

química nova

NA ESCOLA

VOLUME

44

Nº 3, AGOSTO 2022

- 277 As faces do plástico: uma proposta de aula sobre sustentabilidade
Débora França, Camila G. Chiaregato, Gabriella D. Ulrich, Heitor B. Veloso, Lucas L. Messa, Luciana M. Angelo, Tamires dos S. Pereira e Roselena Faez
- 287 A Educação Ambiental no Ensino Médio: desafios e possibilidades a partir da elaboração de uma sequência didática com ênfase nas emissões de CO₂ equivalente
Patrícia A. Falci e Regina S. Carvalho
- 295 A Saga do Repolho Roxo no Ensino De Química
Marcia B. da Cunha e Fernanda O. Lima
- 305 Uma discussão sobre a descoberta do tecnécio à luz de alguns aspectos da natureza da Ciência
Lucas dos S. Fernandes
- 311 Estudo das funções da química orgânica com o uso do kit molecular de aprendizagem Atomlig
Renato K. Zanqui, Emily L. Borghi, Maryze L. Passos e Isaura Alcina M. Nobre
- 320 Plástico no Mar: Polímeros à Deriva!
Amélia B. de Souza, Anne Caroline C. Santos, Joseane de A. Santana e Maria Clara P. Cruz
- 330 Evasão e permanência em um curso de Licenciatura em Química: o que o PIBID tem a oferecer?
João Paulo M. Lima, Veleida A. Silva e Wilmo E. Francisco Junior
- 340 Contos para o Ensino de Química: Uma abordagem Investigativa
Lorena de Q. Pimentel, Tatiana S. Andrade e Erivanildo L. da Silva
- 351 A elaboração do conceito de transformação química em uma perspectiva bilíngue bimodal
Lidiane L. S. Pereira, Thalita C. Curado e Anna M. C. Benite
- 361 O estudo da teoria ácido-base de Lewis a partir de reações com substâncias fenólicas de plantas medicinais
Wladimir M. Albano, Marcelo G. Santos e Wagner G. Bastos
- 367 Sequência de ensino investigativa para o ensino do conceito de quantidade de substância (mol)
Jadis Henrique P. da Silva, Solange W. Locatelli, Maria Eunice R. Marcondes
- 373 “É, na aula de Química eu não vejo alguma possibilidade”: as vozes de docentes e discentes sobre a Educação Sexual no ensino de Química
Joice Hinkel e Carolina dos S. Fernandes

EDITORES

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

CONSELHO EDITORIAL

Alice Ribeiro Casimiro Lopes (FE-UERJ - Rio de Janeiro, RJ - Brasil)
Antônio Francisco Carrelhas Cachapuz (UA - Aveiro, Portugal)
Attico Inacio Chassot (IPA - Porto Alegre, RS - Brasil)
Aureli Caamaño (UB - Barcelona, Espanha)
Edênia Maria Ribeiro do Amaral (UFRPE - Recife, PE - Brasil)
Eduardo Fleury Mortimer (UFMG - Belo Horizonte, MG - Brasil)
Gisela Hernández (UNAM - Cidade do México, México)
Julio Cezar Foschini Lisbôa (GEPEQ-USP - São Paulo, SP - Brasil)
Lenir Basso Zanon (UNIJUÍ - Ijuí, RS - Brasil)
Marcelo Giordan (FE-USP - São Paulo, SP - Brasil)
Otávio Aloísio Maldaner (UNIJUÍ - Ijuí, RS - Brasil)
Roberto Ribeiro da Silva (UnB - Brasília, DF - Brasil)
Roseli Pacheco Schmetzler (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, microfilmes ou quaisquer outras reproduções de natureza similar, inclusive traduções. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em bancos de dados ou transmitida sob qualquer forma ou meio, seja eletrônico, eletrostático, mecânico, por fotocópia, gravação, mídia magnética ou algum outro modo com fins comerciais, sem permissão por escrito da detentora do *copyright*.

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

Licenças Creative Commons

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

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

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



diagramação/capa

Hermano Serviços de Editoração

Sumário/Contents

Ensino de Química para o Desenvolvimento Sustentável / Teaching Chemistry for Sustainable Development

277 As faces do plástico: uma proposta de aula sobre sustentabilidade
The faces of plastic: a proposal for a class on sustainability

Déborá França, Camila G. Chiaregato, Gabriella D. Ulrich, Heitor B. Veloso, Lucas L. Messa, Luciana M. Angelo, Tamières dos S. Pereira e Roselena Faez

Química e Sociedade / Chemistry and Society

287 A Educação Ambiental no Ensino Médio: desafios e possibilidades a partir da elaboração de uma sequência didática com ênfase nas emissões de CO₂ equivalente
Environmental Education in High School: challenges and possibilities from the elaboration of a didactic sequence with emphasis on CO₂ equivalent emissions

Patrícia A. Falci e Regina S. Carvalho

Espaço Aberto / Issues/Trends

295 A Saga do Repolho Roxo no Ensino De Química
The saga of red cabbage in teaching of chemistry

Marcia B. da Cunha e Fernanda O. Lima

História da Química / History of Chemistry

305 Uma discussão sobre a descoberta do tecnécio à luz de alguns aspectos da natureza da Ciência
A discussion on the discovery of technetium in light of some aspects of the nature of Science

Lucas dos S. Fernandes

Relatos de Sala de Aula / Chemistry in the Classroom

311 Estudo das funções da química orgânica com o uso do kit molecular de aprendizagem Atomlig
Study of the functions of organic chemistry with the use of the Atomlig molecular learning kit

Renato K. Zanqui, Emily L. Borghi, Maryze L. Passos e Isaura Alcina M. Nobre

320 Plástico no Mar: Polímeros à Deriva!
Plastic at sea: drifting polymers!

Amélia B. de Souza, Anne Caroline C. Santos, Joseane de A. Santana e Maria Clara P. Cruz

Ensino de Química em Foco / Chemical Education in Focus

330 Evasão e permanência em um curso de Licenciatura em Química: o que o PIBID tem a oferecer?
Dropout and permanence in a teacher chemistry education course: what can PIBID offer?

João Paulo M. Lima, Veleida A. Silva e Wilmo E. Francisco Junior

340 Contos para o Ensino de Química: Uma abordagem Investigativa
Tales for Teaching Chemistry: An Investigative Approach

Lorena de Q. Pimentel, Tatiana S. Andrade e Eriavildo L. da Silva

O Aluno em Foco / The Student in Focus

351 A elaboração do conceito de transformação química em uma perspectiva bilíngue bimodal
The elaboration of the chemical transformation concept in a bimodal bilingual perspective

Lidiane L. S. Pereira, Thalita C. Curado e Anna M. C. Benite

Experimentação no Ensino de Química / Practical Chemistry Experiments

361 O estudo da teoria ácido-base de Lewis a partir de reações com substâncias fenólicas de plantas medicinais
The study of Lewis' acid-base theory from the reactions of phenolic substances in medicinal plants

Wladimir M. Albano, Marcelo G. Santos e Wagner G. Bastos

367 Sequência de ensino investigativa para o ensino do conceito de quantidade de substância (mol)
Inquiry-based approach to teach the concept of quantity of substance (mol)

Jadis Henrique P. da Silva, Solange W. Locatelli, Maria Eunice R. Marcondes

Cadernos de Pesquisa / Research Letters

373 “É, na aula de Química eu não vejo alguma possibilidade”: as vozes de docentes e discentes sobre a Educação Sexual no ensino de Química
“Yeah, in Chemistry class I don't see any possibility”: the voices of teachers and students about Sex Education in Chemistry teaching

Joice Hinkel e Carolina dos S. Fernandes

Enxergando além das aparências

O que é a Química para nós? Da resposta que damos a essa pergunta depende o modo como a ensinamos. Em geral, começamos por apresentar a diversidade dos materiais a nossa volta, com suas diferentes propriedades: cores, dureza, maleabilidade, fluidez, volatilidade, combustibilidade, etc. Apresentamos também suas transformações: as mudanças de cor, odor, liberação de gás, de calor, etc., iniciam a formação de novas substâncias. Tudo isso está à vista de todos, e pode ser vivenciado no cotidiano. Mas, do ponto de vista da Química, não nos contentamos com isso. Queremos explicações para esses fenômenos. Já há bastante tempo que as explicações preferidas pelos químicos envolvem átomos, moléculas, íons – enfim, entidades que não podem ser vistas ou sentidas diretamente. Como explicamos a nossos alunos por que o óleo de cozinha não se mistura com a água? Dizer que não se misturam porque o óleo é insolúvel na água é apenas uma tautologia. Nossa explicação envolve modelos submicroscópicos de estruturas diferentes para as moléculas de água e de óleo, e de como elas interagem. Ensinamos, enfim, nossos estudantes a enxergarem além das aparências, a entender que o que se descortina a nossos olhos possui causas invisíveis e complexas.

Analogamente, todo cidadão deveria ser capaz de enxergar além das aparências, em busca das causas subjacentes aos fenômenos que passam diante de suas vistas. No cotidiano, em especial quando se aproximam as eleições, são repetidos à exaustão bordões como “todo político é igual”, “todos são ladrões”, ou “só querem o poder”. Fica-se assim na superfície e se deixa de considerar o que está subjacente. É necessário pensamento crítico para entender a quem interessa esse discurso da desmoralização da política, e também para entender que se encontram em jogo no momento dois projetos de país. Um deles, o de construção de um país soberano, que busca diminuir a sua imensa desigualdade social, colocando seu potencial em proveito da geração atual e das futuras. O outro projeto é o retorno à condição de colônia, em que nossas riquezas agrícolas e minerais são exploradas de maneira predatória, em proveito de muito poucos no presente imediato e sem preocupação com o que será das gerações futuras. Ironicamente, este segundo projeto encontra-se triunfante no ano em que se deveria comemorar os 200 anos de independência, daquilo que seria a superação da condição de colônia de exploração. Se observamos hoje a marcha da barbárie (representada pela violência, intolerância a qualquer forma de diversidade e pela ignorância soberba) contra a civilização (representada pela democracia, pelo respeito à

vida humana e pela valorização da educação e da ciência), devemos procurar entender quais são as causas subjacentes (não exatamente invisíveis, mas invisibilizadas) a essa realidade – o que não deixa de ser um esforço de reflexão crítica semelhante ao que fazemos na Química.

Fiel a sua missão de ajudar educadores e educandos a pensarem a Química e seu ensino para além das aparências, *Química Nova na Escola* apresenta mais um número a seus leitores. Complementando a edição anterior, apresentamos mais um artigo patrocinado pelo CFQ no âmbito do “Movimento Química Pós 2022 – Sustentabilidade e Soberania”, intitulado “As faces do plástico: uma proposta de aula sobre sustentabilidade”. É claro que as questões sobre ambiente e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável não podem ser apenas objeto de um número especial, mas uma temática permanente nas páginas de QNEsc. Assim, temos mais dois artigos que remetem a essa temática, a saber: “A Educação Ambiental no Ensino Médio: desafios e possibilidades a partir da elaboração de uma sequência didática com ênfase nas emissões de CO₂ equivalente”, e “Plástico no Mar: Polímeros à Deriva!”. Ambos analisam intervenções didáticas com alunos do Ensino Médio de escolas públicas. Dois outros artigos tratam de aspectos da experimentação no ensino, com abordagens diferentes. Em “O estudo da teoria ácido-base de Lewis a partir de reações com substâncias fenólicas de plantas medicinais”, os autores propõem um experimento de simples execução, utilizando extratos vegetais. As autoras de “A saga do repolho roxo no ensino de Química”, por sua vez, fizeram um levantamento e análise de trabalhos publicados que utilizam o repolho roxo em contextos didáticos. Além dos conceitos de ácido-base que aparecem nesses dois artigos, outros conceitos também são abordados nesta edição. Um deles é o de estrutura espacial de moléculas, que foi alvo de uma intervenção didática descrita em “Estudo das funções da Química Orgânica com o uso do *kit* molecular de aprendizagem *Atomlig*”. A aprendizagem conceitual também é a preocupação dos autores do artigo “Sequência de ensino investigativa para o ensino do conceito de quantidade de substância (mol)”, no qual se apresenta uma proposta que envolve metacognição e trabalho experimental. O desenvolvimento do pensamento químico pode ser especialmente desafiador para alunos surdos, o que ressalta a importância da contribuição contida no artigo “A elaboração do conceito de transformação química em uma perspectiva bilíngue bimodal”. Além da aprendizagem de conceitos, outros objetivos para o ensino de Química

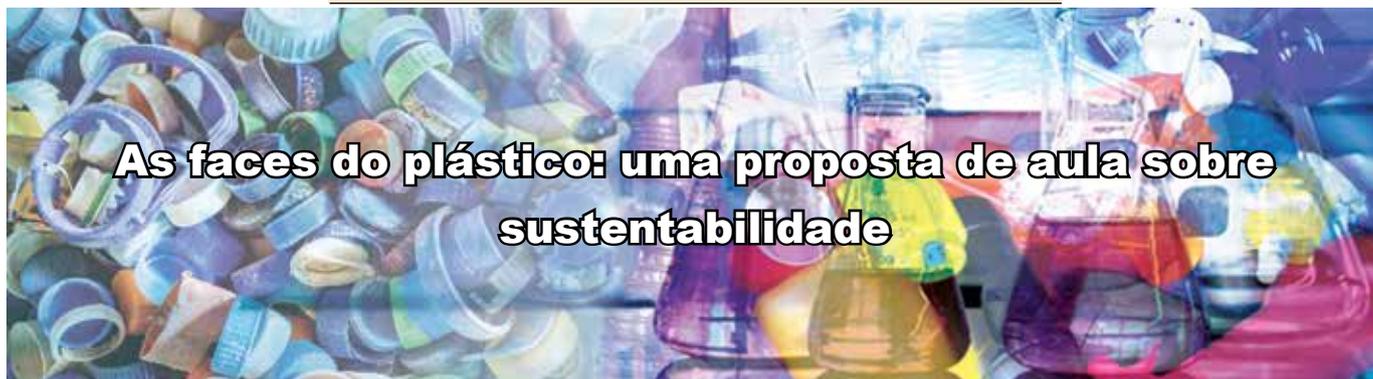


merecem atenção no artigo “Uma discussão sobre a descoberta do tecnício à luz de alguns aspectos da natureza da ciência”. O engajamento dos estudantes nas aulas de Química pode se beneficiar dessa e de outras abordagens que ampliam sua visão sobre a ciência, bem como do recurso a diferentes gêneros literários, como se pode ver em “Contos para o ensino de Química: uma abordagem investigativa”. Seguramente, a concepção de metodologias alternativas só é possível se os professores estiverem bem instrumentalizados – daí a importância de se refletir sobre a formação e a prática de professores, temática presente em dois artigos desta edição. Um deles mais uma vez destaca a relevância do programa de bolsas de iniciação à docência: “Evasão e permanência em um curso de Licenciatura em Química: o

que o PIBID tem a oferecer?”. O outro artigo, intitulado “*É, na aula de Química eu não vejo alguma possibilidade*”: as vozes de docentes e discentes sobre a Educação Sexual no ensino de Química”, investiga possibilidades de inserção da Educação Sexual em aulas de Química, analisando os pontos de vista de professores e alunos do Ensino Médio sobre o assunto.

Desejamos que a leitura desta edição de QNEsc propicie aos leitores reflexões úteis para sua prática profissional e sua vivência cidadã.

*Paulo A. Porto
Salette L. Queiroz
Editores de QNEsc*



As faces do plástico: uma proposta de aula sobre sustentabilidade

Débora França, Camila G. Chiaregato, Gabriella D. Ulrich, Heitor B. Veloso, Lucas L. Messa, Luciana M. Angelo, Tamires dos S. Pereira e Roselena Faez

Decorrente das constantes mudanças na sociedade mundial e as peculiaridades da sociedade brasileira, o presente artigo busca levantar questões sobre o ensino dos conceitos de sustentabilidade através da discussão sobre o consumo de “plásticos” apontando o pragmático viés das suas vantagens e desvantagens. Sugerimos aqui uma atividade de ensino que poderá ser trabalhada no novo cenário da educação brasileira, principalmente no que diz respeito à estruturação do novo ensino médio: O Júri do Plástico.

► itinerário formativo, polímeros, 5 R's ◀



Recebido em 29/10/2021, aceito em 22/06/2022

277

Mais de vinte e cinco anos após a publicação de “Estudando os plásticos – Tratamento de problemas autênticos no ensino de química” (Lima e Silva, 1997), este tema continua sendo atual e ainda mais marcante, considerando o nosso cotidiano com as notícias sobre o Aquecimento Global e, recentemente, sobre a Pandemia do Covid-19, que foi marcada pelo consumo de materiais plásticos de uso único como, máscaras, luvas, seringas usadas na vacinação, embalagens e utensílios de *delivery*. Mas afinal, o plástico seria o vilão ou o herói dessa história? Julgar o plástico como vilão negligencia todo benefício trazido para a sociedade em questões de higiene, aumento de tempo de prateleira¹ de produtos alimentícios, diminuição do consumo de combustível durante o transporte de produtos, entre outros. Porém, colocá-lo como herói sem levantar a problemática do seu acúmulo e descarte indevido é, também, fugir de uma discussão pragmática.

Diante dos contextos socioambientais, notícias sobre “plástico” quase sempre estão associadas aos problemas ambientais e como os adolescentes, estudantes do ensino médio, têm se posicionado? A mediação do professor é fundamental para auxiliar o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais do estudante, de modo que compreenda o mundo que o cerca e qual seu papel nesse contexto. Com esse intuito, o presente artigo propõe uma atividade em sala de aula para estudantes do ensino médio com a temática sustentabilidade. O objetivo é que os estudantes saibam

reconhecer os diferentes tipos de polímeros, focando no consumo sustentável de materiais plásticos, de modo que eles possam agir ativamente no local onde estão inseridos, contribuindo com a sociedade. Além disso, levantamos a problemática de como coordenar tal atividade no novo cenário da educação no Brasil, em vista da reformulação do ensino médio e inserção dos itinerários formativos (IF).

A Sociedade Global e os Polímeros

“A sociedade global conseguiria viver sem plástico?” “Mas o que são e como são os plásticos?” São questões que podem introduzir discussões em sala de aula e instigar a curiosidade dos estudantes para a busca por conhecimento. Nesta sessão apresentaremos os principais conceitos, terminologias e questionamentos que o professor precisa para mediar a atividade de ensino proposta neste artigo, de forma que, ao final da atividade, os estudantes os tenham assimilado e saibam argumentar sobre os plásticos.

De forma geral, relacionamos a terminologia plástico a uma propriedade do material, que corresponde à possibilidade de moldar “a quente”. Podemos dizer que o plástico é um tipo de polímero, denominado “termoplástico”. Dessa forma, todo plástico é um polímero, mas nem todo polímero é um plástico.

A palavra polímero deriva do latim, onde poli = muitos e mero = unidade, ou seja, muitas unidades. Estas unidades são



moléculas que constituem o polímero e que se repetem formando o que chamamos de cadeia. Na Figura 1 representamos cada monômero (um mero) como um clip e, após processos e reações, os cliques (meros) são unidos por meio de ligações químicas formando polímeros (muitos meros). Assim, um polímero é constituído por várias unidades chamadas de meros que se repetem. Podemos ter diferentes classes de polímeros, de acordo com suas propriedades mecânicas como, por exemplo, termoplásticos, termorrígidos, elastômeros e fibras. Desta forma, os termoplásticos ou simplesmente “plásticos” pertencem a uma categoria de polímeros.

Uma outra forma de classificar os polímeros está relacionada à sua origem e suas propriedades no contexto de serem ou não biodegradáveis. Portanto, um polímero pode ser classificado quanto à sua origem (fonte renovável e não-renovável), seu processo de obtenção e seu potencial de biodegradação. Polímeros provenientes de fontes não-renováveis são aqueles que derivam de recursos que não se formam ou se renovam em um curto período. Por exemplo, a utilização da matéria-prima de origem fóssil usada para produzir muitos polímeros comerciais como Poliestireno (PS), Polietileno (PE), Polipropileno (PP), etc. Polímeros provenientes de fontes renováveis são aqueles derivados de recursos que não podem ser esgotados e são capazes de fornecer matéria-prima contínua. Para a obtenção dessa classe de polímeros, destaca-se o uso de fontes de biomassa, as quais

podemos extrair a celulose e o amido, enquanto as fontes animais, tais como exoesqueletos de insetos e crustáceos, extraímos a quitina. Quando analisamos a forma na qual o polímero é obtido podemos classificá-lo como sintético ou natural. Os polímeros sintéticos são obtidos pela síntese de substâncias naturais renováveis ou de matéria-prima não-renovável como o petróleo, gás ou carvão (Farshad, 2006). Já os polímeros naturais são encontrados na natureza e, quando extraídos, não sofrem alterações em sua estrutura original (Pawelec *et al.*, 2019). Os polímeros podem, também, ser classificados de acordo com suas propriedades de decomposição, ou seja, capacidade de serem ou não biodegradáveis. A biodegradação pode ser definida como a propriedade do material em ser degradado por agentes biológicos (Pischedda, Tosin e Degli-Innocenti, 2019). Muitas vezes associamos um polímero obtido de fonte renovável como, automaticamente, biodegradável, mas isso nem sempre é verdadeiro. De acordo com a Figura 2, observa-se a existência de polímeros oriundos de fontes renováveis e não-renováveis classificados quanto à sua biodegradabilidade. Para avaliar se o polímero é ou não biodegradável a estrutura química da cadeia polimérica deve ser avaliada, pois esse processo acontece em várias etapas, sendo que os microrganismos presentes em um ambiente utilizam partes orgânicas do polímero para obter energia e formar uma nova biomassa celular (Zumstein *et al.*, 2019).

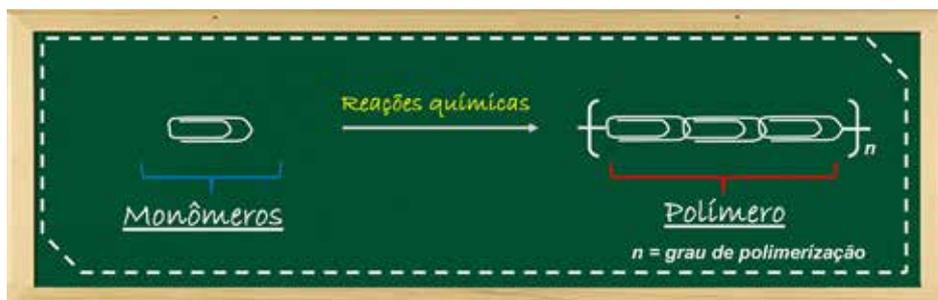


Figura 1: Representação esquemática de monômeros e polímeros.

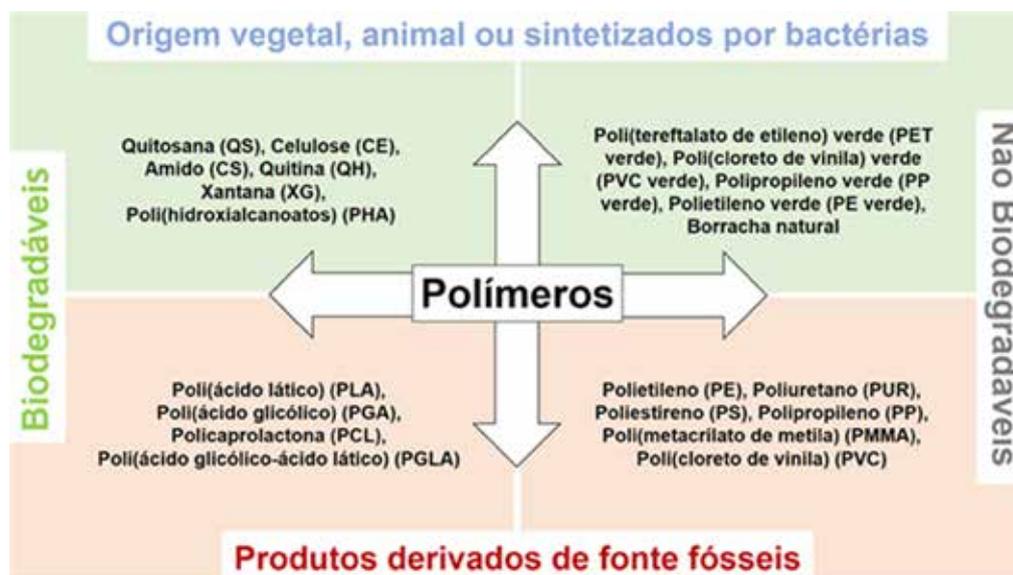


Figura 2: Tipos de polímeros e seu potencial de biodegradação.

Na Figura 3 observamos um exemplo de como classificar os polímeros de acordo com a fonte de matéria-prima, a forma de obtenção e a biodegradação. No caso do polímero PE observa-se que, curiosamente, ele pode ser proveniente de fonte não-renovável (petróleo) ou fonte renovável (cana-de-açúcar), neste caso chamado de PE verde. Entretanto, a fonte de matéria-prima não interfere nas propriedades como a biodegradação, pois tanto o PE convencional quanto o PE verde são sintéticos e não-biodegradáveis. Destacamos que o PE verde pode substituir o PE convencional na fabricação de diversos produtos, como embalagens, óculos, brinquedos e utensílios domésticos. É importante ressaltar a substituição da matéria-prima nesse polímero, pois atribui a ele características que vão ao encontro do 12º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável estipulado pela ONU (ODS), que almeja o consumo e produção responsáveis (United Nations, 2015). Adicionalmente, podemos exemplificar o amido que, assim como PE verde, também é proveniente de fonte renovável, sendo classificado como um polímero natural e biodegradável, devido ao tipo de estrutura química de sua cadeia polimérica (Figura 3). O amido é um dos polímeros naturais mais presentes em nosso cotidiano e está diretamente ligado à nossa alimentação. Ele pode ser encontrado em diversos alimentos como pães, bolos, macarrão e, também, em produtos industrializados como gomas de mascar e *ketchup*, além de estar presente na composição de copos e talheres descartáveis.

Dessa forma, conseguimos associar os polímeros a diversas aplicações em nosso cotidiano, desde as sacolas de supermercados, as cartelas de remédios, eletrodomésticos, embalagens de produtos, componentes de computadores e até roupas. O desenvolvimento dos polímeros tornou nossa vida cotidiana mais confortável e prática, mas ao mesmo tempo não dimensionamos as implicações do seu uso excessivo, bem como seu impacto no ambiente ao ser descartado. Desde a sua popularização, produtos inicialmente produzidos a partir de outros materiais foram sendo substituídos por polímeros, como representado na Figura 4. Alguns exemplos dessa substituição incluem: canos de ferro por poli(cloreto de vinila) (PVC), fraldas de tecido de algodão por plásticas (compostas por uma combinação de polímeros diferentes), roupas de algodão por poliéster, garrafas de vidro por poli(tereftalato de etileno) (PET), etc. Assim, vários produtos foram criados como consequência do exponencial desenvolvimento e interesse econômico. Neste cenário, a Figura 4 mostra como a produção mundial de polímeros (gráfico inferior em bolas) aumentou a cada década conforme o consumo e a população cresceram. Ao analisar tais mudanças, seria possível manter nosso padrão de vida e conforto, bem como atender a um grande contingente populacional sem os polímeros?

Entretanto, como tudo possui seus ônus e bônus, este consumo expressivo e desenfreado, principalmente de produtos

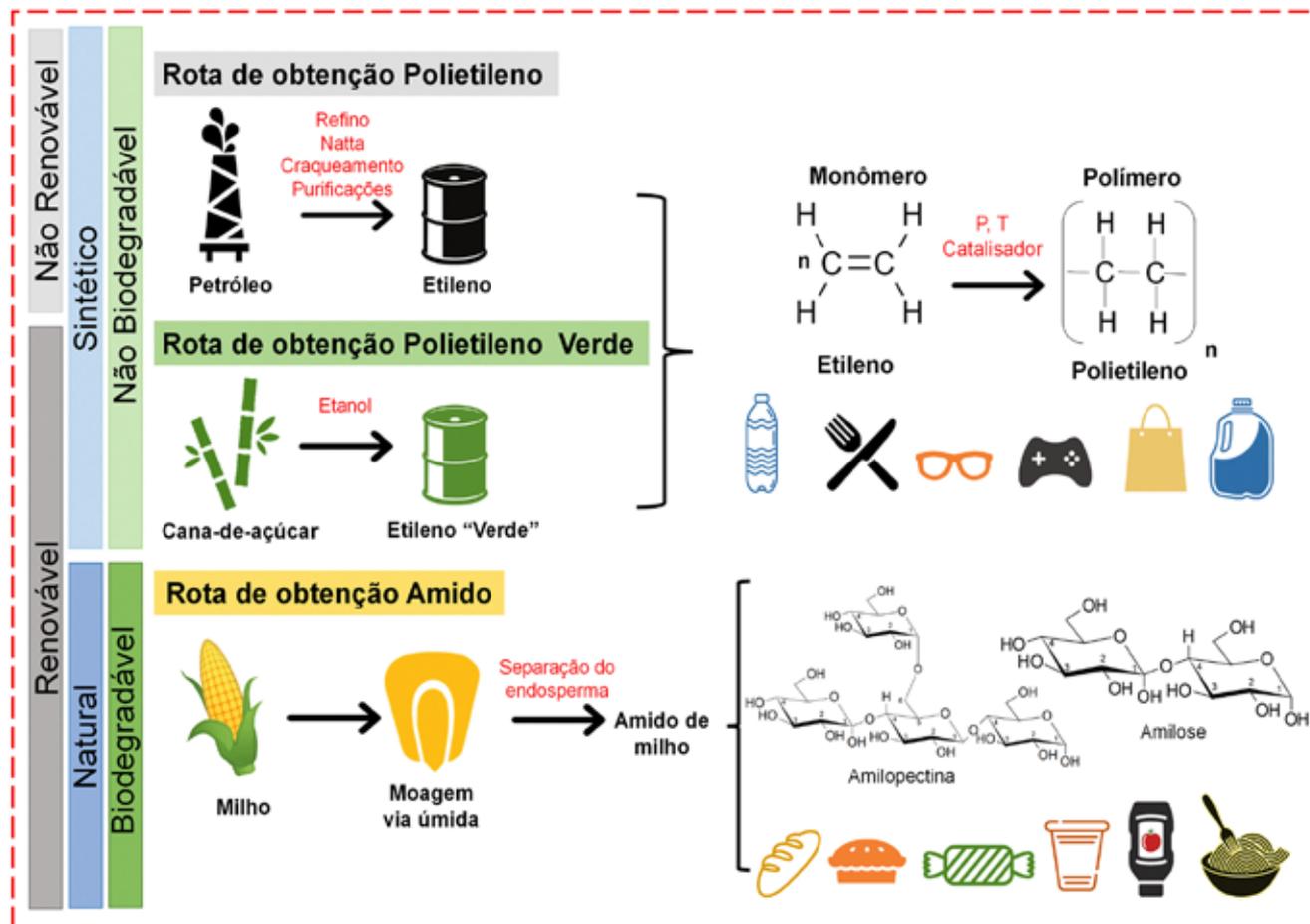


Figura 3: Classificação do polietileno (PE convencional e PE verde) e do amido quanto à origem, obtenção e potencial de biodegradação.

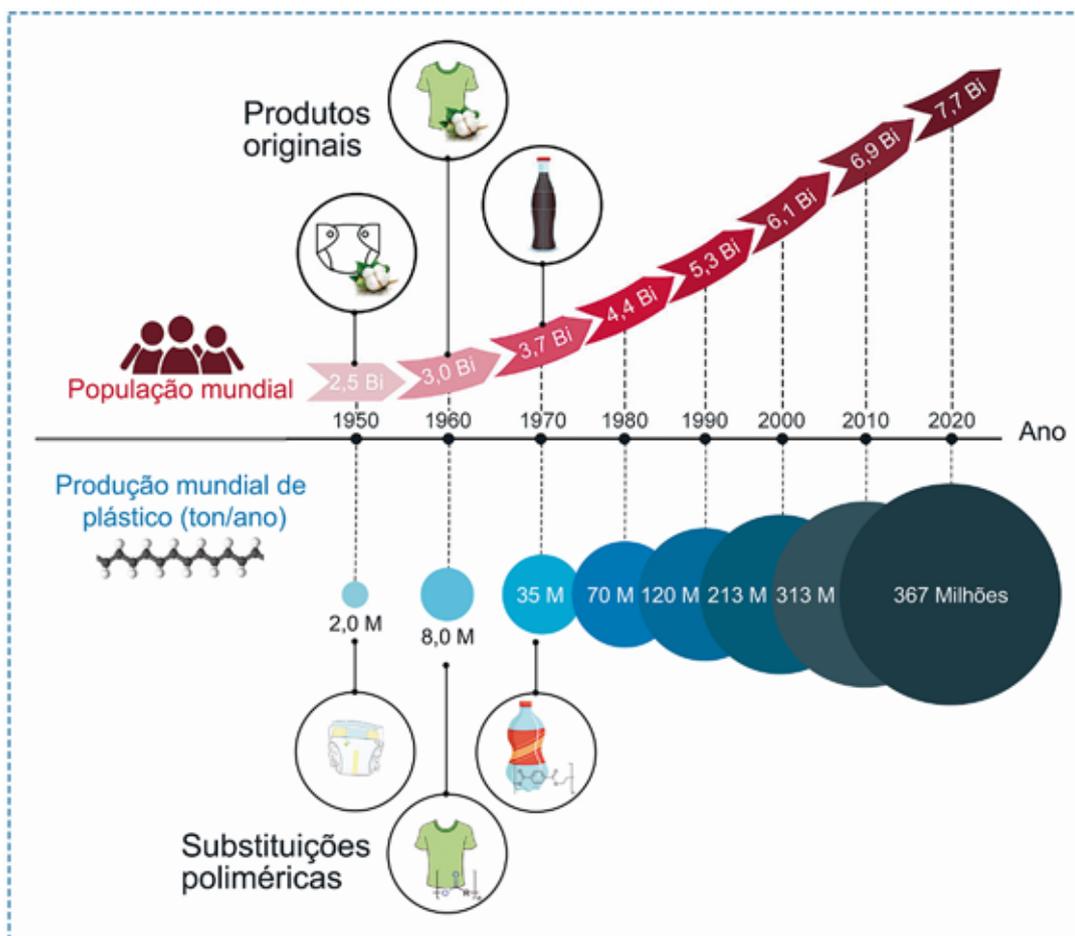


Figura 4: Produção mundial de polímeros e o aumento populacional. Fontes: Geyer *et al.* (2017), United Nations (2019) e Plastics Europe and EPRO (2021).

de uso único, geraram uma série de problemas ambientais sem precedentes. De todo polímero produzido (entre 1950-2015), apenas 9% foram reciclados e utilizados na fabricação de um novo material (Helinski *et al.*, 2021).

Neste contexto, o uso e descarte incorreto têm gerado problemas como microplásticos e ilhas de lixo no oceano. Atualmente, é considerado microplástico toda partícula de origem “plástica” com tamanho < 5 mm (Li *et al.*, 2020). Estudos recentes sugerem que o consumo de microplásticos por humanos ocorre, principalmente, por alimentos de origem animal e água (Cox *et al.*, 2019). Ainda não se sabe ao certo os impactos que o acúmulo desses materiais pode causar no organismo (Helinski *et al.*, 2021). Por outro lado, as ilhas de plástico são aglomerações de materiais depositados no ambiente marítimo. Elas se originam quando os resíduos flutuantes entram nas correntes marinhas rotativas (giros oceânicos) e perturbam o ecossistema marinho. Porém, as ilhas de plástico também geram microplásticos, que chegam aos humanos por meio de cadeias alimentares (Choi *et al.*, 2022; Vázquez e Rahman, 2021).

Diante desta perspectiva, a reciclagem se apresenta como uma possível resposta aos problemas ambientais causados pelo descarte de materiais poliméricos no ambiente. Entretanto, ela somente, não consegue solucionar todos os problemas envolvidos (Ignatyev *et al.*, 2014). Por volta da

década de 1980, o resíduo polimérico deixou de ser 100% descartado, pois parte passou a ser incinerado, e, por volta da década de 1990, houve um aumento relevante da reciclagem (Geyer *et al.*, 2017). A reciclagem de materiais poliméricos apresenta dois principais problemas: o retorno parcial dos materiais ao ciclo econômico, e a perda de propriedades (por exemplo, mecânicas) após o processo. Além disso, os materiais são produzidos com diferentes polímeros, que apresentam propriedades distintas, o que dificulta o processo de reciclagem. No Brasil, a reciclagem representa uma fonte de renda, e estima-se que existam cerca de 600.000 pessoas trabalhando, em cooperativas ou de forma autônoma, como coletores de lixo reciclável nas ruas no país (Mancini *et al.*, 2021).

Porém, ressaltamos que os plásticos ainda não apresentam porcentagens de reciclagem satisfatórias. Dos 365 milhões de toneladas de plásticos produzidos anualmente no mundo, somente 19,5 % é reciclado (Ferdous *et al.*, 2021). Quando comparamos com o alumínio, por exemplo, percebemos uma grande diferença, em que 76% do alumínio é reciclado por ano no mundo (International Aluminium, 2020). O Brasil se destaca como o país que liderou a reciclagem de alumínio durante 13 anos com 98,4%. Isso pode ser atribuído a alguns fatores, como a existência de políticas públicas ambientais, pelo maior valor de mercado que o alumínio possui quando

comparado a outros materiais reciclados, e a coleta desse metal se torna uma fonte de renda para muitas famílias com baixo poder aquisitivo (Morais *et al.*, 2018). Então, podemos apostar no Brasil como um país que possui alto potencial de reciclagem, e gerando matéria-prima. Para que isso ocorra com os plásticos é necessário maior incentivo econômico e político.

Entretanto, reciclar é uma das alternativas dos 5 R's, ou seja, REPENSAR, REDUZIR, RECUSAR, REUTILIZAR e RECICLAR. Este conceito surge da necessidade de diminuirmos os resíduos, para todos os tipos de materiais consumíveis. Vejam que RECICLAR é o último R do ciclo, ou seja, todos os que antecedem devem ser levados em consideração primordialmente. Por exemplo, ao analisarmos o primeiro R de REPENSAR, devemos ter em mente que nem sempre é tão fácil repensar sobre o consumo dos polímeros comparado ao repensarmos no consumo de sacolas plásticas, muitas vezes recorrendo ao uso de sacolas de tecido. Um bom exemplo da complexidade de se repensar o consumo refere-se à compra de um par de tênis. Calçados esportivos são produtos de consumo feitos de uma combinação de diferentes polímeros. Schneiderman (2017) mostra um exemplo muito interessante de dois modelos diferentes de tênis, Figura 5-a (adaptado de Schneiderman e Hillmyer, 2017). O tênis à esquerda é composto por tecido (celulose) renovável e borracha renovável (VNR – borracha natural vulcanizada). O tênis de corrida à direita é composto por náilon, poliuretano (PU), uma sola intermédia de poli (etileno-co-vinil acetato) (EVA)

e uma sola exterior de borracha de estireno-butadieno (SBR). Enquanto o primeiro se degrada com relativa rapidez (~10 anos), o último se degrada muito mais lentamente (50 a 100 anos no mesmo ambiente). O náilon e o PU são suscetíveis à hidróliseⁱⁱ e, em alguns casos, à biodegradação (Figura 5-b), o EVA e o SBR se degradam por meio de mecanismos foto-oxidativosⁱⁱⁱ (Figura 5-c). Ambos os sapatos contêm poli(tereftalato de etileno) (PET) que apresenta degradação extremamente lenta devido à sua alta hidrofobicidade^{iv}, ainda que sejam suscetíveis à hidrólise. Essa taxa de degradação é controlada tanto pelo tipo de ligação química, quanto pela organização dos átomos do polímero (Schneiderman e Hillmyer, 2017).

Reduzir o consumo de polímeros é outro ponto importante. Em um artigo publicado na Science, Lau *et al.* (2020) discutem as soluções possíveis para a poluição causada pelos polímeros e seus impactos. Reduções substanciais na geração de resíduos poliméricos podem ser feitas nas próximas décadas com ações imediatas, mas mesmo na melhor das hipóteses, grandes quantidades de polímeros ainda se acumularão no meio ambiente (Lau *et al.*, 2020). Os autores propuseram modelos matemáticos e desenvolveram cinco possíveis futuros cenários para estimar as reduções na poluição por materiais poliméricos no período de 2016 a 2040. Eles sugeriram intervenções parecidas com os 5 R's, sendo que os níveis de intervenções (ações) seriam norteadores para reduzir, substituir, reciclar e descartar os produtos. Com tais medidas, o descarte de material polimérico reduziria de 225 milhões de toneladas métricas

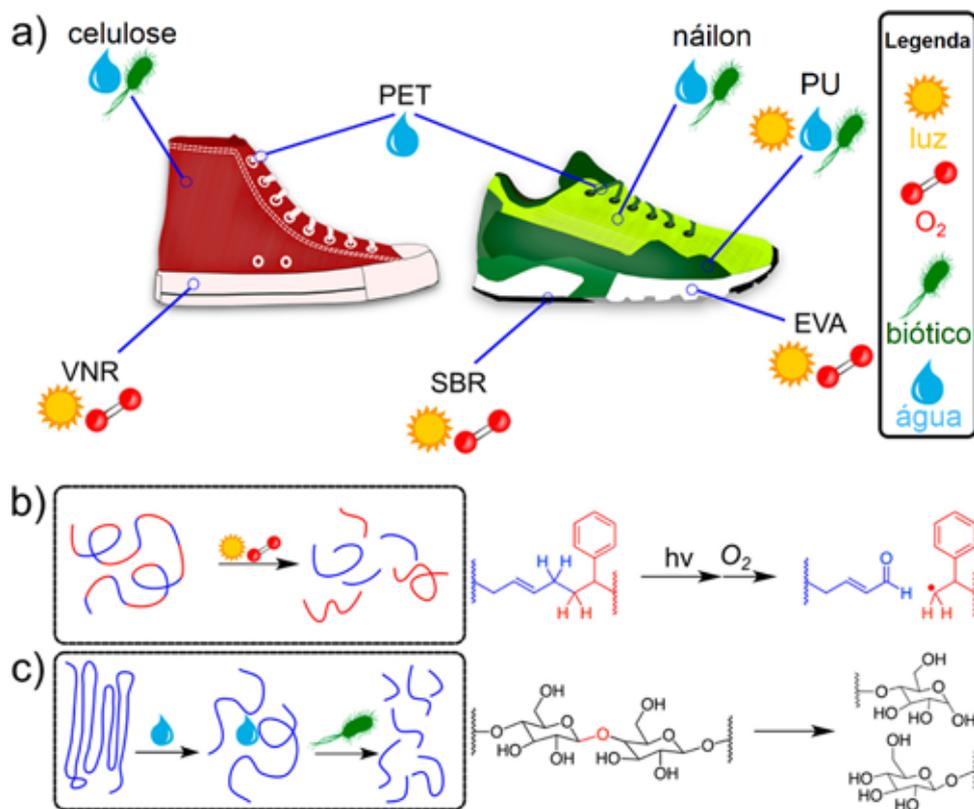


Figura 5: (a) Exemplos da composição de diferentes sapatos esportivos, (b) representação de reação química mostrando a degradação foto-oxidativa de cadeias de polímero em SBR. (c) representação de degradação por hidrólise, que pode ou não ser assistida pela ação de micro-organismos (adaptado de Schneiderman e Hillmyer, 2017).

por ano em 2020 para menos de 150 milhões de toneladas métricas por ano em 2040 (Lau *et al.*, 2020).

Ainda que haja uma redução no descarte, atualmente, dentre os polímeros mais utilizados como matéria-prima na fabricação de itens poliméricos de uso único estão o PET, PE, PVC, PP e PS, utilizados na produção de copos, sacolas, canudos, embalagens e talheres (Landim *et al.*, 2016). Estima-se que em 2050 cerca de 12 bilhões de toneladas destes resíduos poliméricos irão parar na natureza (Mecking, 2021). Tendo em vista este cenário alarmante, alternativas como o uso de embalagens sustentáveis para substituir aquelas fabricadas com polímeros não-biodegradáveis têm ganhado cada vez mais espaço. Neste contexto, o emprego de polímeros oriundos de fontes renováveis e com alto potencial de biodegradação (Mecking, 2021) se mostra em crescente desenvolvimento para a produção de embalagens sustentáveis. Assim, para contribuir com ações ambientalmente amigáveis, a produção destas embalagens requer tanto matérias-primas renováveis como também processos que demandem reduzir o consumo de energia e água em sua produção e que, após o seu uso, tenham impactos ambientais reduzidos.

Ademais, recentemente enfrentamos uma das maiores pandemias da história moderna, a COVID-19 causou a morte de milhares de pessoas ao redor do mundo. Os polímeros foram essenciais na sanitização em diferentes níveis. Por exemplo, uma das medidas obrigatórias foi a utilização de máscaras faciais que auxiliam na redução da transmissão do vírus. Diversos polímeros podem ser usados para a fabricação de máscaras, a celulose está presente nas máscaras de algodão, já máscaras cirúrgicas e N95 são formadas por camadas de PP e as *faceshield* são feitas de PET. Em casos em que o quadro da doença é grave e o paciente precisa ser hospitalizado em UTI (Unidade de Terapia Intensiva), utiliza-se um kit de intubação composto por tubos/canos e válvulas à base de polímeros. Quando pensamos na etapa de vacinação, novamente os polímeros de PP se fazem presente em seringas que são utilizadas para medir a dose certa e depois injetar o volume em nossos braços. Sem contar, o uso de luvas de uso único, a volta do uso de talheres “plásticos” para uso individual, uso de isopor em recipientes para entrega de alimentos, entre outros. Por mais que a maioria desses utensílios sejam de uso único e individual seria impossível imaginar o enfrentamento dessa doença sem a utilização dos polímeros.

Frente a todos esses vieses que o uso de polímeros apresenta, desenvolver um pensamento crítico com base na sustentabilidade é importante para as novas gerações. Os materiais poliméricos não precisam ser banidos, pois são essenciais para nossa sociedade, mas sim ser repensado o seu ciclo de vida, desde a sua produção até o seu destino, e pensar sobre seu descarte e a possibilidade do resíduo como matéria-prima para gerar energia e novos produtos.

Sustentabilidade na Escola

Em 2022, foi implantado o modelo do novo ensino médio no Brasil e isso estabeleceu discussões sobre como

abordar questões pragmáticas no contexto do ensino. O novo ensino médio tem como documento norteador a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que apresenta competências gerais da educação nacional, categorizadas em quatro grandes áreas sendo: Linguagem e suas Tecnologias (LGG), Matemática e suas Tecnologias (MAT), Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (CHS). Visando um aprofundamento direcionado ao protagonismo do estudante em sua própria vida e na sociedade da qual faz parte, o Governo do Estado de São Paulo implementou o Currículo Paulista. Este definiu a adição de três novas disciplinas ao currículo escolar dos anos finais do ensino fundamental através do Programa INOVA Educação, criado com o intuito de auxiliar o estudante a compreender mais sobre si e sobre quais caminhos pensa em seguir no futuro através das disciplinas de Projeto de Vida, Eletivas e Tecnologia. Tais disciplinas são tidas como essenciais para alinhar a escolha dos estudantes ao novo modelo de ensino médio 2022, visto a implementação de Itinerários Formativos (IF) ofertados aos estudantes nas redes de ensino. Esse novo tipo de ensino médio composto por IFs caracteriza um direcionamento aos estudos dos jovens e adolescentes, pois são e serão estruturados com base nas grandes áreas de forma aprofundada (LGG, MAT, CNT ou CHS) ou relacionadas entre si como multiáreas, chamados de itinerários integrados, exemplos como LGG/MAT e CNT/CHS. A estrutura e disposição curricular das competências e IF pode ser melhor compreendida através dos exemplos citados na Figura 6, onde se observa os possíveis IFs que envolvem as competências de Ciências da Natureza com as demais. Correlacionando as grandes áreas com cada IF, unidades curriculares (UC) foram propostas de modo a garantir uma sequência racional no aprendizado do estudante e que seja relacionada ao seu projeto de vida.

Por exemplo, em um dos itinerários formativos “Meu papel no desenvolvimento sustentável”, temos seis UCs, sendo: 1 - Água e Energia, 2 - Projeto Casa Sustentável, 3 - Cidades e Comunidades Sustentáveis, 4 - Consumo e Produção Responsáveis, 5 - Climatologia, e 6- Geolocalização e Mobilidade. Cada UC é dividida em componentes a serem desenvolvidos, por exemplo a UC 4 - Consumo e Produção Responsáveis, subdividida nos seguintes componentes: 1 - Mineração e resíduos eletrônicos, 2 - Movimento mecânico e máquinas simples, 3 - Cálculo na otimização de resultados, 4 - Pegada ecológica. E é dentro desses componentes que os professores irão atuar com os conceitos básicos e específicos de cada área do conhecimento. Vista à grande importância dos polímeros em nossa sociedade, tal temática é encontrada dentro do componente “Pegada ecológica”, abrindo margem para desenvolvimento dos seguintes conceitos: Responsabilidade ambiental; pressão do consumo dos seres humanos sobre os recursos naturais; ciclo de vida dos produtos; gestão de resíduos; 5R's; novas tecnologias de polímeros; biodegradáveis x plásticos verdes; logística reversa; gestão de produtos químicos e resíduos perigosos; toxicidade das substâncias; solubilidade; química verde.

