríficas chegam ao cérebro através de impulsos elétricos. Isso ocorre quando essas moléculas atingem os axônios e penetram no osso etmóide para chegar ao bulbo olfativo. O bulbo olfativo envia essa informação para o sistema nervoso central através de estruturas sinápticas chamadas glomérulos, produzindo a sensação do odor, ou seja, transformam produtos voláteis, substâncias hidrossolúveis, substâncias lipossolúveis e gases perfumados em aromas e odores. As moléculas odoríficas são responsáveis pela sensação do odor, e são chamadas de fragrâncias quando agradáveis. A maior parte das fragrâncias é extraída de substâncias naturais, mas também podem ser reproduzidas sinteticamente em laboratórios. Segundo Silva, Benite e Soares (2011), diferentes fatores interferem nas substâncias odoríficas, que geralmente são moléculas gasosas. Essas moléculas odoríficas possuem algumas propriedades físico-químicas como baixo peso molecular, alta solubilidade, interações intermoleculares fracas e pressão de vapor alta.

Tanto o paladar quanto o olfato são sentidos químicos, ou seja, dependem da interação de moléculas com receptores neuronais específicos e interligam-se através do rinencéfalo na hora da formação da nossa percepção sobre o aroma. Dessa forma, as sensações obtidas por esses sentidos são fortemente dependentes das estruturas e das

propriedades físico-químicas das moléculas que irão ativar esses receptores.

Em relação ao paladar a principal propriedade a ser compreendida é a solubilidade, e a partir dela pode-se compreender como e qual a quantidade de um determinado soluto pode se dissolver em um solvente a dada temperatura. Já para o olfato, a principal propriedade físico-química a ser estudada é a volatilidade dos componentes do objeto que está sendo cheirado. Essa propriedade está diretamente relacionada às interações entre as moléculas dessas substâncias, de forma a permitir a passagem do estado líquido ou do estado sólido para a fase gasosa (evaporação e sublimação, respectivamente) e ser carregado pelo ar até os bulbos olfativos no interior do nariz (Retondo e Faria, 2010).

Procedimentos metodológicos

Esse estudo foi realizado com 60 estudantes de 3º ano do Ensino Médio na disciplina de Química, pelo professor pesquisador, em uma escola estadual pública do município de São Sepé/RS. As intervenções foram realizadas no contraturno das atividades escolares, com duração de oito horas.

Utilizou-se a temática *aromas*, a qual foi desenvolvida por meio de uma oficina temática (OT) intitulada “Química uma sensação, que função ela tem?”. A elaboração da OT foi baseada nas orientações de Marcondes (2007; 2008) e estruturada nos 3MP (Delizoicov *et al.*, 2002; Muenchen e Delizoicov, 2012; Delizoicov *et al.*, 2011). No Quadro 1, a seguir, estão listadas as atividades e etapas da OT.

Quadro 1: Descrição das intervenções.

Etapas da OT	Atividades
1ª Etapa: Estudo da realidade	O estudo da realidade se iniciou com o teste do paladar, atividade na qual os estudantes experimentavam às cegas e deveriam reconhecer os alimentos que estavam recebendo por meio da textura e aroma, bem como com a obstrução do nariz, a fim de analisá-los sem a percepção olfativa. Para mapear inicialmente as concepções dos sujeitos sobre a temática, aplicou-se um questionário sobre o conhecimento dos estudantes acerca dos sentidos humanos, a relação dos sentidos com a identificação dos alimentos e, por fim, questionamentos na tentativa de verificar se os participantes dessa etapa conseguiam relacionar essas concepções com as estruturas das funções orgânicas. Na etapa final desse primeiro momento, foi apresentada a proposta e o professor pesquisador contextualizou o conteúdo de Química Orgânica e os sentidos humanos por meio da leitura de um texto do livro “Química das Sensações”.
2ª Etapa: Organização do conhecimento	Exercícios de identificação de grupos funcionais em moléculas envolvidas com nossas percepções. Desenvolvimento das funções orgânicas por meio de uma aula expositiva, apresentando a relação entre estruturas Químicas e a percepção dos aromas.
3ª Etapa: Aplicação do conhecimento	Experimentação através da esterificação de Fischer, identificação de grupos funcionais (Teste de Jones, pH, olfato). Oxidação de álcoois. Produção de sabonete artesanal. Elaboração de relatórios. Discussão em grupo. Aplicação de um questionário final. Exercícios de identificação de grupos funcionais em moléculas envolvidas com nossas percepções.

Fonte: Os autores.

Os instrumentos utilizados para obtenção dos dados nessa pesquisa foram: questionário inicial e final com perguntas abertas, relatórios, diário de anotações do professor, e respostas aos exercícios de Química propostos. O questionário inicial objetivava detectar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema a ser explorado e o questionário final tinha objetivo de avaliar a compreensão dos conceitos abordados ao longo da OTs. Dessa forma, procurou-se detectar quais as dificuldades relativas aos conteúdos e, posteriormente, comparar os questionários para avaliar, a partir da análise das respostas dos estudantes, se a metodologia empregada foi satisfatória para o desenvolvimento da capacidade de compreender e explicar os fenômenos relacionados à temática trabalhada. Com relação à análise de dados, fez-se uso da Análise Textual Discursiva (Moraes e Galiuzzi, 2007), que consiste em um processo auto-organizado de análise que busca a construção de novas compreensões sobre o material de pesquisa por meio de um ciclo com três etapas: a unitarização, que consiste na desconstrução dos textos em fragmentos menores, chamados de unidades de significado, que representam o fenômeno estudado; a categorização, que corresponde ao processo de agrupamento das unidades por meio de semelhanças às quais darão origem às categorias emergentes; por fim, na terceira etapa, elaboram-se os metatextos que exploram as categorias finais da pesquisa.

Para resguardar a identidade dos participantes, eles serão representados por meio de caracteres tipo letra-número: E1, E2, E3, [...]. Destaca-se ainda que, quando se fez necessário, foram transcritos trechos das respostas dos estudantes, uma vez que fornecem importantes pontos para discussão, além de permitirem interpretações complementares por parte dos leitores. Os relatos escolhidos para serem analisados de forma mais detalhada representam a ideia geral das turmas. Além disso, destacamos trechos de escritas diferenciados, que apresentam ideias individuais e compatíveis com a proposta da oficina.

Análise e discussão dos resultados

O desenvolvimento da OT foi realizado por intermédio dos 3MP. Para o primeiro momento, *estudo da realidade*, os estudantes responderam um questionário inicial, para detectar as suas concepções sobre a temática aromas. Após o término da aplicação do questionário, ocorreu uma discussão geral sobre as concepções dos estudantes. Na finalização dessa primeira etapa, foi solicitado que os estudantes resolvessem uma lista de exercícios sobre Funções Orgânicas, propriedades físico-químicas e reações orgânicas.

Para o segundo momento, *organização do conhecimento*, as turmas assistiram a uma aula teórico-expositiva, na qual foram abordados conteúdos que estão diretamente relacionados com a Química da percepção dos aromas, tais como:

estrutura das moléculas, forças intermoleculares (ligação de hidrogênio, dipolo-dipolo e van der Waals), solubilidade, funções orgânicas, identificação de grupos funcionais, e reações orgânicas. O terceiro momento, *aplicação do conhecimento*, aconteceu após a aula teórica. Os estudantes foram encaminhados até o laboratório de ciências da escola, para a realização de atividades experimentais relacionados aos conteúdos e conhecimentos científicos adquiridos nas etapas anteriores. Nessa etapa, experimentos como esterificação de Fischer, identificação de grupos funcionais (teste de Jones, pH, olfato) e oxidação de álcoois foram desenvolvidos, conforme Quadro 1.

Percebe-se, a partir dos relatos dos estudantes, que as atividades experimentais na aprendizagem de Química têm um caráter facilitador, ou seja, pelas respostas analisadas, através das aulas práticas fica mais fácil aprender Química.

Ao final das atividades experimentais, cada estudante elaborou um relatório completo sobre as atividades desenvolvidas. Ainda nessa etapa, a fim de avaliar a evolução do conhecimento químico dos estudantes, foram reaplicados os exercícios da etapa final do primeiro momento, relacionados às funções orgânicas relacionadas à temática deste trabalho.

Admitindo a importância das atividades experimentais no ensino de Química para que os estudantes possam compreender e transitar nos níveis de representação da matéria (Johnstone, 2009), os sujeitos foram questionados se já haviam tido aulas experimentais ao longo da vida escolar.

Verificou-se que a maioria dos estudantes, 77%, já tinham tido aulas experimentais de Química. Pelos relatos, percebe-se que as atividades experimentais de que eles participaram foram simples, mas ajudaram a aproximar e relacionar mais o conteúdo em estudo. Essa aproximação pode ser percebida pela transcrição das respostas dos estudantes, como relata o E25: “Adoro fazer aulas com experimentos como a do sorrisal que fizemos ano passado, fica mais fácil de compreender algumas coisas que acontecem em nosso dia a dia”. O estudante 31 afirmou que: “Sem dúvida, aulas práticas associadas ao conteúdo teórico possibilitam pra nós estudantes um melhor entendimento da Química e suas aplicações”.

Percebe-se, a partir dos relatos dos estudantes, que as atividades experimentais na aprendizagem de Química têm um caráter facilitador, ou seja, pelas respostas analisadas, através das aulas práticas fica mais fácil aprender Química.

Com o objetivo de investigar se os estudantes conseguem relacionar a Química com a temática proposta, foi feito o seguinte questionamento: “Você consegue relacionar os conteúdos de Química com os aromas que sentimos? Quais os conteúdos?”. As respostas revelaram que 79% dos sujeitos da pesquisa não conseguiu relacionar a Química com a temática *aromas*, e nenhum dos estudantes dentre os 21% que afirmaram existir uma relação entre a Química e a temática conseguiu citar os conteúdos que permitiriam essa relação. Algumas respostas dos estudantes são transcritas a seguir. E32: “Existe sim, Química Orgânica, a matéria do terceiro ano”; E43: “Sim, os conteúdos são tabela periódica

e misturas”; E50: “Consigo relacionar, mas não sei bem os conteúdos, acredito que sejam os do primeiro ano”.

Os resultados mostram que os estudantes relacionaram a temática com os conteúdos do terceiro ano (Química Orgânica) e também aos do primeiro ano (tabela periódica e misturas). Nenhum estudante conseguiu fazer a associação da temática com as propriedades e características físico-químicas das substâncias, funções orgânicas ou reações orgânicas.

Com o propósito de facilitar a compreensão dos dados obtidos e esquematizar as discussões, os resultados foram apresentados em duas categorias emergidas das respostas dadas pelos estudantes aos questionários respondidos nas etapas dessa pesquisa: Concepções dos estudantes acerca dos sentidos químicos envolvidos na percepção dos aromas e Evolução do conhecimento químico.

Em relação à Categoria 1 - Concepções dos estudantes acerca dos sentidos químicos envolvidos na percepção dos aromas, as concepções dos estudantes, inicialmente abordadas na etapa 1, podem ser observadas nas falas transcritas a seguir: “O aroma são vários sabores reunidos em um só componente”(E3); “Aroma é uma sensação, obtida pelo cheiro e do paladar” (E14); “Aroma é o cheiro e o gosto dos alimentos”(E21).

A maioria dos estudantes apresentou dificuldade em definir corretamente o que é o aroma. Segundo Retondo e Faria (2010), o aroma dos alimentos se deve, principalmente, ao gosto e ao cheiro, sentidos químicos. Quando se come, a sensação mais imediata é a do gosto detectado pelo paladar, mas também se pode sentir o cheiro dos alimentos. Há uma confusão entre as sensações dos aromas e as dos sabores: na prática cotidiana parecem ser sinônimas, mas não são.

Cerca de 62% dos estudantes conseguiu relacionar os aromas aos sentidos químicos (olfato e paladar) como os estudantes 14 e 21, porém não conseguiu fazer uma correta associação entre esses dois sentidos na formação da percepção do aroma. Apenas 9% dos educandos conseguiu fazer essa associação de maneira satisfatória, como podemos perceber pela fala do estudante E67: “Quando comemos, nosso cérebro interpreta conjuntamente as informações emitidas pelo nosso paladar e também do nosso olfato, essa combinação gera a informação dos aromas que dão as principais características dos alimentos”.

No questionário final, na etapa 3 da OT, foi indagado aos estudantes qual era a impressão deles com relação à disciplina de Química e se, com o envolvimento nas atividades, havia ocorrido alguma mudança na visão deles.

O estudante E2 ressaltou que “Sabia que existia Química em tudo, porém ao tentar explicar eu não conseguia, agora já posso dizer que meu organismo tem uma relação direta com essa disciplina e que nossos sentidos estão intimamente ligados ao entendimento dessa matéria.” O estudante E12

afirmou: “Tenho aversão à Química e Física, mas acho que esse tipo de atividade favorece a compreensão de fatos que estão em nossa volta, o que torna a disciplina menos maçante.” O estudante E19 declarou que gosta muito de Química: “Sempre gostei muito de Química, gosto de aulas dinâmicas e que façam algum sentido. Nesse aspecto acho que o grande culpado de eu querer ser engenheiro químico é do professor que mesmo sem grandes recursos tenta promover esse tipo de atividade”.

Através da fala dos estudantes foi possível perceber a contribuição positiva que as atividades tiveram. Mesmo os estudantes resistentes à disciplina concordaram que esse tipo de atividade favorece a aproximação dos educandos ao conteúdo trabalhado pelo educador, tornando as aulas mais atrativas e dinâmicas. Na argumentação de alguns alunos foi possível perceber que a temática utilizada ajudou na contextualização da Química, dando mais significado e favorecendo o entendimento dos fenômenos que acontecem no cotidiano. O E19 deixa explícito o importante papel do professor ao ser responsável por mediar os conhecimentos e tornar o ensino e a aprendizagem de Química mais acessível.

Os resultados referentes à Categoria 2 - Evolução do conhecimento químico avaliaram a evolução do conhecimento químico dos estudantes. Utilizou-se o exercício 2 da lista, que

questionava qual a função orgânica representada pelas estruturas, a fim de investigar o conhecimento dos estudantes sobre grupos funcionais e suas respectivas funções orgânicas, e o exercício 7, que indagava quais as funções orgânicas presentes em uma mesma estrutura química, com grupos funcionais distintos, a fim de caracterizar cada um deles. Compararam-se os

resultados obtidos nos exercícios de identificação de funções orgânicas aplicados em momentos diferentes da oficina temática, no primeiro e terceiro momentos da intervenção.

Com relação ao exercício 2 da lista, os aromas dos alimentos podem ser atribuídos à presença de grupos funcionais na estrutura química de compostos orgânicos. O etanoato de propila, etanoato de pentila, etanoato de octila e o butanoato de etila, por exemplo, são substâncias encontradas em algumas frutas, sendo: (a) voláteis, o que nos permite cheirá-las; e (b) solúveis, em água, o que nos permite saboreá-las. Conforme a Figura 1, a seguir, as estruturas dos compostos mencionados possuem em comum um grupo funcional que as caracteriza.

As respostas dadas à questão 2 pelos estudantes estão apresentadas no Gráfico 1.

Foi possível perceber que, na etapa 1, a maioria dos estudantes (68,3%) respondeu que as estruturas abordadas pelo exercício se referem à função cetona, enquanto apenas 20% dos estudantes responderam corretamente à questão, afirmando que as fórmulas estruturais são de substâncias que pertencem à função éster.

Através da fala dos estudantes foi possível perceber a contribuição positiva que as atividades tiveram. Mesmo os estudantes resistentes à disciplina concordaram que esse tipo de atividade favorece a aproximação dos educandos ao conteúdo trabalhado pelo educador, tornando as aulas mais atrativas e dinâmicas.

Respostas dos estudantes à questão 2

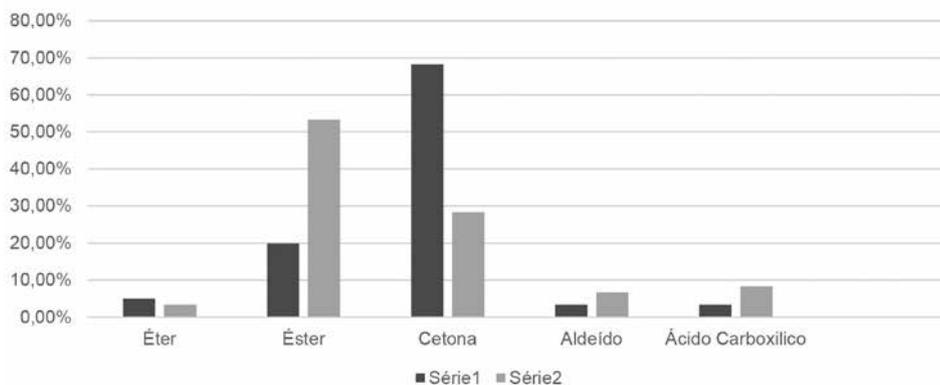
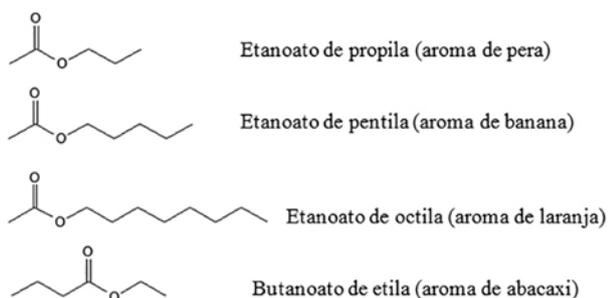


Gráfico 1: Respostas dos estudantes à questão 2 comparando a primeira e a terceira etapa. Fonte: Os autores.



62

Figura 1: Estrutura molecular de compostos orgânicos que possuem o aroma de algumas frutas. Fonte: Os autores.

Percebeu-se que esse panorama se alterou completamente quando esse exercício foi novamente respondido durante o terceiro momento da OT. De acordo com essa análise, houve uma melhora significativa na interpretação dos grupos funcionais: cerca de 53,3% dos estudantes respondeu corretamente ao exercício proposto, apesar de ainda haver confusão entre cetona e éster, em razão da estrutura de ambas apresentar em comum a carbonila. Apesar disso, pode-se considerar que esse resultado demonstra bons indícios de aprendizagem.

Com o intuito de avaliar o reconhecimento de funções orgânicas pelos estudantes, em uma estrutura que apresentasse mais de um grupo funcional, avaliamos o exercício número sete da lista, no qual foi apresentada a molécula de aspartame.

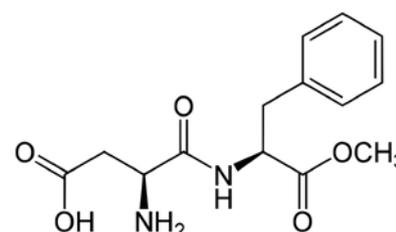


Figura 2: Respostas dos estudantes à questão 7 - molécula de aspartame.

O aspartame é usado como adoçante de baixo valor calórico e apresenta várias funções oxigenadas em sua estrutura química. No exercício, as alternativas eram: a) Cetona e éster; b) Éster e ácido carboxílico; c) Cetona e aldeído; d) Éter e ácido carboxílico; e) ácido carboxílico e álcool.

Nesse exercício, as funções oxigenadas corretas estavam na alternativa b (éster e ácido carboxílico). O Gráfico 2 apresenta a comparação das respostas dos estudantes entre a etapa inicial e final da OT.

A análise dos dados mostra que, no primeiro momento, 61,7% dos alunos respondeu ao exercício com a opção c (cetona e aldeído), enquanto apenas 16,7% dos alunos optaram pela alternativa correta, correspondente à opção b (éster e ácido carboxílico). Já no terceiro momento, o número de estudantes que respondeu corretamente o exercício ascendeu para 53,3%, ou 32 estudantes.

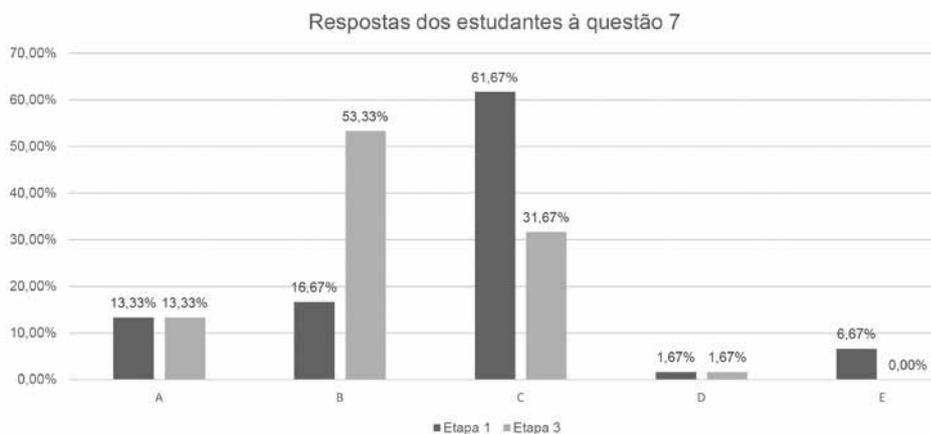


Gráfico 2: Respostas dos estudantes à questão 7 comparando a primeira e a terceira etapa. Fonte: Os autores.

Uma das maiores dificuldades percebidas durante a aplicação dos exercícios foi a identificação de compostos que apresentam o grupo funcional carbonila. Nesse sentido, muitos estudantes confundem as funções aldeído, cetona, éster e até mesmo ácido carboxílico.

Atribuiu-se a evolução do conhecimento químico na segunda aplicação dos exercícios para os estudantes, pois houve um aumento do número de estudantes que acertaram as funções orgânicas presentes no composto químico, justificada pela ênfase dada ao estudo dessas funções no segundo momento pedagógico, organização do conhecimento, da OT.

No encerramento das atividades, perguntou-se aos estudantes se a oficina temática “Química uma sensação, que função ela tem?” constituiu-se como uma estratégia nova em sua rotina escolar e se ela foi eficaz na sua aprendizagem. Foi possível verificar que a OT proporcionou uma experiência nova, alternativa ao método tradicional, embora o E39 tenha apresentado alguma resistência a essa nova dinâmica de aula: “Achei interessante a tentativa do professor em proporcionar esse tipo de aula, mas ainda prefiro a maneira antiga que ele trabalhava, pois acho que eu prestava mais atenção.”

Nas falas dos estudantes que responderam ao questionário, as atividades foram citadas como motivadoras e contextualizadas, o que propicia uma ampliação da discussão e reflexão sobre os fenômenos do dia a dia, como mostram as falas dos estudantes E8 e E14: “Achei bem legal a proposta porque conversamos muito sobre assuntos relacionados a nossa prática diária e foi a primeira vez que fiz esse tipo de atividades”; “Gostei muito e aprendi bastante, espero que o professor siga adotando esse tipo de atividade com nossa turma até o final do ano”.

Apenas uma estudante, apesar de julgar positiva a ação do pesquisador, acredita que as atividades não favoreçam o aprendizado da disciplina. Segundo ela, a maneira mais fácil de entender os conteúdos é através do método tradicional (“maneira antiga”). Essa característica demonstra que algumas práticas tradicionais, como o uso de esquemas no quadro, baseando-se apenas na exposição de ideias pelo professor, envolvem menos etapas, o que de certa maneira toma menos tempo e acaba envolvendo alguns estudantes que não se colocam disponíveis para buscarem a construção do seu conhecimento. Nesse sentido, Rodrigues *et al.* (2011) advertem que, além do “como ensinar”, faz-se necessário, também, abordar a questão daquilo que se deve ensinar. No enfoque tradicional, isso já vem predeterminado pelo programa da escola, sem que se questione a sua natureza e o seu sentido, e ao aluno cabe anotar e memorizar, fugindo do seu processo construtivo.

Mesmo que a escola e os estudantes ainda estejam muito atrelados às formas tradicionais de ensino de Química, ofertar opções e alternativas colaborativas, como as OT, são maneiras de ampliar essa discussão. Afinal, só é possível opinar e validar estratégias por meio do seu conhecimento e prática, e os

estudantes não podem ficar alheios a esse processo.