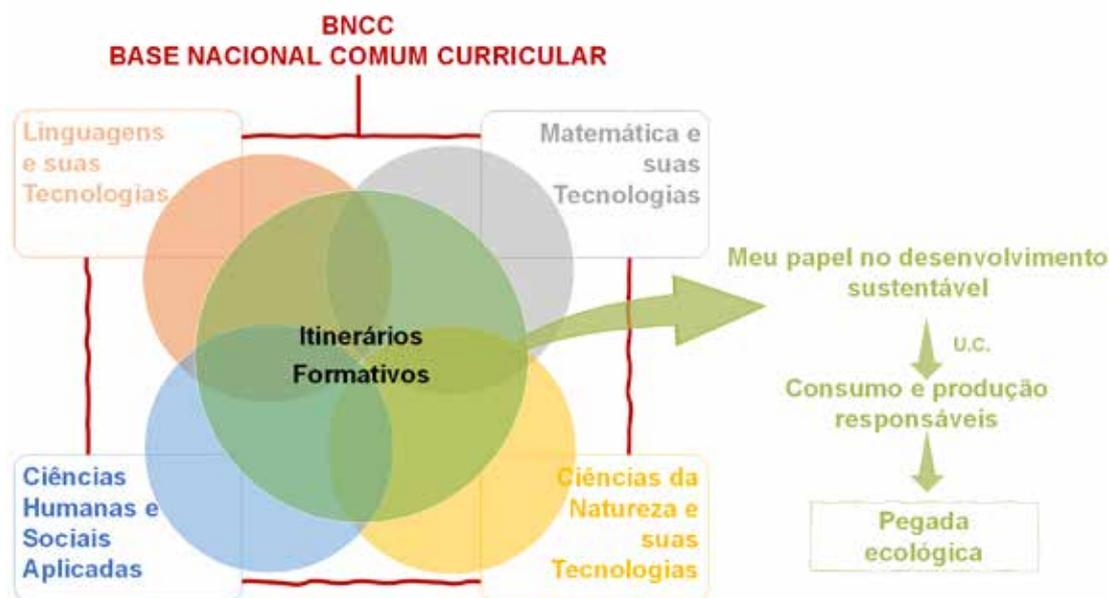


Figura 6: O novo ensino médio e suas divisões.

Após compreender a importância social, ambiental e econômica dos polímeros, a grande dúvida que pode estar surgindo na sua mente é: Como apresentar essa temática aos estudantes se a unidade de ensino (UE) na qual trabalho não possui o IF “Meu papel no desenvolvimento sustentável”? Como criar estratégias para implementar a temática em um IF que não contemple a área de ciências da natureza? E por último, como lidar com as mudanças que o novo ensino médio está proporcionando? Neste contexto, propor uma metodologia acarretaria restringir a gama de possibilidades que os itinerários podem fornecer ao estudante. Portanto, o

que também se propõe no presente artigo é auxiliar a visualização das possibilidades de atuação, mediação e intervenção que os IFs oferecidos em 2022 agregam ao professor, além de direcionar a visão crítica sobre alguma UC que, em uma primeira impressão, pode não fazer referência às ciências da natureza, mas que abre espaço para discussões relacionadas a temática de polímeros, como apresentado na Figura 7.

Observa-se que mesmo IFs que aparentemente não necessitam de conceitos químicos, de fato necessitam. Por exemplo, o IF “#SeLiganaMídia” tem a unidade curricular “Comprar, ou não comprar, eis a questão”, que objetiva

Itinerários Formativos 2022

A TEMÁTICA DE POLÍMEROS NOS MAIS DIVERSOS ITINERÁRIOS

	Ciência em Ação UC 3 - Tecnologia da inclusão		Start! Hora do Desafio! UC 4 - Meio ambiente em documentário: o que você ainda não viu?
	Corpo, saúde e linguagens UC 3 - Geolocalização e Mobilidade		#SeLiganaMídia UC 5 - Comprar, ou não comprar, eis a questão
	A cultura do solo: do campo à cidade UC 3 - Tecnologia e sustentabilidade		Cultura em movimento: diferentes formas de narrar a experiência humana UC 2 - A tecnologia nas narrativas das relações sociais
	Liderança e cidadania UC 5 - Políticas Públicas		Superar desafios é de Humanas UC 1 - No mundo está tudo interligado
	Matemática Conectada UC 6 - Eu jovem a caminho do mundo do trabalho		#Quem_divide_multiplica UC 5 - Consumo, logo existo.

Figura 7: Itinerários Formativos do Currículo Paulista de 2022 e sugestões de Unidades Curriculares onde o assunto polímeros e sustentabilidade podem ser trabalhados.

repensar sobre o consumo de forma que os conceitos sobre degradabilidade dos materiais poliméricos poderiam ser aqui desenvolvidos para o jovem estudante basear suas escolhas de compra. Outro exemplo, o IF “Liderança e cidadania” tem como objetivo desenvolver lideranças conscientes sobre as ações que contribuem para o exercício da cidadania, e ter um pensamento científico e crítico sobre a questão dos polímeros é essencial para a tomada de decisões dos nossos futuros líderes. Partindo desses dois momentos, um em que a sociedade mundial toda está inserida sobre a problemática do consumo sustentável de polímeros, e outro em que a sociedade brasileira está passando por mudanças no sistema educacional, descrevemos uma proposta de atividade de ensino para os estudantes do 2º e 3º ano do ensino médio.

Uma proposta de atividade de ensino

Como já mencionado, a mudança no sistema de ensino visa o protagonismo do estudante em sua própria vida e na sociedade da qual faz parte. Assim, este novo ensino se baseia nos teóricos sociointeracionistas Piaget, Vygotsky e Wallon, que colocavam o ser humano como um ser social e as implicações que isso acarreta à sua aprendizagem (Nunes e Silveira, 2011). Dentre eles, Piaget defende que o conhecimento é construído através das operações mentais como: estruturação cognitiva, assimilação, acomodação, equilíbrio e desequilíbrio. Segundo ele, o conhecimento se dá por descobertas que o próprio estudante faz, sendo o papel do educador estimular a busca por conhecimento (Faria, 1993). Já o teórico Vygotsky defende que a aprendizagem leva ao desenvolvimento do “ser humano”, um produto da interação dialética entre o homem e o meio sociocultural ao qual pertence, ou seja, a integração entre aspectos biológicos e sociais do indivíduo (Rego, 1995). O educador se encontra no papel de mediador que causa intervenções pontuais e atua na zona de desenvolvimento proximal para que o estudante saia de sua atual condição de desenvolvimento e alcance seu desenvolvimento potencial.

Em seu estudo, Jean Piaget explica o desenvolvimento intelectual a partir da ideia de que atos biológicos são resultado de adaptações ao meio físico, sempre procurando manter um equilíbrio (Faria, 1993). Assim, o desenvolvimento intelectual acontece de forma semelhante ao desenvolvimento biológico, caracterizado como indissociável no ser humano. Ainda, segundo Piaget, é possível estimar fases para o desenvolvimento, estas inerentes a todos os indivíduos, onde são denominadas como esquema (processo de estruturação mental e cognitiva do conhecimento), assimilação (compreensão do novo assunto), acomodação (interiorização dos conceitos), equilíbrio (associação do biológico com intelectual) e desequilíbrio (momento em que novos conceitos são observados e é necessário novo processo para sua compreensão).

Sendo assim, a proposta de aula para o IF “Meu papel no desenvolvimento sustentável” apresenta viés para ser aplicado em outros itinerários conforme julgamento dos professores. Trata-se da realização de um júri simulado, em

que o Plástico será o réu, os estudantes serão (i) advogados de defesa, (ii) promotores ou advogados de acusação, e (iii) o júri popular, além da participação do professor como juiz. A estruturação/realização do júri tem como base a abordagem pedagógica de Piaget, sendo possível utilizar diferentes espaços escolares, sendo seu desenvolvimento em 5 aulas (de aprox. 45 min), conforme o roteiro aqui proposto.

Estruturação cognitiva - Aula 1: Introdução ao assunto “Plásticos”

O professor (neste momento, intermediador) realiza uma pequena introdução sobre a história dos “plásticos” no mundo; sugerimos que apresente a linha do tempo (Figura 4) e faça breves comentários sobre essa temática. É importante que neste momento, o professor não exponha todos os conceitos químicos e terminologias sobre polímeros aos estudantes, mas apenas apresente o assunto “plástico” e seu contexto social atual, seguindo com o questionário (Quadro 1). Os estudantes devem ser orientados a buscarem por informações (vantagens e desvantagens) que sustentem seus argumentos e contra-argumentos durante o júri simulado que será realizado na aula seguinte.

Quadro 1: Questionário exploratório dos conhecimentos prévios dos estudantes.

Questionário

1. O que são plásticos?
2. Você sabe a diferença entre plástico e polímero?
3. Como podemos classificar os polímeros conforme sua origem?
4. Como podemos classificar os polímeros conforme seu fim?
5. Dê exemplos de onde os polímeros podem ser utilizados.

Assimilação - Aula 2: Preparação para o Júri Simulado

Neste segundo encontro, a turma será dividida em grupos e organizará os discursos de defesa e acusação. Dentro do grupo do Plástico, serão intimados 4 réus (P1, P2, P3 e P4)-Quadro 2, e cada um será julgado separadamente. Sendo assim, os estudantes serão divididos em 9 grupos, dos quais: 1 grupo será o júri popular; 4 serão grupos de acusação (um grupo para cada réu); e 4 serão grupos de defesa. Nesta aula o professor será o juiz. Após a divisão, os estudantes se reunirão em seus respectivos grupos para discutir as estratégias de acusação/defesa diante do júri.

Quadro 2: Descrição dos quatro grupos de polímeros como os quatro réus a serem julgados pelo júri.

Os réus *Plásticos* são:

- P1 – polímero de fonte não-renovável e não-biodegradável
- P2 – polímero de fonte não-renovável e biodegradável
- P3 – polímero de fonte natural e não-biodegradável
- P4 – polímero de fonte natural e biodegradável

Acomodação/Equilibração - Aulas 3 e 4 – Júri

O espaço físico onde ocorrerá o Júri fica à critério de cada professor e de acordo com a disponibilidade de cada escola. Sugerimos que o júri seja realizado em espaço aberto, dentro do anfiteatro, pátio ou na própria sala de aula.

O juiz (professor) abre a sessão e chama o primeiro “réu” (que pode ser representado por uma imagem ou objeto referente a classe de polímeros, por exemplo réu P1 representado por um cano de PVC, réu P3 por um material feito de PET verde, e assim por diante, use a Figura 2 para nortear as ideias). O grupo representando os advogados de acusação, acusam o réu (5 min). Em seguida, o grupo representando os advogados de defesa, defendem o réu em réplica (5 min). O grupo representando o júri popular toma notas. Ao final da apresentação dos argumentos de acusação e defesa de todos os réus, os jurados decidem a sentença, junto com o juiz (5 min) e, depois, os jurados se reúnem para deliberar sobre a sentença final (5 min). O veredicto será anunciado na última aula, após todo o debate ter sido encerrado.

Desequilíbrio - Aula 5: Veredicto e Considerações Finais

Finalmente, os jurados retornam com o veredicto. Após o anúncio, o juiz encerra a sessão. Após o término da sessão, o professor poderá levantar questionamentos se a sentença foi justa para cada um dos réus, de forma a manter a discussão sobre polímeros e seu papel no mundo atual, reforçando a ideia de que essa sentença, pode ser enquadrada nos 5R's (Repensar, Reduzir, Recusar, Reutilizar e Reciclar) e não apenas em “abolir” ou “manter uso”. Neste momento, o professor pode utilizar novamente o questionário (Quadro 1) e acrescentar a seguinte pergunta “6 - Como podemos utilizar os plásticos de forma sustentável?”.

Considerações Finais

Nossa sociedade está em constante transformação e proporcionar meios para os jovens estudantes serem protagonistas de sua formação como cidadão tem sido o papel da escola. O ensino de química nesse contexto é de suma importância para que o estudante compreenda o mundo que o cerca e saiba tomar decisões coerentes em equilíbrio com o meio ambiente e a sociedade. Como exemplificado neste artigo, os conceitos de química (ligações químicas, hidrólise, foto-oxidação, responsabilidade ambiental, 5 R's) são importantes para compreender os polímeros, bem como os conceitos de sustentabilidade, promovendo o desenvolvimento do pensamento crítico e social. Assim, frente aos desafios do novo modelo do ensino médio, podemos afirmar que a temática sustentabilidade é imprescindível na formação do jovem estudante e, esta pode ser desenvolvida em vários IFs, além dos quais tem a química diretamente correlacionada. Portanto, mesmo em IFs que não estão ligados a Ciências da Natureza e suas Tecnologias é necessário o embasamento químico e científico para as discussões sobre sustentabilidade.

De tal forma, a proposta de aula sugerida vem ao encontro com as diretrizes do novo ensino médio em que o estudante

deve ser o protagonista de seu conhecimento. Esta atividade possibilita aos estudantes assentir a construção do conhecimento científico de forma crítica e isto auxilia no seu crescimento enquanto cidadão, pois permite um crescimento tanto em suas tomadas de decisões em sociedade, em seu entorno ou até mesmo quanto à cobrança de políticas públicas mais eficientes pelos órgãos administrativos.

Notas

ⁱ Tempo de vida útil de um produto, ou seja, intervalo de tempo que os produtos perecíveis possuem antes do seu consumo ser considerado inadequado.

ⁱⁱ Reação de decomposição ou alteração de uma substância pela água.

ⁱⁱⁱ Foto-oxidação é a degradação de uma superfície de polímero, na presença de oxigênio ou ozônio. O efeito é facilitado por energia radiante tais como raios UV ou luz artificial.

^{iv} Propriedade de um material em repelir a água.

Débora França (deborafra@gmail.com), licenciada em Química pela Universidade Federal de São Carlos, mestre e doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo. Araras, SP – BR. **Camila Gruber Chiaregato** (camichiaregato@usp.br), licenciada em Química pela UFSCar, mestra em Ciências pela USP e atualmente é doutoranda em Química pela USP. São Bernardo do Campo, SP – BR. **Gabriella Dayane Ulrich** (ulrich.gabriella.d@gmail.com), licenciada em Química pela UFSCar, mestre em Ciências pela USP e professora da educação básica (PEB II) na rede Estadual de São Paulo. Limeira, SP – BR. **Heitor Bossi Veloso** (bvelosoheitor@gmail.com), licenciado em Química pela UFSCar e atualmente é professor da educação básica (PEB II) na rede Estadual de São Paulo. Limeira, SP – BR. **Lucas Luiz Messa** (messalucas@hotmail.com), licenciado em Química pela UFSCar e doutor em Ciências pela USP. Piracicaba, SP – BR. **Luciana Moretti Angelo** (lucianamorettiangelo@gmail.com), bacharel e licenciada em Artes pela Universidade Estadual de Campinas, e licenciada em Química pela UFSCar. São Carlos, SP – BR. **Tamires dos Santos Pereira** (tamicnt@gmail.com), licenciada em Química pela UFSCar, mestre em Ciências pela USP, e atualmente é doutoranda em Química pela UFSCar. São Carlos, SP – BR. **Roselena Faez** (faez@ufscar.br), bacharel e mestra em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, e doutora em Química pela Unicamp. Atualmente é professora associada IV da UFSCar (campus Araras) e líder do Grupo de Pesquisa em Materiais Poliméricos e Biossorventes do CNPq (Lab-MPB). Araras, SP – BR.

Referências

- CHOI, J.; YANG, I.; KIM, S. S.; CHO, S. Y. e LEE, S. Upcycling plastic waste into high value-added carbonaceous materials. *Macromolecular Rapid Communications*, v. 43, n. 1, p. 1–26, 2022.
- COX, K. D.; COVERNTON, G. A.; DAVIES, H. L.; DOWER, J. F.; JUANES, F. e DUDAS, S. E. Human consumption of microplastics. *Environmental Science and Technology*, v. 53, n. 12, p. 7068–7074, 18 jun. 2019.
- FARIA, A. R. de. O desenvolvimento da criança e do adolescente segundo Piaget. São Paulo, 2ª Edição, Editora Ática, 1993
- FARSHAD, M. Plastic pipe systems. In: *Plastic Pipe Systems*. [s.l.] Elsevier, 2006. v. 30p. 1–27.
- FERDOUS, W.; MANALO, A.; SIDDIQUE, R.; MENDIS,

- P.; ZHUGE, Y.; WONG, H. S.; LOKUGE, W.; ARAVINTHAN, T. e SCHUBELI, P. Recycling of landfill wastes (tyres, plastics and glass) in construction – A review on global waste generation, performance, application and future opportunities. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 173, jun. 2021.
- GEYER, R.; JAMBECK, J. R. e LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, v. 3, n. 7, 5 jul. 2017.
- HELINSKI, O. K.; POOR, C. J. e WOLFAND, J. M. Ridding our rivers of plastic: a framework for plastic pollution capture device selection. *Marine Pollution Bulletin*, Pergamon, 1 abr. 2021.
- IGNATYEV, I. A.; THIELEMANS, W. e BEKE, B. V. Recycling of polymers: a review. *ChemSusChem*. John Wiley & Sons, Ltd, 1 jun. 2014.
- INTERNATIONAL ALUMINIUM. *International Aluminium Institute publishes global recycling data*. Disponível em: <https://aluminiumtoday.com/news/international-aluminium-institute-publishes-global-recycling-data>. Acesso em: abr. 2022.
- LANDIM, A. P. M.; BERNARDO, C. O.; MARTINS, I. B. A.; FRANCISCO, M. R.; SANTOS, M. B. e MELO, N. R. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. *Polímeros*, v. 26, p. 82–92, 2016.
- LAU, W. W. Y.; SHIRAN, Y.; BAILEY, R. M.; COOK, E.; STUCHTEY, M. R.; KOSKELLA, J.; VELIS, C. A.; GODFREY, L.; BOUCHER, J.; MURPHY, M. B.; THOMPSON, R. C.; JANKOWSKA, E.; CASTILLO, A. C.; PILDITCH, T. D.; DIXON, B.; KOERSELMAN, L.; KOSIOR, E.; FAVOINO, E.; GUTBERLET, J.; BAULCH, S.; ATREYA, M. E.; FISCHER, D.; HE, K. K.; PETIT, M. M.; SUMAILA, U. R.; NEIL, E.; BERNHOFEN, M. V.; LAWRENCE, K. e PALARDY, J. E. Evaluating scenarios toward zero plastic pollution. *Science*, v. 369, n. 6509, p. 1455–1461, 2020.
- LI, P. *et al.* Characteristics of plastic pollution in the environment: a review. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. Springer, 12 mar. 2020.
- LIMA, M. E. C. DE C. e SILVA, N. S. DA. Estudando os plásticos: tratamento de problemas autênticos no ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 5, p. 6–9, 1997.
- MANCINI, S. D.; ARAÚJO DE MEDEIROS, G.; PAES, M. X.; BENONE, & SOUZA DE OLIVEIRA, O.; LÚCIA, M.; ANTUNES, P.; GABBAY DE SOUZA, R.; LÁZARO FERAZ, J.; BORTOLETO, A. P.; ANTÔNIO, J. e DE OLIVEIRA, P. Circular economy and solid waste management: challenges and opportunities in Brazil. *Circular Economy and Sustainability*, v. 1, n. 1, p. 261–282, 26 mar. 2021.
- MORAIS, M. DE O.; BREJÃO, A. S.; ARAÚJO, M. B. e NETO, P. L. DE O. C. The reverse logistics helping to reduce costs of raw material in a pressure aluminum casting. *Environmental Quality Management*, v. 28, n. 2, p. 39–46, 2018.
- MECKING, S. Chemistry can help make plastics sustainable — but it isn't the whole solution. *Nature*, v. 590, n. 7846, p. 363–364, 2021.
- NUNES, A. I. B. L. e SILVEIRA, R. do N. *Psicologia da Aprendizagem: Processos, Teorias e Contextos*. Brasília. Autores Associados; 1ª edição, 2011.
- PAWELEC, K. M.; WHITE, A. A. e BEST, S. M. Properties and characterization of bone repair materials. *Bone Repair Biomaterials*, p. 65–102, 1 jan. 2019.
- PISCHEDDA, A.; TOSIN, M. e DEGLI-INNOCENTI, F. Biodegradation of plastics in soil: The effect of temperature. *Polymer Degradation and Stability*, v. 170, p. 109017, 1 dez. 2019.
- PLASTICS EUROPE AND EPRO. *Plastics - the Facts 2021: An analysis of European plastics production, demand and waste data*. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://plasticseurope.org/>, acesso em mar. 2022.
- REGO, T. C. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. Petrópolis, RJ. Editora Vozes, 1995.
- SCHNEIDERMAN, D. K.; HILLMYER, M. A. 50th Anniversary perspective: there is a great future in sustainable polymers. *Macromolecules*, v. 50, n. 10, p. 3733–3749, 2017.
- UNITED NATIONS. *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*, p. 41, 25 set 2015
- UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). *World Population Prospects 2019: Data Booklet (ST/ESA/SER.A/424)*, p. 25, 2019.
- VÁZQUEZ, O. A. e RAHMAN, M. S. An ecotoxicological approach to microplastics on terrestrial and aquatic organisms: A systematic review in assessment, monitoring and biological impact. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, v. 84, fev. 2021.
- ZUMSTEIN, M. T.; NARAYAN, R.; KOHLER, H. E.; McNEILL, K. e SANDER, M. Dos and do nots when assessing the biodegradation of plastics. *Environmental Science & Technology*, v. 53, n. 17, p. 9967–9969, 26 jul. 2019.

Abstract: *The faces of plastic: a proposal for a class on sustainability.* Resulting from constant changes in world society and the peculiarities of Brazilian society, this article seeks to raise questions about the teaching of sustainability concepts through the discussion on the consumption of “plastics” pointing out the pragmatic bias of its advantages and disadvantages. We suggest a teaching activity that could be worked on in the new scenario of Brazilian education, especially regarding the structuring of the New High School: The Plastic Jury.

Keywords: formative itinerary, polymers, 5 R's



A publicação deste artigo foi patrocinada
pelo Conselho Federal de Química (CFQ)

A Educação Ambiental no Ensino Médio: desafios e possibilidades a partir da elaboração de uma sequência didática com ênfase nas emissões de CO₂ equivalente

Patrícia A. Falcí e Regina S. Carvalho

Este trabalho apresenta a elaboração e aplicação de uma sequência didática (SD) para o ensino de conceitos relacionados à Educação Ambiental, com ênfase nas emissões de CO₂ equivalente (CO₂e) presentes nas atividades cotidianas dos alunos. A elaboração da SD levou em conta os conhecimentos prévios e os conceitos ainda não construídos pelos alunos da segunda série do Ensino Médio. Várias atividades compuseram a SD (discussões de textos, cálculos das emissões CO₂e, exercícios envolvendo o conteúdo e uma blitz ecológica) a fim de possibilitar a melhor compreensão de diversos conceitos como aquecimento global, gases do efeito estufa (GEE), CO₂e, atividades mais emissoras e formas de absorção de CO₂e, entre outros. Os dados da pesquisa foram coletados através da observação participante da professora pesquisadora, análise das respostas dos alunos em diversas atividades e da participação dos mesmos. Mudanças comportamentais dos alunos, transparecendo uma formação mais consciente, crítica e cidadã, foram observadas através dos estímulos propostos nos materiais instrucionais utilizados.

► educação ambiental, sequência didática, CO₂ equivalente, ensino de Química ◀

Recebido em 24/06/2021, aceito em 06/10/2021

Diversos debates e estudos surgiram e ainda se fazem presentes no mundo atual, desde que a organização científica-política conhecida como Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), formada pelos mais respeitados especialistas em clima, declarou, amparada por evidências científicas, que nosso planeta está passando por mudanças climáticas. Independente das divergências, controvérsias e das discussões intermináveis entre ambientalistas e políticos, o aquecimento global tem transformado ambientalmente nosso planeta e o assunto é enfatizado e proposto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como um dos conteúdos específicos na área da Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Brasil, 2018).

O principal fator para as mudanças climáticas previstas está

relacionado ao aumento exagerado das emissões de dióxido de carbono equivalente (CO₂e)¹. Os gases carbônico, metano, óxidos de nitrogênio, ozônio e o vapor d'água, conhecidos como "Gases de Efeito Estufa" (GEE), absorvem uma parte da radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra e irradiam, por sua vez, uma parte da energia de volta para a superfície. Assim, os GEE são fundamentais no equilíbrio

do planeta e são responsáveis por manter as temperaturas terrestres em valores propícios à vida. O aumento da emissão desses gases, causando as mudanças climáticas globais, como o aumento da temperatura do ar, secas e outras, os transformam em objetos recorrentes de estudo (Pimentel, 2011).

As atividades humanas estão altamente associadas às emissões em grande escala dos GEE. A redução dos valores apresentados

pelo país precisa ser incentivada, cada vez mais, já que a mudança nos costumes, na cultura, educação e sociedade ocorrem a longo prazo e, na maior parte das vezes, através das atitudes daqueles que passam pela escola. Faz-se

As atividades humanas estão altamente associadas às emissões em grande escala dos GEE. A redução dos valores apresentados pelo país precisa ser incentivada, cada vez mais, já que a mudança nos costumes, na cultura, educação e sociedade ocorrem a longo prazo e, na maior parte das vezes, através das atitudes daqueles que passam pela escola.

A seção "Química e Sociedade" apresenta artigos que focalizam diferentes inter-relações entre Ciência e sociedade, procurando analisar o potencial e as limitações da Ciência na tentativa de compreender e solucionar problemas sociais.

necessário repensar e reestruturar as práticas em Educação Ambiental, criar artifícios e desenvolver material didático que associem o conteúdo com a prática escolar e social.

Um dos objetivos do Ensino Médio (EM), segundo a BNCC, é analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. Todavia, é notório que a maioria dos educandos ainda não contextualizam nem relacionam os conhecimentos químicos referentes ao aquecimento global, adquiridos na escola, com sua vida social e profissional; não adotam atitudes ambientalmente “corretas” no seu cotidiano que, ao longo do tempo, poderiam vir a influenciar os resultados de emissão dos gases no Brasil.

Nesse contexto, foi desenvolvida uma sequência didática (SD) com a temática Educação Ambiental, com ênfase nas emissões de CO₂ presentes nas atividades cotidianas dos alunos. Os conteúdos foram selecionados a partir das respostas coletadas de um questionário previamente aplicado, em uma turma da segunda série do EM, com posterior análise.

A Educação Ambiental

A Educação ambiental, segundo Trevisol (2003), é capaz de levar os indivíduos a reverem suas concepções e seus hábitos, e espera formar as pessoas para uma relação mais harmoniosa e sustentável com o meio onde estão inseridas. Este autor afirma também que a Educação Ambiental não é um tema qualquer que pode ser adiado ou relegado a um segundo plano:

[...] trata-se de uma necessidade histórica latente e inadiável, cuja emergência decorre da profunda crise socioambiental que envolve nossa época. Educar para a sustentabilidade tornou-se um imperativo, sobretudo porque as relações entre sociedade e natureza agravaram-se, produzindo tensões ameaçadoras tanto para o homem quanto para a biosfera (Trevisol, 2003, p.166).

Andriguetto (2010, p. 213) afirma que: “Um programa de educação ambiental para ser efetivo deve promover, simultaneamente, o desenvolvimento de conhecimento, de atitudes e de habilidades necessárias à preservação e melhoria da qualidade ambiental”. Utiliza-se, como laboratório, o metabolismo urbano e seus recursos naturais e físicos, iniciando-se pela escola, expandindo-se pela circunvizinhança e sucessivamente até a cidade, a região, o país, o continente e o planeta. A aprendizagem será mais efetiva se a atividade estiver adaptada às situações da vida real da cidade, ou do meio em que vivem aluno e professor.

A Educação ambiental, segundo Trevisol (2003), é capaz de levar os indivíduos a reverem suas concepções e seus hábitos, e espera formar as pessoas para uma relação mais harmoniosa e sustentável com o meio onde estão inseridas.

Dentro desse contexto, é clara a necessidade de mudar o comportamento do homem em relação à natureza, no sentido de promover, sob um modelo de desenvolvimento sustentável (processo que assegura uma gestão responsável dos recursos do planeta de forma a preservar os interesses das gerações futuras e, ao mesmo tempo, atender as necessidades das gerações atuais), a compatibilização de práticas econômicas e conservacionistas, com reflexos positivos evidentes junto à qualidade de vida de todos.

Jacobi (2005) também ressalta que a Educação Ambiental é importante para a construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo:

Os educadores têm um papel estratégico e decisivo na inserção da educação ambiental no cotidiano escolar, qualificando os alunos para um posicionamento crítico face à crise socioambiental, tendo como horizonte a transformação de hábitos e práticas sociais e a formação de uma cidadania ambiental que os mobilize para a questão da sustentabilidade no seu significado mais abrangente (Jacobi, 2005, p. 1).

Giordan e Galli (2014) relatam que a escola é o principal local na construção dos conhecimentos e que os educadores devem estar cada vez mais preparados para reelaborar as informações que recebem. Dentre elas, as ambientais, para poder transmitir e decodificar para os alunos a expressão dos significados em torno do meio ambiente e da ecologia nas suas múltiplas determinações, e promovendo, assim a interdisciplinaridade. Torna-se necessário pensar em práticas educativas contextualizadoras e problematizadoras que aportem para a escola e para outros ambientes pedagógicos com uma atitude de ação-reflexão em torno da problemática ambiental.

Aprendizagem e as mudanças comportamentais

Os principais problemas que afetam o meio ambiente, além de serem transversais aos conteúdos ministrados em sala de aula e serem recorrentes nos vestibulares e nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), estão também entre os assuntos mais debatidos no mundo atualmente, uma vez que estão diretamente relacionados com todo o ciclo de vida do ser humano na Terra e com todas as atividades aplicadas.

Por outro lado, Barboza, Brasil e Conceição (2016) enfatizam que, muitas vezes, os espaços escolares, bem como o material didático, não contemplam, em sua totalidade, a realidade do aluno, ou seja, não oferecem oportunidades que o façam perceber o meio no qual está inserido. A ausência dessas oportunidades pode dificultar a percepção e a compreensão das pessoas em relação aos problemas ambientais existentes na comunidade.

- No contexto escolar, na maioria das vezes os alunos:
- Não se identificam como atuantes nos problemas ambientais enfrentados pelo mundo;
 - Julgam suas atividades como insignificantes diante dos valores de emissões apresentados;
 - Acreditam que, para deixar de contribuir com altas emissões, teriam que se desfazer de toda tecnologia e evolução social;
 - Não mudam o comportamento referente às atividades propostas pelas pesquisas, mesmo recebendo diversas orientações;
 - Não contextualizam nem relacionam os conhecimentos químicos referentes ao aquecimento global, adquiridos na escola, com sua vida social e profissional; não adotam atitudes ambientalmente “corretas” no seu cotidiano.

As questões ambientais são apresentadas de maneira reducionista aos alunos e não os levam a compreender o que é preciso preservar e como utilizar de forma consciente os recursos naturais que se tem no planeta. Assim, os alunos acabam sendo apenas ouvintes e não praticantes, quando deveriam ser estimulados através de atividades e projetos a exercer essa consciência a partir de sua realidade e comunidade (Asano; Poletto, 2017).

Enfatiza-se assim a importância de conteúdos procedimentais e atitudinais no ensino das ciências e seus temas transversais (Pozo e Crespo, 2009).

No intuito de causar uma efetiva mudança nas escolhas e no comportamento social dos educandos, através das aulas de Educação Ambiental no contexto da Química, foram aplicadas metodologias de ensino diversificadas na SD, visando

a participação ativa e construtora dos educandos no processo de ensino e aprendizagem, conforme delineado na Figura 1.

Percurso metodológico

Podemos caracterizar este estudo como uma pesquisa qualitativa, na qual os dados são coletados no ambiente natural, campo de atuação da própria pesquisadora, a escola, e também participante, com envolvimento dos sujeitos (Godoy, 1995). Os dados foram coletados através de questionários, questões norteadoras e avaliativas e observações da professora-pesquisadora. A SD foi aplicada em uma escola pública de Itaperuna no Rio de Janeiro em três turmas do ensino

médio, mas os dados foram coletados em uma única turma com trinta sujeitos participantes. O projeto de pesquisa foi previamente submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, obtendo a aprovação, acompanhada do parecer (nº 2.801.869) consubstanciado.

Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre o tema e, posteriormente, elaborado

um questionário com questões abrangentes. O questionário foi aplicado e os trinta alunos responderam. Os resultados quantitativos obtidos possibilitaram desvelar a realidade dos alunos e as suas atividades cotidianas emissoras de CO₂e.

Após a análise das respostas do questionário, foram planejados os outros momentos da SD, explicitados a seguir:

1º Momento: Leitura e discussão dos textos, previamente elaborados pela professora, em diferentes grupos. Resolução de questões norteadoras seguidas de questões do ENEM.

No intuito de causar uma efetiva mudança nas escolhas e no comportamento social dos educandos, através das aulas de Educação Ambiental no contexto da Química, foram aplicadas metodologias de ensino diversificadas na SD, visando a participação ativa e construtora dos educandos no processo de ensino e aprendizagem [...].

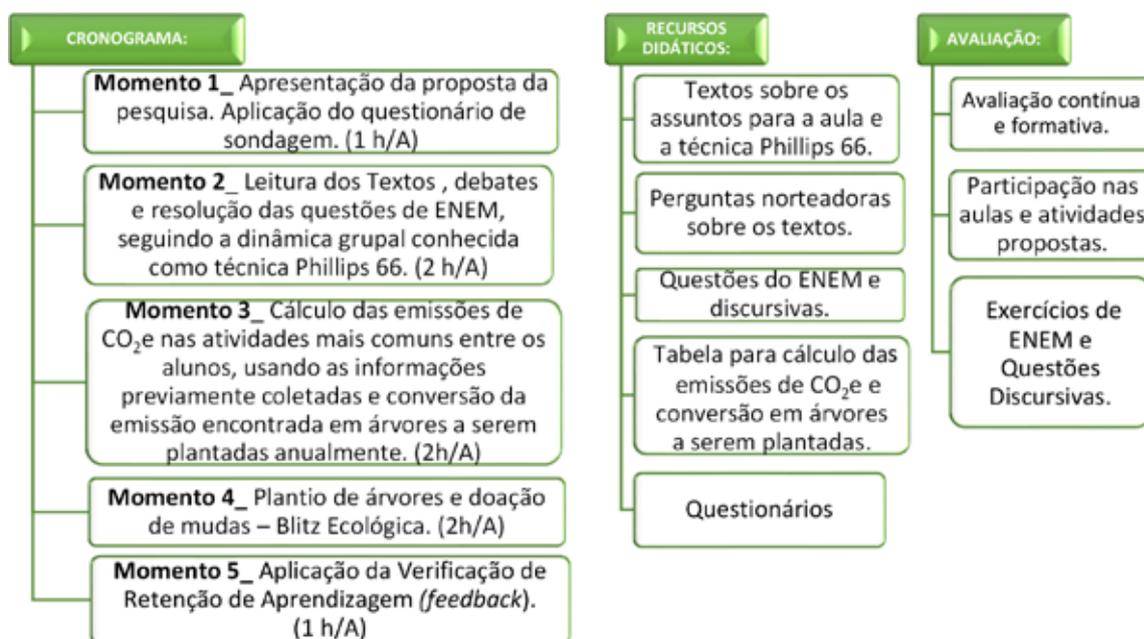


Figura 1: Cronograma de momentos, recursos didáticos e métodos avaliativos propostos na sequência didática.

2º Momento: Cálculo de CO₂e das atividades mais comuns entre os alunos a partir de uma tabela confeccionada pela professora.

3º Momento: Plantio de árvore e blitz ecológica com confecção de cartazes e distribuição de mudas.

4º Momento: Aplicação da Verificação de Retenção de Aprendizagem – *Feedback*.

Para o segundo momento da SD foram elaborados cinco textos tratando dos temas ambientais, com linguagem adequada ao nível das turmas. Para estimular a leitura dos textos e a fim de desenvolver diferentes habilidades e competências, buscou-se incorporar atividades dinâmicas e em grupo. Cada texto, trazendo figuras, esquemas e gráficos, priorizou conceitos relacionados à temática ambiental e estão apresentados a seguir:

Texto 1 – Atmosfera Terrestre, o buraco da camada de ozônio.

Texto 2 – O Efeito Estufa, Gases do Efeito Estufa (GEE) e CO₂ equivalente.

Texto 3 – As previsões climáticas do Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas (IPCC) para as próximas décadas.

Texto 4 – Atitudes mais verdes e dilemas ambientais.

Texto 5 – Aquecimento Global e Brasil.

Cada texto continha no máximo três páginas e eram acompanhados das questões norteadoras. Os conceitos trabalhados relacionam as causas e consequências dos problemas ambientais e visavam proporcionar aos alunos uma melhor compreensão e capacidade na construção de outros futuros conceitos mais complexos, tais como reações fotoquímicas e absorção no infravermelho, entre outros, também propostos no Ensino Médio.

Para a leitura dos textos e resolução das questões norteadoras, seguiram-se as ideias propostas pela dinâmica grupal conhecida como técnica Phillips 66, ideal para dinâmicas que envolvam um grande número de pessoas. Consiste em dividir os participantes em subgrupos com seis pessoas cada, para que discutam durante seis minutos um tema pré-estabelecido. Em seguida, cada elemento de cada subgrupo recebe um número para, depois, reunir-se novamente, dessa vez, os de números 1 (um) num grupo; os de número 2 (dois) em outro e assim por diante (Bordenave; Pereira, 2008).

A turma foi dividida em 5 grupos, sendo cada um composto por 6 alunos. Para a primeira etapa da atividade cada grupo, num intervalo de 30 minutos, deveria ler, de forma dinâmica, o texto informativo elaborado pela professora que foi entregue a todos os integrantes do grupo, discutir e responder as questões norteadoras em uma folha separada. Na etapa seguinte, os novos grupos formados deveriam ser compostos por 1 (um) aluno de cada subgrupo anteriormente formado, dispondo de informações e conhecimentos dos conceitos abordados no texto lido. Os novos grupos, por cerca de 15 a 20 minutos fizeram uma integração dos

Para a leitura dos textos e resolução das questões norteadoras, seguiram-se as ideias propostas pela dinâmica grupal conhecida como técnica Phillips 66, ideal para dinâmicas que envolvam um grande número de pessoas.

conceitos entre os novos integrantes, através do compartilhamento dos conceitos anteriores e debate de novas ideias para que, juntos, pudessem dar significado ao maior número de conceitos e informações e resolverem as seis questões do ENEM entregues a esse novo grupo.

No terceiro momento foi desenvolvida a atividade “Calculando as emissões de CO₂e”. Nessa atividade, foi proposto o cálculo das emissões de CO₂e de dez atividades mais corriqueiras entre os alunos, possibilitando assim que eles refletissem sobre o quanto emitem nessas atividades e compreendessem que suas atitudes, escolhas e emissões influenciam os valores de GEE do Brasil e do mundo.

A tabela, contendo os valores de algumas emissões, foi elaborada pela professora com uma linguagem adequada e de fácil compreensão, uma vez que o público-alvo não apresentava maturidade nem pré-requisitos para realizar cálculos aprofundados. Foram utilizadas médias aproximadas de valores encontrados em diversos estudos, a partir de variáveis de consumo (energia elétrica, água, gás de cozinha, etc.) e modais utilizados (carro, moto, ônibus, etc.), tendo como principais referências os relatórios disponibilizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), pelas Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRAS), pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologias (INMETRO), além de alguns estudos específicos referentes às atividades de consumo de carne, uso de celular e transporte. O último item de cálculo relacionava a neutralização do CO₂ e ao plantio de árvores, possibilitando que cada aluno fizesse a conversão da sua emissão total, decorrente de suas atividades rotineiras, em árvores que poderiam ser plantadas, incentivando o protagonismo desses sujeitos.

O quarto momento da SD compreendeu o plantio de árvore e a blitz ecológica com confecção de cartazes e distribuição de mudas. Para tanto, foi previamente solicitado o apoio da Secretaria Municipal do Ambiente e a ONG Sociedade Amigos da Natureza, que visa a preservação ambiental no município no qual se localiza a escola, foi convidada para ministrar uma palestra sobre o tema e para colaborar na doação de mudas.

Um aluno representante de cada uma das turmas foi convidado para, juntamente com a professora, plantar uma árvore no próprio pátio do colégio. A blitz ecológica foi organizada incluindo a elaboração de cartazes com material reciclado e sua exposição nas proximidades do prédio escolar, trazendo incentivo às mudanças “ambientalmente corretas”. Somando-se às iniciativas, mudas de plantas foram doadas para motoristas que trafegavam pela avenida em frente à escola.

O principal objetivo da atividade proposta foi o de despertar o interesse e a responsabilidade dos alunos sobre suas próprias atitudes, enfatizando que mudanças de hábitos simples podem gerar menores emissões de CO₂. Outras informações que os alunos puderam analisar foram algumas

escolhas ecologicamente corretas, visando a formação de cidadãos mais conscientes que futuramente poderão influenciar novos grupos, a empresa ou indústria onde irão trabalhar ou até mesmo implementar as ideias em seu próprio negócio.

Embora o incentivo à mudança no estilo de vida e nos costumes para proteger o meio ambiente estejam presentes em diversas campanhas e projetos, é importante, sempre que possível, ampliar a discussão do tema nas mais variadas áreas e níveis, das instituições científicas e universitárias às escolas, visando a promoção da educação e treinamento destinados a estimular a participação da sociedade, inclusive na busca de soluções para os problemas decorrentes da mudança do clima (Soares, Higughi, 2006).

O quinto momento constituiu-se de uma última atividade: uma aplicação de verificação de retenção de aprendizagem, um *feedback*, que surge como uma ferramenta de comunicação essencial entre professores e alunos, e que procura promover um processo reflexivo que ajude estes últimos a analisar o que são ou não capazes de fazer, compreender as suas dificuldades e tornar-se aptos a identificar os mecanismos necessários para as superarem (Avões, 2015). Aplicar os conceitos de formas diversificadas, visando maior interação e relação do conteúdo com as práticas sociais dos alunos envolvidos, contribui para a aprendizagem efetiva.

Resultados e discussão

A aplicação da sequência didática foi enriquecedora e promoveu maior integração dos alunos entre si, e deles com a professora e a escola. As respostas das atividades apresentadas pelos alunos demonstraram que as metodologias de ensino e os materiais didáticos utilizados contribuíram para a resolução das questões de forma satisfatória, sendo considerados mínimos os desvios ou erros nas atividades propostas. Com relação ao momento dois da SD, das seis questões do ENEM propostas, quatro grupos acertaram todas e apenas dois grupos erraram duas das questões.

Passados 3 meses de aplicação das atividades correspondentes aos quatro primeiros momentos da SD, foi proposto

aos educandos participantes que respondessem algumas questões (*feedback*), avaliando as atividades desenvolvidas. Deveriam ser atribuídas notas de 0 (zero) a 5 (cinco) para avaliarem as atividades.

Os participantes desta atividade apresentaram maturidade e disposição de analisar com seriedade os itens apontados. Vinte e sete alunos estavam presentes nesse dia, responderam às questões e atribuíram notas acima da média (Gráfico 1) para todas as atividades, demonstrando satisfação com relação às atividades desenvolvidas na SD.

O processo de ensino e aprendizagem se torna muito mais prazeroso e interessante quando o professor analisa se as ações e metodologias aplicadas são bem aceitas ou não pelos educandos. A nota atribuída às atividades incentiva o uso de práticas diversificadas para o ensino de Química, visando maior interesse e participação do público-alvo.

Comparando os resultados referentes ao primeiro questionário e à última atividade (*feedback*), verifica-se que a quantidade de

alunos que responderam ter conhecimento **razoável ou nenhum** diminuiu para todos os itens abordados na sequência didática, conforme explicitado na Tabela 1. Assim, pode-se constatar que as atividades desenvolvidas na SD contribuíram para o estudante adquirir habilidades e conceitos, além de auxiliarem a promoção de uma imagem da Química mais contextualizada, promovendo uma melhor formação teórica, social e ambiental.

Um número significativo de educandos julgou ter um conhecimento não desejável a respeito dos temas abordados nesse estudo, mas uma análise mais detalhada das atividades propostas demonstra a importância de se considerar que no primeiro questionário existia um maior número de alunos que registraram não ter conhecimento **nenhum** sobre um determinado item. Essa opção (nenhum) foi pouco registrada na última atividade, havendo um aumento, consequentemente, da quantidade de alunos que registraram a opção **razoável**, evidenciando, assim, que o processo de aprendizagem se desenvolveu mesmo que de forma parcial.

É importante ressaltar que, para se trabalhar em prol da melhoria do meio ambiente, é necessário que haja

As respostas das atividades apresentadas pelos alunos demonstraram que as metodologias de ensino e os materiais didáticos utilizados contribuíram para a resolução das questões de forma satisfatória, sendo considerados mínimos os desvios ou erros nas atividades propostas.

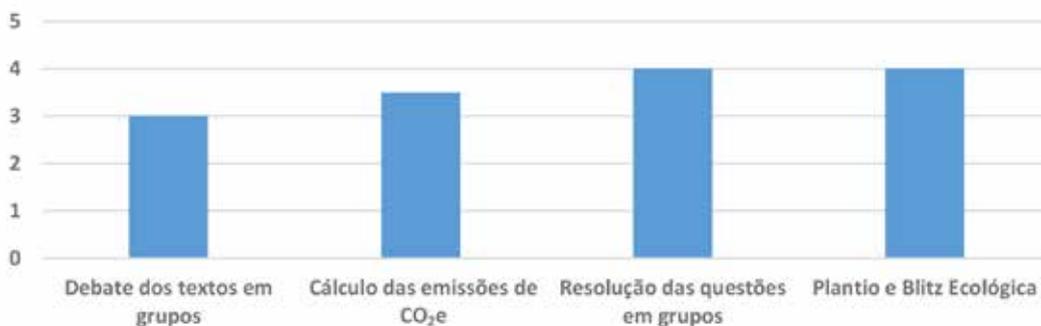


Gráfico 1: Média das notas atribuídas pelos alunos às atividades desenvolvidas na sequência didática.

Tabela 1: Número de alunos que julgam ter “um conhecimento razoável ou nenhum conhecimento” nos assuntos especificados, antes e após a aplicação da SD.-

Assuntos	Questionário 1	Atividade Avaliativa (<i>feedback</i>)
Efeito Estufa	20	13
Gases do Efeito Estufa (GEEs)	20	12
CO ₂ equivalente	20	14
Atividades mais emissoras de CO ₂	22	12
Buraco na camada de ozônio	25	14
IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)	28	16
Formas de absorver CO ₂ emitido	29	12

transformações de valores, comportamentos, condutas e hábitos. É certo que essas mudanças devem começar pela própria pessoa, pois assim será mais fácil o indivíduo incorporar, através da adoção e da valorização de novos comportamentos, outros valores e estilos de vida mais adequados e capazes de reverter o processo de deterioração do meio ambiente e promover a todos uma melhor qualidade de vida (Bezerra *et al.*, 2014).

As atividades desenvolvidas tiveram como finalidade melhorar a capacidade de compreensão dos conceitos abordados: efeito estufa, gases do efeito estufa, buraco na camada de ozônio, aquecimento global, IPCC, CO₂ (equivalente), atividades emissoras de CO₂ e formas de absorver o CO₂. Tal compreensão pode facilitar a execução de atividades pelos alunos no EM e nos exames de seleção. Além disso, pode colaborar com a formação de conhecimento crítico acerca da problemática ambiental a partir da reflexão sobre os problemas ambientais vivenciados na escola e sobre os motivadores sociais e econômicos que propiciaram a degradação ambiental, reconhecendo a necessidade da sustentabilidade da vida planetária (Araújo *et al.*, 2015).

Considerações Finais

As dificuldades observadas no ensino e na aprendizagem de conceitos e temas relacionados à Educação Ambiental no EM e o nível reduzido de conhecimento sobre os mesmos, diagnosticados em debates e resoluções de exercícios, ao longo dos meus quinze anos de exercício da docência em Química, acrescidos dos dados coletados no questionário aplicado previamente à elaboração dessa SD, foram motivações para este trabalho. Considerando também a relevância de educadores e instituições escolares aplicarem os conceitos usando metodologias que despertem o interesse dos alunos e proporcionem uma educação de qualidade em prol de uma aprendizagem significativa e da formação de

cidadãos que contextualizem as habilidades desenvolvidas com o cotidiano social.

Os resultados aqui descritos são importantes para a melhor compreensão do processo de ensino e aprendizagem da Educação Ambiental no EM, uma vez que partiu da análise das formas de relação da química com o ambiente, tendo em vista ser um componente da ciência que se manifesta na sociedade em ampla confluência com a tecnologia, para, então, propor uma abordagem e um produto educacional voltados para o uso em sala de aula, laboratório e espaços não formais.

Com a aplicação dessa SD, os alunos desenvolveram as habilidades destacadas por eles mesmos como necessárias para uma melhor compreensão da Química Ambiental, sendo que os conceitos foram aplicados de formas diversificadas visando uma maior interação e relação do conteúdo com as práticas sociais dos alunos envolvidos.

A avaliação dos progressos e das atividades propostas podem ocorrer durante todas as etapas ou aulas envolvidas no projeto, podendo ocorrer na avaliação formativa, processual, contínua e sistematizada, valorizando a participação ativa dos educandos

nas atividades propostas, nas questões orais, nos debates, na blitz e até na prática de novas atitudes dentro da escola, ou na forma de análise qualitativa, que valorize os exercícios escritos e resolvidos em grupo como as questões de ENEM ou individuais, como o cálculo das emissões individuais de CO₂ equivalente.

A aplicação da SD apresentou diversos pontos positivos, já que possibilitou um maior conhecimento a respeito da realidade dos educandos e uma maior interação entre eles para a construção de novos conceitos, além de incentivar a prática de atitudes “verdes” e ambientalmente corretas que auxiliam na formação de cidadãos que conhecem e relacionam as atividades antrópicas de uma sociedade com os problemas ambientais que cercam o mundo contemporâneo. Visto que a

Os resultados aqui descritos são importantes para a melhor compreensão do processo de ensino e aprendizagem da Educação Ambiental no EM, uma vez que partiu da análise das formas de relação da química com o ambiente, tendo em vista ser um componente da ciência que se manifesta na sociedade em ampla confluência com a tecnologia, para, então, propor uma abordagem e um produto educacional voltados para o uso em sala de aula, laboratório e espaços não formais.

apropriação do conhecimento não ocorre de forma igualitária em um grupo de pessoas expostas às mesmas explicações e práticas pedagógicas, evidencia-se a importância do contínuo estímulo e aprimoramento de metodologias que auxiliem o processo de ensino e aprendizagem e na formação de cidadãos mais conscientes das consequências de suas atitudes.

A SD proposta privilegia os conceitos relacionados ao estudo da Química Ambiental, sendo mais uma ferramenta que o professor pode utilizar para contribuir com o processo de ensino-aprendizagem. A análise do número de acertos relativos às questões de ENEMs propostas, como uma das atividades avaliativas, mostrou um ótimo resultado.

Nota

¹CO₂ equivalente é uma medida utilizada para comparar as emissões de vários gases de efeito estufa, baseada no potencial de aquecimento global de cada um. O CO₂e é

o resultado da multiplicação das toneladas emitidas de GEE pelo seu potencial de aquecimento global (a saber, CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310). Fonte: https://www.mma.gov.br/opnia/Arquivos/Temas/Atmosfera_e_Mudancas_Climaticas_AMC/1_Mudancas_Climaticas/AMC_1_1/Metadado_AMC_1_1.pdf

Patrícia Amaro Falci (patricia.amarofalci@yahoo.com.br), graduada em Ciências com habilitação em química pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Santa Marcelina, pós-graduada em Metodologia para o Ensino de Química, mestrado em Química pelo Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI da Universidade Federal de Viçosa. É professora da rede estadual do Rio de Janeiro. Muriaé, MG – BR. **Regina Simplicio Carvalho** (resicar@ufv.br), licenciada e bacharel em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais, mestrado e doutorado em Química pelo Departamento de Química da UFMG e pós-doutorado em História (História da Ciência) pela FAFICH-UFMG. Professora no Departamento de Química da Universidade Federal de Viçosa e coordenadora do PROFQUI- Polo UFV. Viçosa, MG – BR.

Referências

ABREU, D. G.; CAMPOS, M. L. A. M. e AGUILAR, M. B. R. Educação ambiental nas escolas da região de Ribeirão Preto (SP): Concepções orientadas da prática docente e reflexões sobre a formação inicial de professores de Química. *Química Nova*, v. 31, n. 3, p. 688, 2008.

ANDRIGHETTO, A. Meio Ambiente e Educação. *Direito em Debate*, v. 19, n. 33-34, 2010. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/revistadireitoemdebate/article/view/625>, acesso em mai. 2019.

ARAÚJO, M. S. M.; ALVES, R. M.; GEGLIO, P. C.; LUSTOSA, M. S e FARIAS, M. J. R. *Educação ambiental para a sustentabilidade*: relato de uma sequência didático-pedagógica. V Seminário Internacional sobre Profissionalização docente. *Anais...* UEPB. 2015. Disponível em: http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/17265_7569.pdf, acesso em jan. 2019.

ASANO, J. G. P. e POLETTO, R. S. Educação Ambiental: Em busca de uma sociedade sustentável, e os desafios enfrentados nas escolas. *Revista Caderno Pedagógico*, Lajeado, RS, v. 14, n. 1, 2017. Disponível em: <http://www.univates.br/revistas/index.php/cadped/article/view/1418>, acesso em set. 2021.

AVÔES, P. M. *O Feedback dos professores e o Envolvimento dos alunos na escola*: Um estudo com alunos do 9º ano. 2015. 171f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2015.

BARBOZA, L. A. S.; BRASIL, D. S. B. e CONCEIÇÃO, G. S. Percepção ambiental dos alunos do 6º e do 9º anos de uma escola pública municipal de Redenção, Estado do Pará, Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, Belém, PA, v. 7, p. 12, 2016. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-62232016000400002, acesso em set. 2021.

BEZERRA, Y. B. S.; PEREIRA, F. S. P.; SILVA, A. K. P. e MENDES, D. G. P. S. Análise da percepção ambiental de estudantes do ensino fundamental II em uma escola do município de Serra Talhada (PE). *Revista Brasileira de Educação Ambiental (REVBEA)*, v. 9, n. 2, p. 472-488, 2014.

BORDENAVE, J. D. e PEREIRA, A. M. *Estratégias de Ensino-aprendizagem*. 29ª. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

BRASIL – Ministério da Educação – Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) - Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

_____. *PCN+ Ensino Médio*: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CASTELLANO, G. R.; MORENO, L. X.; MENEGÁRIO, A. A.; GOVONE, J. S. e GASTMANS, D. Quantificação das emissões de CO₂, pelo solo em áreas sob diferentes estágios de restauração no domínio da Mata Atlântica. *Química Nova*, v. 40, n. 4, p. 407, 2017.

CASTRO, A. C.; ORLANDI, A. S. e SCHIEL, D. (org.). *Estados físicos da água*. Ensino de ciências por investigação. São Carlos: CDCC- USP, 2009.

GIORDAN, M. Z. e GALLI, V. B. Educação Ambiental Um Eixo Norteador na Mudança de Comportamento. XANPED SUL. *Anais...* Florianópolis, outubro de 2014. Disponível em: http://xanpedsul.faed.udesc.br/arq_pdf/191-1.pdf, acesso em nov. 2018.

INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia). *Tabelas de consumo / eficiência energética*. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp?iacao=imprimir>, acesso em jul. 2019.

JACOBI, P. R. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. *Educação e Pesquisa*, v. 31, n. 2, p. 244, 2005.

MACHADO, A. H. e MORTIMER, E. F. Química para o Ensino Médio: fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. In: ZANON, L. B. e MALDANER, O. A. (Org.). *Fundamentos e propostas de ensino de Química para Educação Básica no Brasil*. Ijuí: Unijuí, 2012. p. 21-41. (Coleção Educação em Química)

NOVA iniciativa da ONU incentiva uso de eletrodomésticos e eletrônicos mais eficientes. *Nações Unidas Brasil*. 2014. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/nova-iniciativa-da-onu-incentiva-uso-de-eletronicos-e-eletronicos-mais-eficientes/>, acesso em abr. 2018.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA - IPCC. *Sumário para os Formuladores de Políticas Quarto Relatório de Avaliação do IPCC*, Grupo de Trabalho III. Genebra, 2007. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/portuguese/ar4-wg3-spm.pdf>, acesso em out. 2018.

PAIVA, T. Os desafios da educação ambiental. *Carta Educação*, 22 mai. 2015. Disponível em: <http://www.cartaeducacao.com.br/reportagens/os-desafios-da-educacao-ambiental/>, acesso em fev. 2019.

PESSOA, G. P. e BRAGA, R. B. O trabalho de campo como estratégia de educação ambiental nas escolas: uma proposta para o ensino médio. *Pesquisa em Educação Ambiental*, v. 7, n. 1, p. 101-119, 2012.

POZO, J. I. e CRESPO, M. A. G. *A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SOARES, T. J. e HIGUCHI, N. A convenção do clima e a legislação brasileira pertinente, com ênfase para a legislação

ambiental no Amazonas. *Acta Amazonas*, Manaus, v. 36, n. 4, p. 573-580, 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672006000400021>, acesso em jan. 2019.

TILIO NETO, P. *Ecopolítica das Mudanças Climáticas: O IPCC e o ecologismo dos pobres*. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2010.

THOMAZ, L. e OLIVEIRA, R. C. *A Educação e a Formação do Cidadão Crítico, Autônomo e Participativo*. 2009. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1709-8.pdf>, acesso em jan. 2019.

TOLENTINO, M. e ROCHA FILHO, R. C. A Química no efeito estufa. *Química Nova na Escola*, n. 8, p. 10-14, 1998.

TREVISOL, J. V. *A educação em uma sociedade de risco: tarefas e desafios a construção da sustentabilidade*. Joaçaba: UNOESC, 2003.

WALVY, O. W. C. *Construindo saber docente interdisciplinar: a termogravimetria em um laboratório didático*. Tese de doutorado, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

Abstract: *Environmental Education in High School: challenges and possibilities from the elaboration of a didactic sequence with emphasis on CO₂ equivalent emissions.* This paper presents the elaboration and application of a didactic sequence (DS) for the teaching of concepts related to Environmental Education, with an emphasis on CO₂ equivalent emissions (CO₂e) present in the students' daily activities. The preparation of the DS took into account previous knowledge and concepts not yet constructed by second grade, high school students. The DS included several activities (discussions of texts, calculations of CO₂e emissions, exercises involving the content and an ecological blitz) in order to enable a better understanding of various concepts such as global warming, greenhouse gases (GHG), CO₂e, most emitting activities and forms of absorption of the CO₂e, among others. Data were collected through participant observation of the researcher teacher, analysis of student responses in various activities and their participation. Behavior changes of students, showing more conscious, critical and citizenship-oriented attitudes were observed through the stimuli proposed in the instructional materials used.

Keywords: environmental education, didactic sequence, CO₂ equivalent, chemistry teaching



A Saga do Repolho Roxo no Ensino De Química

Marcia B. da Cunha e Fernanda O. Lima

Algumas plantas podem ser utilizadas como indicadores naturais, pois delas se extraem substâncias que têm a propriedade de mudar de cor, dependendo das características da solução em que se encontram. Uma dessas plantas é o “repolho roxo”, que, ao longo dos anos, faz parte de publicações da área de Ensino de Química, como o Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e a revista Química Nova na Escola (QNEsc), constituindo-se o que aqui chamamos de “A Saga do repolho Roxo no Ensino de Química”. São vários trabalhos que trazem o repolho roxo como uma possibilidade para atividades experimentais em Química, especialmente como indicador ácido-base e escala de pH. Neste estudo analisamos as publicações dos anais do ENEQ a partir do ano de 1996 até 2018 (último ENEQ) e todas as publicações da revista Química Nova na Escola, cujo ano inicial é 1995. A constituição da amostra foi realizada por meio de busca pela palavra-chave “repolho roxo”. O presente artigo tem como objetivo principal apresentar um panorama geral das publicações sobre o uso desta planta em atividades no ensino de Química.

► pesquisa bibliográfica, experimentação, indicador ácido-base ◀

Recebido em 04/01/2021, aceito em 25/07/2021

295

Robert Boyle (1663-1744), no século XVII, preparou um licor de violeta e observou que se tornava vermelho em presença de ácido e verde na presença de base (Terci e Rossi, 2002). Essa é uma história antiga, mas pode nos levar a imaginar tantas outras sobre o uso de indicadores na Química. Aliás, o que seria da Química sem a observação e as cores?

A este respeito, em 1909, o dinamarquês Sorensen criou uma escala de pH, para medir a acidez e basicidade (alcalinidade) de uma solução. Nessa escala, uma solução neutra tem pH igual a 7, uma solução ácida tem pH menor que 7 e uma solução básica tem pH maior que 7. Quanto maior for a acidez, menor será o valor numérico do pH; por outro lado, quanto maior for a alcalinidade, maior será o valor numérico do pH.

Fazendo misturas convenientes com vários indicadores comuns, os químicos conseguiram obter indicadores

chamados universais, que adquirem diferentes colorações em diferentes faixas de pH. É o caso do papel indicador universal, comercial, que vem (pronto) com uma escala de cores e os valores do respectivo pH, expressos por números inteiros. Assim, o papel indicador é um sistema criado para indicar o pH de uma solução. Basta mergulharmos o papel indicador universal em uma solução

que se quer analisar e, seguindo uma cartela de coloração, por comparação, é possível determinar valor aproximado do pH e seu respectivo caráter ácido, básico ou neutro. Não é uma medida exata, contudo para fins didáticos é uma boa análise, que leva à identificação e categorização de soluções. Mas, o papel indicador pode ser considerado de custo elevado para algumas escolas e professores que adquirem materiais com recurso próprio para realizar suas aulas. Nesse contexto, a área de Ensino de Química, ao longo dos anos, vem apresentando propostas alternativas para realização de aulas experimentais de baixo custo. Nessa empreitada aparecem propostas para obtenção de indicadores a partir de algumas plantas, por meio de seus pigmentos. Os pigmentos dos

Nesse contexto, a área de Ensino de Química, ao longo dos anos, vem apresentando propostas alternativas para realização de aulas experimentais de baixo custo. Nessa empreitada aparecem propostas para obtenção de indicadores a partir de algumas plantas, por meio de seus pigmentos.

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. 43, N° 3, p. 295-304, AGOSTO 2022

vegetais ficam localizados nas estruturas das plantas denominadas “plastos” e “vacúolos”. Os plastos são organelas delimitadas por uma dupla membrana, que se relacionam com a fotossíntese e o armazenamento de substâncias. Os vacúolos são estruturas celulares membranosas e apresentam membrana seletiva, como todas as membranas celulares. Eles são grandes vesículas, onde há uma solução aquosa de várias substâncias como: açúcares, proteínas, compostos fenólicos e pigmentos, sendo um destes pigmentos, as antocianinas. Os primeiros (plastos) são pouco solúveis em água, contudo dissolvem-se bem em álcool; os vacúolos são solúveis em água e em álcool. Utilizando-se como critério a solubilidade dos pigmentos (nesses solventes) é possível separar, com maior facilidade, aqueles que se encontram nos vacúolos, pois são solúveis tanto em água como em álcool.

A cor dos extratos pode resultar de um único pigmento ou de mistura de pigmentos. Temos o pigmento verde-azulado e o verde puro na clorofila; o amarelo na xantofila; o alaranjado no caroteno; as cores violeta, roxa, púrpura, vermelha, rosa e azul nas antocianinas.

O pigmento violeta e azul (antocianina - classe dos flavonoides) está presente no repolho roxo (*Brassica Oleracea*) e apresenta cores diferentes dependendo do pH do meio e, por isso, é possível seu uso como indicador natural de pH. Além disso, a extração deste pigmento é simples, e, quando descartado não causa impacto ambiental, já que é decomposto facilmente no ambiente. Para aprofundamento do assunto sugerimos o artigo “Mudanças nas cores dos extratos de flores e do repolho roxo”, publicado nesta revista por Gouveia-Matos (1999).

Em face à facilidade de extrair o pigmento do repolho roxo, sugestões de atividades e uso dessa planta têm acompanhado os professores de Química (especialmente do Ensino Básico) e pesquisadores na área de Ensino de Química. Aqueles que acompanham a área de Ensino têm presenciado que o “repolho roxo” entrou no Ensino de Química com grande força e se mostra como algo já consolidado para identificação de soluções ácidas e básicas, seja na forma de indicador, seja para a construção de uma escala de pH.

Diante deste panorama (inicialmente observacional) é que surge esta pesquisa que tem como título “A saga do repolho roxo no Ensino de Química”, cujo objetivo é investigar publicações no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e na Revista Química Nova na Escola (QNEsc), que apresentam o repolho roxo, em especial nas atividades experimentais, bem como incentivar outras possibilidades para a utilização de plantas em atividades didáticas, para além da utilização como indicador. Assim, uma “saga” pode ter mais de uma definição, mas aqui podemos usar como uma narração semelhante a uma epopeia, que se estende ao conhecimento de várias gerações e pode estar dividida em episódios, atos, volumes, livros.

Metodologia da Pesquisa

Esta pesquisa é caracterizada como uma pesquisa bibliográfica que, de acordo com Fonseca (2002), é realizada a partir do levantamento de referências teóricas publicadas em escritos e eletrônicos, como artigos científicos, livros, *web sites*. Para “desvendar” a saga do repolho roxo fomos buscar nos anais do maior evento de Ensino de Química no Brasil, o ENEQ, trabalhos que, por meio de busca física e digital, possuem no seu texto a palavra “repolho roxo”. O período escolhido para a busca compreende o ano de 1996 até o último ENEQ com anais já publicados (ENEQ, 2018). Este período foi estabelecido com base no primeiro ENEQ desde sua desvinculação das Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e o último realizado. Selecionamos todos os resumos e trabalhos completos e construímos uma planilha Excel® com os seguintes dados: ano, local do evento, título, autores, origem dos autores, objetivo do trabalho, finalidade do repolho roxo. De posse da amostra, realizamos a leitura na íntegra dos trabalhos, pois em alguns deles há somente uma breve citação

sobre repolho roxo (sem indicação da sua função ou proposta de atividade didática) ou apresentam um artigo sobre o assunto nas referências bibliográficas, mas o assunto versa sobre outros temas. Nestes casos, optamos por excluir tais trabalhos de nossa amostra.

Além do ENEQ, e com o objetivo de caracterizar a Saga, fizemos também a pesquisa em todos os exemplares da revista Química Nova na Escola, por considerar que esta revista é específica para o Ensino de Química, sendo também o local da primeira publicação sobre o repolho roxo com finalidade didática. O período de análise está compreendido entre 1995 (primeiro exemplar) até 2020, momento em que realizamos a última consulta. A busca pelos artigos aconteceu por meio da palavra-chave “repolho roxo”. Assim como realizado para o ENEQ, construímos uma planilha com as informações extraídas dos artigos.

Resultados

Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)

Qual a quantidade de trabalhos publicados no período analisado?

De um ponto de vista mais geral e, considerando que nossa análise inicia no ano de 1996, é possível indicar que trabalhos publicados no ENEQ, sobre o uso de repolho roxo na Química, iniciaram no ano de 2004, com a publicação de 2 trabalhos, nos quais a função do repolho é seu uso como indicador ácido-base. No evento seguinte (2006) temos apenas 1 trabalho. Nos anos de 2008 e 2010 foram 6 e 5 trabalhos, respectivamente. Percebemos que do ano de 2004 até o ano de 2010 a presença do repolho roxo na Química é tímida

A cor dos extratos pode resultar de um único pigmento ou de mistura de pigmentos. Temos o pigmento verde-azulado e o verde puro na clorofila; o amarelo na xantofila; o alaranjado no caroteno; as cores violeta, roxa, púrpura, vermelha, rosa e azul nas antocianinas.

e inexpressiva, mas nos anos de 2012 e 2014 esse número aumenta para 15 trabalhos em cada ano. Contudo, é no ano de 2016 que podemos encontrar o maior número de trabalhos, com 25 trabalhos, o que equivale a aproximadamente 32% do número de trabalhos publicados no período deste estudo. Vale perguntar: Por que ocorre esse aumento no número de trabalhos no evento de 2016? Uma possível resposta pode estar associada ao número de trabalhos inscritos neste evento. O ENEQ 2016 foi realizado na Universidade Federal de Santa Catarina, na cidade de Florianópolis, tendo sido o evento com maior número de trabalhos apresentados de todas as edições do evento. Foram 1602 trabalhos (ENEQ, 2016), entre resumos e trabalhos completos e, conseqüentemente, isso reflete na presença maior de trabalhos sobre o nosso assunto de pesquisa. Por outro lado, isso indica o quanto o uso do repolho roxo faz parte de atividades no Ensino de Química. Além disso, é importante observar que estamos analisando não um tema de Ensino de Química, mas o uso de uma substância em atividades de Química. Considerando a descrição feita anteriormente, o total de trabalhos publicados no período de análise é de 78.

De onde vêm os trabalhos publicados?

O ENEQ é um evento nacional e o Brasil um país com grande extensão territorial, assim, o mapeamento da origem das publicações pode nos indicar focos de pesquisa e atividades com repolho roxo no país. Nossa finalidade aqui é apresentar, de modo geral, a origem das publicações, como forma de contextualização do assunto no contexto brasileiro. A ideia é apontar como o uso de repolho roxo, nas pesquisas e relatos de experiência, faz parte do contexto nacional.

De todos os trabalhos analisados, em que foi possível identificar o local da publicação, podemos dizer que no Paraná e em Minas Gerais temos a maioria dos trabalhos (10 publicações em cada estado), seguido por Goiás (9), São Paulo (7), Bahia e Pernambuco (6 em cada estado), Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (5 em cada estado), Espírito Santo e Rondônia (3 em cada estado), Sergipe (2) e com apenas 1 trabalho temos: Acre, Alagoas, Distrito Federal, Maranhão, Paraíba, Rio Grande do Norte e Roraima. São 18 estados e DF representados nas publicações. Não encontramos trabalhos em: Amazonas, Pará, Ceará, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins e Piauí.

Se nosso olhar for por região, temos a região Sudeste com maior número (25), seguido por região Sul (20), Nordeste (18), Centro Oeste (10) e Norte (05).

Diante deste panorama podemos dizer que (ao menos neste estudo) a utilização do repolho roxo, em pesquisas e em atividades didáticas se faz presente em quase todo o Brasil e, como já esperado, nas regiões Sudeste e Sul o

número de trabalhos é maior. Isto se deve ao fato da tradição em pesquisas na área de Ensino de Ciências/Química nestas regiões. Por outro lado, percebe-se que a região Nordeste apresenta um número de trabalhos expressivo, o que nos indica um aumento da produção acadêmica nesta região, em especial nos últimos anos.

Qual o tipo de trabalho nas publicações?

Nossas análises levaram à identificação de 54 trabalhos que podem ser caracterizados como “relato de pesquisa”, especialmente com relato de atividades experimentais que fazem uso do repolho roxo como substância para identificação ácido-base e/ou determinação aproximada de pH. Alguns destes apresentam a potencialidade do repolho roxo enquanto substância capaz de alterar a cor frente às substâncias com propriedades diferentes.

A pesquisa está presente em 23 trabalhos, como trabalhos de pesquisa bibliográfica em livros didáticos ou em eventos da área, papel da experimentação no Ensino de Química, avaliação de propostas experimentais, estudo histórico da teoria ácido-base, entre outros.

Um trabalho “Abordagem temática na formação de professores de Química” está caracterizado, em nossa análise, como “reflexão”. Neste trabalho há a construção de escala de pH realizada em curso de formação de professores.

Qual a finalidade do repolho roxo nas publicações?

Buscamos observar como o repolho roxo é utilizado pelos autores nos trabalhos. A maioria dos trabalhos traz o repolho roxo como uma possibilidade como indicador ácido-base (64%), em substituição à indicadores comerciais, em propostas de atividades experimentais. Outra possibilidade é a utilização do repolho roxo para a construção de escalas de pH (14%) e trabalhos com as duas finalidades anteriores, ou seja, como indicador e escala de pH. Ainda, alguns poucos

trabalhos, em que a proposta é seu uso enquanto corante natural, a menção do repolho em atividade com paródia para o conteúdo de Química Orgânica e em pesquisa bibliográfica sobre a História da Educação Química, por meio das primeiras publicações da área, na qual é citado um artigo publicado do ano de 1995 sobre o repolho

roxo como indicador. Há também uma pesquisa bibliográfica em que o repolho roxo aparece em estudo de livros didáticos sobre análise de indicadores ácido-base e sobre a experimentação; outra, em que os autores analisaram trabalhos publicados no ENEQ entre os anos de 2008 a 2016 sobre o ensino por investigação e, outra pesquisa bibliográfica e empírica, que teve como objetivo identificar os significados atribuídos ao termo “ácido”.

O extrato de repolho roxo, também está presente como amostra para a realização de medidas espectrofotométricas, por conta da facilidade de obtenção e da sua grande

Nossa finalidade aqui é apresentar, de modo geral, a origem das publicações, como forma de contextualização do assunto no contexto brasileiro. A ideia é apontar como o uso de repolho roxo, nas pesquisas e relatos de experiência, faz parte do contexto nacional.

capacidade de mudança de coloração em função do pH, a que são submetidos.

Revista Química Nova na Escola

Qual a quantidade de trabalhos publicados entre 1995 e 2020?

No período compreendido entre a primeira publicação da revista e o presente momento (25 anos) podemos encontrar 24 artigos que tratam de estudos, pesquisas e relatos e, nos quais, o repolho roxo está presente como proposta ou indicação, pois incluímos os artigos que mencionaram/indicaram o ‘repolho roxo’ no corpo do trabalho proposto e excluímos um artigo que apenas cita no referencial teórico do artigo o ‘repolho roxo’ (1 artigo do ano de 2003). Sobre a distribuição de publicações por ano, esta se concentra em alguns anos, pois há momentos em que não há nenhum artigo. A distribuição dos artigos, classificados por ano, é a seguinte: em 2007 e 2019 são 3 artigos em cada ano; nos anos 1995, 2006, 2008, 2013 e 2015 são 2; nos anos de 1998, 1999, 2001, 2004, 2009, 2012, 2016 e 2018 são 1 artigo por ano. Nos anos de 1996, 1997, 2000, 2002, 2003, 2005, 2010, 2011, 2014, 2017, 2020 não encontramos nenhum artigo que tenha o repolho roxo no seu texto.

De onde vêm as publicações?

Para apresentar o local de origem dos artigos publicados na revista consideramos o primeiro autor, tendo em vista que alguns artigos são constituídos por pesquisadores de estados diferentes. Assim temos, nas 24 publicações a representação de 8 estados, sendo Bahia, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Rondônia, Santa Catarina e São Paulo. Se considerarmos a região temos a região Sudeste com maior número (15), seguido por região Sul (7), Nordeste e Norte (1 em cada região). Destacamos que um perfil semelhante aparece nas publicações do ENEQ apresentadas anteriormente, mas com a diferença de que artigos provenientes de pesquisadores da região Centro-Oeste não foram encontrados.

Qual a finalidade do repolho roxo nos artigos?

Nos artigos publicados na QNEsc é possível encontrar proposições do uso do repolho roxo como indicador ácido-base, escala de pH em conjunto com indicadores e outras formas, como: análise de livro didático, equilíbrio químico, solubilidade etc. As finalidades do repolho roxo nos artigos são semelhantes às propostas apresentadas no ENEQ, prevalecendo seu uso como indicador ácido-base, desempenhando funções diferentes no experimento. A exemplo disso, podemos citar a demonstração de efeito tampão, equilíbrio de antocianinas em função da acidez e basicidade do meio, caráter de sais, equilíbrio químico, pH de alimentos.

Como forma de sintetizar os dados analisados e possibilitar a consulta dos artigos apresentamos um quadro síntese (Quadro 1), compilando as informações de acordo com a função atribuída ao repolho roxo nos artigos publicados.

Tendo como base o Quadro 1, destacamos que algumas propostas para a utilização do repolho roxo extrapolam a função deste como indicador ácido-base. Neste sentido, apontamos o artigo A6 que descreve um estudo de solução-tampão, empregando extrato de repolho roxo como indicador ácido-base) para verificação das capacidades tamponantes de vinagre branco e hidróxido de sódio comercial. Quando se adiciona hidróxido de sódio à solução de ácido acético (vinagre), ocorre a neutralização do ácido, e as variações do pH das soluções-tampão podem ser observadas com a utilização de indicadores ácido-base. As soluções-tampão são

soluções que resistem a mudanças de pH, quando a elas são adicionados ácidos ou bases, ou quando uma diluição ocorre. Isso se deve ao equilíbrio entre as espécies participantes do tampão, que é constituído de uma mistura de um ácido fraco e sua base conjugada ou de uma base fraca e seu ácido conjugado.

No artigo A7 os autores trazem uma proposta experimental com a intenção de contribuir para o ensino de conceitos de hidratação e hidrólise de sais, por meio de uma discussão funcional da determinação do pH da solução resultante. O experimento envolveu o preparo, padronização e diluição de soluções ácidas e básicas e a utilização do repolho roxo com indicador do pH, por exemplo, os sais cloreto de potássio e o nitrato de sódio não sofrem hidrólise, pois o pH da solução se mantém inalterado. No caso da solução de NH_4Cl há alteração de pH. Água e soluções de cloreto de potássio, nitrato de sódio, cloreto de amônio, acetato de sódio e hidrogenocarbonato de sódio também foram testadas.

No artigo A8 os autores abordam o tratamento dado nos livros didáticos às reações químicas, como “dupla troca”, e propõem uma atividade com os estudantes para solução de um problema, cuja intenção é minimizar a ideia de que estas reações são um simples deslocamento de íons. Aos estudantes são fornecidas 12 amostras de soluções de ácidos, bases e sais. Cada grupo recebe 8 frascos contendo soluções diferentes, identificadas por um código, com pelo menos 2 ácidos e 2 bases. As reações de neutralização foram estudadas misturando-se os ácidos e bases disponíveis, verificando-se o consumo dos íons H^+ e OH^- , por meio da mudança de cor utilizando: fenolftaleína, papel de tornassol, azul de bromotimol e extrato de repolho roxo ou beterraba.

Em A9 os autores apresentam a utilização de substâncias de baixo custo como forma de viabilizar a experimentação, por meio da titulação de reação de neutralização. Utilizam o ácido acetilsalicílico (AAS) e bicarbonato de sódio (NaHCO_3) como padrões primários para a padronização de

No período compreendido entre a primeira publicação da revista e o presente momento (25 anos) podemos encontrar 24 artigos que tratam de estudos, pesquisas e relatos e, nos quais, o repolho roxo está presente como proposta ou indicação, pois incluímos os artigos que mencionaram/indicaram o ‘repolho roxo’ no corpo do trabalho proposto [...].

Quadro 1: Síntese dos artigos publicados.

ID*	Título do artigo	Autoria	Função
A1	Estudando o equilíbrio ácido-base	GEPEQ (QNEsc, n. 1, p. 32-33, 1995)	Construção de uma <u>escala pH</u> com extrato de repolho roxo.
A2	Demonstração do efeito tampão de comprimidos efervescentes com extrato de repolho roxo	Lima; Battaglia; Guaracho; Infante (QNEsc, n. 1, p. 33-34, 1995)	Extrato de repolho roxo (<u>indicador</u>) e comprimido efervescente: conceito de solução-tampão.
A3	Experiência sobre solos	GEPEQ (QNEsc, n. 8, p. 39-41, 1998)	Extrato de repolho roxo (<u>indicador</u>) para a análise de pH do solo.
A4	Mudanças nas cores dos extratos de flores e do repolho roxo	Gouveia-Matos (QNEsc, n. 10, p. 6-10, 1999)	Análise dos princípios teóricos associados às mudanças de cores dos extratos de flores e do repolho roxo. <u>Artigo teórico.</u>
A5	Decomposição térmica do PVC e detecção do HCl utilizando um indicador ácido-base natural: uma proposta de ensino multidisciplinar	Marconato; Franchetti (QNEsc, n. 14, p. 40-34, 2001)	Extrato de repolho roxo como <u>indicador</u> para detectar a presença de HCl, produzido pela decomposição de um filme de PVC.
A6	Solução-tampão: uma proposta experimental usando materiais de baixo custo	Marconato; Franchetti; Pedro (QNEsc, n. 20, p. 59-62, 2004)	Solução-tampão empregando extrato de repolho roxo (<u>indicador ácido-base</u>) para verificação das propriedades de vinagre branco e hidróxido de sódio comercial para preparar tampões com diferentes capacidades tamponantes.
A7	Experimento simples e rápido ilustrando a hidrólise de sais	Fatibello-Filho; Wolf; Assumpção; Leite (QNEsc, n. 24, p. 30-34, 2006)	Soluções salinas e mudança de pH, visualizada com <u>indicador</u> de pH extraído do repolho roxo.
A8	Reações envolvendo íons em solução aquosa: uma abordagem problematizadora para a previsão e equacionamento de alguns tipos de reações inorgânicas	Nery; Liegel; Fernandez (QNEsc, n. 23, p. 14-18, 2006)	Em reações de neutralização, o repolho roxo foi empregado para acompanhar o consumo dos íons H^+ e OH^- por meio da mudança de cor de diferentes <u>indicadores</u> ácido-base.
A9	Padronização de soluções ácida e básica empregando materiais do cotidiano	Suarez; Ferreira; Fatibello-Filho (QNEsc, n. 25, p. 36-38, 2007)	Repolho roxo como <u>indicador</u> nas titulações de padronização de solução de ácido muriático com bicarbonato de sódio e soda cáustica comercial com ácido acetilsalicílico.
A10	Investigando componentes presentes no leite em uma atividade interativa	Zutin; Oliveira (QNEsc, n. 25, p. 39-42, 2007)	Investigação de alguns componentes presentes no leite com <u>indicador</u> de repolho roxo.
A11	Experimentos para identificação de íons ferro em medicamentos comerciais	Eleotério; Kiill; Sene; Ferreira; Hartwig (QNEsc, n. 26, p. 37-39, 2007)	Identificação de íons ferro em medicamentos para tratamento de anemia. Repolho roxo como <u>indicador</u> durante a neutralização dos resíduos.
A12	Catalisando a hidrólise da ureia em urina	Almeida; Bonafé; Stevanato; Souza; Visentainer; Matsushita; Visentainer (QNEsc, n. 28, p. 42-46, 2008)	Ilustrar a hidrólise da ureia na urina catalisada pela urease extraída de sementes de melancia: repolho roxo como <u>indicador</u> .
A13	Variação de pH em água mineral gaseificada	Ferreira; Hartwig; Oliveira (QNEsc, n. 30, p. 70-72, 2008)	Experimento sobre equilíbrio químico. O extrato de repolho roxo como <u>indicador</u> para substituir pHmetros.
A14	pH do solo: determinação com indicadores ácido-base no Ensino Médio	Antunes; Adamatti; Pacheco; Giovanela (QNEsc, v. 31, n. 4, p. 283-287, 2009)	Determinação do pH de solos. Sugestão de repolho roxo como <u>indicador</u> , caso não haja papel tornassol ou solução de fenolftaleína.
A15	O Projeto Água em Foco como uma proposta de formação no PIBID	Silva; Mortimer (QNEsc, v. 34, n. 4, p. 240-247, 2012)	Experimento com construção de uma <u>escala de pH</u> , utilizando o repolho roxo como <u>indicador</u> para determinar o pH da água da torneira e de outras amostras.
A16	Construção de uma célula eletrolítica para o ensino de eletrólise a partir de materiais de baixo custo	Sartori; Santos; Trench; Fatibello-Filho (QNEsc, v. 35, n. 2, p. 107-111, 2013)	Descrição de construção de uma célula eletrolítica. O repolho roxo utilizado como <u>indicador</u> na produção de íons hidroxila no cátodo.

Quadro 1: Síntese dos artigos publicados (cont.).

A17	Ações e reflexões durante o estágio supervisionado em química: algumas notas autobiográficas	Aguiar; Junior (QNEsc, v. 35, n. 4, p. 283-291, 2013)	Experimento com o extrato de repolho roxo como <u>indicador</u> para discutir o comportamento de ácidos e base.
A18	Estudo de ácidos e bases e o desenvolvimento de um experimento sobre a "força" dos ácidos	Zapp; Nardini; Coelho; Sangiogo (QNEsc, v. 37, n. 4, p. 278-284, 2015)	Discutir sobre o grau de ionização de ácidos de Arrhenius, empregando a <u>escala de pH</u> com <u>indicador</u> de repolho roxo.
A18	Estudo da solubilidade dos gases: um experimento de múltiplas facetas	Nichele; Zucolotto; Dias (QNEsc, v. 37, n. 4, p. 312-315, 2015)	Estudo da solubilidade de gases, com água mineral gaseificada e repolho roxo (<u>indicador</u>), para estudo da influência da temperatura na solubilidade de CO ₂ .
A20	Análise de alimentos: contextualização e interdisciplinaridade em cursos de formação continuada	Santos; Silva; Turci; Guerra; Diniz Júnior; Souza; Francisco; Souza; Santos; Rodrigues; Lima; Silva; Santos (QNEsc, v. 38, n. 2, p. 149-156, 2016)	Oficina sobre informações presentes nos rótulos de alimentos industrializados. Experimento com o extrato aquoso de repolho roxo para a determinação do pH de alimentos (<u>indicador</u>). Discussão dos resultados: ácidos em alimentos e deterioração de alimentos e mudança de pH.
A21	Uma sequência investigativa relacionada à discussão do conceito de Ácido e Base	Souza; Silva (QNEsc, v. 40, n. 4, p. 276-286, 2018)	Discussão de sequência didática investigativa, abordando os conceitos de ácido e base, em que o repolho roxo foi empregado como <u>indicador</u> .
A22	Interfaces disciplinares no Ensino de Ciências: uma perspectiva docente	Salgado; Moço; Silva (QNEsc, v. 41, n. 2, p. 200-209, 2019)	Oficina "O pH das coisas" por meio de atividade experimental de determinação de pH de sucos, refrigerantes e produtos de limpeza (domissanitários), empregando-se o repolho roxo como <u>indicador</u> .
A23	Ácidos e bases nos livros didáticos: ainda duas das quatro funções da química inorgânica?	Lima; Moradillo (QNEsc, v. 41, n. 3, p. 242-247, 2019)	Pesquisa em livros didáticos de Química (PNLD 2018) sobre classificação de ácidos e bases. Em um dos livros há menção do clássico experimento com extrato de repolho roxo. (citação)
A24	Célula solar na escola: como construir uma célula solar sensibilizada por corantes naturais	Christ; Almeida; Oliveira; Oliveira; Santos; Atz (QNEsc, v. 41, n. 4, p. 394-398, 2019)	Proposta de método simples de montagem de células solares sensibilizadas por corantes naturais. O repolho roxo é sugerido como <u>sensibilizador de placa solar</u> .

*ID: Identificador. Fonte: arquivo da pesquisa.

ácido muriático (HCl impuro) e soda cáustica (mistura de NaOH, Na₂CO₃ e NaCl). O repolho roxo é utilizado para identificar o ponto de viragem da titulação.

No artigo A12 são apresentados experimentos simples para abordar a cinética química, por meio da hidrólise da ureia em urina humana, catalisada pela urease, extraída de sementes de melancia. A enzima urease (ativa), em meio aquoso e em contato com o substrato, decompõe a ureia em amônia (NH₃) e dióxido de carbono (CO₂). O caráter ácido da molécula de CO₂, em água, se deve à formação do ácido carbônico, mas a solução fica verde (cor para meio básico com repolho roxo) devido ao aumento do pH da solução pela presença de amônia que, em meio aquoso, se ioniza, disponibilizando para a solução íons hidroxilas (OH⁻). Como a reação de decomposição da amônia libera uma quantidade de amônia duas vezes superior à quantidade de gás carbônico, o caráter predominante do meio reacional será básico, o que confere a coloração verde. O repolho roxo serve para identificar a basicidade do meio reacional.

A13 apresenta duas opções para uma atividade experimental envolvendo equilíbrio químico, baseadas em uma questão do vestibular da Universidade Estadual Paulista (UNESP). A questão aborda a solubilidade do gás carbônico (CO₂) com a água, possibilitando a discussão

sobre a interação do CO₂ com a água e sua importância em diferentes processos, como respiração, efeito estufa, extintores de incêndio, fotossíntese, hemoglobina do sangue, formação de estalactites e estalagmites etc. Na proposta, os autores apresentam um sistema formado por 2 garrafas PET pequenas. Em cada uma das garrafas é adicionado extrato de repolho roxo. Este é um indicador que em meio ácido assume coloração avermelhada/rosada e essa coloração pode ser verificada na garrafa contendo água com gás (devido à presença de H₂CO₃), enquanto na outra garrafa (sem gás) pode ser observada a coloração roxa, que é a cor do extrato do repolho. Com o passar do tempo, a coloração das garrafas sofre alteração, até que o equilíbrio seja estabelecido.

Os autores do artigo A18 descrevem um experimento com materiais de baixo custo, para o estudo da solubilidade de gases e a discussão de conceitos, tais como acidez e basicidade, equilíbrio químico, influência da temperatura e o princípio de Le Chatelier, utilizando água mineral gaseificada. O experimento consistiu no acompanhamento da variação de pH da amostra de água mineral gaseificada, quando submetida ao aquecimento. O procedimento apresenta uma ampla variação na faixa de pH e, como alternativa ao pHmetro, é utilizado o extrato de repolho roxo, o qual apresenta uma escala de

cores variada, conforme a acidez ou a basicidade do meio em que se encontra. A escala de pH com extrato de repolho roxo foi construída e serviu para observar a mudança de coloração com o aquecimento de água mineral gaseificada e extrato de repolho roxo.

Em A20 há um relato do desenvolvimento de uma oficina voltada para licenciandos e professores de Biologia e de Química, cujo tema foi “alimentos”, com ênfase nas informações presentes nos rótulos de alimentos industrializados. O extrato aquoso de repolho roxo foi empregado na determinação do pH de alimentos e gerou discussões acerca dos ácidos em alimentos e deterioração de alimentos e mudança de pH.

Em A24, os autores propõem uma atividade experimental de montagem de células solares sensibilizadas por corantes naturais e a utilização de materiais de baixo custo, para abordar o tema energia renovável no Ensino Básico. Para extração dos pigmentos foram utilizados beterraba (ralada, sem casca e crua), repolho roxo e sementes de urucum. O principal objetivo desse estudo foi proporcionar uma rota simples e detalhada para a montagem de células solares sensibilizadas por corantes naturais, que possa ser utilizada para fins didáticos. O repolho foi apenas citado como uma possibilidade de corante natural para o processo de sensibilização de células solares.

Comparando publicações do ENEQ e QNEsc

Ao comparar os veículos de divulgação de trabalhos, sendo um evento e uma revista específica da área de Ensino de Química é possível constatar que as publicações surgem 9 anos antes na revista QNEsc em relação ao ENEQ. Diante de tal panorama percebemos que a revista pode ter sido o propulsor de outros trabalhos na área de Ensino de Química, os quais podem ter feito parte de trabalhos posteriores no ENEQ.

Na Figura 1 apresentamos um gráfico comparativo entre o ENEQ e a QNEsc a respeito do número de publicações.

Se compararmos a função do repolho roxo presente nas publicações do ENEQ e da QNEsc podemos observar a predominância do repolho roxo como indicador ácido-base nos dois canais de divulgação. Observamos que no ENEQ temos 78 publicações e na revista QNEsc temos um total de 24 publicações, o que implica na diferença das barras representadas nos gráficos. Na figura 2 apresentamos o número total de publicações do ENEQ e QNEsc em relação a finalidade de emprego do repolho roxo.

Os precursores

Utilizar corantes em aulas de Química, principalmente no Ensino Básico, se tornou conhecido graças às publicações em

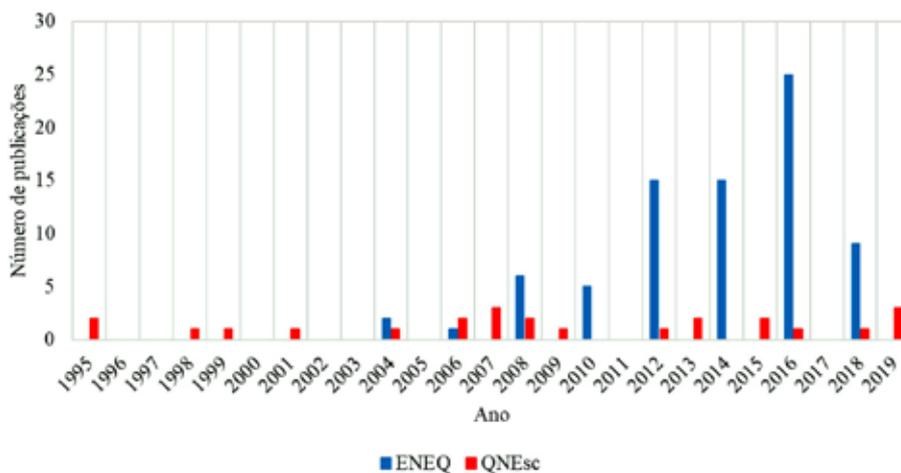


Figura 1: Comparação numérica de trabalhos/artigos no ENEQ e QNEsc. Fonte: arquivo da pesquisa.

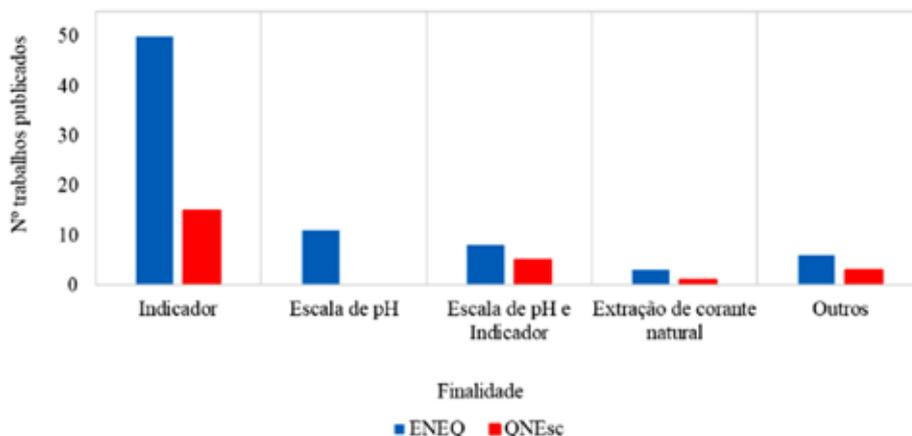


Figura 2: Finalidade do repolho roxo nas publicações do ENEQ e QNEsc. Fonte: arquivo da pesquisa.

revistas da área de Educação/Ensino. Os autores de artigos sobre o assunto compreendem que há vantagens que vão além do aspecto econômico, pois atividades com corantes naturais (no nosso caso, o repolho roxo) despertam, nos estudantes, a curiosidade, ao mesmo tempo em que se desmitifica que a Química é uma Ciência que produz e manipula substâncias incomuns, tóxicas e distantes do nosso cotidiano. Um estudante, ao visualizar a alteração de coloração, na presença de um indicador natural, fica surpreso com essa possibilidade.

Alguns autores têm se preocupado em explorar o potencial de corantes naturais para o Ensino de Química, sendo muito comum a presença do repolho roxo nas publicações da área de Ensino. No ano de 1995, o Grupo de Pesquisa em Educação Química (GEPEQ, 1995) apresentou uma proposta que empregava extrato de repolho roxo como indicador universal de pH, em artigo publicado na QNEsc. Na parte inicial do artigo, os autores trazem o objetivo da publicação: “Neste experimento é construída uma escala de padrões de pH utilizando extrato de repolho roxo como indicador, sendo feito com este a classificação de diferentes soluções aquosas de acordo com sua acidez ou basicidade”. (GEPEQ, 1995, p. 32). No mesmo ano e na mesma edição da QNEsc, Lima *et al.* (1995), pesquisadores do GEPEQ, utilizaram extrato de repolho roxo para demonstrar o efeito tampão de comprimidos efervescentes. Estes autores apresentam um experimento sobre o assunto. Acreditamos que estes dois artigos tornaram “popular” a utilização do repolho roxo como indicador de pH, em virtude de o público leitor da revista ser especialmente professores e acadêmicos de cursos de Licenciatura Química.

Assim como estas publicações, outras (conforme apresentadas no Quadro 1) apresentam as possibilidades do uso do repolho roxo em atividades experimentais didáticas para as aulas de Química. Destacamos que o repolho roxo é uma das possibilidades de emprego de plantas como indicador ácido-base. Outras plantas também podem ser utilizadas por professores em suas aulas, e com a mesma função.

Outros indicadores naturais: possibilidades para aulas de Química

Ao se fazer uma busca básica em publicações em revistas a respeito de indicadores naturais é possível encontrar um número razoável de possibilidades. Dentre elas, citamos a publicação de Couto *et al.* (1998), que apresentam em seu artigo quatro espécies de vegetais (experimento com flores) com possibilidades didáticas para demonstração do(a): 1. comportamento de substâncias naturais como indicadores em titulações para os sistemas ácido forte-base forte, ácido forte-base fraca, ácido fraco-base forte e ácido fraco base

fraca; 2. Lei de Lambert-Beer; 3. comportamento de indicadores visuais e a sua aplicação na determinação de pontos finais em titulações ácido-base.

Soares e Cavalheiro (2001) propõem a aplicação de extratos brutos de flores e casca de feijão preto em aulas experimentais de volumetria ácido-base. Estes extratos foram preparados e utilizados como indicadores alternativos no ensino quantitativo para a padronização de soluções de NaOH e na determinação do teor de ácido acético no vinagre. O efeito dos extratos foi comparado com indicadores convencionais e apresentaram bons resultados. Os autores afirmam que o uso destes indicadores foi muito atraente para os alunos que participaram da atividade.

Terci e Rossi (2002) apresentaram escalas de cores para diferentes pH, a partir dos extratos de amora, jabuticaba, jambolão e uva. Os autores sugerem essas substâncias como indicadores na forma de soluções ou papel. Os indicadores foram extraídos a partir de frutos ou cascas com o solvente etanol. Os papéis foram preparados pela imersão de papel filtro em soluções indicadoras de pH. Para os autores estes indicadores podem ser utilizados em conceitos elementares de Química.

Dias *et al.* (2003) extraíram pigmentos vegetais e, posteriormente, testaram como indicadores de pH. Neste trabalho, os autores desenvolveram um conjunto de experimentos baseados nas cores de substâncias presentes em alguns legumes (cenoura, beterraba, pimentão verde, amarelo e vermelho), que foram obtidos por meio da técnica de extração por solventes. Trouxeram a possibilidade de abordar conceitos químicos relacionados com a característica polar e apolar de substâncias, solubilidade, funções orgânicas, métodos de separação de misturas, equilíbrio ácido-base e indicadores de pH.

Cortes *et al.* (2007) estudaram titulações espectrofotométricas de sistemas ácido-base, utilizando extratos brutos de flores contendo antocianinas. Os autores propõem experimento com um espectrofotômetro simples com uma célula de fluxo caseiro e uma bomba para impulsionar fluídos ao longo do sistema. Os alunos devem ser estimulados para escolher o melhor comprimento de onda e acompanhar as alterações de cor durante a titulação.

Lucas *et al.* (2012) tiveram como objetivo estudar e relacionar os conteúdos procedimentais por meio do desenvolvimento e caracterização de um indicador universal natural (extrato de beterraba) com os fundamentos que envolvem os conceitos de ácido e base e a ação destes sobre indicadores de pH.