Dentro dessa perspectiva, a organização do professor torna-se um fator importante no planejamento de suas atividades. O uso de métodos alternativos ao tradicional se torna rico quando consegue contemplar tempo e objetivos, e permite ao estudante acompanhar o que se quer ensinar. Dessa forma, o uso dos 3 MP tornaram a OT mais eficaz, pois possibilitou um processo integrador, que envolveu os estudantes por etapas na construção de seus conhecimentos acerca da temática aromas.

Considerações finais

Neste trabalho relatamos a aplicação da oficina temática “Química uma sensação, que função ela tem?”, na qual obteve-se dados sobre sua contribuição para a aprendizagem dos sujeitos dessa pesquisa. Nessa metodologia de ensino, a aprendizagem dos conteúdos científicos pelos estudantes ocorreu por meio da descoberta da Química no seu cotidiano e das atividades experimentais propostas por meio dos três momentos pedagógicos em uma oficina temática construída com a temática aromas.

Por meio dos resultados trazidos neste trabalho, considera-se que as oficinas temáticas se estruturam como um recurso apropriado para abordar conceitos científicos e para provocar reflexões sobre atitudes e comportamentos ambientalmente favoráveis, ainda mais quando aliadas aos 3 MP.

Ao procurar correlacionar conhecimentos científicos com questões sociais, ambientais, econômicas e outras, as oficinas promovem a construção de uma visão mais global do mundo e criam condições para que “as aprendizagens se tornem úteis no dia a dia, não numa perspectiva meramente instrumental, mas sim numa perspectiva de ação” (Cachapuz *et al.*, 2000). Assim, essa proposta metodológica contribuiu para um ensino voltado para o desenvolvimento pessoal dos estudantes de Ensino Médio com a aplicação dos conteúdos de Química para a interpretação de situações cotidianas.

Nas falas dos estudantes que responderam ao questionário, as atividades foram citadas como motivadoras e contextualizadas, o que propicia uma ampliação da discussão e reflexão sobre os fenômenos do dia a dia [...].

Fernando Vasconcelos de Oliveira (nandoufsm@gmail.com), licenciado em Química e mestre em Educação em Ciências pela Universidade Federal de Santa Maria, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Químicas da Vida e Saúde/ UFSM, professor de Química da Educação Básica em escola estadual de Ensino Médio. Porto Alegre, RS – BR. **Vanessa Candito** (vanecandito@gmail.com), mestra em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, licenciada em Ciências Biológicas e especialista em Ciências Ambientais pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e especialista em Educação Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Químicas da Vida e Saúde/UFRGS. Porto Alegre, RS – BR. **Mara Elisa Fortes Braibante** (maraefb@gmail.com), licenciada em Química pela Universidade Federal de Santa Maria, mestre e doutora em Química pela Universidade Estadual de Campinas. Professora titular da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS – BR.

Referências

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BRAIBANTE, M. E. F. e PAZINATO, M. O ensino de química através de temáticas: contribuições do laequi para a área. *Ciência e Natura*, v. 36, 2014.
- BRAIBANTE, M. E. F. e BRAIBANTE, H. T. S. *Temáticas para o Ensino de Química: contribuições com atividades experimentais*. Curitiba: CRV, 2019.
- CACHAPUZ, A. F.; PRAIA, J. F. e JORGE, M. P. Perspectivas de Ensino das Ciências. In: CACHAPUZ, A. F. (Org.). *Formação de Professores/Ciências*. Porto: CEEC, 2000.
- CARLOS, A. M. M.; SANTOS, C. V.; CALDERAN, A. P. e BRAIBANTE, M. E. F. Química do papel como tema motivador para a realização de oficinas temáticas. In: 31º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química. *Anais...* Rio Grande, Rio Grande do Sul, 2011.
- COULATE, T. P. *Alimentos: a química de seus componentes*. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. e PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. e PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. 3ª. ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. e PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. 4ª. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- JOHNSTONE, A. H. You can't get there from here. *Journal of Chemical Education*, v. 87, n. 1, p. 22-29, 2009.
- MARCONDES, M. E. R.; SILVA, E. L.; TORRALBO, D.; AKAHOSHI, L. H.; CARMO, M. P.; SUART, R. C.; MARTORANO, S. A. e SOUZA, F. L. *Oficinas temáticas no Ensino Público: formação continuada de professores*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007.
- MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o Ensino de Química: Oficinas Temáticas para a Aprendizagem da Ciência e o Desenvolvimento da Cidadania. *Revista em Extensão*, Uberlândia, v. 7, 2008.
- MORAES, R. e GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva: Processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Revista Ciência & Educação*, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.
- MUENCHEN, C. e DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos. *Revista Ensaio*, v. 14, n. 3, p. 199-215, 2012.
- OLIVEIRA, F. V. Aromas: contextualizando o ensino de Química através do olfato e paladar. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.
- RETONDO, C. G. e FARIA, P. *Química das Sensações*. Campinas: Moderna, 2010.
- RODRIGUES, L. P.; MOURA, L. S. e TESTA, E. O tradicional e o moderno quanto à didática no Ensino Superior. *Revista Científica do ITPAC*, Araguaína, v. 4, n. 3, 2011.
- SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. 2ª. ed. Ijuí: Unijuí, 2000.
- SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisa para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, n. 1, p.27-31, 1995.
- SILVA, V. A.; BENITE, A. M. C. e SOARES, M. H. F. B. Algo aqui não cheira bem... A química do mau cheiro. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 1, p. 3-9, 2011. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_1/01-QS9309.pdf. Acesso em: 10 abr. 2011.
- SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: I Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Prática de Ensino, XIII Semana de Pedagogia da UEM. *Anais...* Maringá, 2007.

Abstract: *The use of senses, smell and taste, in the perception of aromas: a thematic workshop for the teaching of chemistry.* The search for methodological strategies to help students in the construction of knowledge has guided several researches in the area of Chemistry Teaching. This study aimed to develop and evaluate the application of a thematic workshop entitled "Chemistry a sensation - what function does it have?", by means of the perception of "Aromas" and structured according to the Three Pedagogical Moments, to promote reflections and discussions relating the theme to Organic Chemistry content. The thematic workshop was developed with 60 high school students from a public state school in the municipality of São Sepé / RS. The results obtained indicate that the use of the thematic workshop contributed to teaching aimed at the construction of contextualized chemical knowledge and meaningful learning for high school students.

Keywords: teaching chemistry, organic functions, thematic workshop.



A Fotografia em Atividade Experimental Investigativa de Química

Marcia B. Cunha e Catherine G. Vogt

O Ensino por Investigação (EI) é uma possibilidade para as aulas experimentais de Ciências e Química. Em meio aos fundamentos teóricos dessa abordagem, destacamos a proposição de um problema e sua resolução. Nesse contexto, a observação é um elemento de coleta e reflexão que tem a fotografia como um instrumento de aprimoramento da observação e do registro de dados. Neste trabalho investigamos o papel da Fotografia Científica Observatória (FoCO) como suporte para aulas investigativas de Química. Apresentamos aos estudantes um problema e a proposição de um experimento: que eles deveriam observar, durante cinco dias, o processo de oxidação de alguns metais. Como ferramenta didática, os estudantes utilizaram uma câmera digital ou um *smartphone* para o registro da observação. Os registros sistemáticos compuseram a observação visual do processo que acontece em tempos diferentes. Os resultados demonstraram que os estudantes aprimoraram a ação de explorar, de comparar, de analisar e de registrar fenômenos que acontecem em uma reação química.

► ensino por investigação, oxidação de metais, Fotografia Científica Observatória ◀

Recebido em 23/10/2020, aceito em 05/04/2021

Denominamos “Fotografia Científica” uma ferramenta didática estratégica com capacidade de converter a observação de fenômenos em registros visíveis. No ensino escolar de Química, a fotografia pode ser utilizada como um recurso para o acompanhamento de experimentos investigativos, de modo a possibilitar análises mais detalhadas e promover a ampliação do “fazer ciência na escola”. Esse tipo de fotografia, denominado Fotografia Científica Observatória (FoCO), é caracterizada pela utilização de imagens reais para registro de fatos em determinados ambientes, tendo como base o processo de observação e registro de dados e do objeto de análise. Consideramos a FoCO como um meio de registro ambiental de qualquer natureza, assim como o registro de fenômenos químicos e físicos observáveis dentro e fora de laboratórios (Cunha, 2018).

O uso da FoCO em atividades práticas experimentais

O uso da FoCO em atividades práticas experimentais tem valor didático-pedagógico e pode revelar-se como um recurso eficaz para o registro e o acompanhamento do processo investigativo.

tem valor didático-pedagógico e pode revelar-se como um recurso eficaz para o registro e o acompanhamento do processo investigativo. Nesse sentido, a fotografia em aulas de Ciências tem como finalidade utilizar ferramentas tecnológicas como modo auxiliar de observação e registro de dados. Com efeito, a prática científica na escola deve proporcionar

ao estudante um papel mais ativo e inovador. Entretanto, problematizar o uso da FoCO no campo da experimentação em ensino de Química é um desafio, dada a complexidade epistemológica do conhecimento iconográfico.

Neste trabalho buscamos reunir dados/informações com o propósito de responder ao seguinte problema de pesquisa: como a fotografia pode constituir-se em uma ferramenta didática para o acompanhamento e observação em experimentos investigativos de Química? Diante do problema, investigamos o papel da FoCO como suporte em experimentos de Química, com o intuito de auxiliar e aprimorar o processo de observação e registro de dados.

A observação pode ser realizada, de modo geral, de dois modos: a observação direta e a observação indireta. O

A seção “O Aluno em Foco” traz resultados de pesquisas sobre ideias informais dos estudantes, sugerindo formas de levar essas ideias em consideração no ensino-aprendizagem de conceitos científicos.



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

Quím. nova esc. – São Paulo-SP, BR Vol. 44, Nº 1, p. 65-75, FEVEREIRO 2022

primeiro modo é relativo ao contato direto do observador com o objeto de estudo, como, por exemplo, plantas, animais, fenômenos em geral e o que mais estiver disponível no meio. A observação indireta é aquela que se realiza com a ajuda de recursos técnicos ou seus produtos, como microscópios, filmes, gravuras, fotografias, dentre outros. Considerando o uso da fotografia, esta pode ser um instrumento útil em atividades experimentais para o registro da observação indireta, já que o estudante faz a observação em tempo real e, a partir do registro, cria elementos de observação indiretos, quando, por exemplo, apresenta os registros fotográficos aos colegas de turma.

No ensino de Ciências, as atividades experimentais podem acontecer de diversas formas, sendo uma delas o Ensino por Investigação (EI). Na abordagem EI, a observação é um elemento essencial, fazendo parte de todas as etapas do processo. Assim, este estudo foi desenvolvido tendo como um dos pressupostos a abordagem EI, com base em um experimento didático investigativo realizado com estudantes do Ensino Médio, utilizando a câmera digital/*smartphone* como ferramenta para registrar e acompanhar os experimentos. Destacamos que o uso corrente de celulares do tipo *smartphones*, por parte de professores e estudantes, facilita esse tipo de atividade (quando bem orientada) e alia uma tecnologia algumas vezes controversa ao contexto da sala de aula.

Neste artigo apresentamos os desdobramentos de uma atividade experimental investigativa, que contou com o uso da fotografia para o registro e acompanhamento da oxidação de metais em diferentes líquidos. O experimento foi realizado em grupos de três alunos e coube a cada aluno observar e registrar o processo de oxidação em um dos objetos metálicos fornecidos pelo professor: prego, palha de aço, lacre de latinha de refrigerante. A definição do líquido no qual os objetos deveriam ser submersos ficou a critério do grupo.

O ensino por investigação: o papel da experimentação investigativa no ensino de Ciências

O uso de atividades investigativas tem sido uma alternativa para as aulas experimentais de Ciências/Química. As atividades investigativas no ensino de Ciências devem proporcionar aos estudantes a manipulação de materiais e de ferramentas para a realização de atividades práticas, para a observação de dados e para a utilização de linguagens, de modo a comunicar aos outros suas hipóteses e sínteses (Sasseron e Carvalho, 2011).

Para Munford e Lima (2007), essas atividades são centradas nos estudantes, possibilitando a tomada de decisão a fim de resolver um problema. O EI pode constituir-se em estratégia didática que, agregada a outras, contribui para diversificar e qualificar as práticas pedagógicas das aulas de Ciências.

Segundo Azevedo (2010), utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem e a sair de uma postura passiva. Essa autora reforça que uma atividade de investigação deve fazer sentido para o aluno, de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno apresentado.

O ensino de ciências por investigação é baseado no diálogo e na discussão de problemas, perpassando por processos investigativos de elaboração de hipóteses, de verificação, de socialização de resultados e de argumentação (Zômpero e Laború, 2011). Como expressam os autores, a perspectiva do ensino com base na investigação possibilita o aprimoramento do raciocínio e de habilidades cognitivas dos alunos, favorece a cooperação entre eles, e também permite que compreendam a natureza do trabalho científico.

No EI o professor é um orientador da investigação, incentivando a formulação de hipóteses, promovendo condições para a busca de dados, auxiliando as discussões e orientando atividades nas quais os alunos possam entender as razões de seus procedimentos.

Consideramos que o EI é um tipo de abordagem que faz da sala de aula um espaço investigativo, um espaço no qual o material mais simples (um texto, uma imagem, uma música, uma notícia de jornal ou até mesmo uma ideia dos alunos) se transforma em objeto investigativo que, por sua vez, aguça a curiosidade e o desejo dos estudantes de colocar

em movimento seu aparato cognitivo para alcançar o domínio de um determinado conhecimento.

De modo geral, o EI envolve o estudante no processo ou nas etapas de um experimento investigativo e na busca pela solução de uma questão ou situação inicial proposta pelo professor, que espera que a resposta seja obtida por meio da realização de um experimento (Silva *et al.* 2010). Resumidamente, segundo Silva *et al.* (2010) e Carvalho (2013) podemos dizer que o EI segue as seguintes etapas:

- a) *Proposição de um problema experimental*: Como sugerido nos pressupostos do EI, a atividade tem início com a formulação de uma pergunta, um problema ou uma situação-problema que estimule a curiosidade dos estudantes;
- b) *Distribuição do material experimental*: Após a proposição do problema, o professor organiza a turma em pequenos grupos e distribui os materiais, privilegiando a realização do experimento no laboratório. Nessa etapa, o professor precisa ter o cuidado de não indicar a resposta do problema, nem mostrar como manipular os materiais fornecidos para a atividade;
- c) *Experimentação do que foi planejado*: Os estudantes são orientados para a realização do experimento, mas não se restringem apenas à manipulação de materiais e de

Neste artigo apresentamos os desdobramentos de uma atividade experimental investigativa, que contou com o uso da fotografia para o registro e acompanhamento da oxidação de metais em diferentes líquidos.

reagentes, tampouco seguem um roteiro pré-estabelecido. O professor deve orientar e estimular os estudantes nesse processo, devendo ficar esclarecido que não necessariamente será confirmada uma dada hipótese, sendo possível obter resultados inesperados, visto que o imprevisível faz parte do processo de construção da ciência. Essa é uma etapa de manipulação e observação e, nesse sentido, a utilização da fotografia é uma das formas possíveis para o registro do que está sendo observado;

- d) *Sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos para resolver o problema inicial:* Tendo os grupos realizado a atividade experimental, a turma deve ser organizada para um debate entre os estudantes e o professor. Essa etapa é importante, pois é nesse momento que acontece a sistematização do conhecimento. O professor deve guiar os estudantes não apenas na obtenção de respostas, mas também na construção do conhecimento científico escolar. Nessa perspectiva, Carvalho (2013) propõe que o professor utilize perguntas, como por exemplo: “Como vocês conseguiram resolver o problema?” ou “Como vocês explicam o porquê de ter dado certo?”. Dessa maneira, os estudantes buscarão uma explicação para o fenômeno observado, apresentando uma argumentação científica ou não. Por meio dessa explicação o professor tem a oportunidade de ampliar o repertório dos estudantes em relação à linguagem científica;
- e) *Escrita:* Após a discussão entre os estudantes e o professor em sala, passa-se para uma etapa de sistematização individual. É relevante, nesse momento, que os estudantes escrevam sobre o que aprenderam na atividade, a fim de verificar se o diálogo foi importante para gerar e compartilhar ideias e, assim, formular o conhecimento pessoal.

De forma geral é na experimentação que professores e estudantes procuram explicações que possam elucidar fenômenos observáveis para, então, relacioná-las com as teorias científicas.

De forma geral é na experimentação que professores e estudantes procuram explicações que possam elucidar fenômenos observáveis para, então, relacioná-las com as teorias científicas. Para Silva *et al.* (2010), é uma articulação entre o fenômeno e a teoria e uma relação constante entre o fazer e o pensar.

Nesse mesmo contexto, Mortimer *et al.* (2000) nos apresentam que na Química existem três níveis de conhecimento científico: i) o fenomenológico, que é caracterizado por observações, e é passível de descrições, quantificações e determinações; ii) o representacional, que trata da linguagem química, com seus símbolos, fórmulas e equações; iii) o teórico-conceitual, que permite interpretar os fenômenos por meio de teorias. Esses três níveis devem “caminhar” juntos quando são propostas atividades experimentais investigativas.

Evidentemente, não é apenas nas aulas experimentais que os estudantes se apropriam de uma linguagem química, pois toda a aprendizagem em Ciências deve fazer parte do

ensino por meio da linguagem científica (Mortimer, 2010). Nesse caso, o papel do professor é fundamental para que o estudante consiga explicar e argumentar a respeito dos fenômenos da natureza fazendo uso da linguagem científica.

A fotografia no Ensino de Ciências

No ensino de Ciências, convém dizer, é premente a necessidade de que sejam propostos novos modelos didáticos para compreender um novo mundo visual. Devemos compreender também o papel do conhecimento científico, que para Silva *et al.* (2010):

O conhecimento científico é um conjunto de ideias elaboradas na tentativa de explicar fenômenos naturais e de laboratório. Essa explicação é feita pela formulação de conceitos denominados de científicos. Os conceitos científicos são construções abstratas da realidade, não sendo, no entanto, a própria realidade (Silva et al., 2010, p. 234).

Por isso é tão importante utilizar uma ferramenta didática, por exemplo, a imagem, que seja mediadora no processo de produção do conhecimento científico escolar, visto que

vivemos numa sociedade cada vez mais visual (Campanholi, 2014). Com efeito, a prática científica está associada à utilização de instrumentos de mediação e de representação de fenômenos. Dessa maneira, a câmera digital se mostra como uma ferramenta

didática que pode transformar as práticas educativas em uma educação científica mais aberta a possibilidades (Loter, 2014). Nesse sentido, a fotografia oportuniza a utilização da imagem em aulas de Ciências/Química.

A fotografia, quando utilizada no ensino, é mediadora da produção do conhecimento e se constitui em excelente recurso para favorecer o desenvolvimento da capacidade de abstração, elemento considerado primordial na edificação do raciocínio científico e na expansão das formas de comunicação utilizadas pela ciência (Santos *et al.*, 2014). Cabe, porém, atentar para o fato de que nem sempre uma fotografia atribui significados por si só: a intervenção do educador, no ensinamento da leitura e interpretação das fotografias é essencial (Campanholi, 2014). Para isso é necessário que o professor construa, com os estudantes, a habilidade de observar e de ler fotografias.

As fotografias têm sido utilizadas em algumas áreas na tentativa de estimular o interesse dos estudantes por diversos conteúdos, facilitando que os processos de ensino e leitura sejam mais agradáveis, intercalando-se ao texto verbal (Campanholi, 2014). Podemos encontrar trabalhos em Geografia, Ciências, Artes, História e Educação Ambiental. Entretanto, não encontramos trabalhos que a utilizem na área de Ensino de Química, quando analisamos

artigos, dissertações e teses disponíveis nos portais da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e BDTD (Biblioteca Digital de Teses e Dissertações) para o período de 2007 a 2017. O resultado obtido nessa pesquisa pode ser acessado no artigo “O que se tem produzido na área de Ensino de Ciências com a fotografia” publicado no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (Vogt *et al.*, 2019a). Além disso, analisamos a fotografia científica em atividades experimentais presentes em livros didáticos de Química e constatamos que essa é utilizada apenas para ilustrar uma determinada etapa do experimento, não fazendo parte do processo de desenvolvimento (Vogt *et al.*, 2018). Em outro trabalho, “Atividades propostas por professores de Química: ensino por investigação e fotografia” analisamos a proposição de atividades didáticas para o uso da fotografia. As propostas foram elaboradas por professores que participavam de um curso de formação continuada de Química, e as análises apontam que os professores têm dificuldade em planejar atividades que utilizem a fotografia, apresentando-a somente como explanação e comprovação de conteúdos formais de ensino (Vogt *et al.*, 2019b).

Em relação ao estudante, há necessidade de estimular no aluno o interesse pela fotografia como registro, estabelecendo, assim, uma relação dialógica entre o conteúdo da matéria e sua abordagem (Severino, 2010).

Dentre as possibilidades da fotografia para fins didáticos, apresentamos neste trabalho a Fotografia Científica Observatória (FoCO), que tem como fundamento básico o acompanhamento e o registro de atividades experimentais investigativas, conforme defendido por Cunha (2018). Para a autora: “[...] a FoCO consiste no registro de fenômenos em ambiente externo, ou em outro espaço delimitado pelo professor, como, por exemplo, o laboratório” (Cunha, 2018, p. 235).

Para a construção do conhecimento é necessário que se estabeleça uma relação do sujeito que aprende com o objeto a ser conhecido, no nosso caso o experimento investigativo. A construção do conhecimento por parte do estudante em uma atividade investigativa requer que ele esteja envolvido na solução de um problema proposto pelo professor. Nesse processo há momentos de observação e de registro, o que pode ser feito por meio da escrita, da fala e da imagem. A FoCO vem ao encontro da necessidade de se aprimorar a observação, uma vez que essa pode captar elementos de um experimento com maior detalhe. Ela faz com que o estudante interaja com o objeto que está sendo investigado, levando-o à reflexão na busca de conceitos e significados que possibilitem tanto o entendimento de todo o processo quanto a construção de dados que possam ser analisados com mais cuidado e com melhor detalhamento. Para as autoras

Para a construção do conhecimento é necessário que se estabeleça uma relação do sujeito que aprende com o objeto a ser conhecido, no nosso caso o experimento investigativo. A construção do conhecimento por parte do estudante em uma atividade investigativa requer que ele esteja envolvido na solução de um problema proposto pelo professor.

Cleophas e Cunha (2020, p. 355), “[...] a fotografia deverá explicitar, iconograficamente, um fenômeno ou situação que tenha relação intrínseca com elementos teórico-científicos sobre um determinado tema ou assunto”.

Aspectos metodológicos da pesquisa

Como modalidade de pesquisa, optamos por uma pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso, que visa direcionar os estudantes em sua própria aprendizagem, enquanto enfrentam tomadas de decisões em situações que envolvam a ciência/Química. Controlamos o campo de atuação da presente investigação escolhendo um caso particular para estudá-lo, ou seja, uma turma de Ensino Médio de uma escola pública.

A pesquisa foi desenvolvida em um colégio público, localizado em uma cidade do interior do estado do Paraná. Os sujeitos da pesquisa foram 18 estudantes de uma turma do 2º ano de Ensino Médio, no turno matutino. As atividades elaboradas no projeto aconteceram durante o estágio obrigatório nas aulas de Química e foram guiadas pela estagiária (neste artigo, denominada professora) e acompanhadas pela professora da turma e pela orientadora/pesquisadora.

Apresentamos, a seguir, a proposta de uma atividade investigativa, com a duração de quatro horas/aula, com os respectivos encaminhamentos, destacando as etapas do EI e as articulações baseadas no processo da “ferrugem” de metais que foi proposto aos estudantes. Aos estudantes foi apresentado um problema experimental e a eles foram entregues os materiais e as orientações para a realização e o acompanhamento da atividade, o que deveria ser feito em casa. A turma foi organizada em grupos de três integrantes, o que resultou em seis grupos. Os estudantes tiveram que observar e acompanhar o processo de oxidação de metais durante um período de cinco dias.

A atividade observou as seguintes etapas:

- i) *Proposição do problema:* Propusemos aos estudantes uma situação cotidiana, na qual é possível perceber a ocorrência de uma reação química (a oxidação). Como questão-problema propusemos: Quais são os fatores que afetam o processo da formação da ferrugem em um metal exposto a diferentes condições?
- ii) *Distribuição do material para a atividade experimental:* Cada grupo de estudantes recebeu três conjuntos de objetos metálicos, sendo eles três pregos, três palhas de aço e três lacres de lata de refrigerante, para que cada integrante acompanhasse o que aconteceria a cada um desses objetos, de cada conjunto, quando imersos em três líquidos diferentes que fizessem parte do cotidiano deles. A escolha dos líquidos nos quais seriam colocados os metais fornecidos ficou a cargo dos grupos. Dessa forma, cada grupo deveria

submeter cada um dos objetos (um prego, uma palha de aço e um lacre de latinha) a um mesmo líquido.

Para acompanhar o desenvolvimento do experimento, os estudantes foram orientados a utilizar, como ferramenta didática, uma câmera digital ou *smartphone* para registrar as observações diárias. Aos estudantes foi solicitada a elaboração de um “Diário Fotográfico”, o qual deveria ser entregue à professora contendo os registros sistemáticos das fotografias em ordem cronológica. Eles também tiveram que realizar anotações dos fenômenos observados. As anotações deveriam conter as seguintes informações: a) Dia e horário do registro fotográfico; b) Líquidos utilizados para entrar em contato com os objetos; c) Classificação das soluções escolhidas em ácidas, bases ou neutras; d) Descrição do recipiente e o local escolhido para a realização do experimento; e) Características do local, como, por exemplo: lugar arejado, úmido, quente, entre outros; f) Propriedades químicas dos objetos que foram observados; g) Mudanças que ocorreram nos objetos durante o experimento.

Determinamos um dia para que os estudantes trouxessem os objetos (prego, palha de aço e lacre de lata de refrigerante) que estavam na solução e os registros fotográficos para que fossem apresentados à turma, e para que comentassem acerca da investigação realizada. A apresentação foi feita por meio de um projetor multimídia.

- iii) *Apresentação do observado e seu registro visual*: No dia da apresentação das fotografias científicas e dos materiais, o processo foi conduzido pela professora por meio de questões orientadoras. Destacamos que essas questões orientaram o trabalho, mas não determinaram totalmente o modo da condução da discussão, pois no EI a interação é aberta. A ideia foi que esse processo levasse os estudantes até a linguagem científica, abordando os conceitos químicos de oxidação, de velocidade de reação e fatores que influenciam uma reação química. Para isso foi utilizado o seguinte roteiro para a discussão: a) Observando os registros fotográficos em sequência, em que material você observou alguma alteração? b) Nesses materiais e líquidos foi possível observar a ferrugem? c) Que características visuais nos dão indício da ferrugem? d) Em qual material aconteceu o processo da ferrugem primeiro? e) Em qual/is material/is a ferrugem aconteceu mais rapidamente e de forma mais completa? Com qual/is registro/s fotográfico/s você pode demonstrar a sua ideia? f) Você observou alguma diferença entre os materiais utilizados (palha de aço, prego e lacre de alumínio)? g) As soluções/líquidos utilizados influenciaram no processo da ferrugem? h) Qual é o nome da reação química? E quais são os princípios da oxidação? i) Qual é o fator predominante que afeta uma reação de oxidação? j) Um metal pode sofrer oxidação sem necessariamente entrar em contato com o oxigênio?

Após a discussão, os alunos entregaram os “diários fotográficos” contendo as anotações que foram realizadas durante a observação do experimento.

- iv) *Sistematização do conhecimento elaborado nos grupos*: De forma a facilitar a visualização por toda a turma, os alunos apresentaram seus resultados por meio de um projetor de multimídia e, com a intervenção da professora, discutiram seus resultados e comunicaram suas conclusões aos colegas. Após a discussão, os alunos entregaram os “diários fotográficos” contendo as anotações que foram realizadas durante a observação do experimento.

Como o elemento principal deste estudo é a FoCO, os estudantes tiveram que responder à seguinte pergunta: Em ambientes naturais, o processo de ferrugem ocorre? Para responder a essa pergunta, os estudantes tiveram que identificar

e fazer um registro fotográfico de outro objeto em que fosse verificado o processo de oxidação.

- v) *Registro da atividade*: O registro foi feito por meio da escrita, da fala e das fotografias que fizeram parte do diário fotográfico. Neste trabalho, porém, analisaremos apenas as falas dos estudantes e os registros fotográficos.

Para o desenvolvimento da pesquisa, optamos por uma abordagem qualitativa com análise das falas e dos registros dos estudantes apresentados durante a exposição dos resultados. A discussão em sala de aula foi registrada com a gravação em áudio, devidamente autorizada pelos estudantes.

Neste trabalho analisamos o diálogo dos estudantes, fazendo-o segundo os referenciais teóricos adotados. De acordo com esse contexto, analisamos situações que promoveram a aprendizagem a partir da análise das falas dos estudantes e da interação com a professora/pesquisadora. Buscamos evidenciar situações nas quais foi utilizado conceito/linguagem científica para explicar as observações feitas pelos estudantes em uma sequência de aulas com práticas investigativas (Mortimer e Scott, 2002).

Nesse sentido, guiados principalmente pelos pressupostos teóricos do ensino de ciências por investigação delineados por Carvalho (2013), procuramos realizar, de forma sistematizada, a leitura e interpretação das falas dos sujeitos envolvidos na pesquisa.

Resultados e discussão

Os estudantes realizaram o registro fotográfico sistemático e fenomenológico, tendo como ponto de partida a experimentação. Com ajuda da FoCO, os estudantes tiveram a possibilidade de acompanhar o processo de oxidação de alguns metais. Após realizarem o experimento e fazerem os registros fotográficos em casa, os estudantes expuseram seus resultados e a interpretação atribuída a esses registros, no dia que foi previamente estabelecido para a apresentação em sala de aula.

A proposta desse experimento investigativo é simples e fácil de ser realizada, mas o foco dessa atividade se concentra no uso da câmera digital/*smartphone* como ferramenta auxiliar de observação, que permite explorar as evidências

de transformações químicas e fazer uma análise crítica delas. Os registros fotográficos podem ser um recurso facilitador para construir conceitos químicos, partindo de fenômenos que podem ser observados, como é o caso das evidências das reações químicas. A relação entre o observado/registrado e a linguagem científica acontece em momento posterior, quando os estudantes explicam o observado e o professor intervém trazendo explicações com base conceitual e científica. Logo, “[...] o professor precisa ser bastante cauteloso quanto à distinção desses conceitos, e ‘traduzi-los nos fenômenos observados durante a sistematização dos conteúdos’” (Carvalho e Bellucco, 2014, p. 45).

Devido ao grande número de observações (54) realizadas pelos estudantes, optamos, neste trabalho, por expor apenas uma parte delas. Dentre os seis grupos que realizaram essa atividade experimental, trazemos as análises dos grupos 3 e 5, tendo em vista a limitação de espaço da revista. Optamos por apresentar esses dois grupos para demonstrar um pouco da diversidade de líquidos utilizados pelos estudantes. A análise dos outros grupos pode ser consultada na publicação “Um clique para a Ciência: a fotografia científica na experimentação investigativa em aulas de Química” (Vogt e Cunha, 2018). Para apresentação dos resultados reproduzimos extratos de diálogos entre o professor e os estudantes, que identificamos respectivamente por P e E. As fotografias foram cedidas pelos estudantes.

Análise da atividade no Grupo 3

O Grupo 3 determinou que os objetos inseridos seriam imersos em óleo, água com sal e vinagre. No Quadro 1, apresentamos o esquema de organização do grupo.

Quadro 1: Esquema da organização do Grupo 3.

Estudantes	Materiais	Soluções
E6	Palha de aço	
E7	Prego	Óleo, água com sal e vinagre.
E8	Lacre de alumínio	

Fonte: as autoras.

Das nove observações realizados pelo Grupo 3, apresentamos a seguir fragmentos do diálogo entre o pesquisador e os estudantes a partir dos experimentos com a palha de aço no óleo, o prego na água com sal e o lacre de alumínio no vinagre.

i) Palha de aço no óleo

A Figura 1 apresenta o registro fotográfico feito no quinto dia de acompanhamento do estudante (E6).

E6: Até o quinto dia não mudou nada.

PI: Mas o que tem nesse óleo que nada aconteceu?

E6: Eu acho que é porque ele não deixa passar o ar. Não fica em contato direto com o ar. Por isso que, com ele, não altera nada. Porque precisa do ar para acontecer a ferrugem.



Figura 1: Palha de aço no óleo no 5º dia de observação. Fonte: estudantes.

E7: Não tem contato; eu acho que o óleo age como uma proteção.

Para ocorrer o processo de oxidação em um metal é necessária (basicamente) a presença de oxigênio e de umidade. Nesse caso, o estudante E6 observou que é possível cobrir o metal com uma substância que auxilia na proteção e que impede a oxidação do material. Desse modo, a fotografia possibilitou ao estudante verificar que, apesar da palha de aço ter permanecido no líquido durante alguns dias, o processo de oxidação (ferrugem) não aconteceu, uma vez que o óleo impediu que o metal ficasse em contato direto com o ar e a umidade. Para esse estudante, o óleo teve uma função “protetora” do metal.

ii) Prego na água com sal

O estudante E7 descreveu o experimento com o prego na solução de água e sal. A Figura 2 apresenta o registro fotográfico feito no quinto dia de acompanhamento do estudante.



Figura 2: Prego na água com sal no 5º dia. Fonte: estudantes.

E7: Eu não tirei foto, nem no primeiro, segundo e terceiro dia, porque não aconteceu nada. Aqui dá pra ver que ficou branco.

PI: Mas esse branco é da solução ou do objeto?

E7: É da água com sal.

PI: Ah, sim.

E7: Eu coloquei assim, num pratinho raso, eu coloquei água e uma colher de sal, eu não mexi, eu supersaturei a solução, para ver se ocorria mais rápido a reação. Ali nas pontas foi onde mais pegou, daí ele começou a ficar amarelo nas duas pontas. E não deu para ver mais. Depois ele ficou tudo enferrujado.

O estudante E7 iniciou sua apresentação salientando que não tinha realizado o registro fotográfico diário, pois entendeu que esse seria necessário para o registro de alterações, caso houvesse. Nesse caso, a fotografia foi utilizada com a intenção de mostrar o resultado e não o processo, como foi proposto inicialmente. Entretanto, esse estudante manteve a observação e tomou uma atitude, ou seja, ele aumentou a concentração da solução para testar sua hipótese. Além disso, na sua fala é possível observar uma linguagem química, quando ele se referiu a uma solução supersaturada, demonstrando haver algum conhecimento a respeito da concentração de soluções e da velocidade de reação. E, assim, o estudante observou as primeiras evidências de um processo de oxidação, ou seja, o surgimento de uma coloração diferente sobre a camada metálica do objeto, nesse caso a cor amarelada.

iii) Lacre de alumínio no vinagre

O estudante E8 apresentou o experimento realizado com o lacre de latinha de refrigerante imerso no vinagre. Na Figura 3 podemos ver o processo no 3º dia.



Figura 3: Lacre de latinha no vinagre no 3º dia. Fonte: estudantes.

E8: *Aqui é com o vinagre, ele evaporou, e tirou o brilho do lacre. Mas eu tinha colocado uma quantidade, assim, que cobriu.*

PI: *Mas foi só com a solução de vinagre que evaporou?*

E8: *Sim, só com o vinagre.*

PI: *Por que só com o vinagre evaporou?*

E8: *Porque ele tem álcool junto.*

PI: *Mas em que esse álcool interfere?*

E9: *Ele é volátil.*

Nesse trecho, o estudante mencionou algumas características para explicar o que tinha influenciado na evaporação da solução de vinagre. Ele citou que fora devido à presença de álcool e, em seguida, pelo fato de o álcool ser volátil. O grau alcoólico do vinagre é baixo e representa o resíduo do processo de acetificação. Todo vinagre tem um pouco de álcool, uma vez que a ausência de um substrato alcoólico (no caso as bactérias acéticas) pode degradar o ácido acético. Ao relacionar o vinagre com o álcool, o estudante conseguiu justificar a alteração de volume do líquido por meio do processo de evaporação de uma substância volátil.

Análise da atividade no Grupo 5

O Grupo 5 determinou que os objetos seriam imersos em amaciante de roupa, gasolina e óleo. No Quadro 2,

Quadro 2: Esquema da organização do Grupo 5.

Estudantes	Materiais	Soluções
E11	Palha de aço	Amaciante de roupas, gasolina e óleo.
E12	Prego	
E13	Lacre de alumínio	

Fonte: as autoras.

apresentamos o esquema de organização do grupo.

Das nove observações realizadas pelo Grupo 5, apresentamos três fragmentos dos diálogos entre a professora e os estudantes a partir da observação da palha de aço no amaciante, o prego na gasolina e o lacre de alumínio no óleo.

iv) Palha de aço no amaciante de roupas

A Figura 4 mostra o registro fotográfico da palha de aço imersa no amaciante apresentado pelo estudante.



Figura 4: Palha de aço no amaciante no 2º dia. Fonte: estudantes.

E11: *Aqui, já era passado das 24 horas, no segundo dia, já era quase oito horas da noite, aqui, a corrosão já estava completa. Para fora, tudo assim...*

PI: *Por que você está falando em corrosão? O que aconteceu para você dizer que aconteceu a corrosão?*

E11: *Porque no líquido onde estava o amaciante eu via pedacinhos que já estavam se armazenando embaixo, derretendo assim.*

PI: *Esse derretendo seria a corrosão?*

E11: *Sim, seria a corrosão.*

PI: *Houve alguma alteração de cor na palha de aço?*

E11: *Ela foi ficando alaranjada. Alaranjado bem escuro, tipo, uma parte de cima dela não tinha contato com o amaciante.*

PI: *Então ficou exposta?*

E11: *Ficou um processo mais devagar do que na parte que estava mergulhada, sabe.*

PI: *Então você acha que esse amaciante acelerou o processo da ferrugem?*

E11: *Acelerou muito o processo.*

É importante observar que, logo no início da fala do estudante, ele afirmou que houve o processo da corrosão e,

em seguida, a justificativa foi que ela se deveu ao “derretimento” da palha de aço. Em seguida, com a intervenção da professora, o estudante descreveu o fenômeno observado, a mudança de cor para alaranjado, e como essa solução influenciou na velocidade da reação, ou seja, o processo de oxidação do metal.

v) Prego na gasolina

A Figura 5 apresenta o registro fotográfico da imersão do prego na gasolina. A seguir, mostramos parte do diálogo entre o professor (P1) e o estudante (E12).



Figura 5: Prego na gasolina no 3º dia. Fonte: estudantes.

E12: *Aqui, no terceiro dia na gasolina, já tinha evaporado.*

P1: *Mas, por que será que essa gasolina evaporou?*

E12: *Por causa do ponto de ebulição, que é baixo. Aqui no fundo da garrafa dá pra ver uns negócios escuros, assim. Eu acho que a gasolina causou isso, mas no prego não aconteceu nada.*

Percebemos que o estudante observou o fenômeno da evaporação da gasolina e, em seguida, justificou que ela se deu por conta do baixo ponto de ebulição. O que chama a atenção nessa discussão é o fato de não ser possível identificar a gasolina. Aqui, o estudante reconheceu que a gasolina possui um ponto de ebulição baixo e, por isso, evapora à temperatura ambiente, mas, mesmo assim, o estudante apresentou a sua fotografia retratando o resultado do processo. Nesse ponto reside a importância do registro fotográfico acompanhado pela fala ou pela escrita, pois somente a imagem não nos dá a representação do processo como um todo.

vi) Lacre de lata de refrigerante no óleo

A Figura 6 apresenta o registro do lacre na solução de óleo. Logo a seguir, reproduzimos uma parte do diálogo



Figura 6: Lacre de latinha no óleo no 1º dia. Fonte: estudantes.

entre o pesquisador (P1) e o estudante (E13).

E13: *Aqui é o primeiro dia do lacre de alumínio. Coloquei e logo tirei a foto, ele estava na garagem, não pegava sol e nem nada, só tirava para tirar foto, tinha que ter claridade para tirar a foto. Mas nenhuma mudança ocorreu no óleo.*

Nesse caso o estudante E13 fez uma observação rápida, porém, ele não observou nenhum fenômeno, e concluiu que nada tinha ocorrido, sem justificar por que não ocorreu a oxidação. A explicação do estudante poderia caminhar em dois sentidos: um em relação ao óleo como proteção dos metais e o outro devido ao fato do lacre ter alumínio em sua composição e, portanto, não sofrer o processo de oxidação. De qualquer forma, esse estudante realizou o registro diário do experimento, mesmo observando que não estava ocorrendo a oxidação do metal.

A sistematização do conhecimento

Uma das etapas do EI é a sistematização do conhecimento, como mencionamos no item “aspectos metodológicos da pesquisa”. Assim, foi proposto que os estudantes respondessem à seguinte pergunta: *Em ambientes naturais o processo de ferrugem ocorre?* Dentre os seis grupos, apenas o grupo cinco respondeu a essa pergunta e apresentou o registro fotográfico (Figura 7). A seguir, apresentamos o diálogo entre a professora (P1) e o estudante (E13).



Figura 7: Alicates. Fonte: estudantes.

E13: *Aqui é a foto daquela última pergunta que tinha no roteiro da atividade.*

P1: *Ah, sim. A questão era “Em ambientes naturais o processo da ferrugem ocorre?”.*

Turma: *Acontece.*

E13: *Só que se deixar em soluções acelera o processo da ferrugem. Daí quando está em ambiente natural, demora mais tempo.*

P1: *Mas depende da solução?*

E13: *Sim, depende da solução.*

P1: *No caso do seu grupo, que utilizou óleo e gasolina, esses líquidos aceleraram o processo da ferrugem?*

E13: *O óleo, por exemplo, não acelerou em nenhum dos três objetos; no caso, só manteve.*

P1: *Que fotografia você trouxe?*

E13: *De um alicate.*

P1: *Por que você acha que aconteceu a ferrugem no alicate?*

E13: *Por causa da oxidação.*

PI: Mas... o que você observou nesse alicate que você diz que ocorreu a ferrugem?

E13: As manchinhas.

PI: O que são essas manchinhas?

E13: A cor da ferrugem, o mesmo que aconteceu no prego.

Nesse diálogo, o estudante observou que em um objeto em ambiente natural também ocorre o processo de ferrugem, mas a reação de oxidação leva um período maior para acontecer. Quando a professora indagou o estudante sobre todos os materiais que o grupo observou, ele concluiu que algumas soluções podem acelerar o processo enquanto outras podem retardar. O que chamou a atenção nesse diálogo foi o fato de que o estudante percebeu a ferrugem a partir da mesma evidência que ele tinha observado no prego, ou seja, “as manchinhas”, a aparição de uma nova camada na superfície metálica de cor marrom-avermelhada. O interessante aqui é observar que o estudante conseguiu relacionar um processo natural a um processo induzido (o experimento) e começou a se apropriar de uma linguagem química, o que ficou evidenciado nessa atividade final quando ele fez uso dos termos ferrugem e oxidação como sinônimos.

De acordo com Carvalho (2014), a etapa de sistematização do conhecimento leva os estudantes a tomarem consciência das ações praticadas e, assim, estruturarem os resultados, mostrando novas evidências para explicar os fenômenos observados. A autora relata que somente depois de proporcionar um período para os estudantes pensarem e apresentarem suas argumentações em uma interação discursiva, o professor terá a oportunidade de sistematizar o conceito ali presente.

Nesse sentido, Carvalho (2013) considera que a proposição de uma experimentação, antes de trabalhar o conteúdo, baseando na regularidade dos fenômenos observáveis, configura-se como produção do conhecimento científico e, assim, declara que “[...] fazer a atividade antes de aprender a teoria, ou uma teoria, se aproxima mais da produção da ciência, pois promove a problematização seguida da elaboração de explicações e, eventualmente, a repetição do experimento para testar as hipóteses levantadas” (Carvalho, 2013, p. 7).

Carvalho e Bellucco (2014) destacam a necessidade da passagem da ação manipulativa para a ação intelectual, porém, para o professor, “[...] conduzir intelectualmente o aluno fazendo uso de questões, de sistematização de suas ideias e de pequenas exposições não é tarefa fácil. É bem menos complicado expor logo o conteúdo a ser ensinado” (Carvalho e Bellucco, 2014, p. 3).

Finalizando a atividade: a fotografia no Ensino por Investigação

Para finalizar a atividade proposta questionamos os

estudantes sobre a atividade realizada em casa e a utilização da fotografia. Mostramos a seguir o diálogo estabelecido entre o pesquisador e a turma.

PI: Pessoal, o que vocês acharam de realizarem o experimento em casa?

Turma: Foi bom!

PI: Mas, o que vocês acharam de fazer o experimento em casa, em vez de no laboratório?

Turma: Foi legal!

Turma: Foi mais fácil.

PI: Por que foi mais fácil?

Turma: Você cuidava e acompanhava a hora que você podia. Não se sentia obrigado por fazer.

Turma: Obrigação era, né, porque tinha que tirar foto todo dia.

PI: Mas, o que vocês acharam de

utilizar uma câmera digital nessa atividade?

Turma: Foi legal, porque dava para observar certinho o que mudou de um dia para o outro.

PI: Vocês acharam que a fotografia foi importante para essa atividade?

Turma: Foi.

PI: Esse experimento deu mais autonomia para vocês?

Turma: Sim.

Turma: Deu.

PI: Agora, quando vocês estiverem em casa, por exemplo, quando vocês observarem o surgimento de uma nova coloração na superfície do ferro, vocês vão conseguir identificar o processo da ferrugem?

Turma: Sim.

PI: Só mais uma pergunta: O que a fotografia científica proporcionou para vocês?

Turma: A visualização do experimento.

Turma: Comparar cada dia.

PI: O que a fotografia proporcionou para vocês?

Turma: Comparar um trabalho com o outro.

Turma: Para ver a diferença.

PI: A fotografia ajudou no processo?

Turma: Facilitou na explicação.

Turma: Ajudou na observação do experimento.

Percebemos, aqui, que os estudantes se sentiram mais independentes e livres para realizar o trabalho, pois tinham a opção de fazê-lo quando assim o desejassem. A respeito da fotografia, eles argumentaram que a partir dela foi possível registrar as etapas e compará-las, melhorando a visualização e a observação. Além disso, salientaram que a fotografia facilitou a explicação. Nesse último caso, ressaltamos que a fotografia serviu tanto para o acompanhamento do processo, melhorando a observação do fenômeno, quanto para a comunicação do resultado. Assim, a fotografia em um experimento investigativo participa de três das cinco etapas sugeridas para a realização de uma Sequência de Ensino Investigativa proposta por Carvalho (2013), ou seja, “Experimentando o que foi planejado”, “Sistematização do Conhecimento” e a etapa “Escrever”. Essa última etapa, além do registro

escrito, acontece por meio do registro fotográfico, o que apoiou os estudantes na exposição oral e na sistematização dos resultados apresentados à turma.

Considerações finais

Consideramos que os resultados advindos da experimentação investigativa objeto deste trabalho (a representação do processo de ferrugem), realizada por meio de acompanhamento fotográfico, permitiu que os estudantes compreendessem alguns processos e fatores que influenciam na oxidação de um metal (ferrugem), sendo esses fatores a resposta ao problema inicial. Dessa maneira, essa modalidade de atividade possibilita que os estudantes aprimorem a exploração, a comparação, a análise e o registro dos fenômenos que acontecem nas reações químicas, as interpretações por meio de suas evidências, e o desenvolvimento do conhecimento científico, o que implica em processos cognitivos importantes para a formação científica dos estudantes.

No que se refere ao uso da FoCO em experimentos investigativos, podemos concluir, a partir dos resultados obtidos, que a fotografia se mostrou uma ferramenta adequada e efetiva para o desenvolvimento de uma atividade investigativa, pois com a fotografia é possível converter a observação de fenômenos em registros visíveis, que podem servir para o acompanhamento do processo, coleta de dados, teste de hipóteses, aprimoramento da observação, comparação e

análise. Além disso, a fotografia pode ser considerada uma ferramenta didática mediadora do processo de construção do conhecimento científico escolar, tendo em vista que vivemos em uma sociedade “dominada” pela imagem.

Posto isso, salientamos a importância do professor como proponente do processo e condutor da discussão em sala de aula. Sem essa condução, as atividades podem perder o sentido e apresentarem-se apenas como um paliativo ao ensino escolar. Quando bem conduzidas, o EI e a FoCO desenvolvem nos estudantes a construção de conceitos importantes para o entendimento das ciências e de sua relação com o cotidiano dos estudantes.