Palácio *et al.* (2012) apresentam as flores de hibisco (*Hibiscus rosasinensis*) e vinca (*Catharanthus roseus*) para construção de escalas de pH em solução e papel indicador utilizando extratos destas flores. As cores destas flores variam

Terci e Rossi (2002) apresentaram escalas de cores para diferentes pH, a partir dos extratos de amora, jabuticaba, jambolão e uva. Os autores sugerem essas substâncias como indicadores na forma de soluções ou papel. Os indicadores foram extraídos a partir de frutos ou cascas com o solvente etanol. Os papéis foram preparados pela imersão de papel filtro em soluções indicadoras de pH.

do branco ao vermelho e delas é possível extrair o pigmento por meio de extrato alcoólico. A vinca é uma planta bastante rústica e nasce facilmente em jardins. O hibisco também está presente em muitos jardins brasileiros, sendo bastante comum. Os valores de pH da escala construída com esses indicadores foram compatíveis com valores obtidos em aparelhos destinados à determinação de pH (pHmetro).

No ENEQ é possível encontrar algumas propostas para o uso de plantas no Ensino de Química. No ano de 2000, um trabalho propõe o uso de corante extraído da beterraba e betalaína em aulas do Ensino Médio (Lucas *et al.*, 2000). Ainda neste ano, há outra proposta de indicador extraído de flores de plantas ornamentais para a aplicação de ensaios colorimétricos (Coutinho *et al.*, 2002). Neste mesmo ano, outro trabalho com a utilização das flores de Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*) como indicador ácido-base (Benedetti *et al.*, 2002). No ENEQ do ano de 2012, o trabalho de utilização do extrato da casca da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) como alternativa de indicador natural para o ensino de ácidos e bases (Assis *et al.*, 2012) e de folha do algodão roxo (*Gossypium arboreum L.*) e do crajirú (*Arrabidaea chica*) como indicador alternativo para o ensino de ácido-base (Costa *et al.*, 2012).

Recentemente Queiroz *et al.* (2019) publicaram um artigo sobre materiais alternativos para aulas experimentais de Química, trazendo como possibilidade os indicadores: pitanga, bacada, heliconia e musaenda.

Diante deste levantamento é possível observar que há publicações com outros indicadores naturais (além do repolho roxo) e com outras abordagens (além do uso de indicador ácido-base e escalas de pH), que, ao que nos foi indicado por esta pesquisa, ainda são pouco utilizadas por professores, pesquisadores e acadêmicos de Química.

Considerações

Pesquisas bibliográficas, de modo geral, têm como objetivo reunir informações e dados sobre um determinado tema. É um modo de aprofundar um assunto ou apenas fazer um mapeamento de um tema. Assim pode-se traçar um histórico sobre o objeto de estudo e apontar caminhos futuros. Escolhemos o repolho roxo como objeto de estudo por entender que a presença deste tem sido amplamente utilizada no Ensino de Química, em especial nas atividades experimentais. Conseguimos encontrar um número expressivo de trabalhos que ainda podem ser estudados com maior detalhe, extraindo elementos como, por exemplo, abordagens didáticas presentes nas propostas apresentadas pelos autores em atividades que fazem uso do repolho roxo, relações entre pesquisas sobre indicadores e o repolho roxo,

potencialidades do uso de plantas nas aulas de Química, referências bibliográficas citadas nos trabalhos apresentados no ENEQ e outras.

Conseguimos encontrar um número expressivo de trabalhos que ainda podem ser estudados com maior detalhe, extraindo elementos como, por exemplo, abordagens didáticas presentes nas propostas apresentadas pelos autores em atividades que fazem uso do repolho roxo, relações entre pesquisas sobre indicadores e o repolho roxo, potencialidades do uso de plantas nas aulas de Química, referências bibliográficas citadas nos trabalhos apresentados no ENEQ e outras.

De outra parte é importante que educadores químicos tragam para as aulas do Ensino Básico e Superior (cursos de formação de professores) outras possibilidades de utilização de plantas em atividades didáticas. Também essas atividades podem ultrapassar a utilização de plantas como indicadores ácido-base, pois as plantas podem “servir” no Ensino de Química para estudos cromatográficos, destilações, extração de pigmentos, aromas etc. Indicamos também que as plantas podem ser

melhor utilizadas em aulas de Química, pois o seu acesso é fácil, sua manipulação é tranquila e seu descarte não gera contaminantes.

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 e pós-doutora em Educação pela Universidade Federal de São João del Rei. Docente do curso de Química licenciatura, do Programa de Pós-Graduação em Educação e do Programa de Educação em Ciências e Educação Matemática – PPGCEM da Unioeste. Cascavel, PR - BR. **Fernanda Oliveira Lima** (fernanda.lima@uffs.edu.br), licenciada e bacharel em Química pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, mestre em Química e doutora em Ciências pela Universidade Federal de Santa Maria Educação e pós-doutora em Educação em Ciências pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Docente do curso de Química licenciatura da Universidade Federal da Fronteira Sul. Realeza, PR - BR.

Referências

ASSIS, G. C.; SILVA, E. M. C. A.; MENDES, T. S. e SILVA NETO, J. L. A utilização do extrato da casca da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) como alternativa de indicador natural para o ensino de ácidos e bases. In: *Encontro Nacional de Ensino de Química*, XVI, 2012, Salvador/BA. Anais O Ensino de Química: consolidação dos avanços e perspectivas futuras. Salvador/BA: 2012.

CORTES, M. S.; RAMOS, L. A. e CAVALHEIRO, E. T. G. Títulos espectrofotométricas de sistemas ácido-base utilizando extrato de flores contendo antocianinas. *Química Nova*, v. 30, n. 4, p. 1014 - 1019, 2007.

COSTA, M. P.; SILVA, M. C. S.; MOURA, A. C. S.; ARAUJO, T. V. M. e LEMOS, R. G. Dois novos indicadores naturais como alternativas para o ensino de ácido e base. In: *Encontro Nacional de Ensino de Química*, XVI, 2012, Salvador/BA. Anais O Ensino de Química: consolidação dos avanços e perspectivas futuras. Salvador/BA: 2012.

COUTINHO, L. G. R.; LACERDA, G. W.; RAMOS, A. S. e COSTA, L. M. Aplicação de ensaios colorimétricos de plantas ornamentais na construção e caracterização de laboratório didático. In: *Encontro Nacional de Ensino de Química*, XI, 2002,

Recife/PE. Anais Ciência, Tecnologia, Ambiente e Sociedade na Educação Química: o desafio da interação. Recife/PE: 2002.

COUTO, A. B.; RAMOS, L. A. e CAVALHEIRO, E. T. G. Aplicação de pigmentos de flores no ensino de química. *Química Nova*, v. 21, n. 2, p. 221 - 227, 1998.

DIAS, M. V.; GUIMARÃES, P. I. C. e MERÇON, F. Corantes naturais: Extração e emprego como indicadores de pH. *Química Nova na Escola*, v. 17, n. 2, p. 27 - 31, 2003.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GEPEQ. Estudando o equilíbrio ácido-base. *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 32 - 33, 1995.

GOUVEIA-MATOS, J. A. M. Mudanças nas cores dos extratos de flores e do repolho roxo. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 6, n. 10, p. 6 - 10, 1999.

ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis, SC. *Anais eletrônicos*. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. Disponível em: <https://eneq2016.ufsc.br/anais/index.htm>, acesso em jul. 2021.

LIMA, V. A., BATTAGLIA, M.; GUARACHO, A. e INFANTE, A. Demonstração do efeito tampão de comprimidos efervescentes com extrato de repolho roxo. *Química Nova na Escola*, v. 1, n. 1, p. 33 - 34, 1995.

LUCAS, M.; CHIARELLO, L. M.; SILVA, A. R. e BARCELLOS, I. O. Indicador natural como material instrucional para o ensino de química. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 8, n. 1, p. 61 - 71, 2013.

LUCAS, M.; SILVA, A. R. e BARCELLOS, I. O. O uso da beterraba como metodologia para aprendizagem no Ensino Médio e Fundamental. In: *Encontro Nacional de Ensino de Química*, X, 2000, Porto Alegre/RS. Anais Educação em Química pela pesquisa: desafio para sala de aula. Porto Alegre/RS: 2000.

PALÁCIO, S. M.; OLGUIN, C. F. A. e CUNHA, M. B. Determinação de ácidos e bases por meio de extratos de flores. *Educación Química*, v. 23, n. 1, p. 41 - 44, 2012.

QUEIROZ, D. L.; MARTINS, A. C. e FERNANDES, C. C. Determinação de pH: utilização de materiais alternativos para ensino de química. *Scientia Naturalis*, v. 1, n. 1, p. 51 - 59, 2019.

SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. e ANTUNES, P. A. Aplicação de extratos brutos de flores de quaresmeira e azaleia e da casca de feijão preto em volumetria ácido-base. Um experimento para cursos de análise quantitativa. *Química Nova*, v. 24, n.3, p. 408 - 411, 2001.

TERCI, D. B. L. e ROSSI, A. V. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? *Química Nova*, v. 25, n. 4, p. 684 - 688, 2002.

Para saber mais sobre hidrólise de cátion e ânion

FATIBELLO-FILHO, O.; WOLF, L. D.; ASSUMPÇÃO, M. H. M.T. e LEITE, O. Experimento simples e rápido ilustrando a hidrólise de sais. *Química Nova na Escola*, v. 20, n. 24, p. 30 - 34, 2006.

Abstract: *The saga of red cabbage in teaching of chemistry.* Some plants can be used as natural indicators, as substances with color changing properties can be extracted from them, depending on the characteristics of the solution in which they are specified. One of these plants is the “red cabbage”, which, over the years, is part of the publications of the Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), and in the magazine Química Nova na Escola (QNEsc), constituting what we call here “The Saga of Red cabbage in Chemistry”. There are several works that bring red cabbage as a possibility for experimental activities in Chemistry, especially when used as an acid-base indicator and pH scale. In this study we analyzed how publications from the annals of the ENEQ from the year 1996 to 2018 (last ENEQ) and all publications of the New Chemistry magazine, which was launched in 1995. The sample was carried out by means of searching the keyword red cabbage. The main objective of this article is to present an overview of publications on the use of this plant in activities in the teaching of Chemistry.

Keywords: bibliographic research, experimentation, acid-base indicator.

Uma discussão sobre a descoberta do tecnécio à luz de alguns aspectos da natureza da Ciência

Lucas dos S. Fernandes

Este estudo parte do pressuposto que compreender a natureza da Ciência pode contribuir para a construção de conhecimentos sobre a Ciência. O objetivo do presente trabalho consiste em discutir a descoberta do tecnécio à luz de alguns aspectos da natureza do trabalho científico. Esse episódio histórico apresenta-se como um importante marco para o desenvolvimento da Tabela Periódica, uma vez que o tecnécio, previsto por Mendeleev, no final do século XIX, e por Moseley, no início do século XX, foi descoberto apenas em 1937 por Emílio Segrè e Carlo Perrier. A narrativa desse caso histórico apresenta potencial didático, pois evidencia algumas características essenciais da natureza da Ciência e poderá contribuir para que professores e estudantes desenvolvam visões mais adequadas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico.

► tecnécio, natureza da ciência, história da química ◀

Recebido em 15/04/2021, aceito em 26/10/2021

305

Compreender a natureza da Ciência tornou-se, desde o início do século XX, um dos objetivos mais relevantes do ensino das Ciências Naturais (Lederman e Lederman, 2019). A natureza da Ciência pode ser entendida como “um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico” (Moura, 2014, p. 32). A esse entendimento, podem ser incorporados ainda aspectos internalistas (método científico, relação teoria-experimento, etc.) e externalistas (contextos cultural, social, político, econômico, religioso, etc.).

Construir conhecimentos sobre a natureza da Ciência envolve reflexões relativas a aspectos da Ciência a que estudantes e professores não estão habituados, tendo em vista a emergência de diversas visões deformadas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico (Gil-Pérez *et al.*, 2001). A inserção da História e da Filosofia das Ciências no ensino de Ciências tem sido apontada como uma das formas de contribuir para a construção de conhecimentos sobre a natureza da Ciência por parte de estudantes e professores (Beltran e Saito, 2017).

Construir conhecimentos sobre a natureza da Ciência envolve reflexões relativas a aspectos da Ciência a que estudantes e professores não estão habituados, tendo em vista a emergência de diversas visões deformadas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico (Gil-Pérez *et al.*, 2001).

Para isso, podem ser utilizados estudos que privilegiem a análise profunda de episódios históricos com o objetivo de refletir sobre o processo de construção de conhecimentos científicos (Porto, 2010).

Assumindo essa abordagem didática, nesta pesquisa pretende-se discutir a história da descoberta do elemento químico denominado atualmente tecnécio ($Z = 43$). Nesse sentido, este estudo busca responder a seguinte questão:

Como a história da descoberta do tecnécio pode ser utilizada para discutir a natureza da Ciência?

Respondendo a essa questão, este estudo tem como objetivo discutir a descoberta do Tecnécio utilizando os seguintes aspectos sobre a natureza da Ciência: (i) o conhecimento científico é provisório; (ii) não existe um

único método científico; (iii) a relação teoria-experimento é complexa, não há uma relação direta do tipo causa-efeito entre esses domínios; (iv) a Ciência é influenciada por fatores sociais, políticos, econômicos, culturais e religiosos do período em que foi construída; (v) aspectos subjetivos dos cientistas (imaginação, criatividade, preconceitos, crenças, etc.) afetam o conhecimento científico produzido por eles (Moura, 2014). Embora outros aspectos sobre a natureza do conhecimento científico possam ser acrescentados

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

(Lederman e Lederman, 2019), acreditamos que estes são adequados, se discutidos de forma profunda, para introduzir algumas das principais características da natureza da Ciência.

Contexto histórico das previsões sobre o tecnécio

O elemento químico denominado atualmente tecnécio, previsto por Mendeleev em 1871, e por Moseley em 1914, teve sua descoberta anunciada três vezes ao longo do século XX, por diferentes cientistas, conforme o Quadro 1. O primeiro anúncio foi feito em 1908 pelo químico japonês Masataka Ogawa, que afirmou ter encontrado um novo elemento químico em amostras de minerais. O segundo anúncio surgiu em 1925, a partir dos estudos geoquímicos realizados pelos cientistas alemães Ida Tacke, Walter Noddack e Otto Berg. O terceiro anúncio veio da Itália em 1937, proveniente da análise realizada por Emílio Segrè e Carlo Perrier de uma chapa metálica oriunda de um ciclotron.

Até a segunda década do século XX, alguns elementos químicos previstos por Mendeleev (1834-1907) em sua versão da Tabela Periódica, publicada em 1871, ainda não haviam sido descobertos. O químico russo organizava os elementos químicos em ordem crescente de peso atômico. Entre as previsões de Mendeleev estavam o *eka*-manganês e o *dvi*-manganês (Mendeleev, 1871), situados abaixo do manganês (Mn) na Tabela Periódica.

Em 1913, enquanto bombardeava diversos núcleos atômicos com feixes de elétrons de alta energia, o físico britânico Henry Moseley (1887-1915) observou que a frequência dos

raios-x emitidos era diferente para cada elemento químico (Moseley, 1913). Dessa forma, “ele mostrou que as raízes quadradas das frequências das radiações características emitidas podem estar ligadas a um número ordinal [número atômico ou de cargas positivas no núcleo] que define a posição de cada elemento na tabela periódica” (Egdell e Bruton, 2020, p. 2).

Após a descoberta de Moseley, os elementos químicos passaram a ser organizados em ordem crescente de número atômico. Além disso, a partir de seus experimentos foram

previstos alguns elementos químicos que ainda não haviam sido descobertos, especificamente os de número atômico 43, 61, 72 e 75 (Moseley, 1914). No ano seguinte a essas descobertas, Moseley foi morto, aos 28 anos, em combate durante a Primeira Guerra Mundial. Posteriormente, foi sugerido que o elemento químico de número atômico 43 fosse chamado de mosélio em sua homenagem (Zingales, 2005). Esse elemento, denominado atualmente tecnécio,

foi ainda chamado de masúrio e de nipônio por seus supostos descobridores ao longo do século XX.

A descoberta do masúrio e do rênio

O químico alemão Walter Noddack (1893-1960) estudou na Universidade de Berlim, onde concluiu o curso de Química em 1919 e o doutorado em Físico-Química em 1920. No ano seguinte, Noddack conheceu uma jovem doutora em Química Orgânica que admirava seu trabalho, Ida Eva Tacke (1896-1978). Desde então, eles se aproximaram e começaram um projeto de pesquisa visando a descoberta de novos elementos químicos (Habashi, 1997). Em 1923,

Até a segunda década do século XX, alguns elementos químicos previstos por Mendeleev (1834-1907) em sua versão da Tabela Periódica publicada em 1871 ainda não haviam sido descobertos. O químico russo organizava os elementos químicos em ordem crescente de peso atômico. Entre as previsões de Mendeleev estavam o *eka*-manganês e o *dvi*-manganês (Mendeleev, 1871), situados abaixo do manganês (Mn) na Tabela Periódica.

Quadro 1: Previsões, anúncios de descoberta e nomes do elemento químico de número atômico 43.

Cientista(s) (Ano)	Descrição do Evento	Nome Dado ao Elemento (Símbolo)
Dmitri Mendeleev (1871)	Previsão da descoberta de um novo elemento químico com massa atômica igual a 100.	eka-manganês (Em)
Henry Moseley (1914)	Previsão da descoberta de um novo elemento químico de número atômico igual a 43.	moseleio ou mosélio (Ms)
Masataka Ogawa (1908)	Anúncio da descoberta de um novo elemento químico em amostras de torianita (ThO ₂).	nipônio (Np)
Ida Noddack / Walter Noddack (1925)	Anúncio da descoberta de um novo elemento em amostras de columbita [(Fe,Mn)Nb ₂ O ₆], esperrillita (PtAs ₂), gadolinita [(Y ₂ FeBe ₂ (SiO ₄) ₂ O ₂) e fergusonita [(Y,Er,Ce,Fe)NbO ₄].	masúrio (Ma)
Emílio Segrè / Carlo Perrier (1937)	Anúncio da descoberta do elemento químico de número atômico 43 produzido a partir do bombardeamento de uma chapa de molibdênio (Mo) com deutério (² H ₁).	tecnécio (Tc)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Noddack tornou-se chefe do Departamento de Química do Instituto Imperial de Física e Tecnologia e admitiu Tacke como pesquisadora (Van Tiggelen e Lykknes, 2012).

Entre 1921 e 1923, Noddack e Tacke revisaram a literatura sobre métodos analíticos de identificação e isolamento de metais de transição, mais especificamente aqueles próximos ao manganês, pois o objetivo era descobrir os dois elementos químicos localizados abaixo desse metal na Tabela Periódica. Esses estudos orientaram a busca em minérios de metais de transição próximos ao manganês. Outros pesquisadores, por sua vez, buscavam descobrir esses elementos apenas em minérios de manganês (Habashi, 1997).

Análises geoquímicas evidenciaram a descoberta de dois elementos químicos. O primeiro, $Z = 43$, segundo os alemães, foi encontrado em amostras de columbita $[(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Nb}_2\text{O}_6]$, esperrilita (PtAs_2) , gadolinita $[(\text{Y}_2\text{FeBe}_2(\text{SiO}_4)_2\text{O}_2)]$ e fergusonita $[(\text{Y}, \text{Er}, \text{Ce}, \text{Fe})\text{NbO}_4]$. O segundo, $Z = 75$, foi identificado nos minerais columbita, tantalita $[(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Ta}_2\text{O}_6]$ e wolframita $[(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4]$ (Noddack e Tacke, 1925).

Para consolidar a descoberta era necessário caracterizar os novos elementos químicos por meio da espectroscopia de raios-x, técnica criada por Moseley em 1913. Essa parte do trabalho foi realizada por Tacke e pelo químico alemão Otto Berg (1873-1939), um experiente espectroscopista. Por volta da metade de 1925, veio o resultado esperado: foram detectados comprimentos de onda de raios-x que, segundo eles, não poderiam ser atribuídos a nenhum elemento químico conhecido (Berg e Tacke, 1925). Ao elemento químico de número atômico 43 foi dado o nome masúrio (Ma), menção à Masúria, terra onde viveram os ancestrais de Noddack. O elemento químico de número atômico 75 recebeu o nome de rênio (Re), alusão ao Reno, principal rio da região onde Tacke nasceu (Scerri, 2020).

A descoberta do masúrio e do rênio, em 1925, e o casamento de Noddack e Tacke, em 1926, parecia o final feliz para um romance científico. Porém, a realidade foi diferente. Enquanto a descoberta do rênio foi aceita sem maiores dificuldades, a do masúrio foi contestada pela comunidade científica. Em 1929, o casal Noddack conseguiu isolar 1 g de rênio, o suficiente para determinar suas propriedades físicas e químicas. Por outro lado, o isolamento do masúrio mostrou-se uma tarefa praticamente impossível (Van Tiggelen e Lykknes, 2012).

Um casal de cientistas em apuros

Tacke e Berg produziram apenas uma placa com o espectro de raios-x do masúrio cujos dados foram publicados (Berg e Tacke, 1925). Amostras desse elemento em quantidade suficiente para determinar suas propriedades físicas

e químicas não puderam ser produzidas nem por eles, nem por outros pesquisadores. Durante uma viagem à Alemanha, em 1937, o físico italiano Emílio Segrè visitou o laboratório dos Noddack. Ao ser questionado por Segrè sobre o espectro do masúrio, Noddack afirmou que a única placa havia sido destruída acidentalmente (Segrè, 1993).

Inicialmente, os dados do espectro de raios-x foram contestados alegando-se que as linhas espectrais poderiam ser associadas a outros elementos químicos conhecidos (Zingales, 2005). Posteriormente, em 1934, o físico austríaco Josef Mattauch estabeleceu uma regra de seleção na qual afirmava não ser possível a existência natural de isóbaros de elementos químicos com números atômicos consecutivos (Mattauch, 1934). Portanto, o masúrio não poderia ocorrer naturalmente, pois a massa atômica prevista (95 a 101) já estava associada a isótopos dos elementos molibdênio ($Z = 42$) e rutênio ($Z = 44$).

Dessa maneira, considerações de natureza teórica (regra dos isóbaros de Mattauch) e prática (espectro de raios-x, isolamento e determinação das propriedades físicas e químicas) levaram a descoberta do masúrio ao descrédito pela comunidade científica.

Do masúrio ao tecnécio

Em 1937, o físico italiano Emilio Segrè (1905-1989) recebeu, em seu laboratório na Universidade de Palermo (Itália), uma chapa de molibdênio bombardeada com deutério ($H: Z = 1, A = 2$) que fazia parte do ciclotron do físico estadunidense Ernest Lawrence (1901-1958). Ao analisá-la, Segrè observou que uma das faces era mais radioativa que as demais (Segrè, 1993). Nesse momento, ele suspeitou que essa radiação fosse emitida por um isótopo radioativo do elemento químico de número atômico 43, anunciado por Noddack, Tacke e Berg em 1925. A suspeita de Segrè era plausível, uma vez que a chapa de molibdênio ($Z = 42$), ao ser bombardeada com deutério, poderia produzir elementos químicos

de número atômico próximos a 43, tais como zircônio ($Z = 40$) e nióbio ($Z = 41$) (Zingales, 2005).

Segrè dissolveu a face mais radioativa da chapa de molibdênio em uma solução ácida e partiu para as operações analíticas de separação. Nessa etapa do trabalho ele pediu a colaboração do experiente químico italiano Carlo Perrier (1886-1948). Após diversas operações analíticas delicadas, Segrè e Perrier obtiveram uma solução ácida cuja atividade radioativa poderia ser atribuída a alguns isótopos do elemento químico de número atômico 43 (Zingales, 2005). Até então, nem os Noddack na Alemanha, tampouco Segrè e Perrier na Itália, conseguiram isolar uma quantidade suficiente de

A descoberta do masúrio e do rênio, em 1925, e o casamento de Noddack e Tacke, em 1926, parecia o final feliz para um romance científico. Porém, a realidade foi diferente. Enquanto a descoberta do rênio foi aceita sem maiores dificuldades, a do masúrio foi contestada pela comunidade científica. Em 1929, o casal Noddack conseguiu isolar 1 g de rênio, o suficiente para determinar suas propriedades físicas e químicas. Por outro lado, o isolamento do masúrio mostrou-se uma tarefa praticamente impossível (Van Tiggelen e Lykknes, 2012).

elemento químico de número atômico 43 para determinar suas propriedades ou produzir um espectro de raios-x.

No ano seguinte, Segrè foi para os Estados Unidos e, trabalhando com outros físicos no laboratório da Universidade da Califórnia em Berkeley, descobriu um novo isótopo do elemento de número atômico 43. Com o espectro de raios-x desse isótopo, Segrè pôde então reivindicar para ele e Perrier a descoberta do elemento químico 43 (Zingales, 2005). Somente após a Segunda Guerra Mundial, o novo elemento químico recebeu o nome tecnécio (Tc), derivado da palavra grega que significa artificial (*τεχνητός*), por ter sido o primeiro isótopo de um elemento químico desconhecido criado artificialmente.

A síntese do tecnécio pode ser considerada uma descoberta, uma vez que esse elemento químico foi produzido artificialmente? Sim, uma vez que, considerando o contexto científico em que Segrè e Perrier o sintetizaram, é possível afirmar que o tecnécio passou a existir após ser descoberto, não o contrário. O mesmo raciocínio, por extensão, pode ser aplicado aos demais elementos químicos produzidos sinteticamente (Kragh, 2019).

Do tecnécio ao masúrio?

Até meados da década de 1950, acreditava-se que o elemento químico de número atômico 43 não poderia ser encontrado na crosta terrestre porque seria um radionuclídeo de meia-vida relativamente curta que já teria decaído e se transformado em outros elementos químicos (Scerri, 2020). Corroborando essa teoria, Segrè obteve tecnécio artificialmente a partir da fissão nuclear do urânio (U) em 1940 (Zingales, 2005).

Posteriormente, dados espectrais de algumas estrelas revelaram a existência de tecnécio (Merrill, 1952). Essa descoberta motivou novos estudos com o objetivo de identificá-lo em minérios da crosta terrestre. A primeira evidência da ocorrência natural desse elemento químico surgiu quando pesquisadores encontraram traços de tecnécio na pechblenda (minério de urânio – U_3O_8) extraída do Congo Belga (Kenna e Kuroda, 1961). Posteriormente, outros trabalhos confirmaram a presença de tecnécio na pechblenda, mas em quantidades ínfimas (Herrmann, 1989).

A ocorrência de tecnécio em minérios de urânio foi a principal evidência utilizada por alguns cientistas para reivindicar o crédito de Noddack, Tacke e Berg pela descoberta do masúrio (Armstrong e Assche, 1999). Para o físico belga Pieter Van Assche (1988), o decaimento natural do urânio em amostras minerais poderia ter produzido o masúrio

detectado por Noddack, Tacke e Berg em 1925. No entanto, outros cientistas contestam essa teoria, argumentando que a quantidade de urânio nos minérios analisados por Noddack e Tacke era muito pequena para produzir uma quantidade de masúrio detectável com os instrumentos de análise da época (Herrmann, 1989; Kuroda, 1989).

Atualmente, os historiadores da Ciência reconhecem Segrè e Perrier como os descobridores do elemento químico de número atômico 43 (Scerri, 2020; Fontani, Costa e Orna, 2015). No entanto, considerando a natureza provisória do conhecimento científico, o debate permanece aberto em face de novas evidências que fomentem esse debate científico.

Do tecnécio ao nipônio?

Em 1904, o químico japonês Masataka Ogawa (1865-1930) foi a Londres estudar sob orientação de William Ramsay (1852-1916), químico escocês descobridor dos gases nobres. Ogawa recebeu uma amostra de torianita (ThO_2) para analisar e encontrou evidências de um novo elemento químico, principalmente uma linha espectral ($\lambda = 4882 \text{ \AA}$) que, segundo ele, não poderia ser atribuída a nenhum elemento químico conhecido (Yoshihara, 1997). Ramsay sugeriu que o nome do novo elemento fosse uma homenagem ao país do seu descobridor (Kaji, 2015). Ogawa anunciou a descoberta em 1908 e o nome escolhido foi nipônio (Np), derivado de *Nippon*, nome japonês do Japão. Ogawa ainda afirmou ter encontrado nipônio nos minerais molibdenita (MoS_2) e ferberita ($FeWO_4$).

Após calcular o peso atômico do nipônio ($A = 100$), Ogawa definiu que seu lugar na Tabela Periódica seria abaixo do manganês. Porém, além de Ogawa, nenhum outro cientista conseguiu isolar o nipônio a partir de minérios e consequentemente caracterizá-lo por meio de técnicas espectroscópicas (Scerri, 2013). Por esse motivo, a descoberta do nipônio foi desacreditada pela comunidade científica da época e caiu no esquecimento.

Desde o final do século XX, o cientista japonês, Kenji Yoshihara, vem reivindicando que Ogawa é descobridor de um elemento químico (Yoshihara, 1997). No

entanto, o elemento reivindicado não é o tecnécio, mas o rênio, metal de transição localizado abaixo do tecnécio na Tabela Periódica (Yoshihara, 2008).

Os argumentos a favor da descoberta de Ogawa são três: (i) uma das linhas espectrais do nipônio ($\lambda = 4882 \text{ \AA}$) pode ser atribuída ao rênio ($\lambda = 4889 \text{ \AA}$), considerando uma margem de erro experimental de aproximadamente 10 \AA ; (ii) recalculando a massa atômica do nipônio ($A = 185,2$) utilizando a valência correta seria possível chegar perto da

No ano seguinte, Segrè foi para os Estados Unidos e, trabalhando com outros físicos no laboratório da Universidade da Califórnia em Berkeley, descobriu um novo isótopo do elemento de número atômico 43. Com o espectro de raios-x desse isótopo, Segrè pôde então reivindicar para ele e Perrier a descoberta do elemento químico 43 (Zingales, 2005). Somente após a Segunda Guerra Mundial, o novo elemento químico recebeu o nome tecnécio (Tc), derivado da palavra grega que significa artificial (*τεχνητός*), por ter sido o primeiro isótopo de um elemento químico desconhecido criado artificialmente.

massa atômica do rênio ($A = 186,2$); (iii) O rênio pode ser encontrado em amostras de molibdenita (Yoshihara, 1997).

Todavia, mesmo que a amostra apresentasse rênio, não é possível afirmar que Ogawa o tenha isolado e caracterizado a partir das evidências disponíveis (Scerri, 2013). Além disso, do ponto de vista experimental, separar molibdênio e rênio em uma amostra mineral seria praticamente impossível na época, pois a cromatografia com coluna de alumina, principal técnica de separação desses elementos, ainda não havia sido desenvolvida (Kaji, 2015).

As reivindicações da descoberta do nípônio vêm de cientistas japoneses (Fontani; Costa e Orna, 2015), principalmente de Yoshihara, o que pode indicar nacionalismo (Scerri, 2013). Contudo, os argumentos apresentados são considerados inconsistentes por cientistas e historiadores da Ciência (Kaji, 2015; Scerri, 2013; Habashi, 1997; Herrmann, 1989).

A descoberta do tecnécio e a natureza da Ciência

Até o início da década de 1960, a comunidade científica acreditava que o tecnécio não poderia ocorrer naturalmente na crosta terrestre, pois seu núcleo instável já havia se transformado em outros elementos químicos por meio de decaimento radioativo. Posteriormente, cientistas encontraram traços de tecnécio na pechblenda (Kenna e Kuroda, 1961). Essa nova evidência abriu caminho para as reivindicações sobre a descoberta do elemento químico de número atômico 43 por Noddack, Tacke e Berg em 1925. Nesse sentido, o reconhecimento da ocorrência do tecnécio na crosta terrestre mostra que o conhecimento científico é passível de mudança em face de novas evidências.

A história do tecnécio ilustra dois métodos científicos distintos para a descoberta desse elemento químico. O método geoquímico, utilizado por Ogawa e por Noddack e Tacke, consistiu na análise química de amostras de minerais. Por outro lado, Segrè e Perrier analisaram uma amostra produzida sinteticamente, uma chapa de molibdênio bombardeada com deutério. A utilização desses dois métodos mostra que não há um único método científico (Gil-Pérez *et al.*, 2001).

Noddack e Tacke direcionaram sua pesquisa para minérios que continham elementos próximos ao manganês porque eles buscavam descobrir os dois elementos químicos situados abaixo dele na Tabela Periódica. A existência desses elementos já havia sido prevista por Mendeleev e Moseley. Da mesma forma, Segrè analisou uma chapa de molibdênio bombardeada com deutério, sabendo que a irradiação poderia ter produzido o elemento químico de número atômico 43. O direcionamento preliminar dessas pesquisas demonstra que os cientistas possuíam *a priori* a hipótese de que poderiam encontrar o elemento químico 43 nas amostras analisadas. Dessa forma,

Até o início da década de 1960, a comunidade científica acreditava que o tecnécio não poderia ocorrer naturalmente na crosta terrestre, pois seu núcleo instável já havia se transformado em outros elementos químicos por meio de decaimento radioativo. Posteriormente, cientistas encontraram traços de tecnécio na pechblenda (Kenna e Kuroda, 1961).

observa-se que a hipótese orientou o trabalho experimental, demonstrando a complementariedade entre teoria e prática (Moura, 2014).

O contexto político e social da Alemanha, por volta de 1930, influenciou decisivamente as pesquisas de Noddack e Tacke, tendo em vista que o governo nazista financiava suas pesquisas (Habashi, 1997). Sem esse incentivo, a carreira deles seria prejudicada, como foi a de cientistas judeus que fugiram para outros países durante a ascensão do nazismo na Alemanha (Lise Meitner, Albert Einstein, Max Born, entre outros.). Nessa época, o trabalho feminino era desestimulado, inclusive o científico. Contudo, Ida Noddack teve uma carreira científica de sucesso, mesmo trabalhando como pesquisadora sob as condições de trabalho oferecidas a seu marido e quase sempre sem remuneração (Van Tiggelen e Lykknes, 2012).

As crenças pessoais do casal Noddack, especialmente o nacionalismo, refletiram diretamente no trabalho científico desenvolvido por eles. Isso pode ser observado na escolha dos nomes dos elementos químicos que eles anunciaram ter descoberto. No caso do masúrio, essa designação alude à Masúria, região em que viveram os parentes de Walter Noddack e que foi palco de um massacre do exército alemão contra soldados russos durante a Primeira Guerra Mundial (Zingales, 2005). A escolha desse nome causou desconforto na comunidade científica e contribuiu para o ostracismo científico do casal Noddack (Habashi, 1997).

Considerações finais

O episódio histórico apresentado neste estudo mostrou-se relevante para ilustrar alguns aspectos da natureza da Ciência. No entanto, a discussão realizada não esgota as possibilidades de análise, visto que outros aspectos da natureza da Ciência poderiam ter sido abordados, tais como: a dimensão coletiva do trabalho científico, o papel exercido pela comunidade científica, a reprodutibilidade dos experimentos, etc.

A discussão sobre a descoberta do tecnécio à luz de alguns aspectos da natureza da Ciência contemporânea evidencia a complementariedade entre a História e a Filosofia da Ciência, uma vez que a construção histórica dos conhecimentos científicos é mais bem compreendida com o auxílio da Epistemologia. No contexto escolar, a discussão desse caso histórico poderá contribuir para que professores e estudantes desenvolvam visões mais adequadas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico.

Lucas dos Santos Fernandes (lucas.fernandes@univasf.edu.br), licenciado em Química e mestre em Ensino de Ciências pela UFRPE, doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela UFBA/UEFS. Atualmente é professor Adjunto no Colegiado de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), campus Serra da Capivara. São Raimundo Nonato, PI – BR.

Referências

- ARMSTRONG, J. T. e VAN ASSCHE, P. H. M. The disputed discovery of element 43: a reexamination of an elegante early use of wavelength-dispersive x-ray microanalysis. *Microscopy & Microanalysis*, v. 5, n. 2, p. 84-85, 1999.
- BELTRAN, M. H. R. e SAITO, F. Algumas propostas para contribuir na formação do cidadão crítico. In: BELTRAN, M. H. R. e TRINDADE, L. S. P. (Orgs.). *História da Ciência e Ensino: abordagens interdisciplinares*. São Paulo: Livraria da Física, 2017. p. 17-42.
- BERG, O. e TACKE, I. Röntgenspektroskopischer teil. *Naturwissenschaften*, v. 13, n. 26, p. 571-574, 1925.
- EGDELL, R. G. e BRUTON, E. Henry Moseley, X-ray spectroscopy and the periodic table. *Philosophical Transactions A*, v. 378, n. 2180, p. 1-33, 2020.
- FONTANI, M.; COSTA, M. e ORNA, M. V. *The Lost Elements: the Periodic Table's shadow side*. New York: Oxford University Press, 2015.
- GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A. e PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- HABASHI, F. Ida Noddack: proposer of nuclear fission. In: RAYNER-CANHAM, M. F. e RAYNER-CANHAM, G. W. (Eds.). *A Devotion to Science: pioneer women of radioactivity*. Philadelphia: Chemical Heritage Foundation, 1997. p. 217-225.
- HERRMANN, G. Technetium or Masurium - a comment on the history of element - 43. *Nuclear Physics A*, v. 505, n. 2, p. 352-360, 1989.
- KAJI, M. Chemical classification and the response to the Periodic Law of elements in Japan in the nineteenth and early twentieth centuries. In: KAJI, M.; KRAGH, H. e PALLÓ, G. (Eds.). *Early Responses to the Periodic System*. Oxford University Press, 2015. p. 283-304.
- KENNA, B. T. e KURODA, P. K. Isolation of naturally occurring Technetium. *Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry*, v. 23, n. 1-2, p. 142-144, 1961.
- KRAGH, H. Controversial elements: priority disputes and the discovery of chemical elements. *Substantia*, v. 3, n. 2, p. 79-90, 2019.
- KURODA, P. K. A note on the discovery of Technetium. *Nuclear Physics A*, v. 505, n. 1, p. 178-182, 1989.
- LEDERMAN, N. G. e LEDERMAN, J. S. Teaching and learning nature of scientific knowledge: is it déjà vu all over again? *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, v. 1, n. 6, p. 1-9, 2019.
- MATTAUCH, J. Zur systematik der isotopen. *Zeitschrift für Physik*, v. 91, p. 361-371, 1934.
- MENDELEEV, D. Die periodische gessetzmässigkeit der chemischen elements. *Annalen der Chemie und Pharmacie*, v. 8, p. 133-229, 1871.
- MERRILL, P. W. Spectroscopic observations of stars of class s. *The Astrophysical Journal*, v. 116, p. 21- 26, 1952.
- MOSELEY, H. G. J. The high-frequency spectra of the elements. *Philosophical Magazine*, v. 26, n. 156, p. 1024-1034, 1913.
- MOSELEY, H. G. J. The highfrequency spectra of the elements. Part II. *Philosophical Magazine*, v. 27, n. 160, p. 703-713, 1914.
- MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação coma História e Filosofia da Ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.
- NODDACK, W. e TACKE, I. Die Ekamanganese. *Naturwissenschaften*, v. 13, n. 26, p. 567-571, 1925.
- PORTO, P. A. História e Filosofia da Ciência no ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. (Orgs.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 159-180.
- SCERRI, E. *A Tale of Seven Elements*. New York: Oxford University Press, 2013.
- SCERRI, E. *The Periodic Table: its story and its significance*. 2. ed. New York: Oxford University Press, 2020.
- SEGRÈ, E. *A Mind Always in Motion: the autobiography of Emilio Segrè*. Berkeley: University of California Press, 1993.
- VAN TIGGELEN, B. e LYKKNES, A. Ida and Walter Noddack through better and worse: an arbeitgemeinschaft in Chemistry. In: LYKNESS, A.; OPITZ, D. L. e VAN TIGGELEN, B. (Eds.). *For Better or For Worse? collaborative couples in the Sciences*. Basel: Birkhäuser, 2012. p. 103-147.
- VAN ASSCHE, P. H. M. The ignored discovery of the element Z =43. *Nuclear Physics A*, v. 480, n. 2, p. 205-214, 1988.
- YOSHIHARA, H. K. Nipponium, the element ascribed to Rhenium from the modern chemical viewpoint. *Radiochimica Acta*, v. 77, p. 9-13, 1997.
- YOSHIHARA, H. K. Nipponium as a new element (Z = 75) separated by the Japanese chemist, Masataka Ogawa: a scientific and science historical re-evaluation. *Proceedings of the Japan Academy, Ser. B, Physical and Biological Sciences*, v. 84, n. 7, p. 232-245, 2008.
- ZINGALES, R. From Masurium to Trinacrium: the troubled story of element 43. *Journal of Chemical Education*, v. 82, n. 2, p. 221-227, 2005.

Abstract: A discussion on the discovery of technetium in light of some aspects of the nature of Science. This study is based on the assumption that understanding the nature of Science can contribute to the construction of knowledge about Science. The aim of this work is to discuss the discovery of technetium in light of some aspects of the nature of scientific work. This historical episode presents itself as an important milestone for the development of the Periodic Table, since technetium, predicted by Mendeleev at the end of the 19th century, and by Moseley, at the beginning of the 20th century, was only discovered in 1937 by Emilio Segrè and Carlo Perrier. The narrative of this historical case has didactic potential, as it highlights some essential characteristics of the nature of Science and may help teachers and students to develop more adequate views on scientific and technological development.

Keywords: Technetium, Nature of Science, History of Chemistry.

Estudo das funções da química orgânica com o uso do kit molecular de aprendizagem Atomlig

Renato K. Zanqui, Emily L. Borghi, Maryze L. Passos e Isaura Alcina M. Nobre

Desenvolver em sala de aula práticas alternativas à abordagem tradicional vem se tornando uma realidade no ensino de química. O lúdico é um caminho para a elucidação de práticas inovadoras que incentivem o interesse em aprender. Assim, o kit molecular Atomlig 107 pode ser usado em atividades escolares abordando conteúdos da química tais como as funções orgânicas. Este trabalho tem caráter qualitativo e realizou-se com um grupo de estudantes da terceira série do ensino médio de uma escola estadual. Para análise foi usado uma atividade de verificação da aprendizagem, além da própria observação do professor em sala. Essa abordagem evidenciou a possibilidade de combinar instrumentos e que atividades lúdicas, quando elaboradas com intenção pedagógica, contribuem com a aprendizagem. Além disso, as práticas pedagógicas diversificadas também contribuem para aproximar os estudantes dos conceitos químicos de forma interativa e sendo um complemento ao livro didático e às aulas expositivas.

► kit molecular Atomlig, modelagem no ensino, funções orgânicas ◀

Recebido em 22/12/2020, aceito em 19/05/2021

311

No ensino dos conteúdos da química orgânica, tem-se habitualmente por parte dos estudantes, uma dificuldade na identificação e visualização tridimensional das moléculas das funções químicas orgânicas e, por parte dos professores, o desafio da demonstração dessas moléculas para entendimento desses estudantes.

“A Química pode ser definida como ciência que estuda a composição e as propriedades dos materiais. De maneira mais detalhada, devemos considerar a constituição íntima dos materiais (incluindo átomos, íons, ligações químicas, moléculas etc.), as propriedades físicas daí decorrentes (temperaturas de fusão e ebulição, solubilidade, condutividade térmica, condutibilidade elétrica, aparência) e as suas propriedades químicas” (Leal, 2009, p.13).

A utilização de modelos moleculares versáteis desenvolve uma habilidade cognitiva importante para a compreensão da geometria dos compostos químicos, da particularidade e identificação de cada função química numa molécula e do processo de nomenclatura e formulação das substâncias dentro da sua função química.

A assimilação do conhecimento pode acontecer de forma sistemática ou espontaneamente, sendo a escola responsável por propiciar a primeira delas por meio do ensino institucional formalizado, enquanto a assimilação espontânea se dá no convívio social através das relações estabelecidas socialmente (Bonfim e Silva, 1999). A prática libertadora e o lúdico representam inserções dos conhecimentos adquiridos pelas relações culturais na prática pedagógica, portanto lúdico e o ensino formal não caminham em vias opostas. Ao contrário, seus interesses convergem, já que as atividades passam a ser executadas com prazer e o jogo é destinado a um propósito específico (Leite, 1999).

A utilização de modelos moleculares versáteis desenvolve uma habilidade cognitiva importante para a compreensão da geometria dos compostos químicos, da particularidade e identificação de cada função química numa molécula e do processo de nomenclatura e formulação das substâncias dentro da sua função química. Por isso, este trabalho desenvolvido em sala de

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

aula propõe a aplicabilidade do kit molecular Atomlig 107 para a construção e entendimento de compostos de algumas funções químicas orgânicas consideradas mais importantes na química orgânica.

Reconhecendo-se as dificuldades que os alunos apresentam em compreender conceitos relacionados a compostos orgânicos, como descrevem Pozo e Crespo (2009) e Giordan (2013), optou-se por desenvolver essa prática com um grupo de 25 estudantes da terceira série do ensino médio de uma escola estadual, localizada no município de Marechal Floriano, no Estado do Espírito Santo, Brasil.

Dessa forma, este trabalho está apoiado num relato de sala de aula com uma abordagem qualitativa. Nas seções que seguem, serão apresentados os embasamentos teóricos que sustentam as discussões que foram realizadas, bem como a organização, apresentação e discussão dos dados obtidos e teve como objetivo avaliar a aprendizagem do conteúdo de funções orgânicas diante de uma abordagem lúdica.

Referencial Teórico

O ensino através da ludicidade

Já é sabido que o lúdico desperta a motivação. Deste modo, a compreensão dos seus aspectos teóricos e práticos é necessária para o desenvolvimento de práticas pedagógicas (Bonfim e Silva, 2018). Neste sentido, despertar o interesse é fundamental para aprendizagem, sendo o interesse compreendido como “o envolvimento interior que orienta todas as coisas, todas as nossas forças no sentido do estudo do objeto”, como afirma Vygotsky (2001a, p. 192).

Além do interesse, os jogos e as atividades lúdicas podem, por exemplo, estimular a memória voluntária, imaginação e a atenção voluntária dos alunos, ou seja, é a fonte do desenvolvimento (Vygotsky, 2012). De acordo com Giardinetto e Mariani (2007), o ato de jogar envolve suas diversas funções psicológicas superiores, independentemente da idade.

Nesta perspectiva, Vygotsky (1994) sinaliza que ludicidade e aprendizagem formal funcionam como âmbitos de desenvolvimento. O lúdico proporciona o estabelecimento de laços entre processos psicológicos e imaginários, além de gerar a zona de desenvolvimento proximal, que se refere ao que a criança é capaz de fazer em conjunto com o sujeito mais apto, à medida em que seu desenvolvimento a partir dessa interação com o mais capaz proporcionará autonomia (Vygotsky, 2001a).

As atividades lúdicas, bem como os jogos, favorecem as interações sociais, pois os sujeitos partem de uma ação individual para uma ação conjunta, de modo que tais interações propiciam a apropriação cultural, com a qual o homem se torna ser humano (Bonfim e Silva, 2018).

Os modelos moleculares como suporte no ensino de conteúdos da química

A educação em ciências está relacionada com a descrição dos fenômenos químicos e físicos que ocorrem no cotidiano dos seres vivos, tornando-se assim fundamental na formação continuada do discente (Lima e Silva, 2015).

De acordo com Pascoim, Carvalho e Souto (2019), tem-se discutido muitos aspectos conceituais da química, que são representados por modelos, e com isso, propriedades da matéria em nível atômico-molecular, que não podem ser visualizadas diretamente, são representadas a partir de modelos moleculares relativamente simples. É nesse contexto que as estruturas submicroscópicas, atômico-moleculares (partículas), seus movimentos, interações, requerem interpretações mais elaboradas (abstração), o que por meio de kits moleculares, podem ser visualizadas e simuladas virtualmente ou por materiais alternativos de aprendizagem que também podem ser explorados, sendo este estudo específico das funções da química orgânica.

A esse respeito, Giordan (2013) considera kits moleculares como sendo simuladores de partículas submicroscópicas em que o meio de veiculação pode ser representado por

papel, bolas de isopor ou plástico, chegando ao computador com simulações e animações digitais.

A construção do conhecimento vai ocorrendo gradativamente com o passar do tempo pelos estudantes e a forma de avaliar os conceitos e conteúdos aprendidos pode ser explorada por diferentes formas pela escola e pelo professor.

Nesse sentido, “o valor da avaliação encontra-se no fato do aluno poder tomar conhecimento de seus avanços e dificuldades. Cabe ao professor desafiá-lo a superar as dificuldades e continuar progredindo na construção dos conhecimentos” (Luckesi, 1999, p.43). Assim, os modelos moleculares têm um papel fundamental como facilitador das estratégias empregadas pelo docente em sala de aula, viabilizando o aprendizado pelos estudantes.

Os químicos, e também os professores de química, usam vários tipos de imagens para representar as fórmulas estruturais das substâncias químicas. Uma estrutura de modelo molecular, no qual os átomos são representados por esferas coloridas, pode ser uma ferramenta bastante útil e eficiente para esta finalidade. Os átomos diferentes são representados por cores diferentes e os diferentes tipos de ligações são representados pelas hastes, que podem ser retas ou curvas (Atkins, 2012).

Dentre os recursos didáticos que podem ser empregados para a demonstração da estrutura da substância a que se deseja mostrar, existem os modelos moleculares “ATOMLIG 107 EDUCAÇÃO”, que representa um poderoso material de apoio para estudantes de química orgânica e inorgânica, permitindo que estruturas moleculares complexas sejam estudadas de forma concreta e palpável. Permite a visualização

As atividades lúdicas, bem como os jogos, favorecem as interações sociais, pois os sujeitos partem de uma ação individual para uma ação conjunta, de modo que tais interações propiciam a apropriação cultural, com a qual o homem se torna ser humano (Bonfim e Silva, 2018).

tridimensional do mundo microscópico em nível atômico, tornando-se forte aliado no processo ensino-aprendizagem de geometria molecular, polaridade, isomeria espacial, nomenclatura e formulação de compostos, entre outros (Creppe, 2009, p. 51).

Modelos moleculares como ferramenta de representação para o estudo das funções orgânicas

Ao aprofundar no ambiente da realidade observável da matéria, em especial no ensino de conteúdos relacionados à química, como no estudo das funções da química orgânica, as dificuldades dos alunos tendem a um aumento significativo, pois nas pesquisas de conceitos que abordam a estrutura espacial das moléculas das funções químicas orgânicas existentes nesta parte da disciplina, a parte da matéria opera com modelos integralmente abstratos (Giordan, 2013).

De acordo com Giordan e Góis (2005, p. 03) “[...] as partículas e transformações são representadas por meio de símbolos, fórmulas e equações químicas, bem como, expressões algébricas, tratando-se, portanto, de uma materialização semiótica da realidade”. Nesse contexto, em muitas transformações químicas, os átomos e moléculas quando representados visualmente em situações estruturadas de ensino, ampliam contribuições para o aprendizado de conceitos teóricos da química (Oliveira, Souto e Carvalho, 2016).

Pascoim, Carvalho e Souto (2019) ratificam esse pensamento ao relatarem que há um consenso teórico que átomos do elemento químico carbono formam estruturas chamadas cadeias carbônicas, cujas representações das formas estruturais ou espaciais admitem uma dimensão distante da realidade onde ocorrem fenômenos que abrangem o movimento e a interação dos átomos nas moléculas. Com isso, revela-se a necessidade de uso de um instrumento que possa facilitar

essa compreensão do mundo microscópico, de forma que os conceitos trabalhados em sala de aula possam ter algum sentido e significado para os estudantes.

A construção de modelos, um dos instrumentos utilizados nesta pesquisa, visa motivar tanto o interesse pelo conteúdo a ser discutido quanto as relações sociais, através de uma atividade realizada em grupo, a partir da representação de estruturas de compostos associados às suas respectivas funções químicas (Bonfim e Amaral Filho, 2018). Do mesmo modo, a modelagem propicia condições para que o estudante reconheça, utilize, interprete e proponha modelos para resoluções de problemas, fenômenos, sistemas naturais e/ou tecnológicos, como trazido nos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2002).

Metodologia

Com o objetivo de desenvolver o conteúdo específico de funções químicas orgânicas em consonância ao uso do kit molecular Atomlig, tendo como premissa os Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1990, 2003), as atividades planejadas e desenvolvidas em sala de aula foram sistematizadas conforme Quadro 1.

Inicialmente procurou-se relacionar o conteúdo com situações reais do cotidiano, apresentando para os alunos a importância do álcool etílico, da acetona, dos hidrocarbonetos, dentre outros compostos das funções abordadas neste estudo e, logo após, a relação destes com suas respectivas funções orgânicas.

Posteriormente, com a apresentação dos conceitos relacionados e atividades propostas, procurou-se realizar a sistematização do conhecimento e, por fim, analisar de forma qualitativa os argumentos construídos pelos estudantes

Quadro 1: Síntese das etapas dos Três Momentos Pedagógicos: funções orgânicas e kit molecular Atomlig

Etapas	Aulas	Atividades
Problematização Inicial	01 aula	<ul style="list-style-type: none"> – Discussão sobre a importância das substâncias químicas orgânicas na História e no cotidiano da humanidade e a relação entre as estruturas das substâncias e sua respectiva identificação e propriedades químicas. – Levantamento de questões sobre a temática função química orgânica. – Questionamentos sobre a existência de algum recurso que facilite a aprendizagem sobre as funções químicas orgânicas.
Organização do Conhecimento	01 aula	<ul style="list-style-type: none"> – Apresentação do Kit molecular Atomlig. – Apresentação dos conceitos relacionados à cada uma das funções químicas orgânicas relacionadas no trabalho. – Confecção de uma lista com as principais funções químicas orgânicas, citando o seu grupo funcional e um exemplo de aplicação.
Aplicação do Conhecimento	02 aulas	<ul style="list-style-type: none"> – Montagem dos grupamentos funcionais e de uma molécula representante de cada uma das funções químicas orgânicas relacionadas no trabalho usando o kit molecular Atomlig. – Discussão a respeito da funcionalidade e utilização do kit molecular Atomlig na montagem das substâncias relacionadas no trabalho. – Atividade avaliativa final.

Fonte: Autores (2020).

ao longo das etapas de Organização e de Aplicação do Conhecimento. Nessa perspectiva, Delizoicov e Angotti (1990) caracterizam a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos em três etapas: (I) Problematização Inicial, (II) Organização do Conhecimento e (III) Aplicação do Conhecimento.

Para produção dos dados foram utilizadas as montagens das moléculas de acordo com as características da substância dentro de cada uma das funções químicas orgânicas abordadas nessa atividade e as observações referentes às ações desenvolvidas pelos alunos ao longo das atividades propostas e uma atividade de verificação da aprendizagem, sendo parte dela escrita e a outra prática, usando o kit Atomlig para a sua execução.

O que se almeja é que a “interpretação se faça a partir da ligação dos dados com conhecimentos significativos, originados de pesquisa empíricas ou teorias comprovadas” (Gil, 1991, p.70).

Conforme estabelecido nos objetivos da pesquisa, estruturou-se as atividades e conteúdos abordados de acordo com a fase em que cursavam os alunos participantes. Em relação à atividade proposta, realizou-se a construção dos compostos utilizando o kit molecular Atomlig.

A análise ocorreu com a finalidade de identificar se realmente os estudantes conseguiram refletir sobre a importância de se estudar as funções químicas orgânicas, e que muitas dessas substâncias tiveram relevante papel na História da humanidade, além de observar como essa metodologia pode motivar os estudantes a tornarem-se sujeitos críticos e reflexivos de suas próprias experiências.

Os dados obtidos na prática incluíram respostas escritas pelos estudantes, além da montagem de algumas estruturas solicitadas pelo professor, sendo efetuado a análise textual e de discurso e as generalizações foram constatadas a partir da observação do professor. Consequentemente, os resultados apresentam as respostas, citações coletadas a partir desses dados para fundamentar as ideias e observações do professor durante a realização das atividades.

O objeto de trabalho desta atividade pedagógica foi o kit molecular manuseável com esferas para representação atômica e hastes para formação das ligações, que é constituído de material polimérico (Atomlig 107 Educação), Figura 1, idealizado e desenvolvido para construir modelos de estruturas moleculares de compostos inorgânicos e orgânicos.

A versão Atomlig 107 Educação é disponibilizado para o público em caixas plásticas, conforme pode ser visto na Figura 1.

A criatividade é desenvolvida por este kit, pois ele permite que o estudante contemple vários conceitos abordados dentro da química orgânica, permitindo que estruturas moleculares complexas sejam estudadas de forma concreta.

O kit molecular Atomlig (Figura 1) pode ser utilizado para o ensino de vários conceitos existentes na química, como o estudo das cadeias carbônicas, isomerias, dentre outros, não ficando restrito ao estudo das funções químicas orgânicas. Dessa forma poderá ser uma ferramenta auxiliar

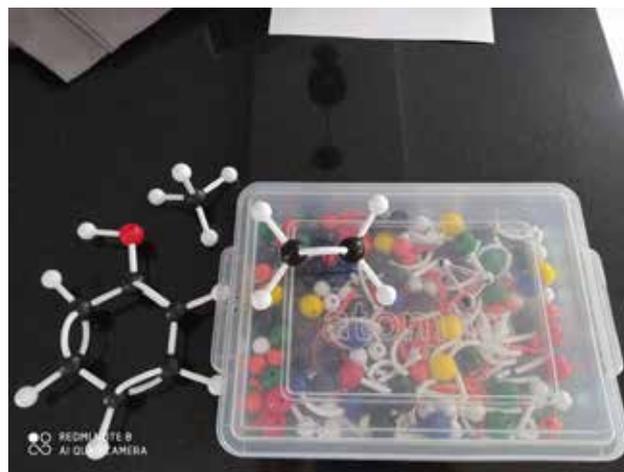


Figura 1: Atomlig 107 Educação. Fonte: Autores (2020).

para o professor durante o decorrer do ano letivo escolar.

Os participantes receberam o material constituído por um kit (Atomlig 107 Educação) com átomos (representados por esferas coloridas) e hastes (representando as ligações químicas) para a construção das cadeias carbônicas de pelo menos uma molécula de cada função química orgânica. A atividade foi realizada no mês de novembro de 2020, de forma presencial, e em função da Pandemia da Covid-19 observaram-se todos os protocolos de segurança indicados pela Secretaria de Estado da Saúde e orientações da Secretaria de Estado da Educação.

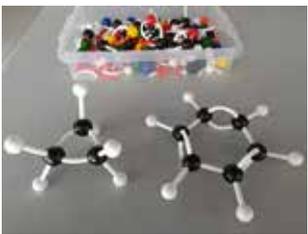
A atividade foi desenvolvida em local submetido aos protocolos de segurança, respeitando o distanciamento social, uso de máscara, álcool gel e assepsia de materiais. Cada estudante recebeu um kit individual para desenvolver as tarefas e ao mesmo não foi autorizado a troca ou empréstimo de peças ou qualquer outro material com outro colega ou professor dentro do espaço escolar.

Para desenvolver a atividade em sala de aula, houve a autorização por escrito da Direção Escolar e procurou-se seguir as recomendações do Comitê Nacional de Ética em Pesquisa, com a concordância de adesão voluntária na atividade, tendo as identidades dos participantes preservadas. Foi utilizado um formulário de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e outro formulário de Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), ambos foram preenchidos com a autorização dos pais ou responsáveis pelos estudantes para uso de imagens. O acordo de confidencialidade inclui não divulgar nenhuma informação que possibilite a identificação dos sujeitos envolvidos e as informações fornecidas serão utilizadas somente para uso neste trabalho.

Resultados e Discussão

Após todos os esclarecimentos acerca da atividade que seria desenvolvida os estudantes montaram as moléculas solicitadas na atividade e puderam efetuar o registro dos resultados com seus aparelhos celulares. Os resultados obtidos estão demonstrados a seguir.

Quadro 2: Montagem das moléculas da função orgânica hidrocarbonetos feita pelos estudantes

Função Química	Grupo Funcional	Exemplo	Resultados produzidos
Hidrocarboneto	Possui somente átomos de carbono e hidrogênio: C, H.	Etano (alcano), eteno (alceno) e etino (alcino).	 (a)
Hidrocarboneto	Possui somente átomos de carbono e hidrogênio: C, H.	Cipropano (ciclano) e benzeno (HC aromático).	 (b)

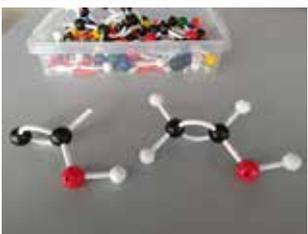
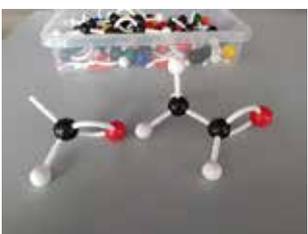
Fonte: Autores (2020).

Observou-se os que os alunos tiveram dificuldade em relação à montagem de algumas estruturas, como, por exemplo, a montagem do anel benzênico e do ciclopropano, pelo fato de possuírem cadeias fechadas (Figura 2).

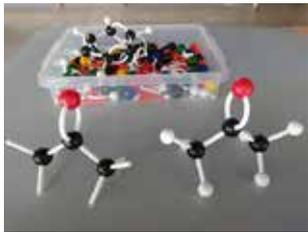
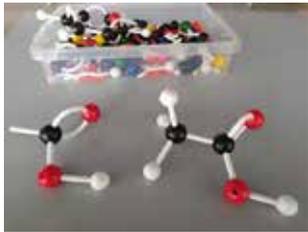
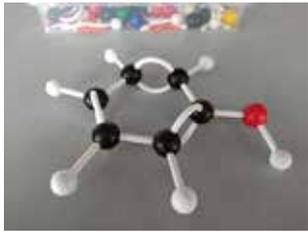
Esse arranjo necessita uma aproximação maior entre a

teoria e a prática, o que deve ser realçado nas aulas de química. Além do anel benzênico, a montagem da estrutura do ciclopropano também apresentou uma dificuldade para os alunos, pois a estrutura necessita de uma aplicação de força para o fechamento do “triângulo” dessa cadeia (Figura 2).

Quadro 3: Montagem das moléculas das funções orgânicas oxigenadas feita pelos estudantes

Função Química	Grupo Funcional	Exemplo	Resultados produzidos
Álcool	Possui a hidroxila ligada a um carbono saturado.	Etanol	 (c)
Enol	Possui a hidroxila ligada a um carbono insaturado.	Etenol	 (d)
Aldeído	Possui a carbonila ligada a um hidrogênio.	Etanal	 (e)

Quadro 3: Montagem das moléculas das funções orgânicas oxigenadas feita pelos estudantes (cont.)

Função Química	Grupo Funcional	Exemplo	Resultados produzidos
Cetona	Possui a carbonila entre dois carbonos.	Propanona (Acetona).	 (f)
Ácido Carboxílico	Possui a carbonila ligada a um grupo hidroxila (grupo carboxila).	Ácido Etanóico	 (g)
Éteres	Possui o oxigênio entre dois carbonos.	Metóxi-metano (éter dimetílico).	 (h)
Fenóis	Possui a hidroxila (OH) ligada a um carbono insaturado de um anel benzênico (núcleo aromático).	Hidróxibenzeno (benzenol ou ácido fênico).	 (i)
Ésteres	Deriva dos ácidos carboxílicos, em que há a substituição do hidrogênio da carboxila (- COOH) por algum grupo orgânico.	Etanato de etila (Acetato de etila).	 (j)

Fonte: Autores (2020).

Ao final da tarefa, foi solicitado que os alunos respondessem a um pequeno questionário e tecessem também alguns comentários ou percepções acerca da atividade desenvolvida em sala de aula. Perguntou-se se os estudantes gostariam de registrar a sua resposta neste trabalho, sendo voluntária a adesão.

Os resultados obtidos da aplicação da atividade de verificação da aprendizagem seguem no Quadro 5.

De acordo com os resultados obtidos e relacionados no

Quadro 5, pôde-se perceber que grande parte dos alunos obteve êxito na resolução das atividades específicas do conteúdo (questões 01 a 03).

Na primeira questão solicitou-se que fosse montada a fórmula dos compostos. Nesse caso, cada estudante deveria pensar na função a que o composto pertence e, além disso, já possuir as informações referentes ao nome (prefixo, infixos e sufixo) para concretizar a construção da molécula. Boa parte dos estudantes obteve êxito neste aspecto.

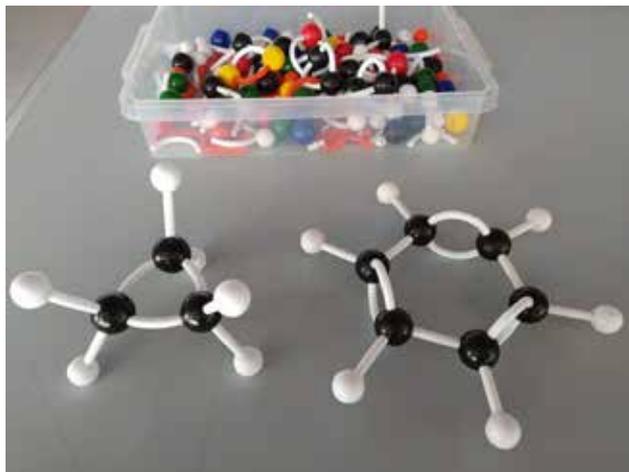


Figura 2: Estruturas representando a molécula do ciclopropano (esquerda) e do benzeno (direita). Fonte: Autores (2020).

Na segunda questão foi solicitada a identificação da substância e a sua respectiva fórmula estrutural plana, desenhada no caderno. Neste caso, os estudantes deveriam ser capazes de relacionar as esferas da molécula disponibilizada com os respectivos átomos disponíveis no kit Atomlig. A identificação da função esteve diretamente relacionada ao grupo funcional (neste caso, a carboxila). Evidenciou-se que grande

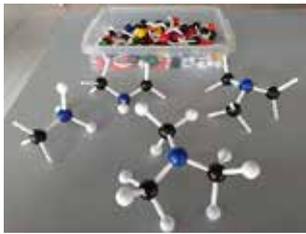
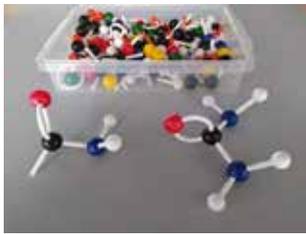
parte dos estudantes assimilou estes aspectos abordados.

Finalmente, na terceira questão foi pedido que os estudantes identificassem as funções químicas existentes na molécula da adrenalina. A resolução neste caso dependia diretamente da assimilação do que foi estudado nas aulas, em que as características de identificação de cada função estavam no grupo funcional (e como ele se encontra na molécula). Dois estudantes confundiram o grupo OH (presente nas funções álcoois e fenóis), onde as respostas indicaram que o grupo OH ligado ao anel benzênico representava a função álcool. Cabe ao professor, neste caso, avaliar os resultados positivos e também os negativos, afim de sanar as dificuldades existentes para que os estudantes conseguiram incorporar o que não foi aprendido.

As respostas das questões 04 a 07 (respostas livres e pessoais) de alguns estudantes que se manifestaram foram incluídas abaixo. Utilizou-se a codificação A1, A2,..., A25 para representar os alunos sem que suas identidades fossem expostas.

[A1]: “Gostaria que houvesse alguma coisa que facilitasse aprender as funções químicas”. “A aula foi muito boa! Poderiam ser todas elas assim, dessa maneira! Continue com esse modelo de aula professor! “Fica mais fácil entender as funções químicas com o uso do kit molecular”.

Quadro 4: Montagem das moléculas das funções orgânicas nitrogenadas feita pelos estudantes

Função Química	Grupo Funcional	Exemplo	Resultados produzidos
Amina	Deriva da substituição de um, dois ou três hidrogênios do grupo amônia (NH ₃) por cadeias carbônicas.	Trimetilamina.	 (k)
Amida	Deriva teoricamente da amônia pela substituição de um de seus hidrogênios por um grupo acila.	Diaminometanal (uréia).	 (l)

Fonte: Autores (2020).

Quadro 5: Resultados obtidos da aplicação da atividade de verificação da aprendizagem

Questão de verificação	Número de acertos	% de acertos	Não completaram	% de erros/incompletos
01	22	88	03	12
02	21	84	04	16
03	23	92	02	8

Fonte: Autores (2020).

[A3]: “Gostei da montagem das moléculas usando as esferas coloridas.”

[A8]: “Senti dificuldade em tirar o benzeno escrito no caderno e montar com o kit”.

[A12]: “A aula passou muito, muito rápida. “Achei bem legal usar o kit”.

[A15]: “Se o kit Atomlig for usado em outras matérias que estudamos na Química, “deve” ficar mais fácil de aprender o conteúdo”.

[A18]: “Muitas vezes não percebemos como essas substâncias são importantes e estão presentes no nosso dia a dia. Legal isso!”.

[A20]: “Usar as bolinhas dá para ter a noção de como são as moléculas”.

[A24]: “Eu achei que seria complicado de fazer os compostos, mas foi bem tranquilo!”.

Baseando-se na experiência vivenciada com o construtor molecular Atomlig 107 Educação, quando perguntado aos estudantes que apontassem os pontos negativos ou alguma desconformidade em relação ao seu manuseio, uma das fragilidades apontadas está relacionada às perfurações, como exposto por um estudante:

[A1]: “os furos nas esferas não vêm de acordo com a quantidade de ligações que o átomo faz”.

Os resultados obtidos e as falas dos alunos evidenciam muito bem a importância do modelo molecular produzido com Atomlig como instrumento que motiva o estudo dos conceitos na aula de química orgânica. Além disso, revelam que os estudantes tiveram a noção de que muitas das substâncias montadas estão frequentemente presentes em nosso cotidiano, levando-os a refletir sobre essa temática.

Considerações finais

Este trabalho revelou que o kit Atomlig pode ser um recurso didático a ser usado como suporte no ensino de química orgânica, de forma lúdica, podendo ser significativo principalmente para aqueles estudantes que apresentam dificuldade em compreender os conceitos teóricos sobre as funções químicas orgânicas. Contudo, o acompanhamento do professor se faz necessária, orientando e sanando dúvidas que aparecem no decorrer do desenvolvimento da atividade.

Cabe ao professor extrapolar o assunto, de forma gradativa para que não sobrecarregue os estudantes. Desse modo, o lúdico e a subjetividade da realidade, além de abordar

aspectos cognitivos, levam em consideração a afetividade. Neste sentido, Tassoni (2000) salienta que a afetividade é parte ativa do processo de aprendizagem, já que as relações na sala de aula são influenciadas por sentimentos e emoções.

Esta atividade não possui como proposta principal o aprofundamento dos assuntos de nomenclatura dos compostos orgânicos, sendo limitada apenas ao uso dos termos básicos de constituição de nomes usados para cada função química orgânica, sendo retomado o assunto de nomenclatura/formulação em aulas posteriores a este trabalho executado em sala de aula.

A atividade lúdica aqui proposta foi considerada educativa, uma vez que não ocorreu o esvaziamento do conteúdo químico abordado e, por consequência, a função lúdica não superou a função educativa, como discutida por Kishimoto (1996). Isto só foi possível porque as atividades foram pedagogicamente planejadas. Deve-se salientar que o planejamento é parte essencial e, por si só, não garante o equilíbrio entre função lúdica e educativa (Bonfim e Amaral Filho, 2018).

Evidenciou-se que os resultados obtidos foram satisfatórios para a atividade, obtendo-se um percentual significativo de acertos na atividade de verificação da aprendizagem, bem como na satisfação dos estudantes para o trabalho desenvolvido em sala. Finalmente, a reflexão e o reconhecimento pelos estudantes de que as substâncias químicas são importantes para a humanidade e que estão presentes em nosso cotidiano deixa claro que estas atividades favorecem o processo de ensino e aprendizagem em sala de aula.

Renato Köhler Zanqui (renatokz.quimico@gmail.com), licenciado em Química pela Faculdade Espírito Santense (FAESA), especialista em Metodologias do Ensino de Química, professor da Rede Estadual de Educação (SEDU) do Estado do Espírito Santo e mestrando no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (Educimat) do IFES. Domingos Martins, ES – BR. **Emilly Lorenzutti Borghi** (emillylorenzutti@gmail.com), licenciada em Ciências Agrícolas pelo Instituto Federal do Espírito Santo, professora de Produção Animal no Centro Estadual Integrado de Educação Rural de Águia Branca e mestranda no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (Educimat) do IFES. Colatina, ES – BR. **Marize Lyra Passos** (marize@ifes.edu.br), bacharel em Administração e Engenharia de Petróleo pela Universidade Vila Velha, Mestre em Informática pela Ufes, doutora em Educação pela Uninorte, doutora em Engenharia de Produção pela UFRGS e professora do Centro de Referência em Formação e em Educação a Distância do IFES. Vila Velha, ES – BR. **Isaura Alcina Martins Nobre** (Isaura.ead@gmail.com), subsecretária da Subsecretaria de Planejamento e Avaliação (SEPLA) da Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo (SEDU), professora e pesquisadora no mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (Educimat) do IFES. Vila Velha, ES – BR.

Referências

- ALLINGER, N. L. *Química orgânica*. São Paulo: Editora LTC, 1993.
- ATKINS, P. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Tradução de Ricardo Bicca de Alencastro. 5ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2012. -.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN+ - Ensino Médio - Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

BONFIM, C. S.; e AMARAL FILHO, J. J. Explorando atividades lúdicas, experimentos e modelagem: solução para o ensino e aprendizagem de soluções? *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, v. 2, n. 2, p. 57-70, 2018.

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

CREPPE, C. H. *Ensino de química orgânica para deficientes visuais empregando modelo molecular*. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências na Educação Básica). Universidade do Grande Rio, Duque de Caxias, 2009.

DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2003.

DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. *Física*. São Paulo: Cortez, 1990.

GIARDINETTO, J. R. B.; e MARIANI, J. M. O lúdico no ensino da matemática na perspectiva vigotskiana no desenvolvimento infantil. In: ARCE, A. e MARTINS, L. M. (Orgs.). *Quem tem medo de ensinar na educação infantil?* Campinas: Editora Alínea, 2007.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1991. - (Gil, 1991).

GIORDAN, M. *Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2013.

GIORDAN, M. e GÓIS, J. Telemática educacional e ensino de química: considerações sobre um construtor de objetos moleculares. *Revista Linhas Críticas*, v. 11, n. 21, p. 285-302, 2005.

KISHIMOTO, T. M. *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. São Paulo, SP: Cortez Editora, 1996.

LEITE, G. O. *Coletânea científica*. Salvador, BA: Editora Junior, 1999.

LEAL, M. C. *Didática da química: fundamentos e práticas para o Ensino Médio*. Belo Horizonte: Editora Dimensão, 2009.

LIMA, J. F., e SILVA, C. da. O Uso de modelos moleculares no ensino de química orgânica. *Itinerarius Reflectionis*, v.10, n.2, 2015.

LUCKESI, C. C. *Avaliação da aprendizagem escolar*. São

Paulo: Cortez, 1999.

OLIVEIRA, F. C.; SOUTO, D. L. P. e CARVALHO, J. W. P. Seleção e análise de aplicativos com potencial para o ensino de química orgânica. *Revista Tecnologias na Educação*, v. 17, p. 1-12, 2016.

OLIVEIRA, S. L. de. *Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

PASCOIN, A. F.; CARVALHO, J. W. P. e SOUTO, D. L. P. Ensino de química orgânica com o uso dos objetos de aprendizagem Atomlig e simulador construtor de moléculas. *Revista Signos*, v. 40, p. 208-226, 2019.

POZO, J. I. e CRESPO, M. Á. *A aprendizagem e o ensino de ciências*. 5ª ed. Porto Alegre: ArtMed Editora, 2009.

TASSONI, E. C. M. *Afetividade e produção escrita: a mediação do professor em sala de aula*. 233 f. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. Tradução de Paulo Bezerra. 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

VYGOTSKY, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. Tradução de Paulo Bezerra. 1ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001a.

VYGOTSKY, L. S. *Psicologia pedagógica*. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001b.

VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; e LEONTIEV, A. N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. Tradução de Maria da Penha Villalobos. 11ª ed. São Paulo: Ícone, 2012.

Abstract: Study of the functions of organic chemistry with the use of the Atomlig molecular learning kit. In the classroom, developing alternative practices to the traditional approach has become a reality in the teaching of chemistry. Playfulness is a way to elucidate innovative practices that encourage interest in learning. Thus, the Atomlig 107 molecular kit can be used in school activities addressing chemistry content such as organic functions. This work has a qualitative character and was carried out with a group of students from the third grade of high school in a state school. For analysis, a learning verification activity was used, in addition to the teacher's own observation in the classroom. This approach showed the possibility of combining instruments and that playful activities, when developed with pedagogical intent, contribute to learning. In addition, diversified pedagogical practices also contribute to bringing students closer to chemical concepts in an interactive way and being a complement to the textbook and lectures.

Keywords: Atomlig molecular kit. Modeling in teaching. Organic Functions.

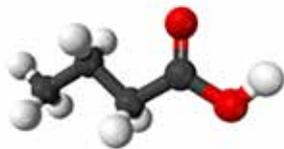
Anexos

ANEXO 1 – Atividade

01. Com o auxílio do kit Atomlig, monte a fórmula dos compostos abaixo:

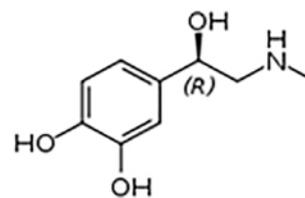
- | | |
|------------------------|----------------|
| a) Pentano | f) Propanamida |
| b) Álcool isopropílico | g) Ciclobutano |
| c) Ácido metanóico | h) But-1-ino |
| d) Metanoato de etila | i) propanal |
| e) Propeno | |

02. Em seu caderno, identifique a função química e escreva a fórmula estrutural plana do seguinte composto:



03. Quando uma pessoa “leva um susto” a supra-renal produz uma maior quantidade de adrenalina que é lançada

na corrente sanguínea. Analisando a fórmula estrutural da adrenalina, identifique as funções químicas presentes nessa molécula.



Adrenalina

04. Qual dificuldade você teve com o uso do Atomlig? Descreva.

05. Houve algum benefício do uso do Atomlig na sua aprendizagem? Poderia descrever?

06. Quais diferenças você observou do uso do kit Atomlig e as aulas expositivas no quadro?

07. Deixe aqui os seus comentários sobre as aulas com o uso do kit molecular Atomlig em que você participou.



Plástico no Mar: Polímeros à Deriva!

Amélia B. de Souza, Anne Caroline C. Santos, Joseane de A. Santana e Maria Clara P. Cruz

O objetivo deste trabalho foi utilizar o tema “Poluição Marinha por Plásticos” no ensino de polímeros através da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A intervenção didática ocorreu numa escola pública em Sergipe com estudantes da 3a. série do Ensino Médio. O intuito foi estudar o tripé polímero-plástico-sociedade e o desenvolvimento de valores como descritos em Santos e Mortimer (2000). A análise dos discursos dos alunos por Análise Textual Discursiva (ATD) evidenciou a relevância do estudo das questões sociocientíficas relativas aos impactos sociais provocados pelos plásticos nos mares e contribuiu para a aprendizagem dos estudantes por meio da apropriação dos conceitos científicos, conseguindo relacionar a ciência ao cotidiano, além de uma posição crítica.

► poluição marinha, polímeros, ciência, tecnologia e sociedade ◀

Recebido em 08/02/2021, aceito em 04/10/2021

320

A produção global de plásticos aumentou drasticamente de 2 milhões de toneladas em 1950 para 335 milhões de toneladas em 2016. O aumento da produção e do consumo de plásticos é proveniente do baixo custo/benefício desses materiais, do crescimento populacional e também do desenvolvimento de atividades industriais, medicinais e agrícolas, com o propósito de melhorar a qualidade de vida humana (Alimba, Faggio, 2019). No entanto, o mau gerenciamento dessas atividades e o descarte inadequado desses plásticos sintéticos, chamados cientificamente de polímeros, aumentou o nível de poluição na maioria dos ecossistemas aquáticos e terrestres de todo o mundo (Chatterjee, Sharma, 2019).

A decomposição desses materiais plásticos na natureza é um fator preocupante devido a sua grande durabilidade e resistência a corrosão. É conhecido que compostos plásticos levam muitos anos para se decompor em fragmentos menores, a depender das condições ambientais, e que esses plásticos com tamanhos menores ou iguais a 5 mm, definidos como microplásticos, por serem muito

pequenos podem ser consumidos por corais, plânctons, peixes e baleias, transferidos ao longo da cadeia alimentar e provocando deste modo ameaças toxicológicas a toda a biota aquática (Chatterjee, Sharma, 2019; Alimba, Faggio, 2019). Dessa forma, o estudo da disciplina de Química é

muito importante nesse contexto, pois através do seu aprendizado é possível repensar a utilização e o consumo de plásticos, bem como buscar alternativas para solucionar problemas.

Entende-se que o ensino de Química como compromisso social requer uma mudança na postura do educador quanto às questões apresentadas por Santos e Schnetzler (2010) ao relatarem que formar o cidadão não consiste apenas em ensinar a química dos

polímeros, das poliamidas, dos policarbonatos, dos hidrocarbonetos ou das sulfamidas. O educador deverá considerar que o discente é um sujeito de significados. Dessa forma, cabe-lhe utilizar uma pedagogia crítica, capaz de auxiliar o aluno a tornar-se um cidadão reflexivo, com poder de interferir e, se preciso, modificar o meio social em que se encontra inserido.

Entende-se que o ensino de Química como compromisso social requer uma mudança na postura do educador quanto às questões apresentadas por Santos e Schnetzler (2010) ao relatarem que formar o cidadão não consiste apenas em ensinar a química dos polímeros, das poliamidas, dos policarbonatos, dos hidrocarbonetos ou das sulfamidas. O educador deverá considerar que o discente é um sujeito de significados.



A contextualização crítica no ensino de Ciências, conforme propõem Santos (2008) e Santos *et al.* (2010), está apoiada em uma perspectiva humanística, aliada às ideias de Paulo Freire, através de uma abordagem social dos conteúdos, voltada para a justiça e igualdade social. Dessa forma, considerar a contextualização crítica tendo em vista a abordagem CTS é algo relevante na formação de alunos que se posicionarão frente aos desafios propostos pela Ciência e Tecnologia na sociedade moderna, tal como defendem estudiosos como Aikenhead (2005), Pinheiro; Silveira e Bazzo (2007), e Santos e Schnetzler (2010).

A Educação CTS objetiva a Alfabetização Científica em um mundo em que muitas vezes não se reconhece os impactos tecnológicos que ocorrem no dia a dia. Dito isso, propõe-se uma pesquisa voltada a um ensino de Ciências que propicie oportunidades de desenvolver, entre outras capacidades, o raciocínio e a argumentação, como defendem Jimenez e Bustamante (2003).

Com base no que foi exposto, o presente trabalho teve como objetivo principal utilizar o tema “Poluição Marinha por Plásticos” no ensino de polímeros através da abordagem CTS para alunos do terceiro ano de Ensino Médio.

Procedimentos metodológicos

A pesquisa foi realizada com 23 alunos do 3.º ano do Ensino Médio, no período matutino do Colégio Estadual Professor Antônio Fontes Freitas, pertencente à rede pública de educação, e localizado em Nossa Sra. do Socorro – SE. A intervenção didática foi conduzida pelos autores da pesquisa, sob supervisão do professor regente. Foram utilizadas para a aplicação das atividades quatro aulas, cada uma com duração de 50 minutos. A pesquisa foi desenvolvida em três etapas: problematização, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, conforme descrito por Muenchen e Delizoicov (2014).

Na primeira etapa ocorreu o processo de investigação, para verificar se o tema social proposto poderia ser implementado. Na segunda etapa, os educandos e o educador trabalharam o tema escolhido, procurando significados sociais e científicos, para consciência e conexão com o mundo. Por fim, na última etapa os alunos e o professor buscaram enxergar o tema além de uma primeira visão, para a transformação do contexto vivenciado (Francisco Jr. *et al.*, 2008).

Na primeira etapa do processo de investigação foi feita uma discussão em sala de aula com os estudantes, de modo a investigar qual o conhecimento prévio que os alunos possuíam sobre a temática. Para este momento do estudo, foi utilizado um gravador de áudio. As perguntas feitas foram: O que são plásticos para vocês? Vocês utilizam o plástico

no cotidiano? Em quê? Vocês acreditam que esse plástico que vocês utilizam vai parar aonde? Vocês pensam que os plásticos que vocês utilizam podem chegar em outro lugar? Então com o vento e com o descarte inadequado esses materiais podem chegar em outros lugares como nos mares. O que vocês julgam que pode acontecer? O que são polímeros? Vocês já ouviram falar?

A Educação CTS objetiva a Alfabetização Científica em um mundo em que muitas vezes não se reconhece os impactos tecnológicos que ocorrem no dia a dia. Dito isso, propõe-se uma pesquisa voltada a um ensino de Ciências que propicie oportunidades de desenvolver, entre outras capacidades, o raciocínio e a argumentação, como defendem Jimenez e Bustamante (2003).

Na etapa seguinte, que consistiu na organização do conhecimento, foi exibido um documentário sobre a poluição por plásticos nos mares, intitulado como: “Terror! O lixo espalhado nos oceanos!” (<https://www.youtube.com/watch?v=M-PE74QNvzp8>). A partir disso, foi conduzida uma discussão em sala sobre o aspecto social do descarte incorreto do plástico. Em seguida foi ministrada uma aula sobre polímeros com a exposição de imagens

dos plásticos espalhados nos oceanos e dos animais se alimentando deles. Além disso, foi mostrado o nome científico de alguns polímeros que compõem os plásticos, bem como a sua respectiva reação química de síntese. Dessa forma, foi retomada a discussão com base nos conceitos científicos do que seja um plástico.

Nesse contexto, essa aula se caracteriza como uma abordagem CTS devido a dois fatores. O primeiro deles é visto ao estudar o tripé polímero-plástico-sociedade e por fim, o desenvolvimento de valores como descritos em Santos e Mortimer (2000):

Esses valores estão vinculados aos interesses coletivos, como os de solidariedade, fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade. Tais valores são, assim, relacionados às necessidades humanas, o que significa um questionamento à ordem capitalista, na qual os valores econômicos se impõem aos demais. Será por meio da discussão desses valores que contribuiremos na formação de cidadãos críticos comprometidos com a sociedade (Santos e Mortimer, 2000, pp 114).

Durante o processo de aplicação do conhecimento, os alunos desenvolveram uma produção textual intitulada “Plástico no mar: polímeros à deriva”. Por meio dessa atividade foi analisado o discurso dos alunos por meio da Análise Textual Discursiva (ATD). Moraes e Galiazzi (2007) defendem que a ATD pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de novos significados, em relação à produção textual. Partindo dessa perspectiva, a partir das leituras teóricas das concepções dos alunos na produção textual, é possível admitir a concretização ou compreensão de uma teoria. A mudança de visão em relação à sociedade pode ser vista através dessas análises de discursos dos estudantes.

Resultados e Discussão

Nos Quadros 1 a 6 estão apresentadas as categorizações da Análise Textual Discursiva (ATD) para cada pergunta problematizadora. As categorias definidas *a priori* são: *incorpora*, *tangencia* e *distancia*. O termo *incorpora* significa que a resposta está correta; o termo *tangencia* se aproxima da resposta correta e a palavra *distancia* quer dizer que o resultado se afasta do conceito correto.

Através das respostas dos alunos exibidas neste quadro, percebeu-se que nenhum dos alunos dessa turma sabia, ou não relacionou os plásticos como sendo uma categoria de polímero, o que configura característica da concepção *distancia*. Vale salientar que cerca de 60% dos estudantes acreditavam que os plásticos se limitavam apenas a sacolas e canudos plásticos, trocando a função do produto pelo conceito.

No quadro 2 são mostradas as informações sobre a utilização desse plástico no cotidiano dos alunos. Quanto ao uso, todos os estudantes declararam utilizar o plástico em grande escala, principalmente sacolas e canudos plásticos, o que os classifica na concepção *tangencia*.

Na análise do Quadro 2, chamou a atenção que alguns alunos que anteriormente falaram que não sabiam explicar o que eram plásticos, neste segundo momento afirmaram que fazem uso deles e escolhem os produtos em geral que comprarão pelas embalagens, já que é algo que para eles trazem beleza, e chamam sua atenção. Santos (2014) declara que a

produção de embalagens plásticas começou a se desenvolver na indústria brasileira na década de 1970, produzindo embalagens chamativas e criativas, acompanhando a tendência mundial. A produção de embalagens diferenciadas gera grande impacto na compra do produto até os dias atuais devido a seu avanço tecnológico que, além de proteger o produto, possui diversas funções relacionadas à comunicação ou à própria interação com o consumidor.

Dessa forma, é essencial que os estudantes possuam o entendimento sobre os impactos ambientais acarretados pelo uso compulsivo desses materiais, para poderem desenvolver uma reflexão sobre a diminuição do uso e alternativas que possam minimizar essa realidade.

O Quadro 3 apresenta a sondagem a respeito do entendimento dos alunos sobre aonde vão parar os plásticos que eles utilizam. A maioria dos alunos teve concepção classificada como *tangencia*. Em suma, foi percebido que a concepção vigente foi limitada, no sentido de que os plásticos vão parar apenas no lixo ou lixão, como se não houvesse outro caminho. “No Brasil, os resíduos plásticos não reciclados são deixados em lixões ou aterros sanitários, onde levarão anos para se decompor, em desrespeito ao artigo 47 da Lei nº 12.305 referente à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)” (Olivatto *et al.*, 2018, p. 5).

Muito se ouve sobre a coleta seletiva, principalmente em relação a materiais como os plásticos. No entanto, como visto no Quadro 3, os alunos não relataram nada a respeito da coleta seletiva e muito menos sobre o descarte indevido

Quadro 1: Categorização pelo entendimento dos alunos sobre o conceito de plástico.

Categoria	Descrição	Unidades de significados
Distancia	Sem opinião formada.	A7: “Não sei”. A15: “não sei explicar”.
Tangencia	Esta categoria remete a não argumentação para a sua resposta.	A8: “é um material plástico”. A4: “cadeira, sacolas, vasilhas, garrafas, mesa... tantas coisas”.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 2: Categorização das respostas à pergunta: “Vocês utilizam o plástico no cotidiano de vocês? Em que?”

Categoria	Descrição	Unidades de significado
Tangencia	Os alunos apresentam a utilização apenas relacionada ao uso de alguns materiais.	A7: “eu uso em tudo”. A4: “uso muitas sacolas plásticas, embalagens, garrafinhas, canudos”. A10: “uso demais professora, gosto de comprar coisas que vem bem embaladas, ficam bonitas...”.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 3: Categorização do entendimento dos estudantes a respeito de onde vão parar os plásticos que eles utilizam.

Categoria	Descrição	Unidades de significado
Tangência	Os alunos respondem que os plásticos que utilizam vão para o lixão ou aterro sanitários, sem argumento nenhum.	A1: “No lixão”. A7: “minha mãe coloca o lixo e o carro pega e leva pro lixão”. A12: “no aterro sanitário”.

Fonte: Autoria própria.

dos plásticos. Mucelin e Bellini (2008) afirmam que o lixo urbano, muitas vezes, é o grande responsável pelos impactos ambientais, ao considerar que exercem influência negativa pela disposição inadequada desses resíduos, ou seja, devido ao grande consumo cotidiano de produtos industrializados, responsável pela contínua produção de lixo e o descarte indevido desses materiais.

No Quadro 4 são apresentadas as opiniões dos alunos quando questionados a respeito do que pensam sobre onde podem parar os plásticos que utilizam. Notou-se que cerca de 90% dos alunos não possuíam uma concepção definida, pois acreditam que os plásticos vão parar no lixão e ficam lá para sempre. Eles não desenvolveram a ideia de decomposição dos plásticos. No entanto, um fato interessante

é que eles começaram a ter uma percepção maior a respeito do destino dos plásticos quando descartados, a partir das respostas de dois alunos. Esses alunos apresentaram a concepção *incorpora* quando afirmaram que os plásticos podem ser levados para outros lugares, ressaltando que a chuva pode conduzi-los para os bueiros e podem chegar aos oceanos.

Essa abordagem é feita por Cortez (2018) quando relata que a origem do lixo marinho não está limitada apenas às atividades humanas litorâneas, mas também a inundações, aos ventos, e a dejetos despejados nos rios e transportados

Notou-se que cerca de 90% dos alunos não possuíam uma concepção definida, pois acreditam que os plásticos vão parar no lixão e ficam lá para sempre. Eles não desenvolveram a ideia de decomposição dos plásticos. No entanto, um fato interessante é que eles começaram a ter uma percepção maior a respeito do destino dos plásticos quando descartados, a partir das respostas de dois alunos.

para o mar. Em vista disso, percebe-se a relevância de discutir em sala de aula questões voltadas a uma educação científico-tecnológica, preparando o estudante para desempenhar seu papel de cidadania diante dos fatos.

No Quadro 5 estão elencadas as categorizações produzidas a partir dos discursos dos alunos sobre a poluição por plástico nos mares, e quais os impactos ambientais que isto pode causar.

Analisando as falas a partir dessas categorizações, é perceptível que alguns alunos possuem uma visão errônea em relação à causa da poluição marinha por plásticos, por isso é tão importante a inserção da educação ambiental nas aulas de química e de ciências em geral. Muitas vezes, o aluno conclui o Ensino Médio sem nenhum ou pouco conhecimento sobre questões ambientais, o que

reflete negativamente na sociedade.

Nessa categorização, apenas dois estudantes tiveram uma visão que se encaixa na categoria *incorpora*, ressaltando que os animais podem se alimentar, ficar presos em materiais plásticos e morrer em consequência disso. O restante dos alunos da turma ainda possuía concepções *distancia* e *tangencia*.

No Quadro 6 está apresentada a categorização segundo a ATD. Após analisar as respostas dos alunos, foi perceptível que eles nunca ouviram falar sobre polímeros e não fizeram relação alguma com os plásticos. Desta forma, não há concepção científica.

Quadro 4: Categorização das respostas à pergunta: “Vocês acreditam que os plásticos que vocês utilizam podem parar em outro lugar?”

Categoria	Descrição	Unidades de significado
Tangência	Sem fundamentação científica.	A1: “fica lá no lixão mesmo”. A7: “fica lá pra sempre”.
Distância	Relacionou a um filme que assistiu.	A12: “eu acho que acontece igual a Monstros S.A.”
Incorpora	Os plásticos podem ser levados para outros ambientes.	A11: “a chuva leva pros bueiros”. A18: “eu vi na TV que podem chegar até nos oceanos”.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 5: Categorização das falas dos alunos em resposta à questão: “Sobre a poluição por plásticos nos mares, o que vocês pensam que pode acontecer?”

Categoria	Descrição	Unidades de significado
Distância	Sem opinião formada.	A1: “nada”.
Tangência	Desconhecimento do fato de que os animais podem se alimentar dos plásticos ou ficarem presos.	A18: “eu não acho que acontece nada, porque os animais não vai comer plástico, não é comida”.
Incorpora	Consciência sobre como a poluição por plásticos afeta a vida marinha.	A6: “eu já vi que os animais podem morrer porque comem ou ficam imprensados”. A17: “teve uma tartaruga que tinha um canudo no nariz ela quase morreu professora por causa do plástico”.

Fonte: Autoria própria.

Categoria	Descrição	Unidades de significado
Distância	Os alunos não sabiam o que são polímeros e não possuem a ideia que os plásticos são um tipo de polímero.	A1, A2, A4: “não sei não”. A7, A9: “não faço a mínima ideia”. A12: “nunca ouvir falar na minha vida”.

Fonte: Autoria própria.

Verifica-se que é de extrema relevância abordar em sala de aula temas que incluam Ciência, Tecnologia e Sociedade. A abordagem CTS permite ao aluno acesso a um conhecimento mais abrangente e está de acordo com “a proposta freiriana, enquanto visa à alfabetização científica e tecnológica proporcionando subsídios e estratégias que contribuem para a formação de cidadãos melhor informados e atuantes nas transformações da sociedade” (Roehrig *et al.*, 2011, p. 4).

Com essa abordagem, o estudante tende, a saber como as inter-relações entre Ciência e Tecnologia podem interferir em seu meio social. Isto pode modificar sua posição a respeito de não jogarem plásticos nas ruas e praias, do consumo descontrolado e do descarte indevido desses materiais. Dessa forma, pode desenvolver uma conscientização ambiental a respeito da temática, possibilitando outras melhorias através da reflexão que será despertada.

Ao final das atividades, os pesquisadores julgaram que os estudantes aprenderam ser possível preservar o meio ambiente através de atividades simples do cotidiano, a partir de atitudes que priorizem a redução, reutilização, reeducação e reciclagem.

Silva, Santos e Silva (2013) estudaram a degradação ambiental causada pelo descarte inadequado das embalagens plásticas, e utilizaram como ferramenta metodológica o estudo de caso. A pesquisa foi realizada na Escola Municipal Verçosa e Silva em Alagoas, com 280 alunos do 6.º ao 9.º ano do Ensino Fundamental II com faixa etária de 10 a 18 anos. Os resultados apontaram que, no início da pesquisa, os alunos também desconheciam a coleta seletiva, bem como a gravidade dos impactos ambientais que os plásticos causam na natureza. Ao final das atividades, os pesquisadores julgaram que os estudantes aprenderam ser possível preservar o meio ambiente através de atividades simples do cotidiano, a partir de atitudes que priorizem a redução, reutilização, reeducação e reciclagem.

Nesse contexto, foi dada continuidade à aula, e a etapa seguinte consistiu na organização do conhecimento. Durante uma aula de 50 minutos, os alunos foram levados ao universo da poluição marinha ocasionada por plásticos, através de um recurso audiovisual em formato de documentário que abordava os seguintes temas: a) os plásticos espalhados pelos oceanos; b) como são levados para os oceanos; c) a morte dos animais marinhos pela poluição por plásticos; d) a alimentação desses animais por plásticos e, por fim, e) como esse plástico volta para os humanos através da alimentação.

Os alunos ficaram surpresos após assistirem ao documentário e entenderem como de fato acontece essa contaminação

dos alimentos por plásticos. Consideraram absurda essa realidade, e foi possível verificar um posicionamento de indignação por parte dos estudantes através das falas gravadas via áudio, como as mostradas abaixo:

“Que absurdo, não podemos aceitar isso, vou falar com minha mãe pra diminuir o uso de sacolas e eu não vou querer mais canudos plásticos, coitados dos animais” A7.

“Nós também estamos comendo plásticos, temos que parar com isso urgente” A3.

“Caramba, isso é verdade mesmo? Os governantes precisam impedir isso e rápido, tem que ter coleta seletiva e reciclagem, ainda mais que podemos estar comendo esses plásticos” A12.

“A reciclagem é muito importante, temos que mudar isso, começando também pelos pescadores que deixam as redes de pescas matando os bichinhos, eles estão errados” A2.

“Esse mundo deve inserir tecnologias melhores para mudar os plásticos por outros materiais, eu vi que tem uma empresa que eu não sei onde é, mas ela faz os plásticos acho que de trigo, quando chega nos mares é comível pros animais” A4.

Durante esse momento os alunos ficaram livres para discutirem a realidade posta, e o intrigante é que eles começaram a se posicionar sem nenhuma intervenção da pesquisa, refletiram sobre a temática e afirmaram que iriam mudar seus estilos de vida e até conscientizar sua própria família. Dessa forma, verifica-se o quanto é importante que a educação ambiental esteja presente nas salas de aula, desenvolvendo um despertar consciente diante da sociedade em que vivem. Nota-se do mesmo modo a relevância da abordagem CTS.