Para um melhor desenvolvimento da atividade objeto deste artigo, sugerimos ainda que o professor forneça aos estudantes o recipiente (por exemplo, copos reutilizáveis) e determine a quantidade de líquido a ser utilizado no experimento. Essa adequação trará uma melhor padronização ao experimento e ajudará na análise dos registros fotográficos.

No que se refere ao uso da FoCO em experimentos investigativos, podemos concluir, a partir dos resultados obtidos, que a fotografia se mostrou uma ferramenta adequada e efetiva para o desenvolvimento de uma atividade investigativa, pois com a fotografia é possível converter a observação de fenômenos em registros visíveis, que podem servir para o acompanhamento do processo, coleta de dados, teste de hipóteses, aprimoramento da observação, comparação e análise.

Marcia Borin da Cunha (borin.unioeste@gmail.com), licenciada em Química e mestre em Educação pela Universidade Federal de Santa Maria, doutora em Educação pela Universidade de São Paulo, pós-doutora em Educação pela Universidade Federal de São João del-Rei, docente na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR – BR. **Catherine Flor Geraldi Vogt** (catherine.geraldi@hotmail.com), licenciada em Química e mestre em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR - BR.

Referências

- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- CAMPANHOLI, J. A. M. Fotografia e educação: o uso da fotografia na prática docente. *Revista Primus Vitam*, n. 7, 2014. Disponível em: http://delphos-gp.com/primus_vitam/primus_7/julie.pdf, acesso em out. 2020.
- CARVALHO, A. M. P. *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, A. M. P. e BELLUCCO, A. Uma proposta de sequência de ensino investigativa de quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 31, n. 1, p. 30-59, 2014.
- CLEOPHAS, M. G. e CUNHA, M. B. Contribuições da fotografia científica observatória (FoCO) para o ensino por investigação. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 13, n. 1, p. 349-381, 2020.

CUNHA, M. B. A fotografia científica no ensino: considerações e possibilidades para as aulas de Química. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 4, p. 232-240, 2018.

FONSECA, J. J. S. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila. Disponível em: <http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>, acesso em ago. 2020.

LOTERO, L. A. A. Si Galileo Galileo hubiera tenido una cámara digital: enseñando ciencias a una generación digital. *Enseñanza de las Ciencias*, n. 32, p. 243-261, 2014.

MORTIMER, E. F. As chamas e os cristais revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino das ciências da Natureza. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. (Org.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí, RS: Editora da Unijuí, p. 181-207, 2010.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. e ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

MORTIMER, E. F. e SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar

e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

MUNFORD, D. e LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Revista Ensaio*, v. 7, n. 1, p. 89-111, 2007.

SASSERON, L. H. e CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SEVERINO, F. E. S. A mediação pedagógica da fotografia no ensino dos temas transversais. *Educação & Linguagem*, v. 13, n. 21, p. 175-188, 2010.

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

ZÔMPEIRO, A. F. e LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Revista Ensaio*, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

VOGT, C. F. G.; CECATTO, A. J. e CUNHA, M. B. A fotografia científica em experimentos investigativos para o ensino de química. In: PEIXOTO, A. J. G.; Neves, L. e Cruz, R. (Org.). *Educação em múltiplos contextos*. Instituto Politécnico de Viana

do Castelo, Escola Superior de Educação, Viana do Castelo, Portugal, 2018. Disponível em: http://www.es.eipvc.pt/enec2017/XVIIENEC_ATAS_.pdf, acesso em abr. 2021.

VOGT, C. F. G. e CUNHA, M. B. Um clique para a ciência: a fotografia científica na experimentação investigativa em aulas de Química. *Atas do XIX Encontro Nacional de Ensino de Química*, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2018.

VOGT, C. F. G.; CECATTO, A. J. e CUNHA, M. B. A fotografia científica e as atividades experimentais: livros didáticos de química. *Revista ACTIO: Docência em Ciências*, v. 3, n. 1, p. 56-74, 2018.

VOGT, C. F. G.; CECATTO, A. J. e CUNHA, M. B. O que se tem produzido na área de Ensino de Ciências com fotografia? *Atas do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, XII ENPEC, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2019a.

VOGT, C. F. G.; CECATTO, A. J. e CUNHA, M. B. Atividades propostas por professores de Química: ensino por investigação e fotografia. *Atas do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, XII ENPEC, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2019b.

Abstract: *Photography in chemical investigative experimental activity.* Teaching by Research (EI) is a possibility for experimental classes in science and chemistry. Among the theoretical foundations of this approach, we highlight the proposition of a problem and its resolution. In this context, observation is an element of collection and reflection that uses photography as an instrument for improving observation and data recording. In this work we investigate the role of Scientific Observation Photography (FoCO) as a support for investigative chemistry classes. Students were presented to a problem and the proposition of an experiment: they were to observe, for five days, the oxidation process of some metals. As a didactic tool, students used a digital camera or smartphone to record the observation. The systematic records comprised the visual observation of the process that takes place at different times. The results showed that students improved the action of exploring, comparing, analyzing and recording phenomena that happen in a chemical reaction.

Keywords: research teaching, oxidation of metals, Scientific Observation Photography



A química do banho de ouro em bijuterias: uma proposta de ensino baseada nos Três Momentos Pedagógicos

Cíntia G. Zimmer

Este artigo apresenta uma atividade experimental que reproduz a galvanoplastia do banho de ouro em bijuterias, contemplando tópicos relacionados aos conceitos de eletroquímica, com foco na eletrólise. A organização da proposta didática foi baseada na abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, a qual foi elaborada de forma a envolver os alunos ao longo da atividade por meio de pesquisa, exposição oral, momento de aprendizagem e aplicação prática do conhecimento recebido. O estudo da tecnologia usada na produção de um objeto do cotidiano dos alunos proporcionou uma aprendizagem significativa dos conceitos de eletroquímica, constatada pelo desempenho na resolução de questões sobre o tema proposto.

► plano de aula, eletrólise, banho de ouro ◀

76

Recebido em 26/08/2020, aceito em 23/04/2021

É fato que a química tem grande relevância para a vida humana e está envolvida diretamente com o dia a dia das pessoas. Em aula, muitos alunos esperam que a importância dos conteúdos de química seja evidenciada. Não desejam ser obrigados a ver o mundo com olhos de cientistas, mas sim, que o ensino os ajude a compreender o mundo (Fourez, 2003). Aproximar a ciência ao contexto dos alunos pode contribuir para a superação do “mar de falta de significação”, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam (Silva, 2003).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aponta a importância da contextualização na prática escolar, enfatizando situações do cotidiano, e assim favorecendo momentos significativos para os estudantes (Brasil, 2018). Estudos reforçam a necessidade da contextualização no ensino de química (Silva *et al.*, 2016), pois a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação ancora-se

a conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz (Guimarães, 2009). Isso é explicado pela teoria de David Ausubel, segundo a qual o fator de maior influência na aprendizagem são os conhecimentos prévios dos alunos (Moreira, 2011).

A experimentação no ensino de Química tem sido defendida por diversos autores, pois constitui um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conceitos (Ferreira *et al.*, 2010; Lisboa, 2015) agindo como um alicerce que, aliado a práticas avaliativas mediadoras e reguladoras, auxilia expressivamente no processo de aprendizagem (Andrade e Viana, 2017).

processo de aprendizagem (Andrade e Viana, 2017). Cabe destacar as potencialidades encontradas na dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MPs) para a organização de uma proposta didática (Abreu *et al.*, 2017; Bonfim *et al.*, 2018). Essas indicações foram desenvolvidas por Delizoicov e Angotti (1990) e são pautadas por três itens: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

A “problematização inicial” apresenta situações reais que os alunos conhecem, as quais devem estar envolvidas ao tema em questão. A “organização do conhecimento” ocorre sob orientação do professor, na qual os conhecimentos

*A experimentação no ensino de Química tem sido defendida por diversos autores, pois constitui um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conceitos (Ferreira *et al.*, 2010; Lisboa, 2015) agindo como um alicerce que, aliado a práticas avaliativas mediadoras e reguladoras, auxilia expressivamente no processo de aprendizagem (Andrade e Viana, 2017).*

A seção “Experimentação no Ensino de Química” descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos científicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes usados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola.



científicos necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial são estudados. Por fim, a “aplicação do conhecimento” aborda sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno para analisar e interpretar as situações iniciais, bem como outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Um tema considerado de difícil compreensão pelos alunos no estudo de química é a eletroquímica (Santos *et al.*, 2018; Tsaparlis, 2019), pois exige um raciocínio elaborado, dificultando, em alguns momentos, o estabelecimento de analogias com fenômenos do mundo macroscópico (Caramel e Pacca, 2011; Barreto *et al.*, 2017). Pilhas e eletrólise são assuntos recorrentes nos livros didáticos do Ensino Médio, porém poucos deles abordam a eletrodeposição (Barreto *et al.*, 2017). Além disso, há pouca disponibilidade de experimentos abrangendo o conceito de eletrólise na literatura nacional (Martins *et al.*, 2016).

Diante disso, a principal motivação deste trabalho foi disponibilizar uma metodologia pautada na experimentação envolvida na produção de bijuterias, que são objetos bastante comuns no cotidiano dos alunos. O banho de ouro, ao contrário do que muitos pensam, não ocorre pela imersão de um objeto no ouro líquido. Para revestir uma bijuteria, utiliza-se uma técnica industrial chamada galvanoplastia, a qual tem como princípio de funcionamento a eletrólise. Os objetivos adicionais desta atividade são: demonstrar a constituição de uma célula eletrolítica, contribuir na compreensão de conceitos sobre eletroquímica, além de desenvolver habilidades comunicativas dos alunos.

A proposta dispõe de um plano de aula e um roteiro experimental, e foi implementada de forma satisfatória com turmas do ensino médio, nas quais se verificou a eficácia do método por meio da evolução do conhecimento demonstrado em uma avaliação diagnóstica (sondagem) realizada antes e após a atividade (as questões propostas estão disponíveis no fim deste artigo).

Fundamentação teórica

A eletroquímica estuda o fenômeno da transferência de elétrons pelas reações de oxirredução, sendo que as reações espontâneas são usadas com o propósito de se obter eletricidade (pilhas) e, de forma contrária, o uso da eletricidade pode forçar a ocorrência das reações químicas não espontâneas (eletrólise) (Atkins e Jones, 2006).

A eletrólise ocorre em um sistema denominado célula eletrolítica, a qual é constituída por dois eletrodos, chamados anodo (potencial positivo) e catodo (potencial negativo), mergulhados em uma solução eletrolítica, além de uma fonte de tensão que fornecerá energia elétrica ao sistema, produzindo reações de oxirredução não espontâneas.

A energia elétrica fornecida pela fonte faz com que os elétrons percorram o circuito a partir do anodo, onde ocorrerá a oxidação, em direção ao catodo, onde ocorrerá a redução. Esse processo é utilizado em diversas aplicações industriais, como, por exemplo, na produção do alumínio,

cloro, hidrogênio e galvanoplastia, que é a deposição de uma fina camada de metal sobre um objeto (Brett, 1993).

O ensino desses conceitos pode ser facilitado com a incorporação de mapas conceituais (Trindade e Hartwig, 2012). A Figura 1 exibe um esquema didático, contendo de forma resumida a essência do conteúdo de eletroquímica com ênfase na eletrodeposição do ouro em uma bijuteria.

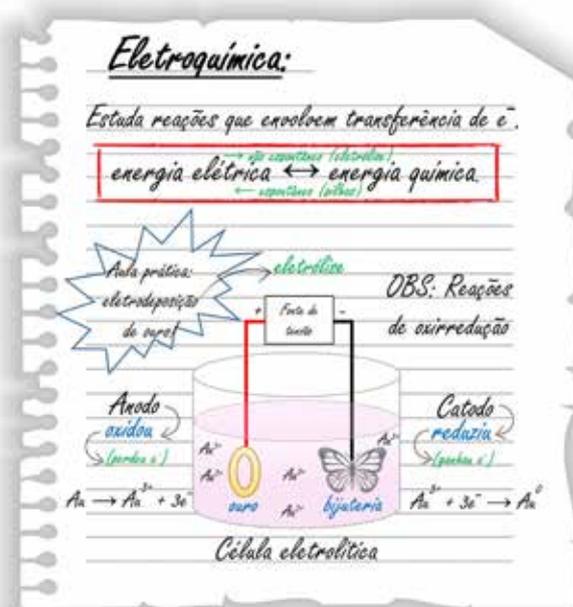


Figura 1: Esquema didático do conteúdo básico de eletroquímica, enfatizando a eletrólise no processo de eletrodeposição do banho de ouro.

Plano de aula

O plano de aula foi desenvolvido com base na abordagem dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov e Angotti, 1990), conforme se apresenta na Tabela 1.

Roteiro experimental

Materiais e reagentes

- 01 Fonte de tensão
- 07 Béqueres de 100 mL
- Ouro metálico*
- 02 Cabos condutores para fonte de tensão
- 40 mL de solução desengraxante**
- 40 mL de solução ativadora**
- 40 mL de solução de sais de ouro**
- Água destilada
- Bijuteria (pingentes niquelados)***
- Arame de alumínio
- 02 Termômetros
- Papel toalha
- 02 Chapas de aquecimento

*Pode ser substituído por fio de platina; **Soluções obtidas comercialmente prontas; ***Pingentes vendidos nessa condição.

Tabela 1: Síntese do plano de aula desenvolvido para o ensino de eletroquímica a partir da abordagem dos Três Momentos Pedagógicos.

Momentos Pedagógicos	Atividades desenvolvidas	Objetivos
1º momento: Problematização inicial Carga horária utilizada: 2 horas	<u>Exposição oral realizada pelos alunos</u> de informações obtidas previamente em uma pesquisa bibliográfica sobre o elemento químico ouro quanto ao contexto histórico, propriedades químicas e físicas, importância econômica e utilização em bens de consumo.	Relacionar o conteúdo com situações reais, compartilhando informações e promover habilidades comunicativas, além de evidenciar a pertinência do estudo.
2º momento: Organização do conhecimento Carga horária utilizada: 4 horas	<u>Explicação do conteúdo pelo professor:</u> reações de oxirredução, diferença entre pilhas e eletrólise, constituição de uma célula eletrolítica (fonte de tensão, anodo, catodo e eletrólito), reações espontâneas e não espontâneas.	Proporcionar conhecimentos científicos necessários para a compreensão dos conteúdos de eletroquímica, enfatizando o processo de galvanização de bijuterias com ouro.
3º momento: Aplicação do conhecimento Carga horária utilizada: 2 horas	<u>Construção de um esquema didático pelos alunos</u> representando os significados conceituais de eletroquímica de forma a exemplificar a galvanoplastia do ouro. <u>Execução do experimento pelos alunos</u> a partir dos conceitos teóricos aprendidos, montando a célula eletrolítica e testando experimentalmente o processo de eletrodeposição do ouro.	Aplicar o conhecimento incorporado pelo aluno, articulando conceitos científicos com situações reais.

Montagem da linha de galvanoplastia

A Figura 2 mostra a linha de galvanoplastia para eletrodeposição de ouro em nível laboratorial; e a Figura 3 mostra em detalhe a célula eletrolítica na qual ocorre a reação de oxirredução.

Procedimento

- Prender o pingente de bijuteria em um fio de alumínio;
- Mergulhar o pingente na solução desengraxante por 20 segundos;
- Enxaguar o pingente na água de lavagem por 20 segundos;
- Mergulhar o pingente na solução ativadora por 20 segundos;
- Enxaguar o pingente na água de lavagem por 20 segundos;
- Conectar o polo positivo (fio vermelho) na peça de ouro

e o polo negativo (fio preto) no pingente preso ao fio de alumínio;

- Regular a fonte de tensão para 5V;
- Mergulhar o pingente na solução de banho de ouro, preaquecida à temperatura de 45°C, por 30 segundos;
- Remover o pingente da fonte de tensão e mergulhar em água destilada preaquecida a 50°C por 30 segundos;
- Mergulhar o pingente na solução ativadora por 20 segundos;
- Secar o pingente com papel toalha ou secador.

Resultados e discussão

O primeiro momento pedagógico foi marcado pelo compartilhamento de informações entre a turma, destacando que desde tempos remotos os seres humanos tiveram uma forte relação com o ouro. O interesse por esse metal foi um dos

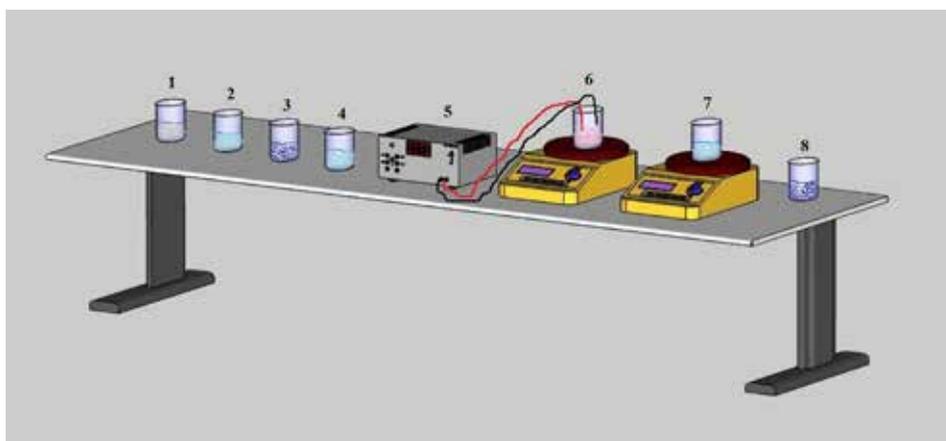


Figura 2: Linha de galvanoplastia do banho de ouro em escala laboratorial: (1) Desengraxante; (2) Água; (3) Ativador; (4) Água; (5) Fonte de tensão; (6) Solução eletrolítica a 45°C com fonte de aquecimento; (7) Água a 50°C com fonte de aquecimento; (8) Ativador.



Figura 3: Em detalhe a célula eletrolítica utilizada no banho de ouro: (1) Fonte de tensão; (2) Anodo: peça de ouro; (3) Catodo: bijuteria; (4) Eletrólito: solução com íons Au^{3+} dissolvido.

principais objetos de estudos da alquimia, que buscava a transformação de metais menos nobres em ouro. Por apresentar alto valor monetário, sua utilização, muitas vezes, ocorre sob forma de uma fina camada depositada sobre um metal de menor valor, como no caso das bijuterias banhadas a ouro.

No segundo momento, foram explicados os conceitos teóricos sobre eletroquímica. Notou-se um grande interesse dos alunos, evidenciado pela participação e questionamentos de forma mais intensa do que em aulas simplesmente expositivas.

No terceiro momento, os alunos ajudaram a montar o sistema de galvanização e cada aluno produziu seu próprio pingente banhado a ouro (Figura 4). Ao fim da aula, cada um ficou com a bijuteria produzida por eles próprios (Figura 5).



Figura 4: Alunos realizando o processo de eletrodeposição de ouro em um pingente.



Figura 5: Pingente utilizado na aula prática, antes e após a eletrodeposição de ouro.

Para averiguar se os conceitos propostos haviam sido aprendidos, as questões abordadas inicialmente, em forma de sondagem, foram feitas novamente ao fim da prática. Foi constatado que todos os alunos, que antes não sabiam distinguir a diferença entre pilhas e eletrólise, anodo e catodo, semi-reações de redução e oxidação, conseguiram desenvolver as questões propostas corretamente após a prática experimental.

Para que seja produzido conhecimento relevante para a área de ensino de química, envolvendo cotidiano e contextualização, é necessário que seja esclarecido ao aluno que uma teoria necessita ser estudada e entendida para poder ser utilizada (Wartha *et al.*, 2013). A construção e a aplicação de uma célula eletrolítica permitem que o aluno simule, em sala de aula, o mesmo processo químico de obtenção utilizado na indústria (Sartori *et al.*, 2013). Desse modo, a experimentação passa a dar sentido para o aluno, que percebe uma aplicação tecnológica associada (Barretos *et al.*, 2017).

Considerações finais

Esta proposta mostra como é possível desenvolver uma atividade didática com o objetivo de fazer com que estudantes do ensino médio sejam capazes de compreender o funcionamento e funcionalidade de uma célula eletrolítica, além de contribuir para compreensão de conceitos sobre eletrólise, reações de oxirredução e espontaneidade de reações.

A metodologia desenvolvida sobre a eletrodeposição de ouro em bijuterias, sob a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, permite a contextualização do estudo de eletroquímica e de processos envolvidos no mundo concreto, promovendo maior interesse e melhorias na compreensão de conceitos teóricos, contribuindo para um aprendizado significativo.

Também pode-se destacar a possibilidade de atuar no aprimoramento de habilidades comunicativas dos alunos durante a exposição oral proposta acerca da pesquisa bibliográfica realizada sobre ouro.

Por fim, conclui-se que tão importante quanto pensar sobre o que está aprendendo, é sentir o que está sendo ensinado. A utilização de experimentos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, saindo de uma postura passiva, passando a agir sobre seu objeto de estudo, tornando-se protagonista da sua própria construção de conhecimento.

Cíntia Gabrieli Zimmer cynthia.zimmer@feliz.ifrs.edu.br, doutora em Ciência e Tecnologia dos Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Professora no Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Feliz, Feliz, RS – BR

Referências

ABREU, J.; FERREIRA, D. e FREITAS, N. M. S. Os três momentos pedagógicos como possibilidade para inovação didática. In: *XIENPEC*. Florianópolis: Anais eletrônicos, 2017.

- ANDRADE, R. S. e VIANA, K. S. L. Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. *Ciência e Educação*, v. 23, n. 2, p. 507-522, 2017.
- ATKINS, P. e JONES, L. *Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente*. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BARRETO, B. S. J.; BATISTA, C. H. e CRUZ, M. C. P. Células Eletroquímicas, Cotidiano e Concepções dos Educandos. *Química Nova Na Escola*, v. 39, p. 52-58, 2017.
- BONFIM, D. S.; COSTA, P. C. F. e NASCIMENTO, W. J. A abordagem dos Três Momentos Pedagógicos no estudo de velocidade escalar média. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, p. 187-197, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Base Nacional Comum Curricular* (Ensino Médio). Brasília: MEC, 2018.
- BRETT, C. M. e BRETT, A. M. O. *Electrochemistry: Principles, Methods and Applications*. Oxford University Press: Canada, 1993.
- CAMEL, N. J. C. e PACCA, J. L. A. Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, n. 28, p. 7-26, 2011.
- DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. *Metodologia do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 1990.
- FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. e OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. *Química Nova na Escola*, v. 32, p. 101-106, 2010.
- FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.
- LISBÔA, J. C. F. QNEsc e a Seção Experimentação no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 2, p. 198-202, 2015.
- MARTINS, A. L. S. M.; SOARES, E. C.; SILVA, D. R. e VALENTIM, J. A. Análise do conceito de Eletrólise nos livros didáticos de Química do PNLD-2015 e periódicos nacionais. In: XVIII *ENEQ*. Florianópolis: Anais eletrônicos, 2016.
- MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa: a Teoria e Textos Complementares*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- SANTOS, T. N. P.; BATISTA, C. H.; OLIVEIRA, A. P. C. e CRUZ, M. C. P. Aprendizagem Ativo-colaborativo-interativa: Inter-Relações e Experimentação Investigativa no Ensino de Eletroquímica. *Química Nova na Escola*, v. 40, p. 258-266, 2018.
- SARTORI, E. R.; SANTOS, V. B.; TRENCH, A. B. e FATIBELLO-FILHO, O. Construção de Uma Célula Eletrolítica para o Ensino de Eletrólise a Partir de Materiais de Baixo Custo. *Química Nova na Escola*, v. 35, p. 107-111, 2013.
- SILVA, R. M. G. D. Contextualizando aprendizagens em química na formação escolar. *Química Nova na Escola*, n. 18, p. 26-30, 2003.
- SILVA, R. M.; SILVA, R. C.; ALMEIDA, M. G. O. e AQUINO, K. A. S. Conexões entre cinética e eletroquímica: a experimentação na perspectiva de uma aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, n. 36, p. 237-243, 2016.
- TRINDADE, J. O. e HARTWIG, D. R. Uso Combinado de Mapas Conceituais e Estratégias Diversificadas de Ensino: Uma Análise Inicial das Ligações Químicas. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 36, p. 83-91, 2012.
- TSAPARLIS, G. Teaching and Learning Electrochemistry. *Israel Journal of Chemistry*, v. 59, p. 478-492, 2019.
- WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. e BEJARANO, R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

Abstract: *The chemistry of gold electroplating in bijou: a teaching proposal based on the Three Pedagogical Moments.* This article presents a classroom experiment that reproduces the gold electroplating of bijou including topics related to the concepts of electrochemistry, with a focus on electrolysis. The didactic proposal organization was based on the Three Pedagogical Moments approach, which was prepared in order to involve the students to follow along with the activity by research, oral communication, learning moment and the applied utilization of what was taught. The technology study used in the production of a daily object triggered students's significant learning about electrochemistry concepts, which was noticed by the performance in a quiz solved by them.