Após a apresentação do documentário, deu-se início a duas aulas contextualizadas com abordagem CTS sobre polímeros, com duração total de 100 minutos. Foi explicado desde o conceito químico até suas funcionalidades, com exposição de algumas imagens com os nomes científicos dos polímeros e a reação química de síntese. As aulas consideraram a ciência dos polímeros, a tecnologia nas produções industriais desses materiais e a sociedade, com os impactos ambientais que os plásticos estão causando nos oceanos que

diretamente chegam ao meio em que vivemos. O Quadro 7 traz as imagens que os alunos puderam analisar sobre esse assunto.

Nessa etapa, após as indagações e reflexões ao assistirem ao documentário e verem as exposições das imagens que mostram que a realidade estava mais próxima do que

Quadro 7: Poluição por plásticos, nome popular e científico e reação de síntese.

Poluição Marinha	Nome Popular	Nome científico e Reação Geral
 <p data-bbox="102 683 572 768"><https://www.nationalgeographicbrasil.com/2018/05/animais-plastico-uso-unico-oceanos-lixo></p>	Nylon 6.6	$n \begin{array}{c} \text{O} & \text{O} \\ \parallel & \parallel \\ \text{C} & - \text{R} & - \text{C} \\ & & \\ \text{HO} & & \text{OH} \end{array} + n \text{H}_2\text{N}-\text{R}'-\text{NH}_2 \rightarrow \left[\begin{array}{c} \text{O} & \text{O} \\ \parallel & \parallel \\ \text{C} & - \text{R} & - \text{C} & - \text{N} & - \text{R}' & - \text{N} \\ & & & & & & \\ \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} \end{array} \right]_n + 2\text{H}_2\text{O}$ <p data-bbox="948 644 1267 672">Poli (Hexametileno adipamida)</p>
 <p data-bbox="102 1098 572 1183"><https://www.climatempo.com.br/noticia/2018/05/30/ue-planeja-medidas-abrangentes-contra-lixo-plastico-1072></p>	Copo Descartável	$n \begin{array}{c} \text{H} & & \text{CH}_3 \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} \xrightarrow{\text{cat.}} \left[\begin{array}{c} \text{H} & \text{CH}_3 \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n$ <p data-bbox="970 1051 1305 1112">Propileno Poli(propileno) (PP)</p>
 <p data-bbox="102 1459 572 1544"><https://wildwanderlustapparel.com/blogs/environmental-issues/ocean-plastic-pollution></p>	Sacola Plástica	$n \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{C} = \text{C} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \xrightarrow[\text{P, } \Delta]{\text{cat.}} \left[\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n$ <p data-bbox="1027 1442 1187 1470">Polietileno (PE)</p>
 <p data-bbox="102 1896 572 1949"><https://www.bbc.com/portuguese/geral-45519251></p>	Garrafa PET	$n \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} & - & \text{CH}_2 \\ & & \\ \text{OH} & & \text{OH} \end{array} + n \text{HOOC} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{COOH} \xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}}$ <p data-bbox="794 1708 1417 1910"> $\left(\begin{array}{c} \text{O} & & \text{O} \\ \parallel & & \parallel \\ \text{C} & - & \text{C} \\ & & \\ \text{O} & & \text{O} - \text{CH}_2 \end{array} \right)_n$ </p> <p data-bbox="970 1917 1251 1944">Poli(etileno tereftalato) PET</p>

Fonte: Autoria própria.

eles poderiam imaginar, houve uma participação ativa dos estudantes. Eles naturalmente começaram a tirar dúvidas, fizeram questionamentos, e compreenderam como ocorrem as reações, além de demonstrarem uma reflexão a respeito dessa temática. Assim, verifica-se o quanto é importante e necessário sair do modelo de currículo fragmentado de ensino e trazer temas com que os alunos possam se identificar e perceber que está de fato presente em seu dia a dia.

Com o objetivo de questionar e problematizar o motivo pelo qual alguns conteúdos/temas não fazem parte da rotina da sala de aula no Ensino Médio na disciplina de química, Pereira e Ferreira (2011) desenvolveram um projeto em que relacionam o conteúdo polímeros sintéticos com o tema meio ambiente. O trabalho foi desenvolvido com alunos do 3.º ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual na Cidade de Pelotas. As atividades seguiram os Parâmetros Curriculares Nacionais e as vertentes CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) para o ensino de Ciências/Química. Diante dos resultados obtidos com a aplicação do projeto, a problematização sobre a utilização e o descarte de polímeros sintéticos se apresenta como uma alternativa de ensino do tema, pois possibilita ao estudante experiências dos conteúdos de Química em uma dimensão social, forma cidadãos críticos, preparados para contribuir para a formação de uma sociedade melhor, mais humana e consciente.

A inserção desses plásticos no ambiente marinho traz consigo uma vasta série de problemas de ordem ecológica e principalmente ambiental, devido à grande ameaça para as populações de aves, tartarugas, peixes e mamíferos marinhos causada pela ingestão desses materiais sintéticos, ao confundirem com alimentos (Santos *et al.*, 2004). Carminatto (2017, p. 235) mostra que “Tartarugas marinhas, mamíferos e aves marinhas podem ingerir esse lixo confundindo-o com suas presas, o que compromete o seu sistema digestivo, levando à morte por inanição, sufocamento ou emaranhamento”.

De acordo com Kühn, Rebolledo e Van Franeker (2015), a ingestão de plástico por partes dos animais pode ocorrer tanto de forma intencional, diretamente ao se alimentarem, como também não intencional, e ainda de forma indireta, como quando uma espécie se alimenta de outra que já tenha ingerido o composto. Isso chega até mesmo aos seres humanos quando se alimentam dos animais que ingeriram plásticos. “Estudos sobre a composição de plásticos na água e nas praias dão conta de uma grande variedade de polímeros, sendo os mais abundantes o polipropileno (PP), o polietileno (PE), o policloreto de vinila (PVC) e o polistireno (PS)” (Thompson *et al.*, 2004 *apud* Sobral *et. al.*, 2011, p. 14).

O tamanho do material ingerido é diversificado, pois depende da limitação do organismo que vai se alimentar.

Pequenos organismos como ostras e mexilhões podem absorver partículas muito pequenas como os *microplásticos* ou fibras de plástico, no entanto, algumas espécies de peixes maiores podem absorver partículas muito maiores (*macroplásticos*), que já foram encontrados no aparelho digestivo de algumas espécies, como maços de cigarros, sacolas plásticas e até mesmo embalagens de alimentos (Silva, 2018). Existem também casos extremos, em que baleias cachalotes ingeriram 9 m de corda, 4,5 m de mangueira e dois vasos de plantas.

Diante dessa temática de grande relevância social, Santos e Mortimer (2000) afirmam que o currículo em CTS surge assim, como resultado da necessidade de formar o cidadão em ciência e tecnologia, o que de fato não vinha sendo alcançado satisfatoriamente pelo ensino convencional de ciências nas escolas. Dessa maneira, observa-se que a educação tradicional não oferece ao aluno condições adequadas para a alfabetização científica e tecnológica necessárias para a compreensão de problemas antrópicos decorrentes do avanço tecnológico em seu contexto. Oliveira, Pereira e Pereira (2018) mostraram que, ao abordar temas ambientais e problematizados que envolvem a comunidade escolar na

totalidade, é possível desenvolver a conscientização ambiental e expandir esse conhecimento para a sociedade. Ressaltaram ainda que os educadores têm um grande poder de conscientização e que, com a comunidade escolar, possuem as ferramentas necessárias para formar cidadãos críticos e conscientes do papel que desempenham para a preservação do meio ambiente, utilizando a reciclagem como alternativa viável.

Ao continuar a sondagem, no terceiro e último momento os alunos foram orientados a desen-

volver um texto argumentativo com o objetivo de analisar o que eles aprenderam do objeto de conhecimento. A Figura 1 mostra a produção textual de um dos alunos. Nos relatos descritos nas produções textuais, os alunos demonstraram estar mais conscientes quanto às implicações ambientais causadas pelo destino inadequado dos resíduos sólidos plásticos, explanando melhorias que devem ser adotadas individualmente ou mesmo através de ações governamentais. O texto da Figura 1 mostra o contexto e o conteúdo da temática e, além disso, a tomada de decisão, o pensamento crítico e reflexivo em não lançar em qualquer lugar o lixo plástico. Vale ressaltar que o aluno em questão, durante o primeiro processo investigativo, não possuía entendimento aparente sobre o conceito de plástico, o que é polímero nem aonde o lixo iria parar. No desenvolvimento de sua produção textual, o aluno demonstrou uma grande reflexão e aprendizado sobre essa temática ambiental.

No Quadro 8 estão apresentadas as categorizações descritas através da Análise Textual Discursiva (ATD) das

Pequenos organismos como ostras e mexilhões podem absorver partículas muito pequenas como os *macroplásticos* ou fibras de plástico, no entanto, algumas espécies de peixes maiores podem absorver partículas muito maiores (*macroplásticos*), que já foram encontrados no aparelho digestivo de algumas espécies, como maços de cigarros, sacolas plásticas e até mesmo embalagens de alimentos (Silva, 2018). Existem também casos extremos, em que baleias cachalotes ingeriram 9 m de corda, 4,5 m de mangueira e dois vasos de plantas.

produções textuais da turma. Ao comparar as respostas obtidas desde o processo inicial de problematização pela

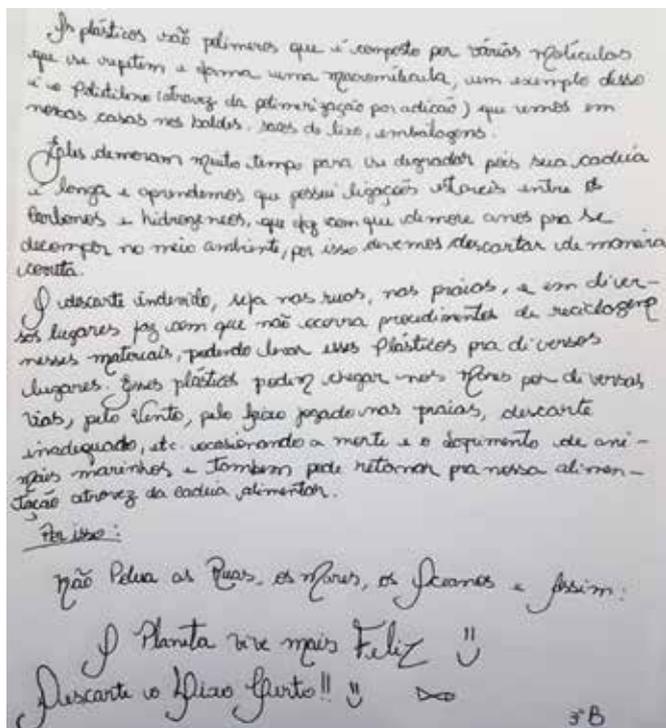


Figura1: Produção textual desenvolvida pelo aluno 7. Fonte: Dados da pesquisa (2019).

discussão gravada via áudio, até o processo final do desenvolvimento da dissertação, identifica-se um avanço nas respostas dos estudantes. Pode-se afirmar que cerca de 84% dos alunos desenvolveram a aprendizagem significativa do conteúdo em questão, pois relacionaram o plástico como sendo um polímero, sendo que antes eles não sabiam e nunca ouviram falar sobre o que era um polímero e, além disso, também citaram o tempo de degradação do plástico no meio ambiente, a importância da reciclagem desses materiais, bem como medidas para evitar a poluição marinha por plásticos.

O gerenciamento de resíduos plásticos está diretamente relacionado à poluição, pois “a poluição que chega aos mares está diretamente ligada ao gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Quanto menos estruturado for o gerenciamento dos resíduos produzidos, maior o risco de impactos ao ecossistema marinho” (VG- Resíduos, 2018, p. 1).

Vale salientar que os estudantes apresentaram argumentos relacionados ao princípio de reduzir, reutilizar e reciclar (3R's) os materiais, sendo que antes eles não possuíam esse discernimento. É notório que se discute bastante sobre a importância da sustentabilidade, de quais atitudes devem ser tomadas para diminuir a produção de lixo que aumenta gradativamente e dos princípios utilizados para a prevenção e não geração de mais resíduos.

O princípio é o dos 3 R's, são ações que trazem benefícios ao meio ambiente, reduzindo o prejuízo

Quadro 8: Categorização dos discursos contidos na produção textual dos estudantes.

Categorias	Unitarização	Unidade de significado
Conceito de plástico	O entendimento do significado de plástico.	A1: “os plásticos... são exemplos de polímeros. Eles são caracterizados por longa cadeia, sendo uma macromolécula”. A3: “os plásticos são polímeros que é composto por várias moléculas que se repetem e forma uma macromolécula, um exemplo disso é o polietileno (através da polimerização por adição) que vemos em nossa casa nos baldes, sacos de lixo, embalagens”.
Degradação dos plásticos	A ciência explicando a não decomposição os plásticos.	A3: “demoram muito tempo para se degradar pois sua cadeia é longa e apreendemos que possui ligações estáveis entre os carbonos e hidrogêneos”. A7: “por apresentar grande cadeia de moléculas, sua degradação no meio ambiente pode levar cerca de 400 anos”.
Descarte irregular	Problemas causados.	A3: “o descarte indevido, seja nas ruas, nas praias e em diversos lugares faz com que não ocorra procedimentos de reciclagem nesses materiais, podendo levar esses plásticos pra diversos lugares”.
Poluição marinha por plásticos	Poluição ambiental por plásticos nos mares.	A3: “esses plásticos podem chegar nos mares por diversas vias, pelo vento, pelo lixo jogado nas praias, descarte inadequado, etc. ocasionando a morte e o sofrimentos de animais marinhos e também pode retornar para nossa alimentação através da cadeia alimentar”.
Conscientização para diminuir a poluição	Planeta mais sustentável, ações para mudanças.	A1: “é preciso pensar em alternativas sustentáveis para substituir o uso do plástico, [...] como usar canudos mais duráveis, reaproveitamento de garrafas pets e usar sacola própria quando for ao supermercado”. A12: “Através de palestras escolares, educar e conscientizar a sociedade do mal que o descarte não moderado pode causar ao planeta”.
Políticas públicas	Ações governamentais.	A2: “por parte do governo por meio de ações ambientais como mobilização populacional”. A12: “o governo propor uma coleta seletiva de tais materiais”.

Fonte: Autoria própria.

ambiental, com o consumo consciente, pois segundo o Ministério do Meio Ambiente, que trabalha com a educação ambiental, a população atualmente consome 30% mais dos recursos naturais, ultrapassando a capacidade de resiliência da Terra (Mineiro et al., 2017, p. 1).

Constatou-se que o ensino contextualizado com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade contribuiu significativamente para o desenvolvimento reflexivo e crítico dos estudantes, evidenciado pela evolução de pensamento por grande parte dos alunos, que mudaram totalmente seus conceitos prévios passando a um nível ambiental, social, científico e tecnológico.

Conclusão

Inicialmente, os relatos apontaram que 100% dos alunos não tinham percepção nenhuma acerca dos problemas ocasionados pelo descarte inadequado dos resíduos sólidos plásticos nas zonas urbanas e nas praias, e não apresentavam conhecimento sobre o conteúdo polímeros, pois não faziam nenhuma relação com o tema plásticos. Buscou-se desenvolver valores nos alunos através do debate na organização do conhecimento, baseado no pensamento crítico e reflexivo, mostrando a realidade da poluição por plásticos.

Detectou-se que os alunos apresentaram uma grande evolução na aprendizagem da temática, desde o conhecimento prévio modificado até a construção do senso científico. Observou-se que 84% dos estudantes conseguiram relacionar o tema polímero com seu cotidiano, e passaram a compreender os impactos ambientais e sociais causados pelo descarte inadequado. Um deles é deixar os resíduos

As implicações desta pesquisa na área de educação em química estão relacionadas a formação de valores para os alunos; discussões do tripé polímero-plástico-sociedade numa alusão às interações CTS, e por fim, a alfabetização científica. Nesse contexto, o conhecimento escolar se articulou com a realidade, e a educação se estabeleceu como elemento de emancipação social, cultural, política e ética de alunos que assumem sua autonomia.

plásticos em vários locais, chegando por fim nos oceanos e alterando a vida marinha desse ecossistema.

As implicações desta pesquisa na área de educação em química estão relacionadas a formação de valores para os alunos; discussões do tripé polímero-plástico-sociedade numa alusão às interações CTS, e por fim, a alfabetização científica. Nesse contexto, o conhecimento escolar se articulou com a realidade, e a educação se estabeleceu como elemento de emancipação social, cultural, política e ética de alunos que assumem sua autonomia. Dessa forma, a ação individual de um pode afetar o todo. Partindo desses pressupostos, a formação dos estudantes ocorreu de forma não fragmentada e com um currículo intencionalmente planejado.

Por fim, como sugestão para os leitores, pode-se adaptar esta

intervenção didática de modo a se alcançar o maior número de alunos. Isso pode ser feito por uma reafirmação da posição crítica formada nos alunos, transmitida, além dos seus colegas e professores, a outras turmas, ou a outras escolas, como parte de uma estratégia de dinamização da formação.

Amélia Bastos de Souza (amelia.bastos29@bol.com.br), licenciada em Química pela Faculdade Pio Décimo, Aracaju, SE – BR. **Anne Caroline Carvalho Santos** (aninhacarvalhoufs@hotmail.com), licenciada em Química pela Faculdade Pio Décimo, Aracaju, SE – BR. **Joseane de Andrade Santana** (joseane.santana89@gmail.com), licenciada em Química pela Universidade Federal de Sergipe, mestrada e doutora em Química, ambas pela Universidade Federal de Sergipe. Atualmente é professora de química do Estado de Sergipe em Lagarto, Itabaiana, SE – BR. **Maria Clara Pinto Cruz** (clara_aju@yahoo.com.br), graduada em Química Industrial pela Universidade Federal de Sergipe, licenciada em Química pela Faculdade Pio Décimo, mestrada em Química e doutora em Engenharia Química, ambas pela Unicamp. Atualmente é professora no curso de Licenciatura em Química da Faculdade Pio Décimo e professora do Estado de Alagoas em Penedo, Aracaju, SE – BR.

Referências

- AIKENHEAD, G. S. Research into STS Science Education. *Educación Química*, v. 16, p. 384-397, 2005.
- ALIMBA, C. G. e FAGGIO, C. Microplastics in the marine environment: current trends in environmental pollution and mechanisms of toxicological profile. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, v. 68, p. 61-74, 2019.
- CARMINATTO, A. A.; MATUCK, C.; FARRABOTI, E.; ADAMI, F. A. C.; KLEIN, J. A.; SANTOS, M. G. F. e BARELLA, W. Deposição dos resíduos sólidos em diferentes marés nas praias de Santos- SP, Brasil. *Revista Bioscience*, v. 6, p. 233-247, 2017.
- CHATTERJEE, S. e SHARMA, S. Microplastics in our oceans and marine health. *Reinventing Plastics*, v. 19, p. 54-61, 2019.
- CORTEZ, F. *Tudo o que você joga fora vai pros oceanos*. Movimento Mares Limpos, menos 1 lixo, 2018. Disponível em: <https://www.menos1lixo.com.br/posts/tudo-o-que-voce-joga-fora-vai-pros-oceanos>, acesso em jun. 2021.

CUCCATO, G. R. S. P. *A importância da reciclagem dos plásticos e a conscientização dos alunos do ensino médio*. Paraná. Monografia. 2014. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4264/1/MD_ENSCIE_2014_2_38.pdf, acesso em jun. 2021.

FRANCISCO JR.; W. E., FERREIRA, L. H. e HARTWIG, D. R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. *Química Nova na Escola*, v. 30, p. 34-41, 2008.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa*, 9ª. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

JIMÉNEZ, M. P. A. e BUSTAMANTE, J. D. Discurso de aula y argumentación em la classe de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 21, p.359-370, 2003.

KÜHN, S.; BRAVO REBOLLEDO, E. L. e VAN FRANEKER, J. A. Deleterious effects of litter on marine life. In: Bergmann, M.; Gutow, L. e Klages, M. (eds.) *Marine Anthropogenic Litter*. Dordrecht: Springer, 2015.

MINEIRO, S. D. S.; CAVALCANTE, F. A. L. e DIAS, M. A. S. O princípio dos 3R'S como projeto de conscientização ambiental na escola pública. *Revista Editora Realize*, VIENID, p. 1-4, 2017.

MORAES, R. e GALIAZZI, M. C. *Análise textual discursiva*. Ijuí: Unijuí, 2007.

MUCELIN, C. A. e BELLIN, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. *Sociedade & Natureza*, v.20, p. 111-124, 2008.

MUENCHEN, C. e DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro *Física. Ciência e Educação*, v. 20, p. 617-638, 2014.

OLIVATTO, G. P.; CARREIRA, R.; TORNISIELO, V. L. e MONTAGNER, C. C. Microplásticos: contaminantes de preocupação global no antropoceno. *Revista Virtual de Química*, v. 10, p. 5-6, 2018.

OLIVEIRA, G. S.; PEREIRA, S. G. e PEREIRA, W. A. Reciclagem de garrafa pet como suporte na educação ambiental no contexto escolar. *Educação Ambiental em Ação*, v. 55, p. 1-8, 2018.

PEREIRA, J. C. e FERREIRA, M. Polímeros e meio ambiente: uma proposta para o ensino de química. *Educação Ambiental em Ação*, vol. 36, p. 1-13, 2011. Disponível em: <http://www.revista.org/artigo.php?idartigo=1043>, acesso em jul. 2021.

ROEHRIG, S. A. G.; ASSIS, K. K. e CZELUSNIAKI, S. M. *A abordagem CTS no ensino de ciências: reflexões sobre as Diretrizes Curriculares Estaduais do Paraná*. Anais, artigos. Paraná, 2011. Disponível em: <http://www.esocite.org.br/eventos/tecsoc2011/cd-anais/arquivos/pdfs/artigos/gt005-aabordagemcts.pdf>, acesso em jul. 2021.

SANTOS, I. R.; FRIEDRICH, A. C.; FILLMAN, G.; WALLNER-KERSANACH, M.; SCHILLER, R. V. e COSTA, R. C. *Geração de resíduos sólidos pelos usuários da Praia do Cassino, RS, Brasil*. Rio Grande do Sul. 2004. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/3474>, acesso em jul. 2021.

SANTOS, J. M. A. *A influência da embalagem no comportamento de compra do consumidor: estudo de caso referente ao chocolate Lollo*. Assis, 2014. Monografia. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/1111390542.pdf>, acesso em nov. 2020.

SANTOS, W. L. P.; GALIAZZI, M. C.; JUNIOR, E. M. P.; SOUZA, M. L. e PORTUGAL, S. O enfoque CTS e a Educação Ambiental: possibilidade de “ambientalização” da sala de aula de ciências. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. (Orgs.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 131-157.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, p. 1-12, 2007.

SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2000.

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

SILVA, C. O.; SANTOS, G. M. e SILVA, L. N. A degradação ambiental causada pelo descarte inadequado das embalagens plásticas: Estudo de Caso. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 13, n. 13, p. 2683-2689, 2013.

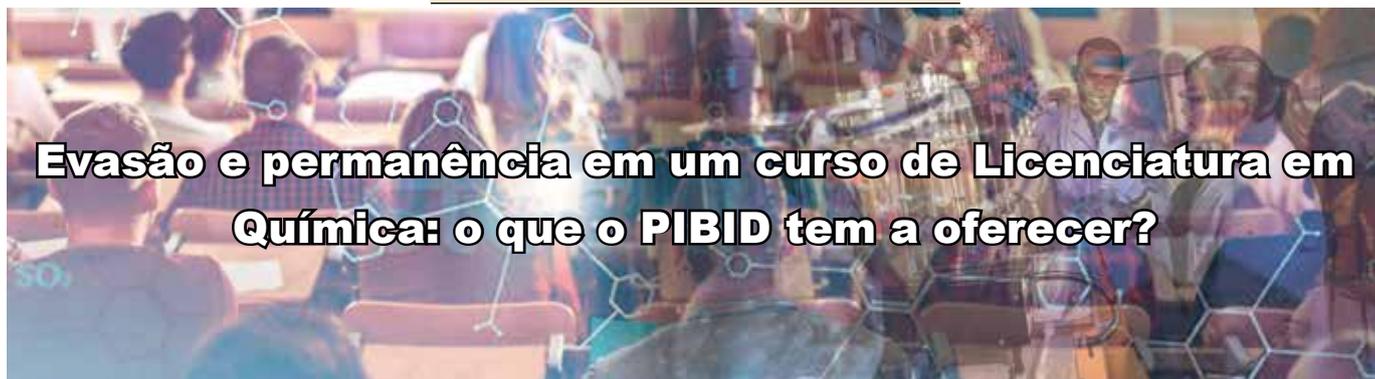
SOBRAL, P.; FRIAS, J. e MARTINS, J. Microplásticos nos oceanos - um problema sem fim à vista. *Revista Ecologia*, v. 3, p. 1-10, 2011.

VG – Resíduos: Poluição marinha: como a gestão de resíduos afasta tais impactos? Belo Horizonte/MG, 2018. Disponível em: <https://www.vgresiduos.com.br/blog/poluicao-marinha>. Acesso em jul. 2021.

THOMPSON, R. C.; OLSEN, Y.; MITCHELL, R. P.; DAVIS, A.; ROWLAND, S. J.; JOHN, A. W. G.; MCGONIGLE, D. e RUSSELL, A. E. Lost at Sea: where is all the plastic? *Science*, v. 304, p. 838, 2004.

Abstract: *Plastic at sea: drifting polymers!*. The objective of this research was to use the theme “Marine Pollution by Plastics” in the teaching of polymers by means of the Science, Technology and Society (STS) approach. The didactic intervention took place in a public school in Sergipe for students in the 3rd grade of High School. The aim was to study the polymer-plastic-society tripod and the development of values as described in Santos and Mortimer (2000). The analysis of students’ speeches through Discursive Textual Analysis (DTA) showed the relevance of studying issues related to the social impacts caused by plastics in the seas and contributed to students’ learning of scientific concepts, managing to relate science to everyday life in addition to a critical position.

Keywords: marine pollution, polymers, science, technology and society.



Evasão e permanência em um curso de Licenciatura em Química: o que o PIBID tem a oferecer?

João Paulo M. Lima, Veleida A. Silva e Wilmo E. Francisco Junior

A presente pesquisa teve como objetivo analisar possíveis interrelações entre a participação no PIBID e o percurso acadêmico durante a graduação. Para tanto, utilizou a análise de dados de evasão, permanência e conclusão do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Sergipe (UFS/Campus de São Cristóvão) obtidos por meio do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA). Também foram realizadas entrevistas com um grupo de bolsistas no intuito de melhor compreender as influências do programa nesta trajetória acadêmica. Os dados revelaram que o PIBID interfere positivamente na evasão, permanência e formação no prazo regular. A entrevista com o grupo de pibidianos indicou que o programa colabora com apoio financeiro, bem como em oportunizar experiências acadêmicas, fortalecendo a identidade com o curso.

► PIBID, formação de professores de química, evasão ◀

Recebido em 17/05/2021, aceito em 20/09/2021

330

As desigualdades sociais no Brasil podem ser minimizadas pela ampliação e acesso das classes menos favorecidas a um Ensino Superior de qualidade e gratuito. Todavia, o sucesso no Ensino Superior não depende apenas deste acesso. A evasão e a permanência nos cursos são fatores relevantes. De 2000 a 2005, a taxa média de evadidos no Ensino Superior em instituições públicas foi de 12%, oscilando entre 9 e 15% (Silva Filho *et al.*, 2007). A expansão da Educação Superior ocorrida no Brasil foi acompanhada também pela problemática das taxas de evasão e de sucesso (Lima e Zago, 2018).

Entre as características da evasão estão sua ocorrência na fase inicial da graduação, em função de reprovações, bem como em cursos considerados de menor *status* socioeconômico (Bardagi e Hutz, 2009), incluindo-se as licenciaturas.

A evasão é um fenômeno complexo cujas causas são variadas, podendo ainda ser definida e analisada sob diferentes enfoques (Freitas, 2016). Neste estudo, a evasão é

A evasão é um fenômeno complexo cujas causas são variadas, podendo ainda ser definida e analisada sob diferentes enfoques (Freitas, 2016). Neste estudo, a evasão é compreendida como a saída do aluno do curso sem que tenha ocorrido a sua conclusão (Palharini, 2010).

compreendida como a saída do aluno do curso sem que tenha ocorrido a sua conclusão (Palharini, 2010). Tratando especificamente sobre a conclusão e evasão em cursos de licenciatura em Química, observa-se alto índice de abandono e baixo número de concluintes. Em relatório publicado pelo Censo da Educação Superior observou-se crescimento na desistência de alunos deste curso (Brasil, 2018a). Alguns estudos demonstram que os maiores índices ocorrem entre a fase inicial e a metade do curso (Cunha *et al.*, 2001; Gregório *et al.*, 2017).

Entre as principais causas estariam as experiências vivenciadas, entre elas reprovações, o que levaria também a uma não identificação pessoal com o curso e a sensação de falta de apoio institucional (Daitx *et al.*, 2016), indicando interdependência entre desempenho, ações institucionais e abandono. Vivências acadêmicas podem ser compreendidas como o conjunto de situações da vida universitária às quais estão diretamente relacionadas ao desenvolvimento pessoal, cognitivo e social (Ambiel *et al.*, 2016). Dentre essas vivências, a transição entre o Ensino Médio e Superior pode ser crucial. De acordo com Coulon (2017), se os estudantes têm dificuldade em transitar entre o nível médio e superior, eles

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

tendem ao fracasso na formação. O sucesso é dependente da aprendizagem do “ofício de estudante”. Isso requer rupturas afetivas, maior independência da família e uma outra relação com as condições para a construção do saber. Ao entrar no mundo acadêmico, os estudantes passam por algumas fases: tempo de estranheza; tempo de aprendizagem; e tempo da afiliação (Coulon, 2017). Tais aspectos assinalam para a necessidade das experiências pessoais e acadêmicas durante o curso fomentarem a construção da autonomia emocional e intelectual.

Tais questões mostram a necessidade de políticas públicas e institucionais para que os estudantes possam permanecer na universidade e desenvolver-se acadêmica e profissionalmente. A participação em atividades acadêmicas, como projetos de pesquisa e extensão, auxilia o processo formativo e ajuda na construção de experiências positivas durante a vida acadêmica, o que implica positivamente na evasão e, por conseguinte, na formação profissional (Massi e Villani, 2015).

Particularmente no contexto de tentativa de valorização da carreira profissional docente emerge no cenário nacional o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). O PIBID surgiu no ano de 2007 a partir de edital publicado pelo Ministério da Educação (MEC), sendo um programa de fortalecimento da formação de professores, vinculado à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (Brasil, 2007). É no ano de 2007 que a CAPES passa a assumir a função de qualificar os professores da Educação Básica. A sua experiência e tradição na formação a nível de pós-graduação foi ampliada, com a missão de apoiar políticas públicas que auxiliem na qualificação da formação inicial e continuada de professores. Com isso o MEC buscou ampliar a integração entre a Educação Superior e Básica, melhorando a articulação entre as ações e no aproveitamento dos recursos destinados à educação.

Como política pública de apoio a formação inicial e continuada de professores, o PIBID surgiu com os seguintes objetivos: contribuir para melhor articulação entre universidade e escola; incentivo à formação para atuação na Educação Básica, especialmente no ensino médio; valorização do magistério; promoção de melhorias na Educação Básica; fomento a experiências de prática docente inovadoras; construção de alternativas aos problemas presentes nos processos de ensino e aprendizagem; valorização da vivência no espaço escolar, como possibilidade de construção de conhecimento sobre a docência (Brasil, 2007). Do seu surgimento até os dias atuais o PIBID passou por diferentes períodos. Em sua primeira fase observou-se um crescimento, caracterizado pelo aumento de aporte financeiro que reverberou no número de projetos e bolsistas pelo país, bem como

Do seu surgimento até os dias atuais o PIBID passou por diferentes períodos. Em sua primeira fase observou-se um crescimento, caracterizado pelo aumento de aporte financeiro que reverberou no número de projetos e bolsistas pelo país, bem como sua regulamentação, que definia critérios, e uma tentativa de padronização qualitativa por meio da Portaria 096/2013 CAPES (Brasil, 2013).

sua regulamentação, que definia critérios, e uma tentativa de padronização qualitativa por meio da Portaria 096/2013 CAPES (Brasil, 2013). Com um edital de duração de quatro anos, prevaleceu certa estabilidade, apesar de recorrentes indícios de corte nos recursos, como diminuição dos valores de custeio e cancelamento de cotas de bolsas ociosas.

Todavia, recentemente verificou-se uma acentuada diminuição no número de bolsas (90.254 em 2013 para 30.096 em 2020), redução do tempo de duração dos projetos e ociosidade entre o término do edital em vigência e início do próximo. A diminuição em parcela das bolsas se deu em decorrência da remodelação do PIBID, destinado a estudantes do início à metade do curso, o que implicou na criação do Programa de Residência Pedagógica que recebeu parte dos recursos. Ainda assim, a somatória das bolsas de ambos os programas está abaixo dos dados que o PIBID já representou, evidenciando uma fase de diminuição nos valores investidos. Outra mudança julgada negativa foi o aumento no número de bolsistas de graduação sob a responsabilidade de um mesmo coordenador e supervisor na escola, o que implica na qualidade das orientações e acompanhamento. Tais situações criam um cenário de instabilidade e representam um retrocesso na política de formação e valorização das licenciaturas,

na medida em que prejudicam a continuidade das ações e deixam os estudantes desassistidos quanto ao apoio financeiro.

Em função de sua representatividade para formação de professores, o PIBID tem se configurado objeto de diversas pesquisas no cenário nacional. Lima e Francisco Junior (2014), por exemplo, mapearam a produção científica sobre o PIBID na Revista Química Nova na Escola

entre 2012 e 2013, identificando os principais resultados de ações do programa, entre eles: maior aproximação universidade-escola; realização de pesquisa sobre o ensino; construção da identidade docente e reflexão sobre as ações. Os autores também apontam para a falta de estudos longitudinais ou de dados mais concretos acerca de alguns resultados. Pereira *et al.* (2020), ao mapearem a produção de dissertações e teses sobre o PIBID no banco de dados da CAPES, mostram o efeito do programa na construção de conhecimentos, oriundos da intervenção nas escolas e na reflexão sobre essas ações; bem como do trabalho colaborativo entre bolsista de iniciação à docência, supervisor e coordenador de área. Os autores apontam para uma mudança qualitativa na formação dos pibidianos e para o aumento do interesse pela docência.

A possibilidade de participar de um programa de iniciação à docência permite ao licenciando maior dedicação à formação, além de contribuir para que o recurso recebido seja usado nas despesas oriundas dos estudos na Instituição de Ensino Superior (IES). Assim, o PIBID poderia assumir

uma função dupla, apoio financeiro e preparação para o início de experiências em atividade docente. Essas duas funções ao caminharem juntas, poderão contribuir para melhorar o desempenho na formação superior. Efeitos dessa melhoria podem ser a diminuição da evasão, bem como a melhoria da permanência e conclusão do curso.

Visando contribuir com o debate sobre a influência do PIBID nos índices do Ensino Superior, a presente pesquisa foi guiada pelo seguinte questionamento: quais são as influências do PIBID nos índices acadêmicos (evasão, conclusão, formação no prazo regular) do curso de Licenciatura em Química da UFS/*Campus* de São Cristóvão? A partir de uma análise documental, bem como do ponto de vista de parte dos pibidianos, o objetivo foi analisar possíveis interações entre a participação no PIBID e o percurso acadêmico durante a graduação.

Percurso metodológico

Esta pesquisa configurou-se como um estudo de caso de natureza exploratória que combinou a análise de dados quantitativos e qualitativos. Para Gil (1999, p. 43), o estudo exploratório tem como objetivo “proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Este tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionalizáveis”. Já o delineamento de um estudo de caso deve-se ao caráter “empírico que investiga um fenômeno atual dentro de seu contexto de realidade, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas e no qual são utilizadas várias fontes de evidência” (Yin, 2005, p. 32).

A pesquisa foi desenvolvida no curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Campus José Aloísio de Campos. A IES está localizada na cidade de São Cristóvão e faz parte da grande Aracaju. O curso disponibiliza todos os anos 60 vagas no período noturno. As atividades do PIBID no referido curso se iniciaram no ano de 2009. No primeiro edital foram contempladas dez vagas divididas igualmente entre os cursos de Licenciatura em Química do *Campus* de São Cristóvão e de Itabaiana. A partir do ano de 2011 cada curso executou seu próprio subprojeto. O total de bolsistas no caso do curso aqui investigado foi de 54, distribuídos entre projetos iniciados nos anos de 2009, 2011, 2012 e 2014.

Para investigar a evasão e conclusão do curso foram considerados dados obtidos mediante análise de documentos gerados via Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA) da instituição. O intervalo de tempo usado na coleta de dados compreendeu a matrícula de estudantes no período de 2004 a 2013. Este intervalo considera

o ano de matrícula do primeiro pibidiano, assim como a fase de crescimento e estabilidade do programa, em que os editais admitiam a participação de todos os discentes do curso. Os documentos gerados permitiram a identificação da lista de ingressantes e egressos no curso de licenciatura anualmente, bem como a situação acadêmica atual. As situações acadêmicas disponíveis e usadas para construção da análise foram: cancelado, concluído, ativo, transferido.

Para identificação da formação dos concluintes no prazo regular tornou-se necessário a análise dos relatórios de egressos por ano e período, obedecendo o ciclo completo da formação de alunos. Por exemplo, os alunos que entraram no curso no ano de 2010 teriam como prazo para formação no período regular o semestre letivo 2014.2. A análise da lista de ingressantes e egressos permitiu, portanto, a identificação do percentual de estudantes que integralizaram o curso no prazo regular de 10 semestres letivos. A partir de tais informações procedeu-se o cálculo dos percentuais de estudantes que se formaram por ano e período, além dos percentuais de evasão, permanência e conclusão no prazo regular. O cálculo de evasão foi realizado tendo por base as orientações de Freitas (2016):

$$\text{Proporção de evadidos} = \frac{\text{evadidos}}{\text{evadidos} + \text{permanecidos}} \times 100 \quad (1)$$

Onde: evadidos = quantidade de estudantes evadidos; permanecidos = quantidade de estudantes que permaneceram no curso, incluindo os concluintes, ativos e com matrículas trancadas.

Partindo-se do mesmo princípio, foi calculado o percentual de concluintes, trancados, formação no prazo regular e ativos no curso. Para isso basta alterar as informações presentes no numerador e denominador, conforme Equação 2:

$$\text{Proporção de concluintes} = \frac{\text{concluintes}}{\text{concluintes} + \text{permanecidos} + \text{evadidos}} \times 100 \quad (2)$$

A análise dos dados quantitativos foi realizada comparativamente entre estudantes do curso de um modo geral e os integrantes do PIBID. Ou seja, no primeiro momento, a partir dos relatórios, foram obtidos os índices para o curso. Em seguida, foram efetuados os mesmos cálculos para o grupo de 54 bolsistas de iniciação à docência identificados no conjunto de dados para um efeito comparativo em relação ao curso. Tais dados foram apresentados descritivamente.

Além dos dados de natureza quantitativa, foram inseridos neste trabalho dados obtidos por meio de um recorte de uma entrevista coletiva. A entrevista coletiva foi realizada com quatro bolsistas do PIBID que ingressaram no programa em março de 2014. Esses quatro alunos foram convidados a participar da entrevista pelo critério de tempo de permanência no programa (mais de dois anos) e por ainda se

Para investigar a evasão e conclusão do curso foram considerados dados obtidos mediante análise de documentos gerados via Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA) da instituição. O intervalo de tempo usado na coleta de dados compreendeu a matrícula de estudantes no período de 2004 a 2013.

encontrarem matriculados no momento da pesquisa. Os participantes são identificados por códigos e assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, concordando em participar da pesquisa.

Para realização da entrevista foi elaborado e validado, por meio de um estudo piloto, roteiro semiestruturado com 17 questões que visava caracterizar o perfil dos participantes, bem como compreender o papel do PIBID durante o processo de formação. A análise de conteúdo foi usada na organização e compreensão dos dados (Bardin, 2011). O procedimento foi dividido basicamente em três etapas: i) pré-análise; ii) exploração do material e; iii) inferência e a interpretação dos resultados. Durante a pré-análise foram identificadas passagens que remetiam à evasão e permanência no curso. Todos os trechos passaram por nova leitura, mais cuidadosa, com intuito de codificação de unidades de significado. A partir disso, foram construídas interpretações das falas dos estudantes de modo a se estabelecer relações com a questão e objetivos da pesquisa. Para tanto, a interpretação recorreu a outros estudos sobre evasão e permanência no Ensino Superior.

Resultados e discussão

Os dados de ingressantes, matrículas canceladas e concluintes para o curso de Licenciatura em Química, são apresentados na Tabela 1. O número de ingressantes varia em relação às vagas anuais oficialmente disponibilizadas devido às transferências internas e externas entre o curso. De tal forma, são empregados todos os dados gerados já que eles representam com maior fidedignidade as entradas no curso. A análise dos dados mostra a diminuição no número de egressos do curso, especialmente a partir do ano de 2010. Isso ocorre mesmo após a ampliação no número

de ingressantes a partir do ano de 2006. Ressalta-se que o aumento no número de vagas é decorrente das vagas que deixam de ser ofertadas no turno vespertino a partir do ano de 2006. A entrada no curso de Licenciatura em Química da UFS/Campus de São Cristóvão a partir desse ano é apenas no período noturno. Nos anos de 2004 e 2005, quando eram ofertadas 30 vagas, os percentuais de conclusão são maiores em relação ao período 2010-2013.

Os dados revelam que as taxas de evasão e de conclusão do curso no período analisado são respectivamente de 67,6% e 28,4%. Comparando-se o percentual de evadidos e concluintes, observa-se que as matrículas canceladas, que indicam a evasão, apresentam valor superior ao número de concluintes em todos os anos, sugerindo um estudo mais aprofundado deste fenômeno. Merece atenção os dados a partir de 2010, em que os índices revelam crescimento. O último registro da média nacional de evasão para cursos de Licenciatura em Química no país mostrou percentuais de 28,4% em 2011; 40% em 2012; 46,9% em 2013; 52,3% em 2014 e 55,4% em 2015 (Brasil, 2018a), havendo uma indicação de concordância na tendência de crescimento a partir da expansão do Ensino Superior e posterior estabilidade.

A média do percentual de alunos que se formam no prazo regular entre os anos de 2004-2013 é de 15,7%, tendo melhor índice nos anos de 2005 (27,5%) e no ano de 2007 (25%). No período 2010-2013 observa-se diminuição na formação do prazo regular, com aumento de retenção e cancelamento no número de matrículas. Os dados sugerem desafios a serem enfrentados, como a relação entre retenção, evasão e o apoio a partir do ingresso na universidade.

Jesus *et al.* (2014), analisando relatórios publicados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (INEP), verificaram aumento no número de vagas ofertadas na Licenciatura em Química e no número de candidatos;

Tabela 1: Lista de ingressantes, concluintes, evadidos, concluintes no prazo regular e trancamentos realizados por alunos da Licenciatura em Química com matrículas entre os anos de 2004 e 2013 na UFS/Campus de São Cristóvão.

Ano de entrada no curso	Ingressantes	Concluintes		Matrículas canceladas		Formaram-se no prazo regular		Ativo		Trancado	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
2004	39	17	43,59	22	56,41	8	20,51	-	-	-	-
2005	40	17	42,5	23	57,50	11	27,5	-	-	-	-
2006	61	30	49,18	31	50,82	14	22,95	-	-	-	-
2007	60	25	41,67	34	56,67	15	25,00	1	1,66	-	-
2008	60	22	36,67	38	63,33	14	23,33	-	-	-	-
2009	67	23	34,33	42	62,69	11	16,42	2	2,98	-	-
2010	92	11	11,96	79	85,86	4	4,35	1	1,09	1	1,09
2011	101	15	14,85	82	81,19	8	7,92	4	3,96	-	-
2012	71	16	22,53	47	66,20	9	12,68	8	11,27	-	-
2013	85	16	18,82	59	69,41	12	14,12	10	11,77	-	-
Total	676	192	28,40	457	67,60	106	15,68	26	3,85	1	0,15

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de informações presentes no (SIGAA) da UFS. Acesso através do portal do coordenador a relatório de ingressantes e concluintes do curso de Química Licenciatura.

porém, destacam também o aumento de vagas ociosas, e a maior taxa de evasão para a Licenciatura em Química se comparado a outros cursos, mostrando que a ampliação do número de vagas não é acompanhada na mesma proporção em número de ingressos e egressos do curso.

Um olhar para as mudanças ocorridas na última década para o acesso ao Ensino Superior no Brasil mostra que houve ampliação no número de vagas e inserção de grupos mais heterogêneos na universidade, fruto, sobretudo, da expansão das universidades e das políticas de ações afirmativas. Ao mesmo tempo, nota-se um aumento da evasão sugerindo a necessidade de investigações sobre a relação entre o processo de ampliação e democratização deste acesso e os caminhos que estão sendo trilhados para preparar esse novo grupo de estudantes para vivenciar a formação superior. De acordo com Coulon (2017), o problema do Ensino Superior não está somente na falta de vagas em cursos superiores, mas na permanência e sucesso dos estudantes em sua formação.

As mudanças mencionadas acima modificaram o perfil de entrada na universidade, não só de alunos que ingressam no curso de Licenciatura em Química, como de outras áreas. Porém, torna-se um problema mais complexo para as licenciaturas, dada a baixa atratividade pela docência (Gatti, 2016). Colocar em prática ações que favoreçam o auxílio formativo e financeiro aos estudantes é um dos pontos centrais. Do contrário, se reproduz um modelo que classifica e seleciona os grupos incluídos e excluídos durante o percurso na universidade (Coulon, 2008).

Os dados apresentados para evasão e conclusão da Licenciatura em Química a nível nacional e no contexto desta pesquisa mostram a necessidade de investimentos em uma política de formação que favoreça a permanência dos alunos no curso. A elevação da qualidade formativa deve

ser preocupação dos diferentes profissionais das IES, bem como das políticas públicas de apoio à formação em nível superior do Brasil. Uma melhor integração entre Ensino Superior e Educação Básica também se faz necessária, especialmente como forma de auxiliar estudantes concluintes do Ensino Médio na escolha de seus cursos e de sua futura profissão, pois o pouco conhecimento sobre o curso escolhido, aliado a uma formação básica deficitária, são elementos que contribuem para a desistência, o pouco rendimento e a baixa conclusão do nível superior. Para o sucesso no Ensino Superior é importante que os estudantes se adequem a sua nova realidade. Apoio e orientação durante este processo podem contribuir para o desenvolvimento pessoal, intelectual, bem como assimilação de uma nova rotina (Coulon, 2008).

Ao se analisar separadamente os dados para o grupo participante do PIBID (Tabela 2), os índices revelam-se mais positivos. A evasão é reduzida para 24,7% e a taxa de conclusão é de 72,2%. Outro dado relevante para ser comparado é a respeito dos concluintes do curso. Do total de egressos, 20,3% foram participantes do programa, mas o percentual de estudantes do PIBID representou apenas 7,9% do total do curso no período, indicando reflexos positivos para a melhoria dos índices de evasão e conclusão.

Quando são comparados os dados de formação no prazo regular também se percebe diferença entre os estudantes do grupo PIBID (44,4%) e os dados do curso em geral (15,7%). Tais resultados encontram eco em outras investigações. Silva e Martins (2013) também acenam para o melhor desempenho acadêmico dos pibidianos em disciplinas da graduação e para sua permanência no curso. Araujo *et al.* (2018), ao investigarem o desempenho acadêmico de egressos de cursos de Licenciatura da Universidade Federal do Ceará que integraram (209 sujeitos) e aqueles que não integraram o

Tabela 2: Lista de ingressantes, concluintes, evadidos, concluintes no prazo regular e trancamentos realizados por alunos do curso de Licenciatura em Química que ingressaram no PIBID da UFS/Campus de São Cristóvão entre os anos de 2009 e 2014.

Ano de entrada no curso	Ingressantes	Concluintes		Matrículas canceladas		Formou no período regular		Ativo	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
2004	1	1	100	–	–	–	–	–	–
2005	1	–	–	1	100	–	–	–	–
2006	1	1	100	–	–	–	–	–	–
2007	1	1	100	–	–	1	100	–	–
2008	6	4	66,67	2	33,33	2	33,33	–	–
2009	5	4	80	1	20	2	40	–	–
2010	7	5	71,43	2	28,57	2	28,57	–	–
2011	12	8	66,67	3	25	5	41,67	1	8,33
2012	8	6	75	2	25	4	50	–	–
2013	12	9	75	2	16,67	8	66,67	1	8,33
Total	54	39	72,22	13	24,07	24	44,44	2	3,71

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de informações presentes no (SIGAA) da UFS. Acesso através do portal do coordenador a relatório de ingressantes e concluintes do curso de Química Licenciatura e relatórios anuais produzidos pela coordenação de área do PIBID/Química.

PIBID (1924 sujeitos), identificaram melhor desempenho acadêmico para o grupo de pibidianos.

A conclusão do curso no prazo regular é um indicativo da potencialidade do PIBID na diminuição da retenção. Tal situação pode ocorrer em face das condições acadêmicas proporcionadas. De acordo com Coulon (2008), dedicação, disponibilidade de tempo, domínio de ferramentas e aprendizagem de “regras” sociais fazem parte do universo acadêmico. Nesse sentido, o apoio financeiro para a dedicação aos estudos, bem como as vivências acadêmicas nas tarefas fazem com que os estudantes partilhem conhecimento e experiências que fortalecem a formação. Nesse sentido, é importante problematizar o deterioramento que o programa sofreu ao longo dos anos. Além do maior tempo de duração dos projetos nos primeiros editais, a transição entre os editais ocorreu sem ociosidade no pagamento das bolsas. Ainda a ressaltar é o valor do apoio financeiro. A bolsa para estudantes de graduação permanece no valor de R\$ 400,00 desde 2009. Mas se naquele ano isso representava 86% de um salário-mínimo, hoje equivale a 36,4%.