Keywords: teaching plan, electrolysis, gold electroplating.

Anexo

Questões propostas:

- Produzir o esboço da célula eletrolítica utilizada no banho de ouro.
- Identificar no desenho a espécie que sofre redução e a espécie que sofre oxidação.
- O catodo perde ou ganha massa ao fim do processo? Explique.
- Escrever as semirreações de redução e oxidação.
- Explicar se a eletrólise é um processo espontâneo ou não espontâneo.
- Montar a célula eletrolítica experimental e reproduzir o processo de galvanoplastia.

Análise de inscrições em livros didáticos de Química

Analyzing inscriptions in Chemistry textbooks

Mikeas S. de Lima, Henrique M. Larine, Douglas G. L. dos Santos e Salete L. Queiroz

RESUMO: Apesar da importância e da disseminação das inscrições (representações visuais) no ensino de Ciências, é comum observar alunos com dificuldades na sua leitura, advindas principalmente da forma como são apresentadas no livro didático. Este trabalho tem como objetivo investigar as características das inscrições de dois livros didáticos empregados no ensino superior de Química no Brasil. Nessa perspectiva, foi realizado o estudo semântico e funcional das inscrições, considerando os seus elementos externos, em especial o corpo do texto, a legenda e a indexação, e como o contexto fornecido por esses elementos auxilia na interpretação da inscrição. Foi possível observar inscrições com boa contiguidade física e alta indexação. A maioria das inscrições está acompanhadas de legendas, porém pouco informativas, o que pode representar obstáculos que os alunos enfrentarão durante a utilização dos livros analisados. A identificação das potencialidades e fragilidades das inscrições em textos utilizados na sala de aula pode contribuir para que sejam encontrados meios para suprimir as suas deficiências e fomentar as potencialidades.

Palavras-chave: inscrições, livro didático, Química.

ABSTRACT: Despite the importance and widespread use of inscriptions (visual representations) in Science Education, it is common to notice students who experience difficulties in reading inscriptions, mainly due to the way they are presented in the textbook. This study investigates the characteristics of inscriptions of two textbooks for higher education in Chemistry in Brazil. Considering this, the semantic and functional study of the inscriptions was carried out, considering their external elements, especially the body of the text, the caption, and indexing, and how the context provided by these elements helps to interpret the inscription. Inscriptions containing good physical contiguity and high indexation were observed. Most inscriptions are accompanied by captions, but they provide little information, which can represent obstacles that students will face when using the analyzed books. Identifying the potentialities and weaknesses of inscriptions in texts used in the classroom can contribute to finding means to suppress their deficiencies and foster their potentialities.

Keywords: inscriptions, textbooks, Chemistry.

Mikeas Silva de Lima (mqikeas@usp.br), licenciado em Química pela Universidade Federal da Paraíba, é mestre em Química pelo Instituto de Química de São Carlos (IQSC) da Universidade de São Paulo (USP) e doutorando do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da mesma Universidade. São Carlos, SP – BR. Henrique Meisegeier Larine (hmlarine@usp.br) graduando do Curso de Bacharelado em Química do IQSC. São Carlos, SP – BR. Douglas Gomes Lima dos Santos (douglass@usp.br) graduando do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas da USP. São Carlos, SP – BR. Salete Linhares Queiroz (salete@iqsc.usp.br) é doutora em Química pela Universidade Estadual Paulista e professora do IQSC/USP, onde coordena o Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do IQSC (GPEQSC). São Carlos, SP – BR.

Recebido em 25/03/2021, aceito em 17/06/2021

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



As representações visuais possuem um papel importante na Ciência, assim como no seu ensino, que vai muito além de ilustrar os fenômenos estudados, sendo responsáveis também por registrar, guardar, organizar, compartilhar dados e informações, indicar tendências, evidenciar e servir de matéria-prima para conclusões, justificativas e argumentos, garantindo, dessa forma, confiabilidade ao conhecimento científico (Alves, 2011; Lima e Queiroz, 2020; Lima e Queiroz, 2021). Além disso, é frequente a presença do modo de comunicação gráfico-visual na sala de aula, nos livros didáticos de Ciências e em diversos outros contextos, de modo que um desenvolvimento adequado das habilidades e dos conhecimentos acerca do seu uso ganha destaque nos documentos curriculares brasileiros oficiais (Brasil, 2001; Brasil, 2019).

Latour e Woolgar (1997) utilizam o termo inscrições para nomear fotografias, desenhos esquemáticos, mapas, diagramas, fluxogramas, gráficos, tabelas, equações, entre outras representações visuais materiais que são intrinsecamente elaboradas durante a produção de conhecimento científico para retratar e estabelecer relações icônicas com seus objetos e fenômenos de estudo. Apesar da importância e da disseminação das inscrições no ensino de Ciências, é comum observar alunos do ensino básico e superior com dificuldades na sua utilização e leitura. Segundo Roth (2002), tais dificuldades advêm, principalmente, da forma como estas são apresentadas no livro didático, que se configura como o principal recurso no qual os alunos encontram e mantêm contato com inscrições. Portanto, é coerente e iminente a necessidade de estudos acerca do papel e do impacto das representações visuais no processo de ensino-aprendizagem de Ciências.

Ainda com relação ao livro didático, é central o seu papel na educação. De um lado, os professores se baseiam no texto para elaborar aulas, escolher o conteúdo e a abordagem de ensino. Os alunos, por sua vez, o consideram como um aliado em suas aprendizagens, principalmente quando o professor também o valoriza na sala de aula (Sillos e Santos, 2013).

Com base no exposto, este trabalho tem como objetivo investigar as características das inscrições existentes em livros didáticos usualmente empregados por graduandos em Química no Brasil, buscando a compreensão sobre elementos constituintes das inscrições que contribuem ou obstaculizam o desenvolvimento de habilidades necessárias para lidar com as mesmas (Brasil, 2019).

Inscrições em textos científicos

Desde a década passada, diversos autores vêm relatando o crescimento da utilização de inscrições em livros didáticos de Ciências, o que impulsiona as pesquisas acerca da presença de inscrições em textos científicos. De fato, Vojír e Rusek (2019), em sua revisão literária, demonstram que o estudo de representações não-textuais é um dos mais recorrentes nas pesquisas sobre os referidos livros, em especial na área da Química.

Tendo em vista a compreensão sobre o estágio do desenvolvimento dos trabalhos nacionais que tratam da presença de inscrições em livros didáticos de Química, foram identificados artigos sobre o assunto, sendo realizada uma busca levando em consideração o sistema de avaliação do Programa Qualis da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), relacionado à área de Ensino, no triênio 2013-2016. Assim, foram selecionados periódicos nacionais, cujos títulos estão associados ao Ensino de Ciências classificados nos estratos A1 e A2. Embora não faça parte desses estratos, a revista Química Nova na Escola também foi investigada, devido a sua representatividade junto à comunidade de educadores químicos. O período de busca, 2008 a 2020, foi considerado suficientemente abrangente para permitir o acesso a um número significativo de trabalhos. Foram selecionados inicialmente todos os artigos que apresentavam o termo livro didático em seu título, resumo ou palavras-chave. A partir do resultado dessa busca, foram selecionados somente os trabalhos que tratavam da análise de inscrições em livros didáticos. Nesse contexto, foi identificado um total de 17 artigos que abordam a presença de inscrições em livros didáticos de Química. O Quadro 1 ilustra a distribuição dos periódicos e a quantidade de artigos localizada em cada um deles.

Quadro 1: Quantidade de artigos que abordam a presença de inscrições em livros didáticos de Química.

Periódico	Número de artigos
Ensaio	1
Ciência & Educação	2
Acta Scientiae	2
Amazônia	0
Areté	1
Investigações em Ensino de Ciências	1
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	1
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	1
Revista de Educação, Ciências e Matemática	1
Química Nova na Escola	7

A leitura dos artigos presentes no Quadro 1 sugere que a pesquisa acerca de representações visuais em livros didáticos de Química ocorre em três perspectivas:

- análise das possíveis interpretações e produção de sentidos que podem ser atribuídas a determinadas inscrições presentes em livros didáticos (Bianco e Meloni, 2019; Rozentalski e Porto, 2018; Lemes *et al.*, 2010; Rozentalski e Porto, 2015; Moreira e Batista 2018; Silva e Almeida, 2019; Meloni e Lopes, 2020);
- análise descritiva de inscrições, ou seja, análise da quantidade, tipos, elementos associados (legendas, rótulos etc.) e

funções didáticas de inscrições presentes em livros didáticos (Miranda *et al.*, 2015; Pazinato *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2013; Goes *et al.*, 2018);

- análise de inscrições dentro de um contexto mais amplo, que abarca diversos outros aspectos do livro didático, como por exemplo, discurso verbal, atividades experimentais etc. (Toledo e Ferreira, 2017; Bedin, 2019; Cassiano e Echeverría, 2014; Chaves *et al.*, 2014; Canzian e Maximiano, 2010; Matos *et al.*, 2009).

Nas duas primeiras perspectivas, as inscrições são destacadas na análise, enquanto na terceira não possuem tal status, estão apenas inseridas em certo contexto. O fato é que as perspectivas identificadas põem em foco a centralidade e a estreita relação das inscrições com o desenvolvimento do conhecimento científico por meio do uso do livro didático. Com base no objetivo proposto anteriormente, nos juntamos ao rol de pesquisadores que realizam a análise descritiva das inscrições presentes em livros didáticos de Química.

Segundo Roth *et al.* (2005), os diversos tipos de inscrições estão distribuídos ao longo de um *continuum*, ou cascata de inscrições, como a da Figura 1.

Numa das extremidades do *continuum* das inscrições está o mundo dos fenômenos e objetos (MFO), e na outra, o mundo dos conceitos e teorias (MCT), de modo que a proximidade da inscrição com um desses mundos diferencia os esforços requeridos para a sua leitura. Quanto mais próxima da extremidade do MFO a inscrição estiver, como fotografias, mapas e desenhos icônicos, menor é o nível de abstração e maior a quantidade de informação contextualizada e detalhes que ela pode apresentar, como também maior a semelhança da inscrição com o que ela representa. Os esforços de leitura requeridos estão vinculados ao estabelecimento de relações de identificação das semelhanças icônicas entre a inscrição, as suas estruturas visuais e os fenômenos representados.

As inscrições próximas do MCT, como gráficos, tabelas e expressões algébricas, não possuem, ou possuem pouca semelhança com os fenômenos que elas representam, ou seja, o nível de abstração e informações contidas na inscrição aumenta. Assim, uma leitura mais sofisticada é necessária (Roth *et al.*, 2005). Por serem inscrições mais abstratas, a falta de elementos, como por exemplo rótulos, linhas de guia, entre outros, pode fazer com que a sua interpretação não seja realizada de modo satisfatório.

Além da sua posição no *continuum*, com base em Roth *et al.* (1999), entende-se que aprender a utilizar inscrições guarda

relações com a aquisição de conhecimentos associados às práticas científicas e matemáticas que levam a sua concepção. A fonte primária para obtenção de tais conhecimentos é o livro didático (Bowen e Roth, 2002), e a forma como as inscrições são aí veiculadas desempenha um papel importante na apropriação das práticas de inscrições no decorrer da escolaridade. A partir disso, torna-se clara a associação da origem das dificuldades em leitura de inscrições, enfrentada por estudantes de diferentes escolaridades, com a maneira como estas são apresentadas nos livros didáticos (Silva *et al.*, 2011), de modo que pesquisas relatam problemas de ordem estrutural, que se vinculam com os elementos internos das inscrições, e de ordem funcional, que se relacionam com elementos externos às mesmas.

O presente trabalho ocupa-se com o estudo semântico e funcional das inscrições, ou seja, com os seus elementos externos, em especial o corpo do texto, a legenda e a indexação, e como o contexto fornecido por esses elementos auxilia na interpretação da inscrição. Ressalta-se que, segundo Roth *et al.* (1999), corpo do texto e legendas são construídas por autores de textos científicos visando o fornecimento de restrições particulares à leitura de inscrições, apontando ao leitor as características percebidas pelos próprios autores ao utilizarem a inscrição para a demonstração de um conceito, ou seja, eles são projetados para barrar leituras diferentes daquelas dos autores.

Corpo do texto

O corpo do texto cria a estrutura na qual as inscrições e suas legendas são incorporadas, fornecendo descrições e instruções adicionais acerca de como inscrições específicas podem e devem ser lidas (Roth *et al.*, 1999). Ou seja, o corpo do texto se configura como um dos locais no qual os autores podem incluir informações sobre as inscrições a fim de reduzir a sua flexibilidade interpretativa, pelo fornecimento de uma leitura, ou de instruções para a leitura de uma inscrição. Entende-se como corpo do texto o conjunto de elementos verbais escritos, diferente das legendas e títulos, que procuram explicar um conceito.

Algumas pesquisas indicam como o corpo do texto contribui para o entendimento das inscrições veiculadas em textos científicos. A título de exemplo, cita-se o trabalho de Bowen e Roth (2002), que aponta para diferentes maneiras nas quais interpretações escritas para gráficos são oferecidas no corpo do texto de livros didáticos canadenses e americanos para o

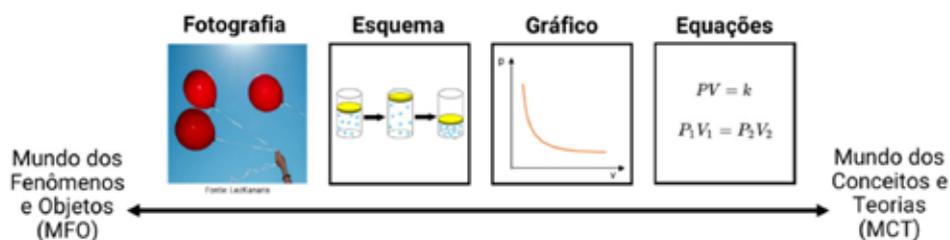


Figura 1: Cascata de inscrições relacionadas à lei de Boyle. Fonte: autoria própria.

ensino de Ecologia, e de artigos originais de pesquisa da mesma área. Segundo os autores, estes artigos frequentemente incluem vários parágrafos que realizam um detalhamento e instrução minuciosa acerca da leitura de uma única inscrição, incentivando a sua compreensão. Já nos livros didáticos, menos recursos estão disponíveis, de maneira que aqueles dedicados ao ensino superior incluem algumas poucas sentenças, e os livros do ensino básico, em muitos casos, nem mencionam os gráficos.

Legendas

Simplesmente chamar a atenção dos leitores para as inscrições também não ajuda muito no processamento das mesmas (Slough *et al.*, 2010). A partir disso, a legenda de uma inscrição é um dos principais recursos empregados por autores de textos científicos para reduzir a flexibilidade interpretativa e conectar a inscrição com o conteúdo abordado no corpo do texto, visto que ela fornece recursos adicionais para a leitura da inscrição. Adotamos aqui a concepção de Eco (2001), que entende o texto como qualquer entidade que possa ser interpretada. Assim, a legenda e a inscrição são dois conjuntos de sinais diferentes, ou dois textos diferentes, que, no entanto, não são independentes. Como as legendas sempre aparecem logo abaixo ou ao lado de uma inscrição, entende-se que as duas formas diferentes e arbitrárias de sinais estão diretamente associadas (Poizzer e Roth, 2003).

De acordo com a importância das legendas para uma boa interpretação das inscrições, pesquisas apresentam maneiras como estas são inseridas nos livros didáticos e outros textos científicos. Cita-se ainda o trabalho de Slough *et al.* (2010), que classifica legendas em quatro níveis: nível L0 – nenhuma legenda; nível L1 - legenda que identifica ou nomeia a inscrição, mas não fornece detalhes acerca da mesma; nível L2 - legenda que fornece uma descrição detalhada da inscrição, associando-a ao conteúdo abordado no corpo do texto; e nível L3 - legenda que envolve ativamente o leitor. Ao analisarem as inscrições presentes em quatro livros didáticos americanos destinados ao ensino de Ciências, os autores identificaram predominantemente legendas do tipo L1 (38,9%) e L2 (33,3%), além de serem identificadas porcentagens de inscrições sem legendas (18,5%) e inscrições com legenda do tipo L3 (9,3%). A respeito deste último tipo, as legendas que engajam o leitor são aquelas que fazem perguntas ou sugerem a execução de tarefas relacionadas à inscrição que gerem um produto examinável, como por exemplo, fazer com que os leitores rotulem recursos da representação (Slough *et al.*, 2010), o que pode melhorar o engajamento do leitor com a inscrição e seu exame mais detalhado.

Já o estudo de Poizzer e Roth (2003) desenvolveu um quadro analítico (Figura 2) que articula o corpo do texto, as inscrições, suas legendas e outros elementos, buscando descrever a natureza de suas relações na produção de sentidos.

Segundo os autores, todas as relações expressas entre as diferentes partes de um texto (corpo do texto, título, inscrições,

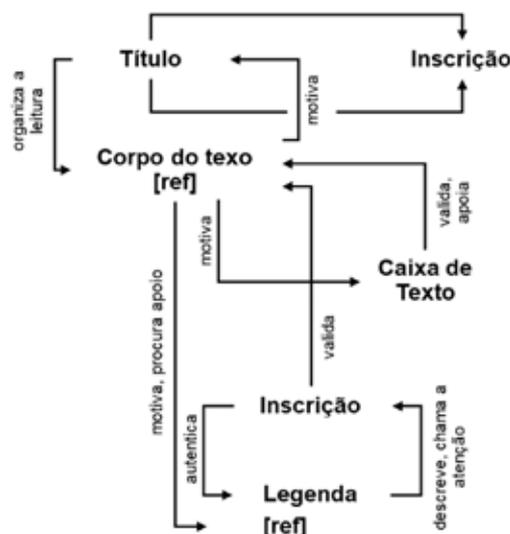


Figura 2: Quadro analítico para inscrições que acompanham textos científicos. Fonte: adaptado de Poizzer e Roth (2003).

legenda e caixa de texto) envolvem movimentos duplos. O título prepara o leitor para o que está por vir e, assim, organiza a leitura do texto. Porém, um título não é escolhido arbitrariamente, mas foi motivado pelo conteúdo do corpo do texto. Este último faz certas afirmações ou procura explicar um conceito que o motiva a utilizar uma inscrição particular. A inscrição, por sua vez, ao estar associada com o conceito explicado no corpo do texto, fornece evidências e valida as afirmações feitas nele. O corpo do texto e a legenda apontam ao leitor para o que olhar na inscrição, ensinando-o a lê-la. Dessa forma, a relação entre a inscrição e o texto (legenda e corpo do texto) é reflexiva, de modo que eles se restringem e obtêm suporte um do outro (Poizzer e Roth, 2003).

Ainda segundo Poizzer e Roth (2003), apesar da principal função da legenda ser auxiliar na compreensão e interpretação das inscrições, as informações contidas nelas variam. A partir disso, as relações que o aluno pode estabelecer entre a inscrição e os demais elementos do texto também se alteram, ou seja, essas variações influenciam nas interpretações das inscrições pelos estudantes e, portanto, no que podem aprender com elas. Essas variações mudam também a função da inscrição no texto, e os autores identificam quatro funções para as fotografias veiculadas nos livros didáticos de Biologia, durante a abordagem da temática Ecologia, que podem ser aplicáveis aos demais tipos de inscrições incorporadas em outros textos verbais escritos:

- *decorativa*: quando a inscrição não é mencionada no corpo do texto e não possui legenda;
- *ilustrativa*: quando a inscrição possui uma legenda que apenas nomeia o que está sendo representado, sem fornecer informações adicionais ao que está sendo explicado no corpo do texto;
- *explicativa*: quando a inscrição possui uma legenda que além de nomeá-la, provê explicações e classificações acerca do fenômeno ou objeto, representando e ampliando a compreensão do que está sendo abordado no texto;

- *complementar*: quando a legenda da inscrição, além de nomeá-la, descrevê-la e classificá-la, contém informações que não estão disponíveis no texto.

Para Pozzer e Roth (2003), tais funções também definem aproximadamente uma hierarquia de valor informacional crescente para as inscrições. Por exemplo, explicar um conceito exige mais do que simplesmente ilustrar um conceito. As inscrições com maior valor informacional também fazem o que as de menor valor fazem. Com base nessa classificação os autores encontraram que as fotografias veiculadas nos livros didáticos analisados possuíam função predominantemente ilustrativa (35,1%) e complementar (31,1%). Foram ainda identificadas porcentagens de inscrições explicativas (28,4%) e decorativas (5,4%). Devido à predominância das inscrições ilustrativas, os autores consideraram que o verdadeiro potencial pedagógico das fotografias dos livros didáticos analisados não foi alcançado, visto que, nos casos em que as fotografias apresentam função ilustrativa, a mesma não é necessária, ou seja, elas são como um suplemento ao texto, adicionando uma especificidade ou o ilustrando.

Indexação

Devido aos diferentes requisitos necessários para realizar a leitura de um texto e de uma inscrição, outro aspecto que se faz importante para delimitar a produção de sentidos de inscrições, durante a sua inserção em textos científicos ou didáticos, é a indexação. Segundo Pozzer e Roth (2003), é necessário que a inscrição e sua legenda, além de abordarem a mesma temática, ou seja, estejam integrados semanticamente, também sejam indexadas, para que se alcance uma integração física.

Com a indexação, os leitores são encaminhados de um determinado local no texto principal para a inscrição e sua legenda. Este encaminhamento pode aparecer na mesma página ou em página diferente da inscrição e é estabelecido por meio de um índice, como por exemplo “Figura 2”, “Fig. 2” ou “ver Fig. 2”, onde uma cópia desta referência também pode ser encontrada na legenda da inscrição. Quando as inscrições não são referenciadas no corpo do texto, dificilmente os leitores irão se dirigir às mesmas e prestar atenção no que estão representando. Com isso, as inscrições se tornam elementos secundários às informações e argumentos desenvolvidos no texto.

Slough *et al.* (2010) abordam ainda a indexação e a proximidade da inscrição com o texto por meio do conceito de contiguidade espacial, como uma forma de contribuição para a efetividade de sua função ilustrativa. Segundo os autores, os estudantes possuem um melhor desempenho em suas atividades de leitura quando os textos e as inscrições são colocados próximos, ao invés de separados um do outro na página. A partir disso, Slough *et al.* (2010) apresentam a seguinte classificação para a contiguidade espacial de inscrições em um texto, considerando a distância entre o momento em que a inscrição é citada e o momento em que ela aparece no livro:

- *descontínua*: quando o texto não cita a inscrição;
- *distal*: quando é necessário virar uma página do livro para enxergar a inscrição após a sua citação;
- *facial*: quando a citação está em uma página oposta à inscrição;
- *proximal*: quando a citação está na mesma página que a inscrição;
- *direta*: quando a citação e a inscrição são adjacentes.

Com base nessa classificação, para a análise de livros didáticos do ensino de Ciências, Slough *et al.* (2010) encontraram que a maioria das inscrições se apresentava de maneira contínua com o corpo do texto, e a maioria delas possuía contiguidade proximal (42,8%). As inscrições diretas possuíam uma frequência de 19,3%. No entanto, uma grande porcentagem das inscrições se encontrava descontínua do corpo do texto (32,7%), em especial nos tópicos de biociências (43,1%). A presença de inscrições descontínuas obstaculiza o aproveitamento do seu potencial pedagógico e impede uma plena integração física entre as inscrições e o corpo do texto.