Gatti *et al.* (2014), ao realizarem estudo avaliativo do programa, destacam, a partir de dados obtidos com os bolsistas de iniciação à docência, que o recurso financeiro é um fator importante para os pibidianos manterem-se no curso e, conseqüentemente, dedicarem-se à formação. Ainda de

acordo com Gatti *et al.* (2014), os pibidianos referem-se à importância do apoio financeiro aliado às atividades desenvolvidas no projeto. Essa situação reforça quão delicada é a situação atual e os problemas de interrupção de pagamentos de bolsas entre a transição de editais.

Na tentativa de aprofundar o entendimento dos dados e possíveis interrelações do programa nos índices acadêmicos, foi realizada uma análise a partir do período de ingresso no curso e no programa para grupo dos estudantes pibidianos. Os dados da Tabela 3 apresentam o período de ingresso no curso, no programa, tempo de permanência e prazo regular ou não de conclusão para os 54 bolsistas.

Os dados revelam que dos 39 concludentes, 74,3% entraram no programa quando estavam na primeira metade do curso (até o 5º período) e os outros 25,6% na segunda metade do curso (a partir do 6º período). Outro dado revela que 20 estudantes (37,0%) ingressaram no programa ainda no segundo ou terceiro período letivo do curso, que compreendem a fase mais crítica no que se refere à evasão. Destes, 14 (70,0%) concluíram o curso e um ainda se encontra ativo. Logo, há indícios de que o PIBID pode auxiliar a superação das dificuldades acadêmicas da fase inicial do curso.

Corroboram este indício o fato de que dos 24 estudantes que se formaram no prazo regular, 87,5% iniciaram as

Tabela 3: Dados dos 54 bolsistas de iniciação à docência ingressantes no PIBID do curso de Licenciatura em Química da UFS/ Campus de São Cristóvão no período de 2009 a 2014.

Pibidiano	Ingresso no curso	Ingresso no PIBID	Permanência no PIBID em meses	Status acadêmico	Formação no prazo regular
B.01	2004	13º período	20	Concluído	Não
B.02	2005	9º período	2	Matrícula cancelada	-
B.03	2006	11º período	6	Concluído	Não
B.04	2007	7º período	20	Concluído	Sim
B.05	2008	3º período	24	Matrícula cancelada	-
B.06			12	Concluído	Sim
B.07			8	Matrícula cancelada	-
B.08		4º período	7	Concluído	Sim
B.09		5º período	35	Concluído	Não
B.10		6º período	10	Concluído	Não
B.11	2009	3º período	45	Concluído	Sim
B.12			11	Concluído	Não
B.13		4º período	13	Concluído	Sim
B.14		7º período	22	Concluído	Não
B.15		8º período	20	Matrícula cancelada	-
B.16	2010	4º período	6	Concluído	Sim
B.17		10º período	22	Concluído	Sim
B.18		6º período	48	Concluído	Não
B.19		6º período	48	Matrícula cancelada	-
B.20		9º período	27	Concluído	Não
B.21			25	Concluído	Não
B.22			8	Matrícula cancelada	-

Tabela 3: Dados dos 54 bolsistas de iniciação à docência ingressantes no PIBID do curso de Licenciatura em Química da UFS/ Campus de São Cristóvão no período de 2009 a 2014. (cont.)

Pibidiano	Ingresso no curso	Ingresso no PIBID	Permanência no PIBID em meses	Status acadêmico	Formação no prazo regular
B.23	2011	5º período	11	Concluído	Sim
B.24			18	Concluído	Sim
B.25		3º período	12	Matrícula cancelada	-
B.26			22	Concluído	Não
B.27		4º período	16	Matrícula cancelada	-
B.28		6º período	32	Concluído	Sim
B.29			48	Concluído	Não
B.30		7º período	17	Matrícula cancelada	-
B.31			6	Concluído	Sim
B.32			24	Concluído	Sim
B.33			35	Concluído	Não
B.34			47	Ativo	-
B.35	2012	3º período	44	Concluído	Sim
B.36		5º período	33	Concluído	Sim
B.37			37	Concluído	Não
B.38			33	Concluído	Sim
B.39			47	Concluído	Não
B.40			33	Concluído	Sim
B.41		5º período	1	Matrícula cancelada	-
B.42		5º período	6	Matrícula cancelada	-
B.43	2013	3º período	52	Concluído	Sim
B.44		2º período	29	Concluído	Sim
B.45			34	Concluído	Sim
B.46			35	Concluído	Sim
B.47			2	Ativo	-
B.48			35	Concluído	Sim
B.49			35	Concluído	Sim
B.50			47	Matrícula cancelada	-
B.51			35	Concluído	Sim
B.52			35	Concluído	Não
B.53			3	Concluído	Sim
B.54			25	Matrícula cancelada	-

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

atividades na primeira metade do curso e os outros 12,5% na segunda metade. Em relação ao tempo de permanência no programa e a formação no prazo regular, observa-se que 25% atuaram no programa até 12 meses, 20,8% entre 13 e 24 meses e 54,2% em um período superior a 24 meses. Tais informações indicam o que pode ser uma correlação entre o período de ingresso e o tempo de permanência no programa no combate à retenção e evasão.

O tempo de permanência no PIBID e sua entrada no programa no início do curso são variáveis importantes a considerar os efeitos na formação, pois compreende-se

que a qualificação não ocorre de forma imediata. Os dados das entrevistas revelam que tais indícios parecem ter uma relação direta com as experiências acadêmicas, em termos quantitativo (de tempo) e qualitativo que a atuação em ações de natureza de pesquisa, extensão e ensino, como o PIBID, proporcionam. Essas experiências se manifestam na forma de interações sociais e com aspectos da profissão.

Além da vivência com a universidade, a interação entre os colegas também. Porque a maioria que não é do PIBID mesmo... é muito espesso. E... é gritante a

diferença, porque a gente já é considerado até mesmo como uma família... o PIBID. Então já é aquela coisa mesmo unida. Já estudei com ((nome do bolsista)) essa disciplina tirava dúvidas com ele sobre tal coisa, com ((nome do bolsista)) outra disciplina e assim vai, com ((nome do bolsista)) outra, um complementando outro e um ajudando o outro. B. 52

[...] é a vivência com a universidade, porque antes no primeiro e segundo período a gente era aluno de sala de aula né. A gente vinha assistia aula e ia embora, estudava em casa, beleza, fazia sua prova. Então a vivência da universidade é diferente né. [...] B. 48

[...] a gente percebe ainda colegas do curso que só vivenciam a sala de aula na graduação, chega ao final do curso e tá doído, preocupado de fazer as horas complementares, a fazer cursos online, que eu tenho que entregar é a carga horária complementar. E o aluno do PIBID nem se preocupa com isso. B. 46

As vivências acadêmicas influem em diferentes contextos de aprendizagens. Os bolsistas destacam interações sociais e o auxílio coletivo, bem como as experiências que não se restringem à sala de aula, pois antes da participação no programa não havia a prática de permanecer na universidade. A partir do programa, além das atividades desenvolvidas nas escolas, os estudantes permanecem na instituição por mais tempo, para planejamento das ações e estudo, o que facilita a interação e troca de experiências acadêmicas, inclusive permitindo que estudantes mais antigos no curso auxiliem aqueles em fase inicial.

A evasão e suas razões são um tema complexo, atravessado por alguns fatores, mas outros estudos assinalam que a integração dos estudantes com ações e projetos desenvolvidos na universidade aumentam as chances de sucesso ao longo do percurso acadêmico, refletindo positivamente nas taxas de evasão, conclusão e atuação futura desses profissionais (Ambiel *et al.*, 2016; Lima Júnior *et al.*, 2020). O apoio para realização de atividades que contribuam para que ingressantes no Ensino Superior permaneçam no curso e se desenvolvam intelectualmente é apontado por Coulon (2017) como importante estratégia para que os graduandos obtenham sucesso na formação superior. Logo, o tempo destinado às ações do programa propiciam experiências que, quanto mais intensas se tornam, mais podem contribuir no processo formativo e de permanência no curso. Ao permanecerem na universidade, assim como vivenciarem atividades em âmbitos diversos, como o escolar, ampliam-se as possibilidades de desenvolvimento.

A evasão e suas razões são um tema complexo, atravessado por alguns fatores, mas outros estudos assinalam que a integração dos estudantes com ações e projetos desenvolvidos na universidade aumentam as chances de sucesso ao longo do percurso acadêmico, refletindo positivamente nas taxas de evasão, conclusão e atuação futura desses profissionais (Ambiel *et al.*, 2016; Lima Júnior *et al.*, 2020).

Massi e Villani (2015) estudaram a evasão do curso de Licenciatura em Química ofertada no Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista (UNESP/Araraquara), apontando que a média anual de evasão no curso é de 15,7%, uma das mais baixas do país. Dentre os motivos, os autores sugerem o acolhimento de calouros; oferta de atividades extracurriculares; oferta de variedade de bolsas, incluindo de apoio social; aproximação com a Educação Básica por meio de ações como apresentação do curso e feira das profissões. As contribuições do PIBID parecem emergir desse íterim que concatena apoio social, aproximação com a profissão e vivências acadêmicas.

Mais especificamente sobre a possibilidade de desistência do curso, as entrevistas revelaram que a participação no programa foi fator para a tomada de decisão, demonstrando aproximação com a identidade formativa.

[...] eu tive uma crisezinha, a crise que a gente sempre tem no curso. O meu foi logo no início no segundo período, eu queria desistir do curso. Mas depois eu consegui levar até o final do período e eu ia ver né, se eu ia desistir ou não. E aí logo no terceiro período teve o PIBID. Então o PIBID ele tirou minhas dúvidas, minhas crises né, e me deu mais gás pra continuar o curso né. Mas essa crise assim, ela passou. B. 48

Então eu não me sentia no curso da licenciatura, então eu pensava ainda assim, outra oportunidade que surgisse de mudar de curso em ir para o curso de bacharel. [...] com o meu ingresso no PIBID, mas o que melhorou pra mim, foi a questão reconhecimento da profissão, da reafirmação, porque eu antes de entrar no PIBID, o primeiro semestre que eu fiquei aqui sem participar do PIBID, ainda tinha dúvida se não era pra ter escolhido o bacharelado, entendeu? então eu vou... se surgir vaga pro bacharel, porque como eu fiz transferência interna, não teve vaga para bacharelado na época da minha transferência interna, só pra licenciatura. Então não tive escolha. Então ainda no primeiro semestre eu fiquei assim, se é isso mesmo que eu quero. Mas depois da entrada no PIBID aí eu não tive mais dúvida que era realmente a licenciatura que eu deveria ficar. B. 46

[...] eu pensei em desistir no segundo período, mas foi antes do PIBID e não foi uma questão do curso e sim em estar... longe da minha família e também de convivência na residência que eu morava, foi mais essas questões que fizeram querer sair, dizer desistir do curso, mas não o curso em si. Eu até pensei em

mudar pra Itabaiana, porque aí ficava mais próximo, dava pra ir, vir e voltar todos os dias. Eu ainda pensei em fazer isso, mas aí o terceiro período veio e com ele o PIBID, aí eu acabei né... aquietando, permaneci aqui e mudei de residência. **B. 49**

Em função de fatores diferentes, três dos quatro entrevistados apontaram possibilidade de evadir/trocar de curso. A falta de identidade com o curso, muitas vezes ligada à falta de identidade com a atuação profissional é um dos fatores de evasão (Daitx *et al.* 2016). Embora não investigando o mesmo campo do saber, Noronha *et al.* (2009) obtiveram correlações positivas e significativas entre os interesses profissionais e as experiências vivenciadas na universidade, em especial aquelas mais ligadas à carreira e à área de estudo. Nesse sentido, o PIBID pode ter uma contribuição por ampliar as experiências de contato com a atuação profissional docente durante o percurso formativo. Estudando licenciandos em química, Pereira *et al.* (2020) apontam que o PIBID atua na significação do reconhecimento e representação da carreira docente, potencializando a identidade docente. Assim, políticas públicas que valorizem experiências em atividades que se aproximam da docência e da pesquisa neste campo podem se configurar em fatores decisivos e precisam ser fortalecidas.

Considerações finais

A presente pesquisa teve como objetivo analisar possíveis interrelações entre a participação no PIBID e o percurso acadêmico durante a graduação. Outros estudos já haviam sugerido a contribuição do programa para a permanência dos alunos, a diminuição da evasão e a conclusão em cursos de Licenciatura em Química (Silva 2015; Silva *et al.*, 2012; Silva e Martins, 2013; Teixeira Jr., 2014). Porém, nenhum deles faz uso de dados quantitativos como os aqui apresentados para a melhor compreensão das relações estabelecidas entre participação no PIBID e permanência no curso. Os dados aqui obtidos demonstram que participantes do PIBID tiveram melhores taxas de conclusão e permanência quando comparados aos dados gerais do curso. Enquanto os percentuais de conclusão e formação no prazo regular para os pibidianos chegaram respectivamente a 72,2% e 44,4%, para o curso este patamar é de 28,4% para conclusão e 15,6% para formação no prazo regular.

A análise do período de ingresso no programa revela que a maioria iniciou sua atuação até a metade do curso, considerada a fase mais crítica para a evasão. Nesse sentido, infere-se que a participação no PIBID pode contribuir no processo permanência no curso e consequente diminuição da evasão. Os dados de entrevistas com um grupo de pibidianos indicam que o programa colabora com apoio financeiro, bem como em propiciar mais experiências acadêmicas, fortalecendo a identidade com o curso.

Alguns autores corroboram tais aspectos como forma de ampliar as vivências acadêmicas, melhorando índices

de evasão, retenção e conclusão (Coulon, 2017; Daitx *et al.* 2016). Vale assinalar que o PIBID é uma das ações disponíveis em âmbito universitário, havendo outras políticas com parcelas contributivas. Todavia, no âmbito das licenciaturas tem se mostrado a mais abrangente. Além disso, a evasão é um tema que merece ser aprofundado, pois o indicativo de melhoria dos índices reverbera pouco no conjunto de dados do curso, que ainda apresenta elevadas taxas de evasão. Por isso mesmo torna-se preocupante as modificações que tendem a afetar as ações do programa, em especial a diminuição no número de bolsistas, não previsão de recursos de custeio, alteração da relação entre número de bolsistas, coordenadores e supervisores e vigência do edital de 18 meses (editais de 2018 e 2020) (Brasil, 2018b; Brasil, 2020).

Por fim, destaca-se a necessidade de ampliar este tipo de pesquisa no contexto investigado e em demais espaços formativos. As experiências acadêmicas podem ser ampliadas a partir de diferentes ações, programas e estratégias além do PIBID. Ao mesmo tempo, no contexto da formação de professores no Brasil, o PIBID parece ter um papel relevante. Nessa direção, emergem preocupação quanto aos rumos do programa, em especial a diminuição do financiamento e implantação de um modelo que aumenta a relação entre número de bolsistas, coordenadores e supervisores.

João Paulo Mendonça Lima (jpmendonca@academico.ufs.br), licenciado em Química pela Universidade Federal de Sergipe, mestre em Ensino de Ciências e Matemática e doutor em Educação pela UFS. É professor do Departamento de Química da UFS. Itabaiana, SE – SE. **Veleida Anahí da Silva** (vcharlot@terra.com.br), graduada em Ciências e Matemática pela Universidade de Cuiabá-MT, doutora em Ciências da Educação pela Universidade de Paris 8. Professora titular do Departamento de Educação da Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, SE – BR. **Wilmo Ernesto Francisco Junior** (wilmojr@gmail.com), bacharel e licenciado em Química pela UNESP, doutor em Química (tese em educação química) também pela UNESP. Professor Associado da Universidade Federal de Alagoas. Arapiraca, AL – BR.

Referências

- AMBIEL, R. A. M.; SANTOS, A. A. A. e DALBOSCO, S. N. P. Motivos para a evasão, vivências acadêmicas e adaptabilidade de carreiras em universitários. *Psico*, v. 47, n. 4, p. 288-297, 2016.
- ARAUJO, A. C.; ANDRIOLA, W. B. e COELHO, A. A. Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID): Desempenho de Bolsistas Versus não Bolsistas. *Educação em Revista*, n. 34, 2018, p. 1-22.
- BARDAGI, M. P. e HUTZ, C. S. “Não havia outra saída”: percepções de alunos evadidos sobre o abandono do curso superior. *Psico-USF*, v. 14, n. 1, 2009, p. 95-105.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. 11. ed. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BRASIL. Edital MEC/CAPES/FNDE. *Seleção pública de propostas de projetos de iniciação à docência voltados ao Programa Institucional de Iniciação à Docência – PIBID*. Brasília, DF, 12 de dezembro de 2007.
- BRASIL. Portaria n. 096. *Regulamento do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID)*. Brasília/DF: CAPES, 2013.

BRASIL. Edital MEC/CAPEs. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. *Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID – chamada pública para apresentação de propostas*. Edital N° 7/2018. Brasília, DF, 12 de março de 2018b.

BRASIL. Edital MEC/CAPEs. *Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID*. Edital N° 2/2020. Brasília, DF, 06 de janeiro de 2020.

BRASIL. MEC/INEP. *Censo da Educação Superior 2017: divulgação dos principais resultados*. Brasília, DF, setembro de 2018a.

COULON, A. *A Condição de Estudante: a entrada na vida universitária*. Tradução Georgina, G. S.; Sônia, M. R. S. Salvador: EDUFBA, 2008.

COULON, A. O ofício de estudante: a entrada na vida universitária. Tradução A. M. F. Teixeira. *Educação e Pesquisa*, v. 43, n. 4, 2017, p. 1239-1250.

CUNHA, A. M.; TUNES, E. e SILVA, R. R. Evasão do curso de Química da Universidade de Brasília: a interpretação do aluno evadido. *Química Nova*, v. 21, n. 1, 2001, p. 262-280.

DAITX, A. C.; LOGUERCIO, R. Q. e STRACK, R. Evasão e retenção escolar no curso de licenciatura em química do Instituto de Química da UFRGS. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 21, n. 2, p. 153–178, 2016.

FREITAS, R. S. *A ocorrência da evasão do Ensino Superior – uma análise das diferentes formas de mensurar*. Dissertação de mestrado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2016.

GATTI, B. Formação de professores: condições e problemas atuais. *Revista Internacional de Formação de Professores*, v. 1, n. 2, 2016, p. 161-171.

GATTI, B.; ANDRÉ, M. E. D. A.; GIMENES, N. A. S. e FERRAGUT, L. *Um estudo avaliativo do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID)*. São Paulo: Fundação Carlos Chagas, 2014.

GIL, A. C. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo: Atlas, 1999.

GREGÓRIO, J. R.; LEITE, C. C.; LEAL, B. C.; NITSCHKE, W. K.; PEDERZOLLI, F. R. S.; NOBRE, K. M.; FRAGA, M. V. B. e SILVA, C. B. O Programa de Apoio à Graduação em Química (PAG-Química) e sua contribuição para a democratização e permanência de estudantes no Ensino Superior. *Revista Eletrônica de Enseñanza de Las Ciencias*, n. 3, 2017, p. 540-558.

JESUS, W. S.; ARAUJO, R. S. e VIANNA, D. M. Formação de Professores de Química: a realidade dos cursos de Licenciatura segundo as Sinopses Estatísticas. In: *X Escola de Verão em Educação Química (EVEQUIM) e III Seminário Integrador Iniciação a Docência: Ações do PIBID Química na Educação Básica*, São Cristóvão/SE, abril de 2014.

LIMA, J. P. M. e FRANCISCO Jr, W. E. Identificação e

caracterização de trabalhos publicados na QNESC sobre o PIBID/Química: uma análise inicial. In: *XVII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)*, Ouro Preto/MG, agosto de 2014.

LIMA JUNIOR, P.; ANDRADE, V. C.; FRAGA JUNIOR, J. C.; SILVA, J. A.; GOULART, F. M. e ARAÚJO, I. M. Excelência, evasão e experiências de integração dos estudantes de graduação em física. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 22, e12165, 2020.

LIMA, F. S. e ZAGO, N. Desafios conceituais e tendências da evasão no Ensino Superior: a realidade de uma universidade comunitária. *Revista Internacional de Educação Superior (RIESUP)*, v.4, n. 2, p. 366-386, 2018.

MASSI, L. e VILLANI, A. Um caso de contratendência: baixa evasão na licenciatura explicada pelas disposições e integrações. *Educação e Pesquisa*, v. 41, n. 4, 2015, p. 975-992.

NORONHA, A. P. P.; MARTINS, D. F.; GURGEL M. G. A. e AMBIEL, R. A. M. Estudo correlacional entre interesses profissionais e vivências acadêmicas no ensino superior. *Psicologia Escolar e Educacional*, v. 13, n. 1, p. 143-154, 2009.

PALHARINI, F. A. Evasão, exclusão e gestão acadêmica na UFF: passado, presente e futuro. *Cadernos do ICHF*, n. 95, 2010, p. 1-62.

PEREIRA, T. M.; RECEPUTI, C. C.; MARAGLIA, P. H.; VOGEL, M. e REZENDE, D. B. Contribuições do PIBID para a formação inicial de licenciandos em Química: análise de Teses e Dissertações. *Química Nova na Escola*, v. 42, n. 1, 2020, p. 56-67.

PEREIRA, C. M.; LOPES, T. G. e GOMES, C. O PIBID e a configuração da identidade profissional: uma análise da formação de professores. *Comunicações*, v. 27, n. 2, p. 193-214, 2020.

SILVA, C. M.; MARUYAMA, J. A.; OLIVEIRA, L. A. A. e OLIVEIRA, O. M. M. F. O Saber Experiencial na Formação Inicial de Professores a Partir das Atividades de Iniciação à Docência no Subprojeto de Química do PIBID da Unesp de Araraquara. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 4, 2012, p. 184-188.

SILVA, G. G. *Significações do PIBID à formação para a docência na percepção de licenciandos em Ciências da Natureza/Química do IF-SC/SJ*. Dissertação de mestrado. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2015.

SILVA, M. G. L. e MARTINS, A. F. P. Reflexões do PIBID-Química da UFRN: para além da iniciação à docência. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 1, 2013, p. 1-7.

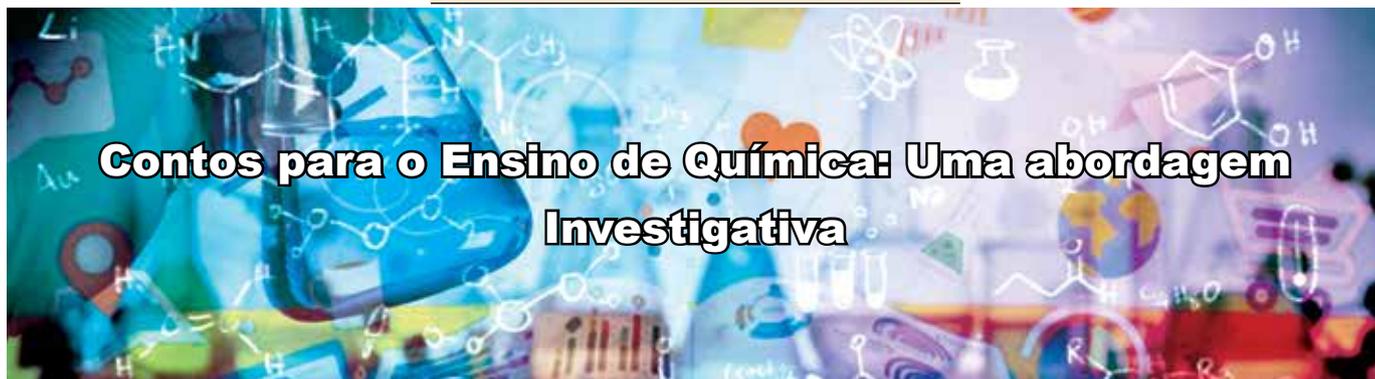
SILVA FILHO, R. L. L.; MOTEJUNAS, P. R.; HIPÓLITO, O. e LOBO, M. B. C. M. A evasão do ensino superior brasileiro. *Cadernos de Pesquisa*, v. 37, n. 132, p. 641-659, 2007.

TEIXEIRA JR. *Contribuições do PIBID para formação de professores de Química*. Tese de Doutorado. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia (UFU), 2014.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Abstract: *Dropout and permanence in a teacher chemistry education course: what can PIBID offer?* This research aimed at analyzing possible correlations from participation in PIBID to the academic pathways in a chemical teacher education course. For this, it was analyzed rates about dropout, permanence, and degree from the Chemistry Teacher Education Course at the Federal University of Sergipe (UFS/ Campus de São Cristóvão) gathered through the official academic system. Interviews with a group of students were also conducted in order to understand the influences of the program in the academic pathways. The data revealed that the PIBID interferes positively in dropout, permanence and conclusion of the course investigated. The interviews indicated that the program collaborates with financial support, as well as providing academic experiences and identity with the course.

Keywords: PIBID, Chemistry Teacher Education, Dropout.



Contos para o Ensino de Química: Uma abordagem Investigativa

Lorena de Q. Pimentel, Tatiana S. Andrade e Erivanildo L. da Silva

O objetivo deste trabalho é investigar se as características do gênero literário conto contribuem ou não para o desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI). Para isso, produzimos uma SEI abordando a temática agrotóxico, tendo como elemento centralizador o conto elaborado pelos autores deste artigo. A SEI foi submetida a um processo de validação sistematizada com especialistas por meio do *design research*, e deste processo emergem os dados do estudo. A análise foi realizada a partir da Análise de Conteúdo, buscando perceber no escrito as características que definem um conto (brevidade, função, unidade de efeito e conflito) e a relação entre elas e as etapas da SEI. Conforme os apontamentos dos especialistas, concluímos que a articulação entre Literatura e Ciências proposta na SEI se apresenta como um material que pode possibilitar um ambiente de reflexão, que abre espaço, em sala, para o debate de um tema socialmente relevante para o contexto dos estudantes.

► conto, atividade investigativa, ensino de química ◀

Recebido em 07/06/2021, aceito em 16/10/2021

340

O ensino de Química, assim como de outras áreas do conhecimento, utiliza-se de uma linguagem específica, embasada em símbolos, fórmulas e termos, a qual os alunos necessitam se apropriar para aprender a disciplina. Esta apropriação é possível à medida que os alunos conseguem perceber a relação entre a explicação que possuem sobre um determinado fenômeno e a explicação científica, e, a partir das conclusões que têm, decidir sobre o conhecimento que lhes parece ser mais acertado (Freitas e Quadros, 2014). Nesse sentido, a sala de aula deve se transformar em um “espaço de formação de leitores, ou seja, que os estudantes aprendam a se posicionar frente ao texto, e que dialoguem de forma responsável com a leitura realizada” (Wenzel *et al.*, 2018, p. 99).

É perceptível também a importância de se fomentar atividades leitoras no contexto das Ciências, de modo que o aluno possa se apropriar da linguagem própria desse campo, bem como ser capaz de dialogar e compreender as diferentes linguagens presentes em nosso mundo. Algumas pesquisas

desenvolvidas no escopo do Ensino de Ciências têm buscado estabelecer diálogos entre a Literatura e as Ciências, no intuito de discutir estratégias e instrumentos educacionais para o ensino em aulas de Química, Física e/ou Biologia por meio dessa articulação. Defensor dessa linha de pensamento, o professor João Zanetic destaca que a aproximação entre duas culturas, ou seja, duas linguagens, seria imprescindível para permitir um diálogo inteligente com o mundo (Zanetic, 2005).

Dadas as contribuições de Zanetic (2005), atualmente outros autores vêm defendendo a articulação da Literatura para o Ensino de Ciências, como Silveira (2011), Piassi e Pietrocola (2007) e Andrade (2019). Silveira (2019), por exemplo, afirma que a busca principal de trabalhos desta natureza está em perceber como a relação entre Ciência e conhecimento científico aparecem em textos literários por meio da narrativa e dos personagens, “mostrando que a Ciência está presente em outras fontes de conhecimento menos sisudas e mais próximas da linguagem acessível às pessoas não cientistas [...]” (Silveira, 2019, p. 19).

Algumas pesquisas desenvolvidas no escopo do Ensino de Ciências têm buscado estabelecer diálogos entre a Literatura e as Ciências, no intuito de discutir estratégias e instrumentos educacionais para o ensino em aulas de Química, Física e/ou Biologia por meio dessa articulação.



Assim, reforçando essa ideia, Silveira (2013, p. 16) aponta que a utilização de textos literários em aulas de Ciências, e aqui, especificamente, no ensino de Química, pode possibilitar o interesse e estímulo pela leitura, assim como permitir “a reflexão de aspectos que ultrapassam os limites estabelecidos para o conhecimento científico, já que apresenta a ciência como uma construção humana, fruto de estudo, da inventividade, mas sobretudo, da imaginação e criatividade do homem”. Nesse sentido, acreditamos que intervenções didáticas que utilizam a inserção da Literatura no Ensino de Ciência, por meio do gênero conto, permitem entrelaçar Literatura e conhecimento científico, estruturando elementos de uma contextualização para além de uma descrição científica de fatos e processos. Além disso, os contos também permitem uma certa ludicidade, o que pode contribuir para motivar e despertar o interesse dos alunos.

Por esse motivo, neste trabalho defendemos a utilização do gênero conto como um instrumento de ensino, por se tratar de uma leitura breve, geralmente apresentada com uma linguagem acessível e de fácil interpretação. O gênero conto, quando trabalhado para fins didáticos no âmbito do ensino de Química, pode possibilitar ao professor explorar conhecimentos científicos (Andrade, 2019). De acordo com Gotlib (2004), o conto, a princípio, era transmitido oralmente com o propósito de relatar acontecimentos do dia a dia das pessoas e, com o passar dos anos, foi evoluindo, sendo transmitido também por meio da escrita, caracterizando-se como um gênero literário e adquirindo aspectos do universo imaginário, não apenas de um fato (Andrade, 2019).

Entre os aspectos presentes no conto, Andrade (2019) destaca quatro características que todo conto deve ter: brevidade, função, conflito e unidade de efeito. Segundo a autora, a brevidade está relacionada ao limite físico, ou seja, trata-se de uma narrativa curta cuja leitura atenta pode ser realizada em um único momento. A função refere-se a ações que os personagens fazem durante a narrativa, sob a ótica do seu significado no desenrolar da história. O conflito perpassa o desenvolvimento e vai até o desfecho da história, tendo crise (ruptura da ordem), clímax e resolução final (desfecho). E a unidade de efeito corresponde às sensações que a leitura provoca no leitor, quando lida de uma única vez e sem interrupções. Essas sensações podem variar, a depender da quantidade de vezes que o conto for lido e também conforme a interpretação de cada leitor.

Nesse contexto, consideramos o uso desse gênero literário como “um elemento dialógico e problematizador de situações controversas retiradas do cotidiano local” (Andrade, 2019, p.78.), que permeia a atividade proposta pelo professor. Além disso, percebemos também o conto como uma possibilidade para a promoção de um ensino investigativo se tomarmos como ponto de partida as ideias defendidas por Andrade (2019), já que esta aponta o uso do gênero de modo

a fomentar a reflexão, a criticidade, a contextualização e a problematização, características também essenciais numa abordagem de ensino investigativo.

É importante afirmar, porém, que essas possibilidades podem ou não aparecer, a depender da forma como o conto será mediado em aulas de Química, bem como dos objetivos que guiam sua abordagem, a temática a ser trabalhada e os conhecimentos científicos que emergem da necessidade de compreensão do problema ou tema apresentado no gênero.

Nesse sentido, propomos que a utilização de contos assumam um caráter problematizador, que, alinhado a um conjunto de atividades, possibilite a tomada de decisões mais elaboradas frente a questões-problema por parte dos estudantes. Desse modo, esse gênero textual se apresenta como um caminho possível para a construção de entendimentos científicos pela via das Atividades Investigativas. Em se tratando da natureza das aulas de Química, a abordagem deste gênero textual pode assumir a perspectiva investigativa, considerando que esta permite mais interação entre o aluno e o professor, além de dar liberdade para que o aluno pense, argumente e tire suas próprias conclusões.

No que tange ao Ensino por Investigação, Anna Maria Pessoa de Carvalho é considerada vanguarda nessa discussão a partir dos trabalhos que desenvolve no grupo LaPEF (Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física). Esta propõe em seus trabalhos a elaboração de Sequências de Ensino Investigativo

(SEI), ou seja, sequências de atividades planejadas, “do ponto de vista material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias para que possam discuti-las com seus colegas e professor” (Carvalho, 2013, p. 9). Ainda segundo a autora, a SEI é dividida em quatro etapas: problematização inicial, resolução de problemas pelos alunos, sistematização do conhecimento elaborado nos grupos e a etapa “escrever e representar”.

Na problematização inicial, o “problema” deve ser apresentado para os alunos. Este deve ser bem planejado, ou seja, fazer parte do contexto social dos discentes, provocar o interesse deles e possibilitar que exponham os conteúdos espontâneos ou já estruturados anteriormente sobre o assunto. Após essa etapa, avançamos para a etapa “resolução de problemas pelos alunos”, na qual devem ser dadas condições para que pensem e trabalhem com variáveis relevantes do fenômeno científico estudado, de modo a levantarem hipóteses e testarem as possibilidades.

Depois da resolução de problemas, é proposta uma atividade de sistematização do conhecimento, preferencialmente fazendo a leitura de um texto escrito, de modo que os estudantes possam discutir realizando comparações entre o que fizeram, o que pensaram nas etapas anteriores e o que está relatado no texto. Por fim, na etapa ‘escrever e representar’ é proposta uma atividade, como escrever, elaborar algo e/

[...] neste trabalho defendemos a utilização do gênero conto como um instrumento de ensino, por se tratar de uma leitura breve, geralmente apresentada com uma linguagem acessível e de fácil interpretação.

ou esquematizar algo em relação ao que aprenderam. É o momento no qual os alunos podem pensar em formas de utilizar os conhecimentos adquiridos no contexto social (Carvalho, 2013).

Além de Carvalho, alguns professores e pesquisadores, como Sasseron (2016), Silva (2020), Zompero e Laburú (2011), têm fomentado reflexões sobre o ensino por investigação. Segundo Sasseron (2016, p. 121), “trata-se de uma abordagem didática, pois pode agregar diversas estratégias, das mais inovadoras às tradicionais, desde que seja um ensino em que a participação dos estudantes não se restrinja a ouvir e copiar o que o professor propõe”. Por esse motivo, a ação do professor é muito importante na sala de aula, visto que é ele quem pode definir a natureza investigativa de uma atividade.

Carvalho (2013) tem argumentado sobre os aspectos que são importantes para a construção do conhecimento científico. A princípio, esta apresenta a importância de um problema no processo de ensino, pois argumenta que o aluno pode ter mais liberdade de raciocinar durante as atividades, sendo conveniente que o professor promova reflexões nos estudantes de modo a direcioná-los à construção de novos conhecimentos.

Para Carvalho (2018), o professor pode criar condições para que o aluno apresente entendimento sobre o conhecimento científico, bem como tenha capacidade de refletir considerando a estrutura do conhecimento, apresentando seus argumentos com base em evidências, a partir da leitura e interpretação do que está sendo lido, bem como da escrita com apropriação. Nessa perspectiva, os contos podem “levar o estudante a compreender e questionar o mundo que o cerca e, através da investigação, talvez seja possível capacitá-lo a contribuir para a melhoria da sociedade” (Andrade, 2019, p. 50). O uso de textos literários pode, então, ser uma fonte alternativa, pois traz possibilidades que os textos científicos, em sua maioria, não têm, como a ciência inserida em um contexto cultural mais amplo, evidenciando aspectos relacionados a uma formação mais humana (Andrade, 2019).

Nesse ângulo, para que ocorra a abordagem com atividades investigativas, torna-se essencial que o professor ouça os alunos, proponha novos questionamentos e espere que estes pensem e respondam. É preciso permitir que esse aluno alcance o que Carvalho e Sasseron (2015, p. 250) denominam como liberdade intelectual, ou seja, tenha “a liberdade de pensar e de argumentar sobre o que está aprendendo, de construir o seu próprio conhecimento”. Nesse tipo de abordagem, portanto, o professor é “o promotor de oportunidades para novas interações entre alunos e conhecimentos” (Sasseron, 2016, p. 122).

Sobre esses aspectos, percebemos uma aproximação com os apontamentos de Andrade (2019) no que se refere às objetividades para o uso dos contos no contexto do ensino de Ciências, pois a autora defende que o gênero seja

produzido pelo professor a partir de temáticas relevantes, que decorrem da realidade dos estudantes para os quais a produção está sendo pensada. A autora indica, ainda, que o gênero seja uma ferramenta que apresente o problema vinculado à temática de modo contextual. Esse é um ponto que se aproxima da propositura das Atividades Investigativas, as quais são o problema.

O segundo aspecto apontado por Carvalho (2018) também pode ser possibilitado a partir do uso de contos, como Tatiana Santos Andrade enfatiza, já que o tema presente no gênero dialoga com a realidade do estudante e o leva a refletir sobre ela. Assim, quando utilizado de forma problematizadora, este poderá contribuir com o que Carvalho (2018) denomina de liberdade intelectual. Além disso, pode possibilitar aos alunos condições de apresentação dos conhecimentos prévios, os quais estão totalmente vinculados a essa realidade vivida por eles, o que, na compreensão de Carvalho (2018), é importante para que possam construir os novos conhecimentos a partir de ideias próprias.

Levando em conta os elementos descritos até aqui, propomos em nossa pesquisa a elaboração de uma SEI que fosse problematizada e direcionada pela mediação da ferramenta conto. Nesse sentido, investigaremos neste artigo se as características do gênero literário conto contribuem ou não para o desenvolvimento da atividade investigativa.

Metodologia

A produção da SEI, mediada por conto escrito potencialmente problematizador, se deu com aportes do *Design Research*, que pode ser entendido como um estudo sistemático de planejamento, desenvolvimento e avaliação de produtos educacionais, visando sugerir soluções para problemas complexos da prática educacional, bem como gerar conhecimentos sobre as características destas intervenções e os processos de concepção e desenvolvimento delas (Plomp, 2009).

O *Design Research* é composto por três etapas cíclicas: fase preliminar, fase de prototipagem e avaliação. Essas etapas não são fechadas e permitem

ao proponente realizá-las de modo flexível, assim como retornar a cada uma quantas vezes for necessário até obter um produto de qualidade e que sobreviva ao contexto de sala de aula. Entendemos que na fase preliminar o proponente

busca pressupostos teóricos para dar sustentação à construção de sua intervenção didática. Nela, deve-se investigar o universo temático da escola onde se deseja que a intervenção ocorra. Isso porque, no *Design Research*, espera-se que os materiais didáticos possam ser inicialmente construídos para um dado contexto e replicados em contextos semelhantes. Após a primeira etapa, passa-se para a fase de prototipagem, momento em que o material é planejado, elaborado e avaliado por meio de ciclos de testagem. Já na última etapa, a da

[...] para que ocorra a abordagem com atividades investigativas, torna-se essencial que o professor ouça os alunos, proponha novos questionamentos e espere que estes pensem e respondam.

avaliação, o proponente, a partir dos resultados obtidos no contexto de aplicação, poderá avaliar se o material contemplou os objetivos esperados e, caso não, este deverá passar por reformulações e novos ciclos de testagem.

Nesse contexto, considerando o modelo do *Design Research*, foi realizado na fase preliminar um levantamento das temáticas eventualmente utilizadas em uma Escola Pública Municipal localizada no Agreste Sergipano, o que caracteriza esta pesquisa como um estudo piloto. Esse levantamento foi realizado num processo colaborativo entre os proponentes do material didático, uma professora da educação básica e estudantes da escola pública e de contextos semelhantes. As informações para a realização da SEI foram obtidas por meio de entrevista com a professora da educação básica e questionário com os alunos, sendo estas ações realizadas via internet.

Após a entrevista com a professora, foi submetido um questionário, que versava sobre algumas temáticas emergentes dos dados obtidos durante a entrevista, a seis alunos do nono ano do ensino fundamental da escola selecionada, que se voluntariaram a responder as questões. Com base nesse estudo piloto, realizamos as reformulações necessárias – como reformulações na escrita das questões –, no intuito de facilitar a interpretação e, em seguida, aplicamos novamente o questionário a outros quatro estudantes da mesma escola descrita. Assim, com o recurso da Análise de Conteúdo (Bardin, 2011), visando estudar sistematicamente um corpo de material textual produzido pelos estudantes, emergiu a problemática dos agrotóxicos.

A temática “agrotóxicos” se fez presente em ambos os levantamentos, o que pode ser justificado em função do contexto em que a escola está inserida, pois trata-se de uma zona rural, e nela as pessoas vivem, em sua maioria, da agricultura. A partir do processo de investigação do universo temático, deu-se início à fase de prototipagem, na qual foi elaborado o conto intitulado “O perigo nas plantações”. Este abordou a história de um grupo de moradores que vive no povoado fictício chamado Salgadinho e desfruta de uma vida relativamente tranquila e rotineira. No entanto, essa calma se rompe quando os personagens sabem do estado de saúde grave de um vizinho. Os diálogos giram em torno das possíveis causas que acarretaram o problema de saúde dele, o personagem Léo. A narrativa se desenvolve em meio às consequências geradas à saúde de Léo, em decorrência do uso excessivo de diferentes agrotóxicos sem os devidos cuidados.

É importante destacar que o gênero literário proposto foi planejado com vistas a uma tomada de decisões sobre o uso dos agrotóxicos, com base em conhecimentos científicos¹.

Considerando o processo de *Design Research*, os escritos foram submetidos a um processo de validação com distintos professores da área de Língua Portuguesa e Literatura.

Submetemos a análise para que os especialistas em conto pudessem assegurar a natureza do escrito quanto à brevidade, conflito, função e unidade de efeito (Andrade, 2019).

Assim, para caracterizar o conto, conforme foi elaborado, de acordo com as estruturas apontadas, destacamos o item “brevidade”, que, relacionado à extensão do escrito, se configura enquanto uma estória curta; a função corresponde às ações dos personagens durante o enredo sobre o uso de agrotóxicos; a unidade de efeito diz respeito às sensações que a leitura provoca no leitor quando o escrito é lido com atenção e sem interrupção; e o conflito se desenvolve na narrativa, tendo início (quebra da ruptura), desenvolvimento e fim (desfecho). Os especialistas da área de Língua Portuguesa e Literatura que avaliaram a estrutura do escrito o classificaram como conto.

Dando continuidade à fase de prototipagem do *Design Research*, estruturamos a SEI em quatro etapas, considerando as etapas propostas por Carvalho (2013): problematização inicial, resolução de problemas pelos alunos, sistematização do conhecimento e, por fim, a etapa de escrita e representação, sendo o conto o elemento a ser problema-

tizado. Nela, exploramos o tema social agrotóxico e os conteúdos químicos de solução, a mistura e a concentração de soluções, bem como o conceito, as classificações, o uso seguro e a composição química dos agroquímicos.

Assim, entendendo a problematização inicial como o momen-

to em que o problema é apresentado aos alunos, esta ocorreu a partir da leitura e da propositura de mediação do conto na SEI. A resolução de problemas da SEI foi pensada para que os alunos pudessem elaborar hipóteses e testá-las. Nessa etapa, foi proposta uma atividade experimentalⁱⁱ, sugerindo que os alunos preparassem um inseticida caseiro seguindo um roteiro que tinha como base as características de uma atividade investigativa. Em seguida, fomentou-se a sistematização do conhecimento, momento em que o professor pôde provocar o debate com os alunos, estruturando coletivamente as ideias do grupo. Por último, na etapa “escrever e representar”, que diz respeito à sistematização individual do conhecimento do aluno, o professor pediu que cada um escrevesse/desenhasse/representasse algo sobre o que aprendeu na aula. A SEI, nesse sentido, foi estruturada em quatro etapas, que contiveram as atividades apresentadas no Quadro 1.

O material didático foi enviado aos especialistas em Atividades Investigativas para que avaliassem se este, em cada etapa da SEI, atendia aos objetivos descritos por Carvalho (2018), configurando subsídios para a eventual reformulação da proposta e possibilitando o aperfeiçoamento do protótipo do *Design Research*. A SEI elaborada foi distribuída via endereço eletrônico com instruções para que os especialistas a analisassem.

Essa etapa de validação contou com três avaliadores com especialidade em Atividade Investigativa e três avaliadoras

A temática “agrotóxicos” se fez presente em ambos os levantamentos, o que pode ser justificado em função do contexto em que a escola está inserida, pois trata-se de uma zona rural, e nela as pessoas vivem, em sua maioria, da agricultura.

Etapas da SEI	Atividades propostas	Objetivos das etapas da SEI
Problematização inicial	- Leitura comentada do conto	Possibilitar que os alunos exponham suas ideias sobre a temática abordada
Resolução de problemas pelos alunos	- Atividade experimental	Direcionar os estudantes a construir conhecimentos sobre a manipulação de agroquímicos, assim como noções de misturas, soluções e concentrações de soluções
Sistematização do conhecimento	- Leitura e discussão do texto “A controvérsia sobre o uso seguro de agrotóxicos”	Possibilitar que os estudantes interajam com os colegas, argumentem, busquem evidências em concordância com seus argumentos ou contrapontos, conduzindo-os a outras conclusões
Escrever e representar	- Elaboração de um panfleto explicativo	Sintetizar o que foi discutido nas etapas anteriores, possibilitando aos alunos adotar um posicionamento crítico, amparado em conhecimentos científicos

Fonte: Autores, 2021

com especialidade em Contos no Ensino de Ciências. Estas foram escolhidas porque são graduandas em Química e bolsistas de Extensão de um projeto que se utiliza da produção de contos para ensinar ciências; e aqueles, por se tratarem de professores que trabalham com esse tipo de abordagem em suas pesquisas. As contribuições dos avaliadores foram os dados desta investigação, sendo analisados tomando como base a *Análise de Conteúdo* de Bardin (2011).

Organizamos a discussão a partir das categorias brevidade, conflito, unidade de efeito e função, visando pensar como essas características podem contribuir para a construção das etapas de uma SEI (problematização inicial, resolução de problemas, sistematização do conhecimento e escrever e representar). Ou seja, nossa busca está em analisar como o conto pode contribuir para a construção de um projeto investigativo para ensinar Química de forma contextual e problematizadora, considerando o contexto local e as temáticas indicadas pelos alunos e pela professora da turma. Isso foi feito por meio dos indicativos dos especialistas, no processo de avaliação que compõe a segunda etapa do *Designer Research*, que se funde com o processo de validação.

Análise e Discussão dos Resultados

O primeiro aspecto analisado no conto é a característica brevidade. Ao serem questionados sobre esse aspecto, os avaliadores fizeram as seguintes inferências (Quadro 2).

Como apontado pela avaliadora 1, além de se tratar de uma leitura relativamente curta, o conto traz em sua configuração uma linguagem de fácil entendimento. Isso representa que o conto produzido tem um alto potencial para estimular o estudante, por possuir uma leitura de fácil interpretação, assim como destacam Silveira (2011) e Andrade (2019) ao defenderem o uso da Literatura nas aulas de Química.

Os avaliadores 2 e 3 também destacaram o fato de essa característica permitir a leitura em um único momento e

Quadro 2: Falas dos avaliadores com relação à característica brevidade

Aspecto observado	Falas dos avaliadores
Brevidade	Avaliadora 1: “[...] conto é constituído de 4 páginas, a leitura possui uma linguagem de fácil entendimento trazendo uma temática importante para ser abordada no contexto escolar o que acaba facilitando a leitura em sala de aula [...]”.
	Avaliadora 2: “[...] o escrito possui apenas 4 páginas de extensão, sendo possível sua leitura [...] em uma única sentada ou como se diz, em um único fôlego [...]”.
	Avaliadora 3: “Sim, o conto foi apresentado em partes curtas, mas que ao todo podem ser lidas de modo coletivo em um único encontro[...]”.

Fonte: Autores, 2021

também possibilitar a leitura individual ou coletiva em uma única aula. Esses pontos mencionados pelos avaliadores nos levam ao entendimento de que as narrativas curtas se tornam mais viáveis para que o professor possa desenvolver o processo de discussão e as ações durante a mediação do conto, de modo a conduzir o aluno a construir conhecimentos não só sobre a temática, mas também sobre os conceitos químicos que a envolvem de forma significativa, fazendo sentido para o aluno (Andrade, 2019).

Pensando nisso, para a problematização inicial da SEI, propusemos a apresentação do “problema” por meio do conto, a fim de “criar condições de introduzir os alunos em outras linguagens da ciência” (Carvalho, 2013, p. 14). Por se tratar de uma leitura breve, sugerimos, nesta etapa inicial, que a leitura do conto fosse feita individualmente, para que

os alunos pudessem ter suas primeiras impressões sobre ele e, posteriormente, o professor fizesse a mediação a partir da leitura comentada, como pode ser observado no recorte da problematização inicial da SEI (recorte 1).

Recorte 1: *Nessa etapa, o professor pode pedir para os alunos lerem **individualmente** o conto [...] e, em seguida, promover um momento para discussão através de **uma leitura comentada**.*

Nesse sentido, a ideia da leitura comentada é que o professor possa mediar a problematização do texto, permitindo que os alunos participem ativamente do momento da discussão. Para isso, sugerimos no material que o professor adotasse um tempo de espera, como proposto por Vieira e Tenreiro-Vieira (2005), para que os alunos pudessem pensar sobre um questionamento e se manifestar.