Metodologia

A análise das características das inscrições foi realizada com relação a livros didáticos de Química. Em relação à seleção dos primeiros, Vassão (2018) indica livros amplamente empregados em cursos de graduação em Química, na disciplina introdutória, usualmente denominada de Química Geral. O estudo indica os seguintes livros como os dois mais recorrentes: *Princípios de Química*, autoria de Peter Atkins e Loretta Jones, e *Química: A Ciência Central*, de autoria de Theodore Brown e colaboradores, sendo estas as obras selecionadas para o presente estudo, nas suas respectivas, quinta (Atkins e Jones, 2012) e nona (Brown *et al.*, 2005) edição, doravante referidas apenas como LD1 e LD2, respectivamente.

O presente trabalho se configura como um recorte de uma pesquisa de doutorado que envolve a aplicação de atividades didáticas, pautadas no uso de inscrições, junto a alunos do segundo semestre do curso de Bacharelado em Química do Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo. A análise empreendida neste trabalho busca compreender as características das inscrições com as quais os alunos já possuíam contato, o que poderia fornecer subsídios para a construção das atividades didáticas mencionadas. A partir disso, foram consultadas as ementas das disciplinas obrigatórias dos três primeiros períodos do curso, sendo selecionados para análise os capítulos nos quais constavam os conteúdos indicados pelos documentos. Foram assim selecionados nove capítulos do LD1, com uma soma total de 393 páginas. Já para o LD2, foram selecionados treze capítulos, com um total de 392 páginas. Os capítulos são compostos por seções, com explicação do conteúdo, e exercícios, resolvidos ou não, geralmente concentrados ao seu final. Há ainda a presença de caixas de texto, onde são abordadas informações relacionadas ao conteúdo dos

capítulos nos quais elas se inserem. As inscrições presentes nos exercícios não resolvidos foram desconsideradas das análises. As páginas referentes à seção de exercícios não resolvidos que se encontravam no final de cada capítulo dos livros didáticos não foram contabilizadas.

Como primeira etapa da análise, foram identificados e quantificados os tipos de inscrições existentes em cada texto, de acordo com a seguinte classificação: fotografia, desenho icônico, desenho esquemático, esquema de formulação, mapa, fluxograma, gráfico, tabela e equações. É importante ressaltar que conjuntos de inscrições que são indexadas pelo mesmo índice numérico, quando existentes, foram contabilizadas apenas uma vez, de acordo com o tipo predominante ou mais relevante. As inscrições foram catalogadas em planilhas do *Microsoft Office Excel 2019* e categorizadas com base nas suas contiguidades físicas e tipos de legendas, de acordo com as classificações apresentada por Slough *et al.* (2010); na presença ou ausência de índices; e nas suas funções, de acordo com a classificação de Pozzer e Roth (2003). Esta etapa foi realizada pelos dois primeiros autores do presente artigo, que, em seguida, discutiram os aspectos da classificação frente aos quais haviam discordado, tendo em vista o alcance de um consenso.

Após esta etapa, os dados obtidos foram então discutidos com base nos referenciais teóricos apresentados nos tópicos anteriores. Cabe, por fim, ressaltar que a intenção desta análise não é apontar qual o melhor texto científico a ser utilizado no ensino superior de Química, mas discutir suas potencialidades e fragilidades, fornecendo assim aos autores e professores subsídios acerca de como elevar a capacidade pedagógica de inscrições em livros didáticos e durante a sua aplicação na sala de aula.

Resultados e discussão

Em relação a uma caracterização inicial e comparação entre os textos analisados, foram contabilizadas, no LD1, um total de 953 inscrições (média de $2,42 \pm 1,56$ inscrições por página). Já no LD2, foram contabilizadas um total de 594 inscrições ($1,52 \pm 1,16$ inscrições por página). A partir dos valores de média identificados, é possível inferir que existe uma tendência dos autores do LD1 a utilizarem mais inscrições em seu texto, o que confere aos alunos que o utilizam uma maior possibilidade

de contato com elas. Esta tendência diminui no LD2, de forma que o contato de inscrições ao se utilizar o texto é menor. A Tabela 1 apresenta a caracterização da distribuição geral dos tipos de inscrições nos textos analisados.

A Tabela 1 mostra que o tipo de inscrição mais presente no LD1 é o desenho esquemático (254 - 26,7%), que possui uma recorrência média de 0,65 desenhos a cada página. Os valores apresentados na Tabela 1 revelam uma tendência para a presença de tipos de inscrições que segue a seguinte ordem no LD1: DES > FOR > GRA > EXP > FOT > TAB > ICN > MAP = FLU. Já no LD2, o tipo de inscrição mais presente no texto são as fórmulas estruturais (138 - 23,2%), que possuem uma recorrência de 0,35 inscrições por página. Os dados apresentados na Tabela 1 apontam que a presença de inscrições no LD2 segue a seguinte tendência: FOR > DES > FOT > EXP > TAB > GRA > ICN = FLU > MAP.

Ainda de acordo com a Tabela 1, em todos os textos, as inscrições com menor frequência são os mapas, os fluxogramas e os desenhos icônicos. Estes resultados estão de acordo com o que é encontrado na literatura, que também indica a escassez de mapas e fluxogramas em livros didáticos (Bowen e Roth, 2002; Slough *et al.*, 2010). De maneira semelhante, os desenhos icônicos também não possuem recorrência na Química (Pazinato *et al.*, 2016) e trabalhos reportam sua maior frequência em textos da área das Ciências Biológicas (Pozzer e Roth, 2003; Slough *et al.*, 2010). É importante ressaltar que apesar dos fluxogramas serem comumente utilizados no ensino de Química para ilustrar procedimentos experimentais, estes são facilmente substituídos por desenhos esquemáticos.

Ainda com base nos valores reportados na Tabela 1, e em relação ao *continuum* das inscrições (Figura 1), observa-se que os textos possuem uma tendência na utilização de inscrições próximas ao MCT, visto que estas contabilizam 60,2% e 59,8%, no LD1, LD2, respectivamente. Este fato não é surpreendente, já que o texto aborda conteúdos de Ciências da Natureza, que possui uma linguagem particular e própria, baseada especialmente no uso de fórmulas estruturais, além dos gráficos, tabelas e equações. A alta recorrência de desenhos esquemáticos nos livros didáticos revela ainda determinada harmonia em relação à quantidade de inscrições próximas ao MFO e ao MCT, o que se configura como um aspecto positivo. Ou seja, os livros

Tabela 1: Distribuição dos tipos de inscrições nos textos analisados.

		FOT	ICN	DES	MAP	FOR	GRA	TAB	FLU	EQA
LD1	Tot ^a	103	20	254	2	233	144	56	2	139
	% ^b	10,8%	2,1%	26,7%	0,2%	24,4%	15,1%	5,9%	0,2%	14,6%
	Ins/Pág ^c	0,26	0,05	0,65	0,01	0,59	0,37	0,14	0,01	0,35
LD2	Tot ^a	109	13	116	1	138	51	64	13	89
	% ^b	18,4%	2,2%	19,5%	0,2%	23,2%	8,6%	10,8%	2,2%	15,0%
	Ins/Pág ^c	0,28	0,03	0,30	0,00	0,35	0,13	0,16	0,03	0,23

FOT: fotografia; ICN: desenho icônico; DES: desenho esquemático; MAP: mapa; FOR: fórmula estrutural; GRA: gráfico; TAB: tabela; FLU: fluxograma; EQA: equações; ^aTotal de Inscrições; ^bPorcentagem relativa ao total de inscrições em cada texto; ^cMédia de inscrições por páginas em cada texto.

possibilitam o contato com inscrições de diferentes naturezas e que requerem diferentes esforços de leitura, o que fomenta o desenvolvimento de habilidades necessárias para lidar com elas.

Verificada a distribuição das inscrições, é possível comparar os resultados com algumas pesquisas que analisam inscrições presentes em livros didáticos destinados ao ensino de Química de nível médio e verificam uma predominância de inscrições próximas ao MFO (Goes *et al.*, 2018; Pazinato *et al.*, 2016; Han e Roth, 2006). Por exemplo, Han e Roth (2006) utilizam uma classificação de inscrições semelhante àquela utilizada na presente pesquisa para a análise de nove livros didáticos, e encontram como resultado a presença de 2,24 inscrições por página, sendo verificada a predominância do uso de fotografias (55,8%), desenhos icônicos (*cartoons* - 11,9%) e esquemas de formulação (10,3%). A predominância no uso de fotografias e inscrições próximas ao MFO em livros didáticos do ensino médio pode ser constatada também em estudos de outras áreas (Pozzer e Roth, 2003; Darroz *et al.*, 2017).

Nessa perspectiva, é possível sugerir que a transição do nível médio para o nível superior do ensino de Química é acompanhada pelo incremento do contato dos estudantes com inscrições próximas ao MCT, o que aponta para a necessária atenção dos educadores e dos autores de livros didáticos dedicados a este nível de ensino em relação ao uso de inscrições com as quais até então os estudantes possuíam pouca intimidade. Além disso, com base nos diversos problemas que estes enfrentam, como por exemplo, baixa indexação e pouco uso de legendas (Han e Roth, 2006; Slough *et al.*, 2010), é recomendável que investigações sejam levadas a cabo acerca de como as dificuldades dos mesmos acompanham o incremento de inscrições do MCT em livros didáticos, do ensino médio para o ensino superior.

É possível destacar ainda algumas relações a respeito do uso dos diferentes tipos de inscrições ao longo dos livros analisados. Segundo os autores do LD2, os cinco primeiros capítulos buscam oferecer “uma visão bastante macroscópica e fenomenológica da Química” (Brown *et al.*, 2005, p. xiii). Nos demais capítulos alterna-se a discussão entre os diferentes níveis organizacionais da matéria. A partir disso, nos remetemos aos três níveis de representação do conhecimento químico propostos por Johnstone (1993; 2000): macroscópico, submicroscópico e representacional ou simbólico. O nível macroscópico compreende as experiências tangíveis, concretas e mensuráveis, ou seja, os fenômenos observáveis na sua forma empírica. O nível submicroscópico compreende as partículas atômicas, tais como átomos, moléculas, íons, elétrons etc. Já o nível simbólico corresponde aos símbolos, equações e fórmulas estruturais utilizadas para descrever e representar o conhecimento químico.

O desenvolvimento do conhecimento químico deve levar em consideração os três níveis propostos, e, assim, o conjunto de inscrições utilizadas para abordar determinado conceito ou conteúdo químico precisa integrar os três níveis e, dessa forma,

facilitar o entendimento e aprendizado da Química (Goes *et al.*, 2020; Upahi e Ramnarain, 2019).

Ao citar que nos primeiros capítulos é oferecida uma visão ainda macroscópica da Química, entendemos que o LD2 ainda não está transitando de maneira acentuada entre os níveis simbólico e submicroscópico, o que impulsiona a utilização de inscrições próximas ao MFO, como fotografias e desenhos, o que, segundo Upahi e Ramnarain (2019), é de fato esperado. A partir disso, é possível verificar que nos primeiros capítulos do LD2 o uso de gráficos, fórmulas estruturais e equações é reduzido. Tais tipos de inscrições caracterizam o nível simbólico e são utilizados com veemência quando é necessário “acessar” o nível submicroscópico, o que pode ser verificado à medida que se avança nos demais capítulos e ocorre um incremento no uso de inscrições próximas ao MCT do Capítulo 6 em diante.

É interessante notar que o mesmo padrão não é observado para o LD1, de maneira que a obra também integra inscrições que relacionam os três níveis representacionais de Johnstone (1993), porém, já nos capítulos iniciais é possível encontrar um alto número de inscrições próximas ao MCT, em especial, as fórmulas estruturais e as equações. Além disso, os desenhos esquemáticos, inscrições próximas ao MFO, se fazem altamente frequentes ao longo de todo o livro. Assim, seja de maneira gradual, como no LD2, ou com uma abordagem direta, como no LD1, ambas as obras podem potencializar o desenvolvimento de uma compreensão significativa de conceitos químicos e o desenvolvimento de modelos mentais para a compreensão de fenômenos.

Destaca-se ainda a observação da predominância no uso de determinados tipos de inscrições para a abordagem de conteúdos em ambos os livros. Relata-se inicialmente o uso predominante de fórmulas estruturais nos capítulos que tratam da estrutura eletrônica da matéria e da ligação química. Para o LD1, nos capítulos 2 e 3, foi possível identificar 50 e 73 fórmulas estruturais, respectivamente, que representam 51,5% e 56,1% do total de inscrições neles presentes. Já no LD2, nos capítulos 8 e 9, foram catalogadas um total de 35 e 41 fórmulas estruturais, que representam 66,0% e 46,6% do total de inscrições daqueles capítulos, respectivamente.

A acentuada presença das fórmulas estruturais na abordagem dessas temáticas é reportada em outros estudos (Pazinato *et al.*, 2016), e nos livros analisados se deve ao fato de o tratamento da temática ocorrer em torno das estruturas de Lewis, de maneira que cada livro dedica uma seção do texto para ensinar como desenhá-las, por meio de exercícios resolvidos que contemplam também estruturas de ressonância e cargas formais das moléculas, o que impulsiona e justifica a alta presença de inscrições do tipo fórmulas estruturais no capítulo. Destaca-se também, durante a abordagem das temáticas Geometrias Moleculares e Teorias de Ligação, a alta recorrência de fórmulas estruturais do modelo de bolas e varetas para representar as geometrias moleculares, além das representações das superfícies limites dos orbitais híbridos e orbitais moleculares. Concorda-se com

Pazinato *et al.* (2016, p. 140) em relação à proeminência das fórmulas estruturais em livros didáticos, de maneira que “os LD sejam fonte deste tipo de representação, assegurando ao processo de ensino e aprendizagem ilustrações que proporcionem imaginar e discutir o nível submicroscópico em sala de aula”.

É possível observar ainda uma alta recorrência no uso de equações durante a abordagem da temática Gases em ambos os livros didáticos, a qual ocorre nos capítulos 4 e 10 do LD1 e LD2, respectivamente, e possuem um total de 28 e 27 equações, que representam 30,1% e 48,2% do total de inscrições dos capítulos. O estudo da temática consiste na utilização de variáveis empíricas, tais como volume, pressão, temperatura e quantidade de gás, para descrição do comportamento da matéria no estado gasoso. Tais variáveis são relacionadas na forma de equações, como, por exemplo, as leis dos gases e a equação do gás ideal. A partir disso, o objetivo principal dos capítulos é apresentar a obtenção e uso dessas equações, além de outras como a lei de Dalton, lei da efusão de Graham e a equação de van der Waals, para descrever os gases, o que implica na inserção numerosa de diversas equações no capítulo.

Equações representam um recurso poderoso para os cientistas, que, segundo Alves (2011, p. 45), “criam, no contexto de uma ideologia determinista, a esperança de antecipar e controlar os fenômenos em uma escala nunca antes permitida”. Este aspecto é observado durante a abordagem da temática Gases, já que as leis dos gases são mencionadas de imediato no início do capítulo 4 do LD1 e os autores seguem um roteiro didático que visa à obtenção e destaque dessas leis entre outras equações, o que demonstra a posição central das inscrições nesse contexto. Além disso, ao final do capítulo do LD1, são mencionados alguns conhecimentos que devem ser dominados pelos alunos, e que justificam a alta recorrência das equações durante a abordagem da temática, como por exemplo, “usar as leis dos gases para calcular P , V , T ou n , em determinadas condições ou depois de uma mudança de condições” e “usar a equação de van der Waals para estimar a pressão de um gás” (Atkins e Jones, 2012, p. 163).

Apresenta-se, a seguir, a análise das características das inscrições e da maneira como foram inseridas no texto, ou seja, análise

das suas contiguidades físicas, das suas legendas, da presença ou ausência de índices, e das suas funções. Ressalta-se que desse momento em diante as equações foram desconsideradas da análise visto que as classificações adotadas para as demais inscrições não são coerentes para a análise de equações. Por exemplo, para a análise das legendas das inscrições, de acordo com a classificação apresentada por Slough *et al.* (2010), as equações possuiriam legendas do tipo L0, ou seja, nenhuma legenda, o que resultaria em distorção da visualização geral acerca de como as demais inscrições estão apresentadas nos textos.

Análise da contiguidade física

A contiguidade física refere-se à proximidade da inscrição com a sua citação no corpo do texto, a qual pode ser classificada em descontínua, distal, facial, proximal e direta. A Figura 3 apresenta a contiguidade das inscrições nos textos analisados.

A partir dos resultados expressos na Figura 3, primeiramente, aponta-se um caráter positivo geral nos textos, devido à predominância de inscrições diretas e proximais, o que favorece o entendimento das inscrições e o desenvolvimento de habilidades de leitura e interpretação. A integração conceitual de uma inscrição com o seu corpo do texto recebe grande influência da sua integração física com o mesmo. Dessa forma, é desejável que inscrições sejam veiculadas na mesma página em que foram citadas, isto é, apresentem as contiguidades proximais ou diretas, que auxiliam, em uma maneira mais simples, no estabelecimento de relações e movimentos entre o texto verbal e a inscrição, o que pode melhorar a leitura do texto e das inscrições, ou seja, causar um aprendizado mais efetivo. A soma das inscrições diretas e proximais para o LD1 (87%) e o LD2 (76%) se aproxima daqueles encontrados por Nyachwaya e Gillaspie (2016), que durante a avaliação de cinco livros de Química destinados ao ensino superior, reportam valores entre 80% e 92%. Considerando ainda os resultados expressos por Slough *et al.* (2010), tais comparações favorecem o entendimento de que os estudantes do ensino superior enfrentam menos dificuldades durante a integração física da inscrição com o corpo do texto.

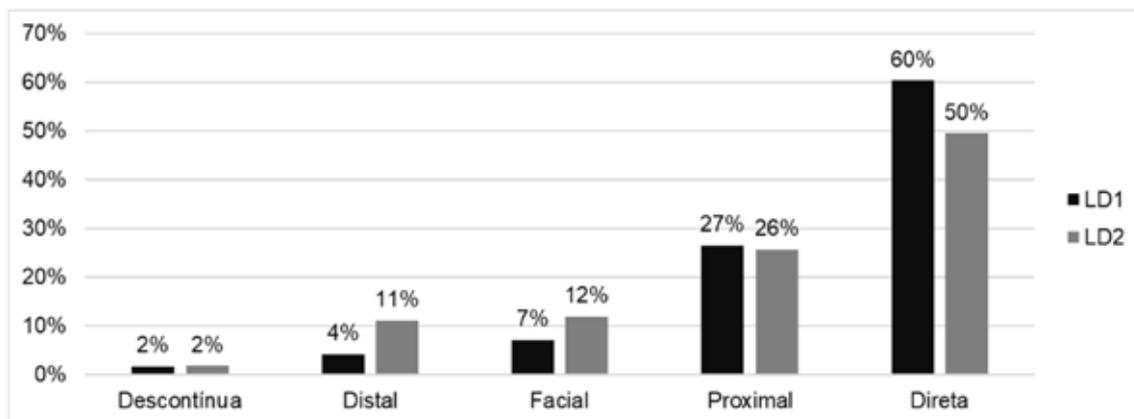


Figura 3: Distribuição das contiguidades das inscrições nos textos analisados. Fonte: autoria própria.

Outro ponto a ser destacado é a baixa presença de inscrições descontínuas nos textos analisados, quando comparados com outros estudos (Slough *et al.*, 2010). Em relação às inscrições descontínuas, faciais e distais, em concordância com Nyachwaya e Gillaspie (2016), entende-se que a presença dessas representa aos alunos a imposição de desafios de mobilidade e de leitura. Além disso, quando uma inscrição não é mencionada no corpo do texto ou quando o aluno precisa mudar de página para encontrá-la, a tendência é de que a representação passe despercebida, ou seja, as informações dela provenientes acabam por não serem efetivas para a construção do conhecimento. Outro aspecto relatado por Nyachwaya e Gillaspie (2016) para quando os alunos precisam mudar de página se refere à perda de concentração, visto que a mesma requer demasiado esforço cognitivo. De fato, McTigue e Slough (2010) orientam a não esperar que leitores folheiem as páginas de um texto para encontrar inscrições, pois, provavelmente, a maioria deles não fará esse esforço.

Entre os principais fatores que influenciam no posicionamento da inscrição no corpo do texto, um deles que se evidencia nesta pesquisa é o seu tamanho. Inscrições com um tamanho significativo dificilmente aparecerão imediatamente após serem citadas no corpo do texto, exibindo contiguidades geralmente do tipo proximal. Este é o caso da maioria das tabelas, que em todos os textos analisados apresentam contiguidade preferencialmente proximal, e ainda faciais ou distais, em especial para as tabelas presentes no LD2.

O *layout* da página se mostra com um último fator na contiguidade das inscrições. A Figura 4 apresenta os *layouts* das páginas dos textos analisados.

Segundo Gkitzia *et al.* (2011), os autores de inscrições e textos científicos devem prestar atenção à localização dos

elementos verbais e visuais, de forma que é necessário um *layout* cuidadoso quando várias inscrições serão inseridas. Em relação à Figura 4, ressalta-se inicialmente que a sua inserção visa à mera comparação entre o posicionamento dos corpos de textos e das inscrições nas páginas dos livros analisados. Em relação ao *layout* do LD1 (Figura 4a), este se caracteriza por exibir um corpo do texto recuado para a esquerda ou para direita, de acordo com a paginação, ocupando cerca de ¾ da largura da página. Os demais ¼ correspondem a um espaço que os autores destinaram ao posicionamento das inscrições e suas respectivas legendas. Importante ressaltar que vazios no espaço das inscrições não são preenchidos com o corpo do texto, ou seja, mesmo que a página não possua inscrições, o texto não ocupa toda a largura da página. No LD1, as inscrições também podem ser alocadas nas margens superiores ou inferiores. Este *layout* favorece contiguidades diretas e proximais, visto que, por possuir um espaço específico para ser veiculada, ao ser citada no corpo do texto, a inscrição aparece, geralmente, logo ao lado do parágrafo em que é citada, ou seja, exibe contiguidade direta. Quando existem outras inscrições no espaço destinado às mesmas, a nova inscrição pode ser inserida distante do parágrafo em que foi citada, ou, dependendo do seu tamanho, ser veiculada na borda superior ou inferior, ou ainda na próxima página, o que ocasiona contiguidades proximais, faciais e distais.

Em relação ao *layout* do LD2, de acordo com a Figura 4b, este exibe um corpo do texto que ocupa preferencialmente toda a página. A partir disso, as inscrições e suas legendas são inseridas de acordo com o seu tamanho. Para inscrições de grande porte, existe a tendência de que as mesmas sejam inseridas nas margens superiores ou inferiores. Já as inscrições menores são geralmente inseridas dentro do próprio corpo do texto (como é

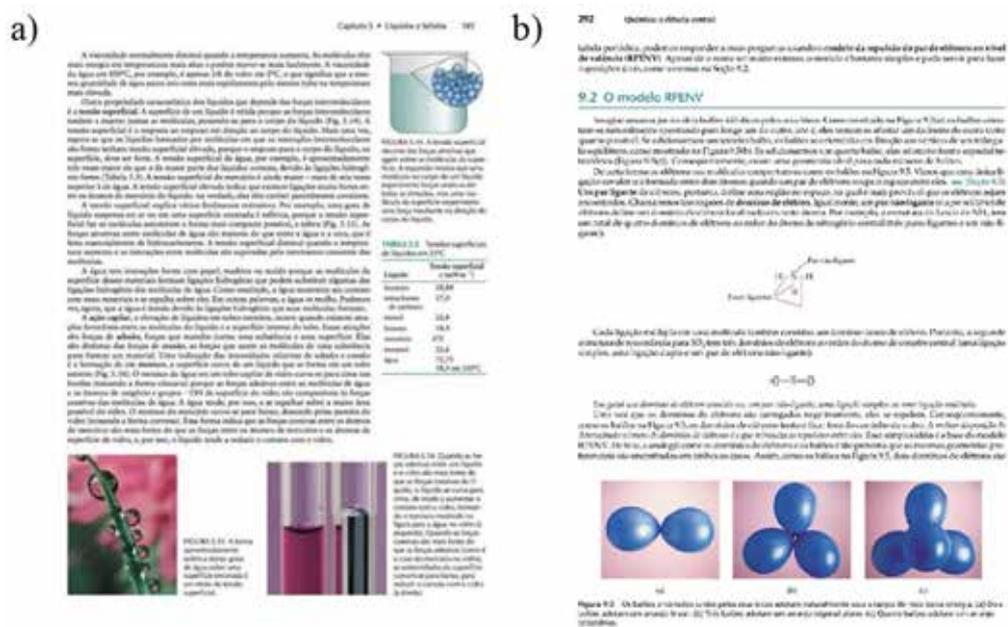


Figura 4: Layout dos textos analisados, a partir da reprodução das páginas do a) LD1 e b) LD2. Fonte: a) Atkins e Jones (2012, p. 181); b) Brown *et al.* (2005, p. 292).

possível visualizar na Figura 4b), ou ainda nas margens esquerda ou direita, fazendo com que o texto seja rearranjado em volta da inscrição. A partir disso, entende-se que a predominância de contiguidades está relacionada com o tamanho da inscrição, de forma que as de grande porte usualmente exibem contiguidades proximais, faciais e distais, e as menores exibem contiguidades preferencialmente diretas e proximais.

Análise das legendas

A legenda de uma inscrição é um dos elementos mais importantes para a integração semântica, que pode ser entendida como a produção de sentido para a inscrição, a partir da sua conexão com o corpo do texto, ou seja, legendas podem facilitar ou dificultar o entendimento de uma inscrição (Slough *et al.*, 2010). A Figura 5 apresenta os tipos de legendas das inscrições nos textos analisados.

Ressalta-se inicialmente um caráter positivo geral para os resultados encontrados, revelando que a maioria das inscrições está acompanhada de legendas, que podem promover o melhor entendimento das inscrições, assim como o desenvolvimento adequado de habilidades de leitura e interpretação. As porcentagens encontradas estão de acordo com outros estudos (Slough *et al.*, 2010; Nyachwaya e Gillaspie, 2016). As legendas se fazem importantes pois, segundo Pozzer e Roth (2003), fornecem uma orientação instrucional aos alunos, informando-os sobre o que encontrar na representação e como interpretá-la.

A partir disso, ressalta-se que foram encontradas quantidades significativas de inscrições sem legendas nos livros didáticos analisados: 232 inscrições no LD1 (28,5%) e 98 inscrições no LD2 (19,4%). No estudo de Slough *et al.* (2010), os autores encontram que cerca de 18,5% das inscrições dos livros didáticos dedicados ao ensino de Ciências no nível fundamental não possuem legendas. Já Han e Roth (2006), durante a avaliação de nove livros de Química do ensino médio, relatam que cerca de metade das inscrições analisadas (49,8%) não possuem legendas. Resultado semelhante é indicado por Gkitzia *et al.* (2011). Assim, entende-se que a falta de legendas em inscrições é um problema que os alunos enfrentam com

os livros didáticos durante o seu ensino básico e permanecem quando os mesmos ingressam no ensino superior. A ausência da instrução fornecida pela legenda faz com que o aluno precise descobrir por conta própria qual o fenômeno que a inscrição está representando e quais os aspectos importantes que nela devem ser visualizados, o que, segundo Nyachwaya e Gillaspie (2016), eleva o esforço cognitivo, e conseqüentemente, dificulta a compreensão da temática.

Em relação à classificação das legendas de acordo com os tipos de inscrições, foi possível observar que fotografias e gráficos apresentam predominantemente legendas do tipo L2, em ambos os livros didáticos. Este tipo de legenda, além de nomear a inscrição, associa-a ao corpo do texto e ressalta ao leitor quais as características devem ser percebidas, o que a torna bastante interessante, em especial para as fotografias, as quais podem possuir detalhes gratuitos que facilmente desviam a atenção daquilo que deveria ser percebido. Para as fotografias, observa-se ainda a tendência de utilizar as legendas do tipo L2 para trazer informações extras que não estão presentes no corpo do texto, como por exemplo, fatos da história da Ciência, aplicações cotidianas, descrição detalhada de procedimentos experimentais etc.

Ressaltam-se ainda tendências encontradas para gráficos e tabelas. Apesar de não serem frequentes de maneira geral, as legendas L3 estão altamente associadas aos gráficos. Como mencionado anteriormente, legendas classificadas como L3 envolvem o leitor de maneira ativa na interpretação da inscrição. Já em relação às tabelas, observa-se o uso altamente predominante de legendas L1. Gráficos e tabelas geralmente possuem grande diversidade de dados, e a partir disso, instruções mais precisas sobre como enxergá-los, sobre como realizar comparação de dados, entre outras operações, são bem-vindas. Tais instruções só podem ser incorporadas por meio da utilização de legendas mais complexas, como L2 e L3, o que acontece para os gráficos, mas para as tabelas, as legendas do tipo L1 apenas nomeiam a representação, não auxiliando o leitor na realização dos processos citados.

As legendas L1 são interessantes para tabelas que são veiculadas com um caráter mais informativo e consultivo, como por exemplo, as tabelas com valores de constante ácida e alcalina,

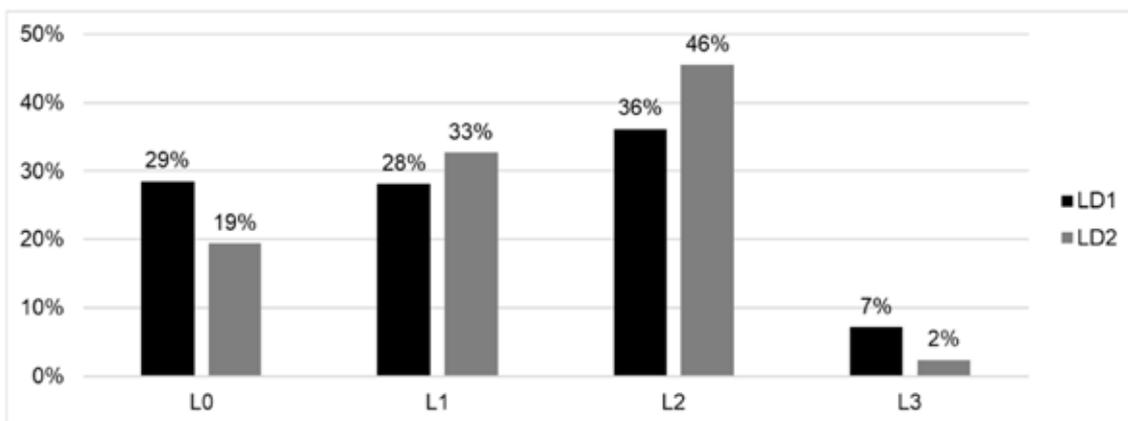


Figura 5: Distribuição dos tipos de legendas das inscrições nos textos analisados. Fonte: autoria própria.

Pelo compartilhamento do par de elétrons ligante, cada átomo de cloro tem oito elétrons (um octeto) no nível de valência. Atingindo, assim, a configuração eletrônica de gás nobre do argônio.

As estruturas mostradas aqui para H_2 e Cl_2 são chamadas **estruturas de Lewis** (ou estruturas de pontos de elétrons de Lewis). Ao escrever as estruturas de Lewis, geralmente mostramos cada par de elétrons compartilhado entre os átomos como um traço e os pares de elétrons não compartilhados como pares de pontos. Escrevendo dessa forma, as estruturas de Lewis para H_2 e Cl_2 são mostradas como a seguir:



Figura 6: Fórmulas estruturais sem legendas no LD2. Fonte: Brown et al. (2005, p. 260).

nos livros didáticos. Ao utilizar uma legenda do tipo L1, pouca informação é adicionada pela mesma, assim o leitor pode direcionar seus esforços cognitivos para utilização e processamento dos dados informados. Já durante a inserção de uma tabela de caráter central, como aquelas que trazem resultados de um experimento, torna-se mais interessante a utilização de uma legenda mais complexa, que associe diretamente a inscrição ao corpo do texto, e que auxilie o leitor a encontrar na tabela o que o mesmo menciona, reforçando e justificando o discurso. No entanto, nota-se que são poucas as tabelas que apresentam legendas L2 ou L3.

Em relação às fórmulas estruturais, nota-se que no LD2 estão predominantemente desacompanhadas de legendas, de modo que dois fatores influenciam para tal resultado: posição da inscrição na página e número das inscrições. Primeiramente em relação à posição da inscrição na página, tomamos como exemplo a Figura 6.

No LD2 as fórmulas estruturais são geralmente inseridas de maneira direta dentro do espaço dedicado à explicação do conteúdo, como demonstrado na Figura 6. O corpo do texto anterior à inscrição geralmente prepara o leitor para o que irá visualizar, nomeando e fornecendo outros detalhes da fórmula estrutural, o que diminui a necessidade de legendas para as fórmulas estruturais que são inseridas dessa maneira.

Em comparação com o LD1, neste último as fórmulas estruturais raramente são inseridas dentro do corpo do texto, sendo encontradas no espaço dedicado a elas, e os autores utilizam de índice e legenda para que o leitor consiga associá-las ao corpo do texto. A partir disso, é possível observar uma frequência menor de fórmulas estruturais sem legendas no LD1 (26,6%) em relação ao LD2 (51,4%). Cabe ressaltar que a inserção de fórmulas estruturais ao longo do corpo do texto não impossibilita totalmente a exclusão das legendas.

Em relação ao número de fórmulas estruturais, a Tabela 1 mostra que há uma grande quantidade desse tipo de inscrição em ambos os livros. Entende-se que, na perspectiva de Cook (2006), apesar das legendas L2 e L3 auxiliarem o leitor no melhor entendimento das inscrições, elas também adicionam material extra a ser processado cognitivamente pelos alunos. Dessa forma, se a grande maioria das fórmulas estruturais no LD2 e no LD1 apresentassem legendas complexas, se exigiria do leitor uma alta demanda cognitiva, devido à abundância desse tipo de inscrição. A partir disso, a inserção destas dentro do espaço do texto (Figura 4) favorece a eliminação das legendas, e se mostra como uma característica positiva, já que possibilita menos esforço cognitivo para o leitor devido à redução de altas quantidades de material extra.

No LD1, as fórmulas estruturais estão acompanhadas predominantemente de legendas do tipo L1 (46,4%). A presença de legendas L2 ou L3 para essas inscrições ocorre em momentos oportunos, quando é preciso chamar atenção do leitor sobre como visualizá-las. Uma vez feito isso, entende-se que adicionar legendas complexas em numerosas inscrições é um ato redundante que, segundo Cook (2006), deve ser evitado, para que este material extra não interfira no processo de aprendizagem do conteúdo que está sendo abordado. Assim, a utilização das legendas L1 para uma vasta quantidade de inscrições inseridas nas margens da página é um aspecto positivo para o livro.

Análise da indexação

A conexão entre o corpo do texto e uma inscrição é geralmente realizada por meio de um índice, presente no texto e na legenda da inscrição. A Figura 7 apresenta a porcentagem de inscrições com e sem índice nos textos analisados. Para a sua construção, as equações foram consideradas. Nas demais

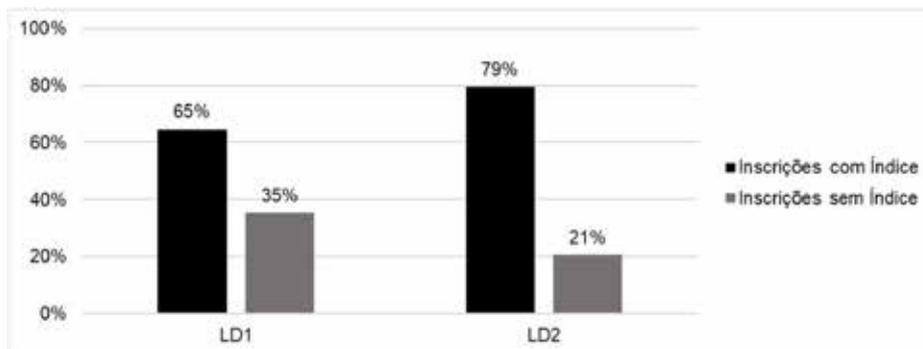


Figura 7: Porcentagens de inscrições com e sem índice nas obras analisadas. Fonte: autoria própria.

análises tais inscrições não se faziam presentes visto que os referenciais adotados para análise não se adequavam às mesmas. Foram consideradas como indexadas as inscrições que possuíam índice simultaneamente disponível na legenda da inscrição e no corpo do texto.

A Figura 7 mostra que a maioria das inscrições, em todos os textos, possui índices. Ressalta-se a existência de uma parcela significativa de inscrições sem índices: 35% no LD1 e 21% no LD2. Estas inscrições compreendem majoritariamente àquelas associadas a exercícios resolvidos dentro dos capítulos do LD1, e àquelas inseridas dentro do espaço textual, em especial, as fórmulas estruturais, no LD2.

Em relação a outras pesquisas que analisam livros didáticos dedicados ao ensino superior de Química, citamos os resultados de Nyachwaya e Gillaspie (2016), que encontram porcentagens de ausência de indexação diversas (entre 5% e 39%) durante a avaliação de cinco livros, as quais abrangem os valores encontrados nesta pesquisa. Já em relação ao ensino básico, pesquisas como as de Slough *et al.* (2010), Gkitzia *et al.* (2011) e Han e Roth (2006) relatam porcentagens semelhantes ou maiores de inscrições não indexadas. Isto sugere que a falta de indexação é um problema que alcança o ensino de Ciências e de Química desde o ensino fundamental, passando pelo ensino médio até o superior.

Em relação à maneira da construção do índice, no LD2 ela ocorre de forma consistente ao longo dos textos, de forma contínua com o texto, ou ainda com inserções de parênteses, que pode ocorrer tanto no meio do texto ou ao final do parágrafo, sem a ocorrência de abreviações. Já no LD1, percebe-se que não há consistência na construção dos índices, sendo utilizadas abreviações ou termos completos para inserções contínuas com o texto ou com parênteses, com maior ocorrência desta última.

A forma como o índice é construído pode interferir no modo como a inscrição é percebida pelo leitor. Segundo Pozzer e Roth (2003), quando o índice é colocado imediatamente após uma palavra ou dentro/após uma frase que é cotemática com a legenda da inscrição, ou seja, que está falando exatamente do que está sendo representado na inscrição, é estabelecido um vínculo direto. Por exemplo, na Figura 8, o índice “(Fig. 1.2)” está localizada logo após a expressão “tubo de vidro sob vácuo”, o que auxilia o leitor na associação e criação de um vínculo

direto entre o termo e aquilo que está representado na “Figura 1.2” ao lado. Ou seja, o conjunto corpo do texto-índice-legenda-inscrição conta para o leitor que o que ele está observando representa um tubo de vidro sob vácuo.

Por outro lado, se o índice for colocado no final de um parágrafo que apresenta múltiplos conceitos, o vínculo não será mais direto, o que, segundo Pozzer e Roth (2003), pode interferir no processo de produção de sentidos e interpretação da inscrição já que há possibilidades de o leitor associar espontaneamente a inscrição com o último termo ou frase, que podem não corresponder exatamente ao que está colocado no texto. Ainda segundo os autores, o processo de criação de vínculo e interpretação da inscrição se torna ainda mais difícil quando ela está localizada em páginas diferentes daquela em que foi indexada, ou seja, apresenta contiguidades faciais, distais ou descontínuas. Pozzer e Roth (2003) apontam que o gerenciamento das páginas atrapalha na criação do vínculo, de forma que mesmo com legendas, as inscrições acabam por apresentar funções decorativas ao invés de outras funções mais informativas.

Análise das funções das inscrições

A função de uma inscrição diz respeito ao seu vínculo com o texto no qual ela está inserida, e surge com base na relação estabelecida entre a legenda da representação e o corpo do texto, podendo também receber influência da sua contiguidade física e da presença ou ausência de índices. Pozzer e Roth (2003) sugerem quatro funções para uma inscrição inserida em um texto científico: decorativa, ilustrativa, explicativa e complementar. A Figura 9 apresenta a distribuição das funções de inscrições nos textos analisados.

Com base nos resultados expressos na Figura 9, nota-se que os valores encontrados corroboram aqueles de Slough *et al.* (2010) e Nyachwaya e Gillaspie (2016), que reportam a predominância de inscrições com a função denominada representacional, análoga à função ilustrativa de Pozzer e Roth (2003). Observam-se ainda valores significativos de inscrições explicativas em todos os textos analisados, e inscrições complementares em maiores quantidades que as decorativas nos livros didáticos. Assim, de maneira geral, os textos apresentam

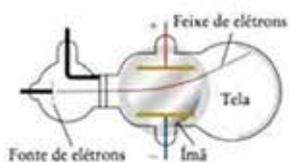


FIGURA 1.2 Aparelhagem usada por Thomson para investigar as propriedades dos elétrons. Um campo elétrico é estabelecido entre as duas placas e um campo magnético é aplicado perpendicularmente ao campo elétrico.

1.1 Modelo nuclear do átomo

A primeira evidência experimental da estrutura interna dos átomos foi a descoberta, em 1897, da primeira partícula subatômica, o elétron. O físico britânico J. J. Thomson (Fig. 1.1) investigava os raios “catódicos”, os raios emitidos quando uma grande diferença de potencial (uma alta voltagem) é aplicada entre dois contatos de metal, chamados de eletrodos, em um tubo de vidro sob vácuo (Fig. 1.2). Thomson mostrou que os raios catódicos são fluxos de partículas negativas. Eles vêm do interior dos átomos que compõem o eletrodo com carga negativa, chamado de *catodo*. Thomson descobriu que as partículas carregadas, que depois foram chamadas de “elétrons”, eram as mesmas, independentemente do metal usado no catodo. Ele concluiu que elas faziam parte de todos os átomos.

Figura 8: Exemplo de indexação que auxilia na associação do texto com a inscrição. Fonte: Atkins e Jones (2012, p. 2).

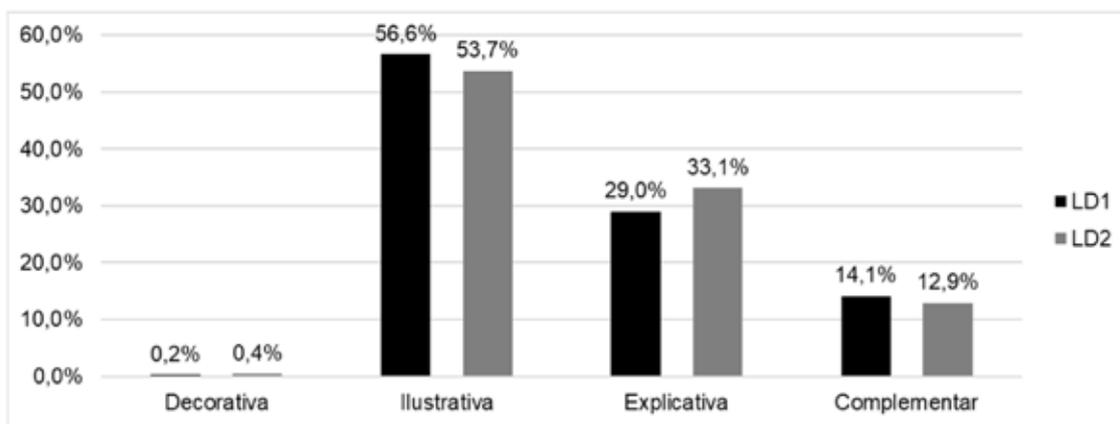


Figura 9: Distribuição das funções das inscrições nos textos analisados. Fonte: autoria própria.

aspectos positivos em relação à presença predominante de inscrições que auxiliam os estudantes no entendimento dos conteúdos associados, além de evidenciarem os diferentes papéis das inscrições para a Ciência.

Em relação às inscrições decorativas, durante a avaliação de livros didáticos de Ciências do ensino básico, Slough *et al.* (2010) encontram uma frequência de inscrições desse tipo no valor de 33,3%. Já Nyachwaya e Gillaspie (2016), ao avaliarem outros livros didáticos dedicados ao ensino superior de Química, encontram frequências de inscrições decorativas com valores entre 5% e 14%. Estes resultados sugerem a melhora dos aspectos relacionados ao valor informacional das inscrições utilizadas no ensino de Química durante a transição do ensino básico para o ensino superior. Os autores comentam que as inscrições decorativas são consideradas materiais extras e redirecionam para si os recursos cognitivos de leitura e avaliação, que deveriam ser aplicados no aprendizado da temática associada, ou seja, estas inscrições devem ser evitadas no texto.

Os textos avaliados nesta pesquisa possuem frequências de inscrições decorativas menores que 2%. A partir disso, a baixa frequência dessas inscrições evidencia um aspecto favorável para a promoção de habilidades de leitura e interpretação de inscrições. No entanto, é importante ressaltar que as inscrições decorativas não são necessariamente ruins, ou seja, elas podem ser incluídas nos textos científicos em momentos oportunos e de maneira consciente. Dessa forma, autores dos livros didáticos precisam ter conhecimentos dos impactos desse tipo de inscrição na leitura do texto e no entendimento do conteúdo.

Uma situação particular e recorrente chama a atenção em relação ao modo como inscrições decorativas são inseridas ao longo dos textos analisados. Os critérios iniciais de Pozzer e Roth (2003) para classificar inscrições como decorativa consideram que elas não devem ser citadas no corpo do texto e nem possuir legendas. Posteriormente, os autores identificam que inscrições que estão distantes fisicamente do local em que são indexadas, isto é, são descontínuas, mesmo que possuam legendas, possuem uma função que não é diferente da decorativa. Em Pozzer e Roth (2003), o primeiro critério prevalece. Já na presente pesquisa, prevalece o segundo critério, o que

aponta para descuido dos autores quanto ao posicionamento da inscrição, que eram classificadas como decorativas por se encontrarem geralmente distante do local em que eram citadas. Inscrições localizadas em duas ou mais páginas do local em que foram indexadas se tornam decorativas visto que a maioria dos leitores provavelmente não irá folhear as páginas de um texto para encontrá-las (McTigue e Slough, 2010), e a partir disso, as informações contidas nelas em relação ao conteúdo abordado no corpo do texto não conseguem contribuir substancialmente para a sua compreensão.

Foi possível verificar a predominância das inscrições ilustrativas em todos os textos. Estas inscrições, segundo Pozzer e Roth (2003), são importantes para o entendimento da temática em estudo, pois constituem para o leitor um recurso visual concreto e exemplificador de um conceito que é representado. Verificado o número elevado de fórmulas estruturais nos livros didáticos, o uso de legendas mais simples se faz interessante para que o texto não exija alta demanda cognitiva do leitor, no entanto, isso reduz a função da inscrição à ilustrativa.

Vale ressaltar também que as inscrições que não possuem legendas, mas que possuem proximidade física com o texto, como por exemplo as inscrições associadas com exercícios resolvidos e as fórmulas estruturais de Lewis no LD2, também foram classificadas como ilustrativas, sendo esses os dois critérios mais relevantes para a classificação de inscrições dessa forma. A Figura 10, por exemplo, apresenta uma inscrição sem legenda no LD1 que foi classificada como ilustrativa.

Como descrito anteriormente, o LD1 possui um espaço específico destinado às inscrições. Porém, aquelas dos exercícios resolvidos não eram adicionadas nesse espaço, mas logo ao lado do passo do exercício que buscavam ilustrar, como é possível visualizar na Figura 10, o que revela uma relação física da inscrição com o texto. Han e Roth (2006) comentam acerca da existência de um padrão em livros didáticos do ensino de Química, que se refere à separação de determinadas seções, tais como caixas de textos, exercícios, manipulações matemáticas e procedimentos experimentais, ou seja, as seções diferentes daquelas destinada a explicação de conteúdos, por meio de linhas, caixas, fundos de cores diferentes. No LD1,

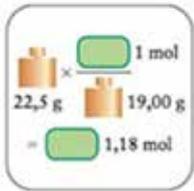
EXEMPLO E2 Continuação

PLANEJE Para encontrar a quantidade de mols, divida a massa total da amostra pela massa molar.

RESOLVA

(a) De $n = m/M$,

$$n(\text{F}) = \frac{22,5 \text{ g}}{19,00 \text{ g} \cdot (\text{mol F})^{-1}} = \frac{22,5}{19,00} \text{ mol F}$$

$$= 1,18 \text{ mol F}$$


Avalie Como esperado, mais de 1 mol de F está presente.

Figura 10: Esquema com função ilustrativa no LD1. Fonte: Atkins e Jones (2012, p. F40).

por exemplo, a seção de exercícios resolvidos, ilustrada na Figura 10, é indicada pela existência de uma barra verde na lateral da mesma. Já no LD2, os exercícios resolvidos inseridos ao longo dos capítulos são apresentados em caixas de textos delimitadas por um fundo amarelo. É esta distinção que dá origem à percepção de uma proximidade entre as inscrições e o corpo do texto. O uso de recursos visuais para delimitar seções, segundo Han e Roth (2006), funciona como uma espécie de indexação, conectando a inscrição dentro daquela seção separada com a parte específica do corpo do texto que se refere. A partir disso, o leitor pode facilmente assumir que a inscrição busca representar o que está escrito no texto ao lado. Processo semelhante acontece quando visualizamos uma inscrição e a sua legenda, onde não há indicativos de que esses elementos de diferentes naturezas (imagética e textual) estão relacionados, mas devido à proximidade física de ambos, assumimos que eles estão (Pozzer e Roth, 2003).

Com base nessa proximidade, as inscrições associadas com os exercícios foram classificadas como ilustrativas. Por exemplo, ao visualizar o esquema presente na Figura 10, o leitor pode facilmente identificar que este busca representar graficamente o cálculo matemático descrito. Esta associação pode ser facilmente realizada não apenas devido à proximidade física da inscrição com o texto, mas também pela visualização

dos valores numéricos e unidades de medidas em ambos o exercício e o esquema.

Nota-se que, em relação às tabelas, estas inscrições apresentam função predominantemente ilustrativa, devido ao uso de legendas que apenas nomeiam a inscrição. Visto que as funções das inscrições também representam uma ordem informacional (Pozzer e Roth, 2003), e sendo as tabelas inscrições com grande quantidade de dados a serem visualizados e comparados, surge um alerta em relação ao uso acentuado de tabelas com função ilustrativa. O uso de legenda mais informativas, que elevariam a função das tabelas, são bem-vindas, já que podem ensinar ao leitor maneiras de utilizá-las, apresentar fatores importantes para serem levados em consideração durante o uso dos seus dados, em especial nos livros didáticos.

Os gráficos possuem função predominantemente explicativa, o que se configura como um aspecto positivo. A Figura 11 apresenta um exemplo de gráfico com tal função.

A Figura 11 apresenta um gráfico do tipo curva de aquecimento para substâncias puras. A inscrição contém uma legenda do tipo L2. No texto, os autores definem curva de aquecimento como um gráfico de temperatura do sistema *versus* quantidade de calor adicionado, chamando imediatamente a figura por meio da disponibilização de um índice no texto e na legenda da inscrição (Figura 11.19), de maneira que o leitor é direcionado

Figura 11.19 Curva de aquecimento para a transformação de 1,00 mol de água de -25°C para 125°C a pressão constante de 1 atm. As linhas azuis mostram o aquecimento de uma fase de temperatura mais baixa para outra de temperatura mais alta. As linhas vermelhas mostram a passagem de uma fase para outra a temperatura constante.

ATIVIDADE
Curvas de aquecimento



Figura 11: Gráfico com função explicativa no LD2. Fonte: Brown et al. (2005, p. 388).

Os trabalhos de Planck e Einstein abriram caminho para a compreensão de como os elétrons são distribuídos nos átomos. Em 1913 o físico dinamarquês Niels Bohr (Figura 6.8) propôs uma explicação teórica dos espectros de linhas, outro fenômeno que intrigava os cientistas no século XIX. Vamos a princípio examinar esse fenômeno e, em seguida, estudar como Bohr usou as idéias de Planck e Einstein.



Figura 6.8 Niels Bohr (à direita) com Albert Einstein. Bohr (1885–1962) fez importantes contribuições para a teoria quântica. De 1911 a 1913 estudou na Inglaterra, trabalhando primeiro com J. J. Thomson, na Universidade de Cambridge, e mais tarde com Ernest Rutherford, na Universidade de Manchester. Publicou sua teoria quântica do átomo em 1914 e recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1922.

Figura 12: Fotografia com função complementar. Fonte: Brown et al. (2005, p. 188).

para a mesma. O trecho inicial da legenda, “curva de aquecimento para a transformação de 1,00 mol de água de $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ para $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ a pressão constante de 1 atm”, nomeia a figura e permite assim a imediata associação entre o que está sendo representado e o que estava sendo abordado no conteúdo, ou seja, disponibiliza para o leitor uma imagem de uma curva de aquecimento. Em seguida, a legenda traz instruções ao aluno sobre como observar o gráfico, indicando os aspectos a serem notados: as linhas azuis representam etapas de aumento de temperatura sem mudança de fase, e as linhas vermelhas, etapas de mudanças de fase sem aumento de temperatura. É importante observar que ao retornar ao corpo do texto, o leitor obtém uma discussão de outros aspectos do gráfico, como por exemplo, a caracterização do que cada segmento de curva no gráfico representa fisicamente, de maneira semelhante ao que ocorre em artigos originais de pesquisa, quando estas inscrições são utilizadas nos resultados, o que demonstra a possibilidade de um uso mais rico e informativo dessas inscrições.

Por fim, destacam-se as fotografias, que são o tipo de inscrição mais recorrente para a função complementar, no LD1 e no LD2. Esses resultados corroboram com aqueles encontrados por Pozzer e Roth (2003), que apresentam altos índices de presença de fotografias complementares em livros didáticos. As inscrições foram assim classificadas visto que apresentam uma legenda com informações que até então não estavam disponíveis no texto e enriquecem o seu valor informacional, como exemplifica a Figura 12.

A Figura 12 traz um trecho do LD2 utilizado para introduzir a seção sobre o modelo de Bohr, indicando para o leitor a visualização da Figura 6.8, uma fotografia na qual é possível visualizar dois homens. A legenda da inscrição nomeia os indivíduos, sendo o da direita Niels Bohr e o da esquerda Albert Einstein. O restante da legenda adiciona informações extras sobre a carreira acadêmica do primeiro, disponibilizando para o leitor sua principal contribuição para a Química. Como estas informações não estão disponíveis no corpo do texto, a fotografia foi classificada como complementar.

Considerações finais

No presente trabalho investigamos as características das inscrições presentes em livros didáticos usualmente empregados por graduandos em Química no Brasil. A partir da caracterização da distribuição dos tipos de inscrições em dois

livros didáticos, estas foram analisadas com base nas suas contiguidades físicas, tipos de legendas que as acompanham, presença ou ausência de índice e função da inscrição.

Os resultados mostraram que os textos analisados possuem em média, aproximadamente, duas inscrições por páginas, sendo elas em sua maioria inscrições próximas ao MCT, ou seja, inscrições que possuem pouca semelhança com os fenômenos e objetos que procuram representar e alto nível de abstração, a saber: fórmulas estruturais, gráficos, tabelas, fluxogramas e expressões algébricas. Estas observações corroboram com a natureza abstrata da linguagem representacional Química e a tendência do uso dessas inscrições em textos voltados para o público científico, sendo estes também os principais tipos de inscrições que os estudantes manipularão em sua carreira acadêmica e profissional, o que põe em foco a necessidade de atenção especial para como as mesmas são inclusas e veiculadas, não apenas nos textos científicos, mas também na sala de aula.

Apesar da predominância das inscrições próximas ao MCT, dentre as inscrições próximas ao MFO, que são aquelas que guardam semelhança com o que está sendo representado, se destacam os desenhos esquemáticos e as fotografias. Assim, a diversidade de tipos de inscrições observadas nos textos analisados corrobora a natureza multirepresentacional da Química.

No que diz respeito às maneiras como as inscrições estão integradas nos textos, foi possível observar que elas estão, em sua maioria, integradas de maneira direta ou proximal, ou seja, imediatamente disponíveis ao leitor logo após serem citadas no texto, ou em uma relação de proximidade física evidente. Além disso, é notável também o uso proeminente de índices. Ambas as características diminuem os esforços cognitivos necessários para o estabelecimento de um vínculo entre a inscrição e o conteúdo abordado.

Aliadas a essas características, a utilização de legendas nas inscrições se faz de maneira abundante. Em especial nos livros didáticos, as legendas não apenas nomeiam as inscrições, como também contêm instruções acerca da manipulação e visualização do que nelas está representado. Com respeito às funções das inscrições nos textos analisados, verificou-se a predominância de inscrições ilustrativas, que se constituem como um recurso visual importante para a exemplificação e a concretização de conceitos estudados. Sendo verificado um desequilíbrio entre a frequência das funções ilustrativas e explicativas, surge um alerta relacionado ao valor informacional das inscrições

inseridas nos textos analisados e de que o seu verdadeiro potencial pedagógico e informativo não é plenamente alcançado. As inscrições explicativas não apenas desempenham um papel importante na representação do conhecimento químico, mas também no aprimoramento da compreensão deste conhecimento, complementando e dando suporte ao texto, e apresentam ao leitor a sua importância para a Ciência.

Ressaltam-se ainda algumas situações peculiares que chamaram a atenção durante a análise, tais como a predominância de tabelas com função ilustrativa e com legendas pouco informativas nos textos analisados; e quantidades significativas de inscrições sem legendas e mal indexadas nos livros didáticos. Estas situações representam os principais obstáculos com os quais os alunos devem lidar durante a utilização dos textos científicos em questão, caracterizando-se como barreiras ao desenvolvimento adequado de habilidade de leitura e interpretação requeridas para a melhor manipulação das próprias inscrições.

De fato, existem dentro das classificações utilizadas para análise das inscrições categorias que representam deficiências e obstáculos; especificamente, inscrições descontínuas, sem legendas, mal indexadas e com função decorativa, que apontam para um conteúdo instrucional deficiente. A partir disso, autores de livros didáticos precisam estar atentos à maneira como a inscrição será veiculada, para que esta seja confortável ao leitor e potencialize o seu entendimento. Os professores e educadores precisam ainda se atentar a tais características, identificando as potencialidades e fragilidades das inscrições presentes nos textos utilizados na sala de aula, de maneira que possam ser encontrados meios para suprimir as deficiências e fomentar as potencialidades.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo 2018/23809-3; Processo 2018/23819-9) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo 304974/2020-0) pelo apoio financeiro.

Referências

- ALVES, E. G. *Um estudo multimodal de textos didáticos sobre o efeito fotoelétrico*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- ATKINS, P. e JONES, L. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2012.
- AUTOR, 2020. Inserir referência completa.
- BEDIN, E. Uma proposta e cinco análises de livros didáticos de química do ensino médio. *Revista Areté*, v. 12, n. 25, p. 183-201, 2019.
- BIANCO, A. A. G. e MELONI, R. A. O Conhecimento escolar: um estudo do tema Diagrama de Linus Pauling em livros didáticos de química–1960/1970. *Química Nova na Escola*, v. 41, n. 2, p. 148-155, 2019.
- BOWEN, G. M. e ROTH, W. M. Why students may not learn to interpret scientific inscriptions. *Research in Science Education*, v. 32, n. 3, p. 303-327, 2002.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CES 1.303/2001, de 6 de novembro de 2001. *Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química*. Brasília: Diário Oficial da União, 2001.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2019.
- BROWN, T. L.; LEMAY Jr, H. E.; BURSTEN, B. E. e BURDGE, J. R. *Química: a ciência central*. 9. Ed. Campinas: Pearson Education, 2005.
- CASSIANO, K. F. D. e ECHEVERRÍA, A. R. Abordagem ambiental em livros didáticos de Química: princípios da carta de Belgrado. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 3, p. 220-230, 2014.
- CANZIAN, R. e MAXIMIANO, F. A. Princípio de Le Chatelier o que tem sido apresentado em livros didáticos. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 2, p. 107-119, 2010.
- CHAVES, L. M. M. P.; SANTOS, W. L. P. e CARNEIRO, M. H. S. História da ciência no estudo de modelos atômicos em livros didáticos de química. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 4, p. 269-279, 2011.
- COOK, M. P. Visual representations in science education: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. *Science Education*, v. 90, n. 6, p. 1073-1091, 2006.
- DARROZ, L. M.; ROSA, C. T. W. e GIARETTA, P. H. Uso de imagens esportivas no ensino de mecânica: uma análise nos livros didáticos de física. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 22, n. 3, p. 125-144, 2017.
- ECO, U. *Semiótica e filosofia da linguagem*. São Paulo: Instituto Piaget, 2001. 328 p.
- GKITZIA, V.; SALTA, K. e TZOUGRAKI, C. Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 12, n. 1, p. 5-14, 2011.
- GOES, L. F.; NOGUEIRA, K. S. C. e FERNANDEZ, C. A representação das reações redox através das imagens em livros didáticos brasileiros de química. *Acta Scientiae*, v. 20, n. 2, 2018.
- GOES, L. F.; CHEN, X.; NOGUEIRA, K. S. C.; FERNANDEZ, C. e EILKS, I. An analysis of the visual representation of redox reactions and related content in Brazilian secondary school chemistry textbooks. *Science Education International*, v. 31, n. 3, p. 313-324, 2020.
- HAN, J. Y. e ROTH, W. M. Chemical inscriptions in Korean textbooks: semiotics of macro-and microworld. *Science Education*, v. 90, n. 2, p. 173-201, 2006.
- JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry-logical or psychological? *Chemistry Education Research and Practice*, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.
- _____. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, v. 70, n. 9, p. 701, 1993.
- LATOURE, B. e WOOLGAR, S. *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997. 310 p.

- LEMES, A. F. G.; SOUZA, K. A. F. D. e CARDOSO, A. A. Representações para o processo de dissolução em livros didáticos de Química: o caso do PNLEM. *Química Nova na Escola*, p. 184-190, 2010.
- LIMA, M. S. e QUEIROZ, S. L. Modelo semiótico de leitura de inscrições: aplicação na educação em química. *Química Nova*, v. 43, n. 7, p. 987-997, 2020.
- LIMA, M. S. e QUEIROZ, S. L. Letramento gráfico no ensino superior de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 26, n. 2, p. 170-195, 2021.
- MATOS, A. C. S., TEIXEIRA, D. D., SANTANA, I. P., SANTIAGO, M. A., PENHA, A. B., MOREIRA, B. C. T. e CARVALHO, M. F. A. Nomenclatura de compostos orgânicos no ensino médio: influência das modificações na legislação a partir de 1970 sobre a apresentação do livro didático e as concepções de cidadãos. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 1, p. 40-45, 2009.
- MCTIGUE, E. M. e SLOUGH, S. W. Student-accessible science texts: Elements of design. *Reading Psychology*, v. 31, n. 3, p. 213-227, 2010.
- MELONI, R. A. e LOPES, A. C. Produção de sentidos pelas imagens em livros didáticos de química. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 26, e20052, 2020.
- MIRANDA, C. L.; PEREIRA, C. S.; MATIELLO, J. R. e REZENDE, D. B. Modelos didáticos e cinética química: considerações sobre o que se observou nos livros didáticos de química indicados pelo PNLEM. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 3, p. 197-203, 2015.
- MOREIRA, M. C. A. e BATISTA, F. R. S. A química em livros didáticos para o ensino médio: uma análise do discurso imagético. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 8, n. 3, p. 151-166, 2018.
- NYACHWAYA, J. M. e GILLASPIE, M. Features of representations in general chemistry textbooks: a peek through the lens of the cognitive load theory. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 17, n. 1, p. 58-71, 2016.
- PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; MIRANDA, A. C. G. e FREITAS, R. T. G. Análise dos recursos visuais utilizados no capítulo de ligações químicas dos livros didáticos do PNLD 2015. *Acta Scientiae*, v. 18, n. 1, 2016.
- POZZER, L. L. e ROTH, W. M. Prevalence, function, and structure of photographs in high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 40, n. 10, p. 1089-1114, 2003.
- ROTH, W. M. Reading graphs: contributions to an integrative concept of literacy. *Journal of curriculum studies*, v. 34, n. 1, p. 1-24, 2002.
- ROTH, W. M.; POZZER-ARDENGHI, L. e HAN, J. Y. *Critical graphicacy: Understanding visual representation practices in school science*. Vol. 26. Dordrecht: Springer Science & Business Media, 2005. 285 p.
- ROTH, W. M.; BOWEN, G. M. e MCGINN, M. K. Differences in graph-related practices between high school biology textbooks and scientific ecology journals. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 36, n. 9, p. 977-1019, 1999.
- ROZENTALSKI, E. e PORTO, P. A. Diagramas de energia de orbitais em livros didáticos de Química Geral: uma análise sob o viés da semiótica Peirceana. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 24, n. 2, p. 449-466, 2018.
- _____. Imagens de orbitais em livros didáticos de química geral no século XX: uma análise semiótica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 20, n. 1, p. 181-207, 2015.
- SILLOS, A. E. e SANTOS, W. L. P. Percepções de alunos do ensino médio sobre o livro didático de Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. *Caderno de Resumos*. Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013.
- SILVA, G. S.; BRAIBANTE, M. E. F. e PAZINATO, M. S. Os recursos visuais utilizados na abordagem dos modelos atômicos: uma análise nos livros didáticos de Química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, n. 2, p. 159-182, 2013.
- SILVA, J. C.; MOTA, J. M. V. e WARTHA, E. J. Inscrições químicas em livros didáticos de química: uma análise semiótica das representações sobre fases da matéria. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 2, n. 1, p. 69-80, 2011.
- SILVA, K. A. P. e ALMEIDA, L. M. W. A percepção da matemática em livros didáticos de química. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 21, e10482, 2019.
- SLOUGH, S. W.; MCTIGUE, E. M.; KIM, S. e JENNINGS, S. K. Science textbooks' use of graphical representation: a descriptive analysis of four sixth grade science texts. *Reading Psychology*, v. 31, n. 3, p. 301-325, 2010.
- TOLEDO, E. J. L. e FERREIRA, L. H. Concepções estereotipadas sobre o aquecimento global em livros didáticos de química. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 10, n. 2, p. 1-22, 2017.
- UPAHI, J. E. e RAMNARAIN, U. Representations of chemical phenomena in secondary school chemistry textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 20, n. 1, p. 146-159, 2019.
- VASSÃO, C. F. *Elementos do ensino superior: o livro didático, a biblioteca e a química geral teórica*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- VOJÍŘ, K. e RUSEK, M. Science education textbook research trends: a systematic literature review. *International Journal of Science Education*, v. 41, n. 11, 2019.

Preparação dos Manuscritos

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

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

- **Para livros** referência completa (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.s bq.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.s bq.org.br/pagina.php?idPagina=17>.
- 4) Os autores declaram que no caso de resultados de pesquisas re-

lacionadas a seres humanos eles possuem parecer de aprovação de um Comitê de Ética em pesquisa.

- 5) No caso de envio de imagens, os autores devem enviar cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo(s) sujeito(s) (ou seus responsáveis), autorizando o uso da imagem.
- 6) Os autores declaram a inexistência de conflito de interesses na submissão do manuscrito.
- 7) É responsabilidade dos autores garantirem que não haja elementos capazes de identificá-los em qualquer parte do texto.

Submissão dos Artigos

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

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

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

Manuscritos revisados

Manuscritos enviados aos autores para revisão devem retornar à Editoria dentro do prazo de 30 dias ou serão considerados como retirados. A editoria de Química Nova na Escola reserva-se o direito de efetuar, quando necessário, pequenas alterações nos manuscritos aceitos, de modo a adequá-los às normas da revista e da IUPAC, bem como tornar o estilo mais claro - respeitando, naturalmente, o conteúdo do trabalho. Sempre que possível, provas são enviadas aos autores, antes da publicação final do artigo.

Todos os textos submetidos são avaliados no processo de duplo-cego por ao menos dois assessores. Os Editores se reservam o direito de julgar e decidir sobre argumentos divergentes durante o processo editorial.

Seções / Linha Editorial

Química Nova na Escola (Impresso)

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (impresso), artigos originais (em Português) que focalizem a área de ensino de Química nos níveis fundamental, médio ou superior, bem como artigos de História da Química, de pesquisa em ensino e de atualização científica que possam contribuir para o aprimoramento do trabalho docente e para o aprofundamento das discussões da área.

Química Nova na Escola (On-line)

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (on-line), além dos artigos com o perfil da revista impressa, artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) em Português, Espanhol ou Inglês que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Estes artigos deverão atender aos critérios da seção “Cadernos de Pesquisa”.

Os artigos são aceitos para publicação nas seguintes seções:

● QUÍMICA E SOCIEDADE

Responsável: Roberto Ribeiro da Silva (UnB)

Aspectos importantes da interface química/sociedade, procurando analisar as maneiras como o conhecimento químico pode ser usado - bem como as limitações de seu uso - na solução de problemas sociais, visando a uma educação para a cidadania. Deve-se abordar os principais aspectos químicos relacionados à temática e evidenciar as principais dificuldades e alternativas para o seu ensino.

Limite de páginas: 20

● EDUCAÇÃO EM QUÍMICA E MULTIMÍDIA

Responsável: Marcelo Giordan (USP)

Visa a aproximar o leitor das aplicações das tecnologias da informação e comunicação no contexto do ensino-aprendizado de Química, publicando resenhas de produtos e artigos/notas teóricos e técnicos. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Limite de páginas: 15

● ESPAÇO ABERTO

Responsável: Luciana Massi (Unesp)

Divulgação de temas que igualmente se situam dentro da área de interesse dos educadores em Química, de forma a incorporar a diversidade temática existente hoje na pesquisa e na prática pedagógica da área de ensino de Química, bem como desenvolver a interface com a pesquisa educacional mais geral. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Limite de páginas: 20

● CONCEITOS CIENTÍFICOS EM DESTAQUE

Responsável: José Luís de Paula Barros Silva (UFBA)

Discussão de conceitos básicos da Química, procurando evidenciar sua relação com a estrutura conceitual da Ciência, seu desenvolvimento histórico e/ou as principais dificuldades e alternativas para o ensino.

Limite de páginas: 20

● HISTÓRIA DA QUÍMICA

Responsável: Paulo Porto (USP)

Esta seção contempla a História da Química como parte da História da Ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído. Deve-se apresentar dados históricos, preferencialmente, de fontes primárias e explicitar o contexto sociocultural do processo de construção histórica.

Limite de páginas: 15

● ATUALIDADES EM QUÍMICA

Responsável: Edvaldo Sabadini (Unicamp)

Procura apresentar assuntos que mostrem como a Química é uma ciência viva, seja com relação a novas descobertas, seja no que diz respeito à sempre necessária redefinição de conceitos. Deve-se explicitar contribuições para o ensino da Química.

Limite de páginas: 15

● RELATOS DE SALA DE AULA

Responsável: Nyuara Araújo da Silva Mesquita (UFG)

Divulgação das experiências dos professores de Química, com o propósito de socializá-las junto à comunidade que faz educação por meio da Química, bem como refletir sobre elas. Deve-se explicitar contribuições da experiência vivenciada e indicadores dos resultados obtidos.

Limite de páginas: 20

● ENSINO DE QUÍMICA EM FOCO

Responsável: Rafael Cava Mori (UFABC)

Investigações sobre problemas no ensino da Química, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

● O ALUNO EM FOCO

Responsável: Edênia Maria Ribeiro do Amaral (UFRPE)

Divulgação dos resultados das pesquisas sobre concepções de alunos e alunas, sugerindo formas de lidar com elas no processo ensino-aprendizagem, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

● EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Responsável: Mara Elisa Fortes Braibante (UFMS)

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

Limite de páginas: 10

● CADERNOS DE PESQUISA

Responsável: Ana Luiza de Quadros (UFMG)

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

Limite de páginas: 30 a 40.

A Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química tem o prazer de anunciar mais um produto,
Programas de TV Química Nova na Escola no formato DVD.

Nesta edição dos **Programas de TV QNEsc**, você encontrará:

- Visualização Molecular
- Nanotecnologia
- Hidrosfera
- Espectroscopia
- A Química da Atmosfera
- A Química dos Fármacos.
- Polímeros Sintéticos
- As Águas do Planeta Terra
- Papel: origem, aplicações e processos.
- Vidros: evolução, aplicações e reciclagem.
- Vidros: origem, arte e aplicações.
- Látex: a camisinha na sala de aula.

São **12 títulos temáticos** em formato digital que totalizam cerca de 4 horas de programação.
Para outras informações e aquisição,
acesse www.s bq.org.br em Produtos da SBQ.