Ao realizar a análise da problematização inicial da SEI, a avaliadora 6 afirmou:

Avaliadora 6: *A problematização inicial do material deve ao final da discussão do conto, trazer um **problema mais elaborado e objetivo** ao que se quer atingir com o desenvolvimento da SEI. [...] pois o tema agrotóxicos pode abranger diversas vertentes (benefícios e malefícios de seu uso, agrotóxicos na agricultura, desequilíbrios ambientais, problemas de saúde, as formas seguras de manuseio, dentre outras) [...].*

No conto, podemos observar que o problema está imerso em alguns de seus aspectos, como a função e o conflito. Assim, à medida que o conto é problematizado, concepções espontâneas poderão aparecer por meio das falas dos alunos durante a discussão. Assim, como mencionado pela avaliadora 6, ao final da discussão o professor poderá conduzir o aluno a um problema mais objetivo, a partir das etapas seguintes da SEI. Nesse sentido, podemos inferir que o conto contribui, nessa etapa, para um grau de liberdade intelectual elevado, de acordo com as características das atividades investigativas descritas por Carvalho (2013), já que o tema da problemática é apresentado, mas o problema, de modo mais objetivo, é construído pelos alunos com a mediação do professor.

A função, segundo Andrade (2019), é definida como a ação dos personagens durante a narrativa. No Quadro 3 são apresentadas as inferências dos avaliadores com relação a esse aspecto no conto.

As falas dos avaliadores 1 e 2 apontam que a função do conto está presente na busca da personagem Lore por informações relacionadas ao uso dos agrotóxicos. Percebemos,

Quadro 3: Falas dos avaliadores com relação ao aspecto função no conto

Aspecto observado	Falas dos avaliadores
Função	Validador 1: “[...] pude perceber que após saber do acontecido com Léo emergiu uma preocupação [...] na Lore a buscar através de pesquisas de métodos alternativos [...] para conter as pragas que atacam as plantações [...] ”.
	Validador 2: “[...] ações da menina Lore empenhada em buscar mais informações sobre o uso de agrotóxicos e suas consequências, como também, na busca por formas alternativas de se combater as pragas nos plantios de sua família”.
	Validador 3: “[...] percebi a funcionalidade de recodificar códigos de conhecimento científico elitizado para a linguagem rotineira do público alvo a fim de fazê-los questionar sobre o uso de substâncias[...]”.

Fonte: Autores, 2021

portanto, que a ação identificada por esses avaliadores pode ser considerada “a ação de um personagem na narração do ponto de vista do seu significado no desenrolar da intriga” (Andrade, 2019, p. 177). No recorte do conto (recorte 2), trazemos em destaque um dos trechos em que essa característica é apresentada na narrativa.

Recorte 2: *[...] na semana seguinte, Joza ao limpar a sua plantação de maracujá, notou a presença de algumas lagartinhas que estavam devastando as folhas do maracujazeiro. Ao chegar em casa, na hora do almoço, conta para Lore o que tinha visto e que ia precisar aplicar um inseticida ou sua lavoura seria devastada. **Preocupada com seu pai, Lore durante a tarde resolve procurar na internet alternativas para controlar as lagartinhas nas plantações [...]. Durante a busca, ela encontra inseticidas caseiros [...]. E lhe surgiu a seguinte dúvida: Qual inseticida é eficaz? Qual concentração utilizar?***

É possível perceber, no trecho em destaque do recorte acima (recorte 2), uma das ações da personagem Lore na história. De acordo com o Andrade (2019), são precisamente essas ações dos personagens que contribuem para o desenrolar da temática (agrotóxicos) e envolvem o aluno na busca

[...] a ideia da leitura comentada é que o professor possa mediar a problematização do texto, permitindo que os alunos participem ativamente do momento da discussão. Para isso, sugerimos no material que o professor adotasse um tempo de espera, como proposto por Vieira e Tenreiro-Vieira (2005), para que os alunos pudessem pensar sobre um questionamento e se manifestar.

por compreender a problemática discutida. Considerando a ideia de utilizar o conto como elemento problematizador, conforme defendido por Andrade (2019), cada etapa da SEI foi pensada para que o conto a permeasse. Assim, ao longo da narrativa do conto foram inseridas palavras como as destacadas no recorte 2 (inseticida caseiro, concentração), para que a partir da mediação do professor os alunos fossem direcionados à construção dos conceitos químicos. Nesse contexto, na problematização inicial poderão emergir, por meio da mediação do professor, noções iniciais sobre inseticida caseiro e concentração, por exemplo, as quais os alunos poderão trabalhar na prática durante a atividade experimental e a etapa de resolução de problemas, ao manipularem as substâncias para executar a atividade, testando hipóteses e tirando suas conclusões.

No recorte 3, referente à “resolução de problema pelos alunos”, é possível observar que o conto faz essa ponte entre a problematização inicial e a etapa de resolução de problemas.

Recorte 3: *propor que cada aluno durante a semana, sob a orientação dos pais, procure nos quintais de casa, jardins, horta ou lavoura algum tipo de inseto (Lagartinha, pulgões, moscas...) que está atacando alguma planta e tire uma foto da planta que está sendo atacada. Após identificarem a planta infectada, sugerir que eles preparem um inseticida caseiro, seguindo o roteiro da atividade experimental disponibilizado no guia do aluno, e preencham as informações como se pede. Por fim, pedir que eles apresentem os resultados obtidos da experimentação para seus colegas.*

Nessa etapa, como pode ser observado no destaque do recorte 3 da SEI, os alunos poderão realizar uma atividade experimental, inter-relacionada com o conto e com a etapa anterior da SEI, para que os direcione ao levantamento de hipóteses e testagem, como defendido por Carvalho (2013), perpassando conceitos químicos tanto nessa etapa quanto nas demais da SEI, conforme podemos observar no recorte 4:

Recorte 4: *Este material didático tem como [...] intuito propiciar um debate para que os estudantes possam se posicionar criticamente com relação a controvérsia relacionada a esses materiais químicos. Além disso, este material pode perpassar por alguns conceitos tais como: classificações, uso seguro e composição química dos agroquímicos e também conceitos de misturas, soluções e concentrações de soluções.*

Salientamos que não é oferecido um roteiro pronto para os alunos, apenas são disponibilizados os materiais que

devem ser utilizados, cabendo a eles decidir a maneira como esses materiais poderão ser testados, bem como quais são as hipóteses e conclusões. Ainda sobre a etapa de resolução de problemas, o avaliador 5 destaca que a atividade experimental permite atingir um alto potencial investigativo, como podemos observar no recorte a seguir:

Avaliador 5: *[...] a atividade experimental [...] penso que levantar hipóteses, delinear um plano de trabalho, obter dados e tirar conclusões, são etapas do processo investigativo que são delegadas aos alunos. Ressalto a fundamental importância do processo de condução do docente que irá mediar a atividade, pois este deve assumir a postura de facilitador sem fornecer respostas prontas [...].*

Nesse contexto, sustentados em Carvalho (2013), pensamos, durante a elaboração da SEI, em “seguir uma sequência de etapas visando dar oportunidade aos alunos para levantarem e testarem suas hipóteses [...], estruturando seu pensamento e apresentando argumentações discutidas com seus colegas e com o professor” (Carvalho, 2013, p. 10). Vale salientar que em nenhuma das etapas da SEI foram impostas regras que o professor devesse seguir. O que existe, de fato, são orientações que sugerem como o professor poderá conduzir as atividades, assim como possíveis questionamentos que podem ser feitos caso os alunos não se manifestem, tais como: o que era esperado no experimento? O que foi observado no experimento? Quais as conclusões obtidas? Essas perguntas podem incentivar e mobilizar o aluno a expor seus pensamentos sobre as atividades.

A avaliadora 3 associa a função à recodificação de “códigos de conhecimento científico elitizado para a linguagem rotineira do público-alvo de modo a fazê-los questionar sobre o uso de substâncias”. Essa linguagem rotineira, como apontado pela avaliadora 3, pode ser observada também no recorte 5:

Recorte 5: *Ainda mais preocupado, Joza falou: - Mulher, que história é essa? [...] Semana passada mesmo, encontrei com ele na lida pulverizando lá na roça, parecia tão bem. Conversamos um pouco até, e ele me contou que a roça de mandioca dele estava quase tomada de mato, me falou que ia comprar o “veneno”, aquele que quase todo mundo usa na região [...].*

Como podemos observar, a linguagem utilizada no conto é cotidiana, no entanto poderia ser empregada cientificamente. Um exemplo disso é o termo veneno, destacado no recorte 5, ao se referir a **agrotóxicos**. Ao instrumentalizar o conteúdo científico, por meio da escrita do texto literário,

a intenção dos autores deste trabalho, desde o início, foi produzir um conto literário que apresentasse uma linguagem de fácil interpretação abordando uma problemática próxima do contexto dos estudantes. Lembramos que o processo de *Design* defendido por Plomp (2009) permitiu que a problemática emergisse da investigação do universo temático dos estudantes.

Os avaliadores também fizeram inferências sobre a característica “conflito” no conto, como pode ser observado no Quadro 4.

Quadro 4: Falas dos avaliadores com relação à característica “conflito”.

Aspecto observado	Fala dos avaliadores
Conflito	Avaliadora 1: “[...] a preocupação em relação à utilização dos agrotóxicos, com destaque para a forma que a população geralmente utiliza, ou seja, sem nenhuma proteção enquanto usa o veneno na plantação.
	Avaliador 2: “[...] é possível perceber a presença do conflito neste conto. A questão sobre o uso correto e incorreto dos agroquímicos envolvendo concomitantemente a questões pessoais e sociais geram essa sensação de conflito, de algo que requer resoluções e respostas.
	Avaliador 3: “[...] usar ou não agroquímicos”.

Fonte: Autores, 2021

A partir das falas dos avaliadores apresentadas no Quadro 4, podemos perceber que o conflito didático que esperávamos está explícito no escrito. Abaixo, trazemos um recorte do conto (recorte 6) que apresenta o conflito didático identificado pelos avaliadores:

Recorte 6: - *Então, minha filha, se no caso de Léo, ele acabou se contaminando com esse veneno, por que não proibem o uso deles? Fico pensando no meu amigo Leo e nem sei mais se é para usar esses produtos, se bem que...*

Para um instante pensativo.
- *O que foi, painho? Perguntou Lore.*

- *Não sei como viveria sem os agrotóxicos, quando não uso eles as pragas tomam conta e as lavouras não se desenvolvem. Teve um milho mesmo que plantei esse ano que está lá, tadinho, não sai do tamanho. Se eu não adubar, esse ano não teremos espigas de milho no São João.*

[...] os agrotóxicos representam um tema social, pois se colocam como um problema ambiental e de saúde pública, o que sugere sua abordagem nas aulas de Química, de modo que o estudo voltado a essa temática possa minimizar o risco de contaminação durante a manipulação desses defensivos químicos (Morais et al., 2011), visto que boa parte dos agricultores não é orientada em relação à maneira correta de utilização dos agroquímicos.

Podemos verificar no recorte 6 o conflito do personagem Joza em decidir se deve utilizar ou não os agrotóxicos. Esse conflito surge porque, de um lado, ele teme os riscos que esses produtos químicos podem causar à sua saúde. Por outro lado, ele se vê pressionado a continuar aplicando os defensivos químicos para defender as plantações dos ataques de insetos, doenças e plantas daninhas que atrapalham a produtividade da sua lavoura, de modo a garantir o sustento da família.

Nesse contexto, os agrotóxicos representam um tema social, pois se colocam como um problema ambiental e de saúde pública, o que sugere sua abordagem nas aulas de Química, de modo que o estudo voltado a essa temática possa minimizar o risco de contaminação durante a manipulação desses defensivos químicos (Morais et al., 2011), visto que boa parte dos agricultores não é orientada em relação à maneira correta de utilização dos agroquímicos. Nesse contexto, o professor, ao recorrer ao conto, poderá pensar em “questões que relacionem o problema investigado com o problema social” (Carvalho, 2013, p. 16).

Assim, ao pensarmos em utilizar o conto no contexto de atividade investigativa, é fundamental organizá-lo para que “os alunos em grupo discutam, expondo aos seus colegas, suas ideias e seus entendimentos do texto [...]” (Carvalho, 2013, p. 17). Nessa perspectiva, na sistematização do conhecimento da SEI foi proposta a leitura do texto “A controvérsia sobre o uso seguro de agrotóxicos”ⁱⁱⁱ, com a intenção de que os estudantes pudessem discuti-lo comparando o que fizeram e o que pensaram nas etapas anteriores em relação ao relatado no texto. Nesse aspecto, a avaliadora 6 afirma que:

Avaliador 6: [...] *A etapa de sistematização do conhecimento como está apresentada no material didático da SEI, [...] o professor busca entender a partir dos argumentos e ideias dos discentes em relação ao conto, a atividade experimental e o texto complementar. É relevante essa interação entre todas as atividades da SEI para dar mais significado a temática desenvolvida e não deixar nada solto no caminho.*

Fazendo essas aproximações entre as concepções que os alunos tinham e as novas informações que foram disponibilizadas durante o percurso, é dada a possibilidade de ações intelectuais começarem a ser desenvolvidas por meio de atitudes científicas, como o levantamento de dados e

a construção de evidências, possibilitando a ampliação do vocabulário dos alunos (Carvalho, 2018).

Os avaliadores também apresentaram inferências sobre o aspecto “unidade de efeito” no conto, como pode ser observado no Quadro 5.

Quadro 5: Falas dos avaliadores com relação ao aspecto unidade de efeito no conto.

Aspecto observado	Falas dos avaliadores
Unidade de Efeito	Avaliadora 1: “[...]pude perceber à medida que ia lendo a estória [...] ressaltou que é uma leitura muito agradável e desperta várias sensações em quem ler. [...]”
	Avaliadora 2: “[...] através da leitura [...] o medo sentido por Lore, quando seu pai diz que usam às vezes agrotóxicos, e também, o amor por seu pai manifestado através do cuidado, que para não ocorrer com ele o mesmo que aconteceu com Léo, ela busca apoio no conhecimento científico pesquisando formas de não usar “veneno” no plantio de sua família. [...]”
	Avaliadora 3: “Sim, pois faz a pessoa pensar depois da leitura em como os jovens precisam ser mais ouvidos nas tomadas de decisões familiares e apresenta caminhos menos agressivos para controle de seres. [...]”
	Avaliador 5: Foi uma leitura que me mobilizou enquanto leitor, sendo que em alguns trechos me senti emocionado pela sensibilidade e delicadeza da história. Atribuo 10.

Fonte: Autores, 2021

A Unidade de Efeito, como defendido por Andrade (2019), é um fator que emerge das sensações que a leitura provoca no leitor, ou seja, só pode ser percebida no ato da leitura e por parte do leitor, visto que são as sensações que a leitura causa. Nesse contexto, a avaliadora 1 ressaltou que a leitura despertou várias sensações; a avaliadora 2 afirmou sentir algumas sensações durante trechos do conto, como tristeza, medo, solidariedade, amor; o avaliador 5 se sentiu, inclusive, emocionado durante a leitura do conto. Com isso, podemos perceber, em relação à unidade de efeito, que os trechos do conto possivelmente ocasionaram diferentes sensações, no entanto isso pode variar de leitor para leitor.

Nessa discussão, podemos pensar, por exemplo, no trecho: “Homem, você soube o que aconteceu com nosso vizinho Léo hoje pela manhã?”. Aqui, as informações apresentadas podem provocar no leitor susto e/ou curiosidade. Já no trecho que segue – “Fizeram uns exames, e os doutores falaram que ele pode estar doente por

conta dos venenos que usava nas lavouras” – aparece a causa da ida ao hospital, devido ao uso de venenos, o que pode causar também tristeza e medo, já que o conto é construído para sujeitos que vivem essa temática em seu cotidiano, e saber que eles podem ser envenenados pelo uso do agrotóxico pode gerar medo.

O trecho a seguir: “A defesa que mais ouvimos é em relação à economia de dinheiro, porque o uso desses produtos sai bem mais barato do que colocar trabalhadores para cuidar das roças” pode ocasionar revolta ao leitor, ao tomar conhecimento de que a vida é posta em risco por conta de dinheiro. O trecho do desfecho do caso de Léo também pode levar o leitor a perceber a unidade de efeito: “Alguns meses se passaram e o estado de Léo piorava cada vez mais. Até que numa manhã chuvosa o pior aconteceu. Léo não resistiu aos males provocados pelos “venenos”. A tristeza tomou conta de todos os moradores da comunidade que pareciam não acreditar na notícia que acabara de receber. A luta de Leo chegara ao fim”. Esse trecho pode ocasionar tristeza ou lembrança caso os estudantes já tenham vivido uma situação semelhante; e até mesmo angústia e medo, por terem ciência das consequências do uso de agrotóxicos e, ao mesmo tempo, não saberem o que utilizar para sua substituição.

Devemos considerar, portanto, que as emoções geradas pela leitura não são construídas apenas pelo escritor, mas, sim, pelas interpelações que o texto lido provoca no leitor. Nesse contexto, Soares (1988, p. 95) afirma que “o texto não preexiste à sua leitura, não é aceitação passiva, mas construção ativa. É no processo de interação desencadeado pela leitura que o texto se constitui. Cada leitura é a nova escrita de um texto”. Assim, podemos dizer que cada leitor e/ou cada leitura realizada podem gerar novas interpretações e sensações.

Nesse viés, compreendemos que todas as características do conto contribuíram para que o leitor pudesse sentir vontade de realizar a leitura até o final sem perder o foco. Consequentemente, o leitor (aluno) é convidado a refletir

[...] compreendemos que todas as características do conto contribuíram para que o leitor pudesse sentir vontade de realizar a leitura até o final sem perder o foco. Consequentemente, o leitor (aluno) é convidado a refletir mais sobre a problemática, buscando semelhanças entre o que foi lido e suas vivências cotidianas, bem como sobre as outras atividades planejadas no desenvolvimento da SEI (Carvalho, 2013).

mais sobre a problemática, buscando semelhanças entre o que foi lido e suas vivências cotidianas, bem como sobre as outras atividades planejadas no desenvolvimento da SEI (Carvalho, 2013). Desse modo, as sensações que o conto proporciona geram no aluno abertura ao diálogo e à reflexão, que podem ser percebidas também na etapa “escrever e representar” da SEI, que é o momento no qual os alunos podem elaborar uma atividade a partir do que aprenderam

e concluíram sobre a temática. A seguir, trazemos um recorte da etapa “escrever e representar” da SEI:

Recorte 7: Vamos colocar em prática o que aprendemos até agora? Construa um **panfleto informativo**, com base nas

conclusões obtidas, durante as atividades, sobre os agrotóxicos para que possam ser distribuídos para os agricultores.

Essa atividade, portanto, solicita que os alunos resumam o que foi discutido nas etapas anteriores, assumindo um posicionamento crítico, amparados em conhecimentos científicos; e incita uma tomada de posição sobre a problemática abordada, levando-os a pensar em possibilidades de aplicar o conhecimento construído no contexto social em que vivem.

Ainda sobre a unidade de efeito, a avaliadora 3 aponta que, após a leitura, foi possível refletir sobre dois pontos, especificamente, no texto: a necessidade de o jovem ser mais ouvido nas tomadas de decisão familiares e a apresentação de caminhos menos agressivos para o controle de pragas nas lavouras. Ao desenharmos o conto, tínhamos como objetivo promover uma reflexão sobre o uso ou não dos agrotóxicos. No entanto, esse objetivo inicial não impede que outras discussões e atividades sejam realizadas com base nele, o que nos mostra que essa temática é relevante e poderá ser utilizada futuramente por professores e pesquisadores em outros contextos.

Assim, ao planejar a promoção do ensino de Química por meio de contos, alinhados a um conjunto de atividades intencionalmente planejadas, criamos um ambiente investigativo de modo a “mediar os alunos no processo simplificado do trabalho científico para poderem aos poucos ampliar sua cultura científica, obtendo aula a aula, a linguagem científica e consequentemente se alfabetizando cientificamente” (Sasseron e Carvalho, 2008).

Também considerando a ideia de utilizá-lo dentro de um contexto investigativo, amparados nos trabalhos de Carvalho (2013, 2018) e Sasseron (2016), pensamos, a partir das análises realizadas, que o conto pode permitir ao leitor refletir sobre a problemática trazida em sua narrativa, no tocante ao uso ou não dos agrotóxicos, e que, após todas as etapas, esses estudantes são capazes de assumir um posicionamento social. Porém, destacamos que o ato do escritor de recodificar um determinado assunto/problema/situação não pode ser definido como função, pois, segundo o Autor 2 (ano), a função diz respeito às ações dos personagens durante a narrativa.

Conclusão

Este estudo mostrou que a forma como o conto foi estruturado permitiu que fosse feita uma ponte entre a linguagem usual e a linguagem científica, por meio da abordagem desse gênero e da proposta de ensino de conceitos químicos. Também foi possível concluir, com as avaliações, que as etapas estruturantes do conto (brevidade, conflito, unidade de efeito e função) potencializam seu uso para uma abordagem investigativa, já que as características do gênero contribuem de modo significativo para a execução das etapas das atividades investigativas (problematização inicial, resolução de problemas

Este estudo mostrou que a forma como o conto foi estruturado permitiu que fosse feita uma ponte entre a linguagem usual e a linguagem científica, por meio da abordagem desse gênero e da proposta de ensino de conceitos químicos.

pelos alunos, sistematização do conhecimento elaborado nos grupos e a etapa de escrita e representação), quando o conto permeia todas as etapas, possibilitando fomentar um grau de liberdade intelectual elevado nos estudantes. No entanto, é importante mencionar que a maneira como o professor conduz as aulas é que determina o nível investigativo da atividade.

Além disso, as características apresentadas no conto propiciaram que o texto fosse utilizado num ambiente investigativo, por se tratar de uma leitura breve, que traz um problema na narrativa (conflito), que se desenrola (desenvolvimento da narrativa) até o desfecho (conclusão). As ações dos narradores na história permitem que o leitor reflita sobre o acontecimento e tire suas próprias conclusões. Além disso, o texto apela para a emoção do leitor, prendendo sua atenção e motivando-o à leitura até o final. Com isso, foi possível articular Ciência e Literatura no trabalho com o conto, possibilitando ao professor discutir conceitos químicos no processo de mediação da SEI.

Notas

ⁱ Para acessar o conto, na íntegra, vide os apêndices da dissertação: PIMENTEL, L. Q. Contos em ensino investigativo como promotores de capacidades de pensamento crítico. 2021. 188f. Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e matemática) - Universidade Federal de Sergipe, SE, 2021.

ⁱⁱ Para acessar o roteiro de atividade experimental e o texto de sistematização, na íntegra, vide os apêndices da dissertação: PIMENTEL, L. Q. Contos em ensino investigativo como promotores de capacidades de pensamento crítico. 2021. 188f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e matemática)- Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2021.

ⁱⁱⁱ PORTELA, G.; TOURINHO, R. A controvérsia sobre o uso seguro de agrotóxicos. Instituto de informação e comunicação científica e tecnológica em saúde (ICICT) 13 de janeiro de 2016. Disponível em <https://www.icict.fiocruz.br/content/controv%C3%A9rsia-sobre-o-uso-seguro-de-agrot%C3%B3xicos>. Acesso em: 10 out. 2020.

Lorena de Queiroz Pimentel (lorenaqueirozpimentel@gmail.com), licenciada em Química e Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, SE – BR. **Tatiana Santos Andrade** (tatiana.andrade@ufca.edu.br), licenciada em Química e mestra em Ensino de Ciências pela Universidade Federal de Sergipe, doutora em Ensino, História e Filosofia das Ciências pela Universidade Federal da Bahia. Atualmente é Professora Adjunta na Universidade Federal do Cariri (UFCA)- Instituto de Formação de Educadores (IFE)-Ceará. Brejo Santo, CE – BR. **Erivanildo Lopes da Silva** (erivanildo@academico.ufs.br), licenciado em Química pelo Centro Universitário Fieo, mestre em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo, doutor em Filosofia, História e Ensino de Ciências pela Universidade Federal da Bahia e pós-doutor em Didática das Ciências pela Universidade de Aveiro - PT. Atualmente é professor do Campus São Cristóvão da Universidade Federal de Sergipe no Curso de Licenciatura em Química. São Cristóvão, SE – BR.

Referências

ANDRADE, T. S. Apropriação de aspectos formativos de licenciandas em química por meio da escrita, reescrita e mediação da leitura de contos e a ficção científica. 2019. 307p. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2019.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org). *Ensino de ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CARVALHO, A. M. P. e SASSERON, H. Ensino de física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino investigativas. *Ensino em Re-vista*, v. 22, n. 2, p. 249-266, 2015.

FREITAS, M. L. e QUADROS, A. L. Linguagem científica e cotidiana: como os estudantes explicam um fenômeno ambiental. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 17., 2014, Ouro Preto. *Anais [...]*. Ouro Preto: MG, 2014.

GOTLIB, N. B. *Teoria do Conto*. São Paulo: Coletivo Sabotagem, 2004.

MORAES, P. C.; TRAJANO, S. C. S.; MAFFRA, S. M. e MESSEDER, J. C. Abordando agrotóxico no ensino de química: uma revisão. *Revista Ciências & Ideias*, v. 3, n. 1, p. 1-15, 2011.

PIASSI, L. P. e PIETROCOLA, M. Quem conta um conto aumenta um ponto também em física: Contos de ficção científica na sala de aula. *Atas do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2007.

PLOMP, T. e NIEVEEN, N. An introduction to educational design research. In: POMP, T. *Educational design research: An introduction*. Enschede, the Netherlands: SLO, 2009.

SASSERON, L. H. O ensino por investigação: pressupostos e práticas. In: *Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino*

de ciências: a sala de aula. São Paulo: USP/Univest, p. 116-124, 2016.

SASSERON, L. H. e CARVALHO, A. M. P. *Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo*. Porto Alegre: Investigações em Ensino de Ciências, 2008.

SILVA, L. H. B. D. *Capacidades de Pensamento Crítico em Atividades Experimentais Investigativas: uma perspectiva para a abordagem metodológica da pesquisa de desenvolvimento*. 2020, 128f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2020.

SILVEIRA, M. P. *Literatura e ciência: Monteiro Lobato e o ensino de química*. 2013. 297f. Tese (Doutorado) – Curso de Ensino de Ciências, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SOARES, M. As condições sociais da leitura: uma reflexão em contraponto. In: ZILBERMAN, R. e SILVA, E. *Leitura, perspectivas interdisciplinares*. São Paulo: Ática, 1988.

VIEIRA, R. M. e TENREIRO-VIEIRA, C. *Estratégias de ensino e aprendizagem: o questionamento promotor do pensamento crítico*. Lisboa: Editorial do Instituto Piaget, 2005.

WENZEL, J. S. *et al (apresentar referência completa)*. A prática da leitura no ensino de química: modos e finalidades de seu uso em sala de aula. *Actio*, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 98-115, 2018.

ZANETIC, J. Física e cultura. *Ciência e Cultura*, v. 57, n. 3, p. 21-24, 2005.

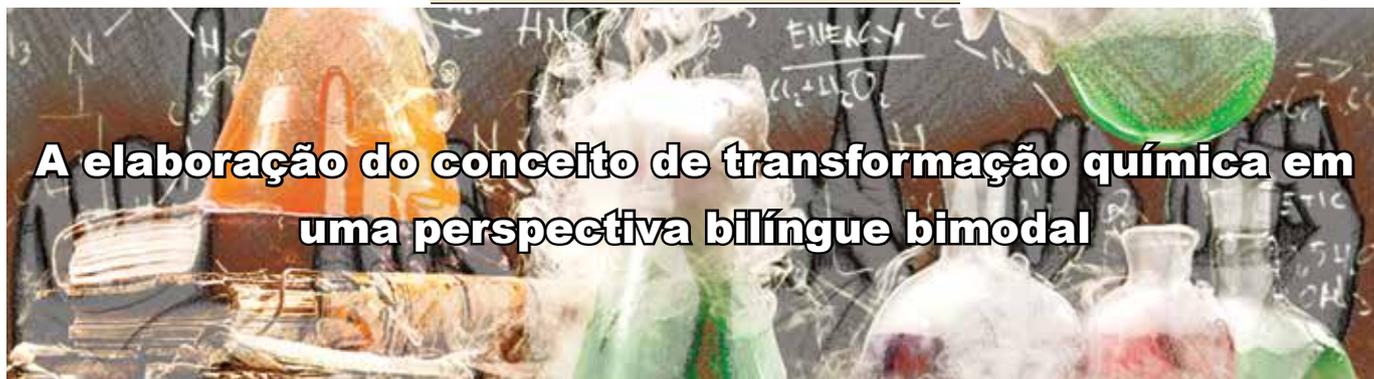
ZOMPERO, A. F. e LABURÚ, C. E. Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: Aspectos Históricos e Diferentes Abordagens. *Revista Ensaio*, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

Para saber mais

No que se refere ao uso de contos no ensino de ciências, sugere-se a leitura da tese de doutorado de Andrade (2019) e os trabalhos da autora Lorena de Queiroz Pimentel. Já no que tange ao ensino por investigação, sugere-se a leitura dos trabalhos “O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas” e “Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação”, ambos de Carvalho, vanguarda nessa discussão.

Abstract: *Tales for Teaching Chemistry: An Investigative Approach*. The objective of this work is to investigate whether the characteristics of the literary genre short story contribute or not to the development of an Investigative Teaching Sequence (SEI). For this, we produced an SEI, addressing the pesticide theme, having as an element the short story elaborated by the authors of this article. SEI, was submitted to a systematic validation process, through design research, with specialists and, from this process, the data of the study emerge. The analysis was carried out through Content Analysis, seeking to perceive in the writing the characteristics that define the story (brevity, function, unity of effect and conflict) and the relationship of these characteristics with the stages of SEI. According to the experts' notes, we conclude that the articulation between literature and Sciences proposed at SEI is presented as a material that can enable an environment for reflection, which opens space for debate in the classroom of a socially relevant topic for the context of students.

Keywords: short story, investigative activity, chemistry teaching.



A elaboração do conceito de transformação química em uma perspectiva bilíngue bimodal

Lidiane L. S. Pereira, Thalita C. Curado e Anna M. C. Benite

A presente pesquisa participante teve como objetivo discutir aspectos da elaboração do conceito de transformação química por alunos surdos, trazendo elementos que podem auxiliar os professores de Química a repensarem suas práticas docentes em um ambiente bilíngue bimodal. Os dados foram coletados a partir da gravação em áudio e vídeo de um curso de extensão para surdos, e as interações discursivas foram traduzidas, transcritas e submetidas a Análise Dialógica do Discurso. Nossos dados nos mostraram que a elaboração do conceito de transformação química pelos alunos surdos não difere substancialmente dos alunos ouvintes, entretanto, professor e TILS, por meio da utilização de diferentes modos semióticos, podem contribuir para o acesso e desenvolvimento do pensamento químico por alunos surdos.

► surdos, bilíngue bimodal, transformação química ◀

Recebido em 01/04/2021, aceito em 07/09/2021

351

A partir de uma leitura de Marx, consideramos a linguagem como trabalho. Para Marx (2004), o ser humano se constitui como *ser genérico* já que faz de sua atividade vital um objeto de sua vontade e consciência, e promove a construção prática de um mundo objetivo, diferentemente dos animais que, apesar de produzirem, produzem somente para suas necessidades diretas.

É em seu trabalho que o ser humano se torna o *ser genérico* e sua produção ganha vida, e por isso o objetivo do trabalho é a objetivação da vida como *ser genérico*, pois o ser humano deixa a esfera intelectual, a consciência, para se reproduzir a si mesmo em sentido real, de forma que a consciência enxerga o seu reflexo no mundo por ele construído (Marx, 2004).

Assim, a linguagem surge como forma de suprir a necessidade de comunicação gerada pelo desenvolvimento do trabalho, de modo que, como ser que fez e faz a si próprio realizando trabalho, produz linguagem simultaneamente

(Costa, 2000). Nesse sentido, a linguagem é entendida como trabalho, pois se constitui como uma forma de atividade humana pela qual o ser humano apreende, compreende e transforma sua realidade, ao mesmo tempo em que é transformado. As línguas, portanto, podem ser entendidas como produtos sócio-histórico-culturais desse trabalho (linguagem).

Se as línguas são produtos sócio-histórico-culturais, e os seres humanos as utilizam como instrumento capaz de permitir sua objetivação, só podemos observá-las do ponto de vista do fenômeno da linguagem, situando os indivíduos no meio social, tal qual faz o círculo de Bakhtin¹.

Volóchinov (2018) utiliza uma metáfora química nos dizendo que, da mesma forma que para observarmos o fenômeno da combustão é necessário colocar o corpo no ambiente atmosférico, para observarmos o fenômeno da língua(gem) é necessário colocar os sujeitos (que enunciam e que recebem a enunciação) no ambiente social.

Tomando como empréstimo a metáfora química do círculo de Bakhtin, podemos chamar a Química e os químicos como um grupo social do qual surgiu o que hoje denominamos de linguagem química, que permite uma leitura do

Tomando como empréstimo a metáfora química do círculo de Bakhtin, podemos chamar a Química e os químicos como um grupo social do qual surgiu o que hoje denominamos de linguagem química, que permite uma leitura do mundo a partir do ponto de vista das representações da Química.

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.

mundo a partir do ponto de vista das representações da Química.

Apesar de acessível aos seres humanos, a aquisição da linguagem química, ou o desenvolvimento de um “pensamento químico” conforme Machado (2004), não se dá igualmente em todos os sujeitos, já que segundo Palangana (1995), a qualidade das aquisições individuais está diretamente relacionada à qualidade do conteúdo ao qual se tem acesso.

Nesse sentido, temos que refletir sobre os surdos, cuja aquisição da linguagem se dá em um processo diferenciado dos ouvintes, e que, face ao movimento da inclusão escolar em todo o mundo, e, mais especificamente a partir da década de 1990 no Brasil, estão inseridos nas escolas regulares e, de igual modo a todos os outros alunos, têm direito à educação.

A presença dos surdos nas salas de aulas regulares em todo o país trouxe consigo inquietação de pesquisadores de diversas áreas, e na área de Educação Química não foi diferente. Os primeiros trabalhos surgiram em meados de 2006 no Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ (Naves *et al.*, 2006; Barazzutti e Silva, 2006) e em 2007 no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC (Neto *et al.*, 2007; Souza *et al.*, 2007; Feltrini e Gauche, 2007).

Cabe ressaltar que apenas em 2011, após dezesseis anos de existência, a revista *Química Nova na Escola*, um dos grandes veículos de comunicação das pesquisas em Educação Química, publicou seus primeiros artigos sobre a temática de ensino de Química para surdos (Pereira *et al.*, 2011; Sousa e Silveira, 2011).

Dessa forma, entendemos que a Educação Química deve proporcionar a todos os alunos, inclusive aos surdos, a compreensão dos conceitos científicos construídos historicamente, por meio dos fenômenos naturais associados à teoria e pela aquisição da linguagem química (Melo *et al.*, 2010).

Cabe enfatizar que a temática de investigação “Educação Química para Surdos” é muito recente e pouco explorada dentro da área de pesquisa em Educação Química no Brasil², e que, do mesmo modo, os Estudos Surdos³ no Brasil também são recentes. No que diz respeito à temática de investigação “Educação Química para Surdos”, podemos dizer que atualmente, após quase vinte anos do reconhecimento da Libras por meio da Lei n. 10.436 (Brasil, 2002), os estudos na área de ensino de Química para surdos avançaram muito.

Entretanto, as pesquisas versam principalmente sobre os seguintes temas: a) Estratégias para o ensino e aprendizagem de Química; b) Formação de Professores; c) Criação, problematização e validação de sinais-terminos da Química em Libras e; d) Elaboração de Materiais Didáticos (Pereira e Benite, 2019). Apesar de serem temáticas importantes, é preciso voltar a atenção para o processo de elaboração conceitual desses sujeitos a partir de suas especificidades, o que necessariamente passa pelo uso da linguagem.

Fundamentados no pressuposto anterior, esta pesquisa teve como objetivo discutir aspectos da elaboração do conceito de transformação química por alunos surdos, trazendo elementos que podem auxiliar os professores de Química a repensarem suas práticas docentes em um ambiente bilíngue bimodal.

O bilinguismo do surdo e a educação bilíngue

O surdo é um sujeito bilíngue e disso não temos dúvida, ele transita entre duas línguas, a Língua Brasileira de Sinais (Libras) e a Língua Portuguesa. Entretanto, para Quadros (2010), considerar o bilinguismo dos surdos requer minimamente pensar em diversos fatores que estão correlacionados, sendo que um desses fatores diz respeito às diferentes modalidades das línguas. Nesse caso,

o bilinguismo passa a ser denominado de bilinguismo bimodal.

Para Grosjean (2008), o bilinguismo bimodal é “... uma forma de bilinguismo de língua minoritária na qual os membros da comunidade adquirem e utilizam tanto a língua minoritária (língua de sinais) quanto a língua majoritária na sua forma escrita e, às vezes,

falada ou até mesmo sinalizada” (p. 221-222). Apesar disso, as políticas linguísticas do Brasil ainda não contribuíram para que os surdos sejam efetivamente sujeitos bilíngues e, por isso, enfatizamos a necessidade de uma política linguística plurilíngue que garanta o uso e a difusão das línguas faladas no país, especificamente com relação a Libras, que valorize sua aprendizagem como língua dos surdos brasileiros.

Diante do exposto, cabe enfatizar que os surdos adquirem a língua de sinais e a língua oral de modos distintos, pois a primeira é adquirida natural e espontaneamente, enquanto a segunda, em sua modalidade oral/escrita, só pode ser percebida por meio do referente da visão. Paralelamente, 90% das crianças surdas nascem de pais ouvintes, desse modo, a aquisição da língua de sinais não acontecerá de maneira natural, sendo preciso a introdução de medidas adequadas para esse processo (Plaza-Pust, 2005). Para a autora, esse ainda é um privilégio somente dos surdos nascidos de pais surdos.

Concordamos que propor uma educação bilíngue requer a consideração de aspectos políticos, sociais, culturais, psicológicos, linguísticos, antropológicos, dentre outros. A educação dos surdos, na maioria das escolas no Brasil, acontece por meio de uma inclusão bilíngue/cultural. Segundo Campos (2013) os surdos são incluídos na escola de ouvintes e todo o conhecimento é adaptado à experiência visual, respeitando a cultura surda. As aulas são ministradas por professores surdos, professores bilíngues, entretanto, a maioria são professores ouvintes e precisam do Tradutor e Intérprete de Língua de Sinais (TILS).

Assim, para promovermos a enculturação do surdo no mundo da Química é preciso que o professor permita a

[...] entendemos que a Educação Química deve proporcionar a todos os alunos, inclusive aos surdos, a compreensão dos conceitos científicos construídos historicamente, por meio dos fenômenos naturais associados à teoria e pela aquisição da linguagem química (Melo *et al.*, 2010).

contextualização dos conteúdos abordados, pois os surdos tiveram poucos interlocutores em sua língua durante sua trajetória de escolarização e, conseqüentemente, poucas oportunidades de trocas e debates.

Lacerda *et al.* (2013) explicam que a trajetória de escolarização dos surdos, de maneira geral, foi marcada por acesso incompleto aos conteúdos de filmes, programas de televisão, mídias que privilegiam a oralidade (e que não têm legendas), além de serem submetidos a textos complexos e de difícil acesso a surdos com dificuldades no letramento em Língua Portuguesa.

A partir de todas essas observações, é preciso considerar os processos de elaboração conceitual dos surdos nesse ambiente bilíngue bimodal, em que podemos encontrar uma terceira linguagem proveniente do mundo simbólico da Química. Nas palavras de Driver *et al.* (1999), a aprendizagem das ciências em sala de aula requer a elaboração de atividades que desafiem as concepções prévias do aluno, encorajando-o a reorganizar suas teorias pessoais.

No caso dos surdos, pode-se ir além: a aprendizagem de ciências em salas de aulas bilíngues bimodais requer minimamente que o professor se preocupe com os modos pelos quais o conhecimento químico vai ser construído pelo aluno surdo. O papel do professor consiste em organizar o processo pelo qual os surdos geram significados sobre o mundo natural e, por isso, ele precisa atuar como mediador entre o conhecimento científico e os alunos surdos. Sendo assim, o professor precisa colocar o TILS na função de codocente na mediação desse conhecimento, pois só a partir da codocência⁴ entre o professor e TILS o aluno surdo conseguirá atribuir sentidos sobre os significados construídos nesse processo.

Caminho metodológico

A pesquisa se configurou como participante, pois os alunos surdos foram convidados, no ano de 2016, a participar da pesquisa a partir de um curso de extensão de Química intitulado “Transformações Químicas para o exercício da cidadania: vendo a voz da Química”, realizado no laboratório de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, na cidade de Anápolis, como exemplifica a investigadora em sua fala:

“[...] eu, como professora, preciso saber qual a necessidade de vocês com relação à Química, se eu preciso ensinar alguns sinais novos, se eu preciso fazer a reação química, de que jeito que eu posso fazer essa reação química, por isso eu preciso muito da ajuda de vocês. Eu quero ajudar vocês, mas eu preciso da ajuda de vocês também, certo?”

Concordamos com Brandão (2006) de que a pesquisa é participante não somente porque possibilita a participação dos sujeitos na pesquisa, mas porque é uma alternativa solidária de criação de conhecimento social que contribui para a emancipação do sujeito.

O curso foi planejado a partir de uma sequência didática contendo oito intervenções pedagógicas (IP), cujas temáticas foram: 1) Como reconhecer uma transformação química?; 2) As evidências garantem que ocorreu uma transformação química?; 3) Reconhecendo transformações químicas; e 4) A massa é conservada nas transformações químicas?

Participaram do curso de extensão: uma professora de Química (PQ); três licenciandos em Química (LQ); três tradutores e intérpretes de língua de sinais (TILS); e treze alunos surdos (AS) matriculados no ensino médio da rede pública de ensino da cidade de Anápolis.

Como nosso objeto de estudo compreendia as interações discursivas provenientes do curso de extensão, as IPs foram gravadas em áudio e vídeo e os dados foram transcritos⁵, traduzidos⁶ e analisados por meio da Análise Dialógica do Discurso (ADD).

Segundo Brait (2016), a ADD fundamenta-se em contribuições bakhtinianas, de modo que a “análise dialógica do discurso, sem configurar uma proposta fechada e linearmente organizada, constitui de fato um corpo de conceitos, noções e categorias que especificam a postura dialógica diante do *corpus* discursivo, da metodologia e do pesquisador” (p. 29).

Neste artigo, apresentaremos a análise de apenas uma IP (IP4), cuja temática era “Reconhecendo as transformações químicas”, a qual foi realizada com o intuito de avaliar a elaboração do conceito de transformação química a partir das discussões anteriores sobre como reconhecer as transformações químicas (IP1 e IP2) e se as evidências poderiam garantir a ocorrência de uma transformação química (IP3).

Resultados e Discussão

A IP4 teve duração de duas horas e treze minutos, 718 turnos de fala e contou com a participação da professora de química, um licenciando em química, um TILS (Bacharel em Letras/Libras e TILS desde 2009) e seis alunos surdos matriculados no ensino médio da rede pública de ensino de Anápolis. Os alunos surdos AS1, AS5, AS6 e AS13 estavam cursando a 1ª série e AS9 e AS11 a 2ª série do Ensino Médio. Todos são surdos filhos de pais ouvintes e apenas AS9 nasceu ouvinte, se tornando surdo com 1 ano e 8 meses por causa de uma meningite. A média de idade dos alunos surdos é 18 anos.

Partindo do pressuposto de que nas IP1, IP2 e IP3 foram explorados os modos pelos quais podemos reconhecer uma transformação química e como a evidência pode garantir a ocorrência da transformação química, a IP4 foi planejada no intuito de avaliar os alunos surdos, como podemos observar no mapa de atividades para a IP4 (Quadro 1).

Como é possível observar no Quadro 1, a IP4 foi dividida em dois momentos avaliativos. No primeiro momento, realizado coletivamente, os alunos surdos realizaram duas atividades de experimentação e, ao final, PQ os questionou sobre qual das duas atividades de experimentação consistia em uma transformação química. O Quadro 2 ilustra o primeiro momento.

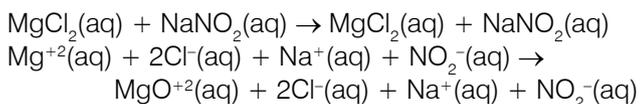
Quadro1: Mapa de atividades para a IP4

IP Data Duração Turnos	Participantes	Temática	Atividades Desenvolvidas	Modo Gestual/ação
04 22/10 2h13min 718	AS1, AS5, AS6, AS9, AS11, AS13, LQ3, TILS2, PQ	Reconhecendo Transformações Químicas.	Atividades Experimentais do Primeiro Momento: 1ª) Mistura de uma solução de cloreto de magnésio com uma solução de nitrito de sódio; 2ª) Mistura de uma solução de iodeto de potássio com uma solução de nitrato de chumbo.	PQ inicia a IP lembrando o conceito de transformação química. PQ explicita a dinâmica da IP com dois momentos. PQ explica as atividades de experimentação a ser reali- zadas no primeiro momento da IP. LQ3 auxilia os alunos durante todas as atividades de expe- rimentação. As atividades de experimen- tação são realizadas indivi- dualmente.
04 22/10 2h13min 718	AS1, AS5, AS6, AS9, AS11, AS13, LQ3, TILS2, PQ	Reconhecendo Transformações Químicas.	Atividades Experimentais do Segundo Momento: 1ª) Sublimação do iodo; 2ª) Reação química da palha de aço em água; 3ª) Fusão da água; 4ª) Apodrecimento da maçã; 5ª) Dissolução do bicarbonato de sódio em água; 6ª) Reação química do bicar- bonato de sódio em solução de vinagre.	Durante a realização das ati- vidades de experimentação os alunos interagem entre si na tentativa de explicar os fenômenos observados. TILS2 interrompe a cadeia discursiva por diversas vezes para compreender conceitos químicos. O segundo momento é rea- lizado em outro laboratório e os alunos são levados um por um individualmente. Os alunos sentem muitas dificuldades em interpretar as equações químicas, que foram explicitadas no intuito de auxiliá-los.

Quadro 2: Atividades de Experimentação e seus desdobramentos.

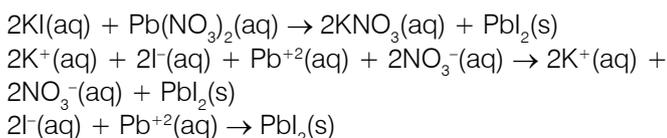
Atividades de Experimentação	Observações
Mistura de solução de cloreto de magnésio com solução de nitrito de sódio no tubo de ensaio.	As soluções estavam em dois tubos de ensaio, e um dos tubos foi vertido sobre o outro. Ao final do processo, as soluções que eram incolores continuaram incolores. $MgCl_2 (aq) + NaNO_2 (aq) \rightarrow MgCl_2 (aq) + NaNO_2 (aq)$
Mistura de solução de iodeto de potássio com solução de nitrato de chumbo no tubo de ensaio.	As soluções estavam em dois tubos de ensaio, e um dos tubos foi vertido sobre o outro. Ao final do processo, as soluções que eram incolores deram origem a um precipitado de cor amarela que ficou no fundo do tubo de ensaio e sobre ele uma solução incolor. $2 KI (aq) + Pb(NO_3)_2 (aq) \rightarrow 2 KNO_3 (aq) + PbI_2 (s)$

Analisando posteriormente o primeiro momento e o desenvolvimento das atividades de experimentação, os alunos surdos na primeira atividade não observaram nenhuma modificação (Quadro 2), pois as soluções de cloreto de magnésio e nitrito de sódio, que eram incolores, só se misturaram, não formando nenhuma nova substância, apenas mantendo os íons em solução, como se pode representar pelas equações químicas:



As equações simplificada e iônica completa mostram que os íons já estavam presentes na solução e, após a mistura das soluções, permaneceram na solução.

Na segunda atividade de experimentação, os alunos surdos observaram a formação de um material sólido amarelo (precipitado) no fundo do tubo de ensaio, com uma solução sobrenadante incolor, a partir da mistura de duas soluções incolores. As equações químicas são mostradas a seguir:



Por meio das equações simplificada, iônica completa e iônica simplificada, respectivamente, podemos observar que apenas os íons iodeto e chumbo II participaram da reação, pois os outros íons que já estavam na solução continuaram em solução, o que caracteriza a solução sobrenadante acima do precipitado amarelo de iodeto de chumbo II.

Após a reação, PQ indagou aos alunos surdos em qual das duas atividades ocorrera uma transformação química. Apenas AS9 não respondeu satisfatoriamente, dizendo que

foi na primeira atividade. Todos os outros alunos surdos que estavam presentes na IP4 responderam satisfatoriamente à questão, dizendo que a segunda se caracterizava como transformação química, como podemos observar nos enunciados:

227 (AS5): *A segunda, porque quando misturou ficou amarelo e o metal desceu.*

235 (AS1): *A segunda, porque misturou e ficou amarelo.*

239 (AS6): *A segunda, porque as duas soluções eram iguais, pareciam água, e quando entraram em contato uma com a outra, ficou amarelo e desceu.*

241 (AS11): *A segunda, porque os dois líquidos eram transparentes e depois quando misturou ficou amarelo.*

243 (AS13): *Na segunda ficou amarelo, ele precipitou e ficou no fundo. Por isso a segunda é que teve reação química.*

Os enunciados acima mostram que, no processo avaliativo com as duas atividades de experimentação, os alunos surdos conseguiram identificar corretamente que a segunda caracterizava uma transformação química, pelo fato de que houve uma modificação nos sistemas iniciais, formando uma nova substância de cor amarela, como descrito na Figura 1.

A Figura 1 mostra como o nível macroscópico, com a mudança na coloração, foi responsável pela decisão dos alunos surdos em admiti-la como transformação química. A Figura 1 mostra também o nível microscópico ou submicroscópico com os íons em solução, separadamente e após a interação, na qual ocorre a formação do precipitado, iodeto de chumbo II, inclusive com a representação na forma de retículo cristalino. Ao final temos a representação simbólica, os signos oriundos da linguagem química, que permitem representar graficamente a transformação ocorrida.

A partir da Figura 1 nos é possível observar como os

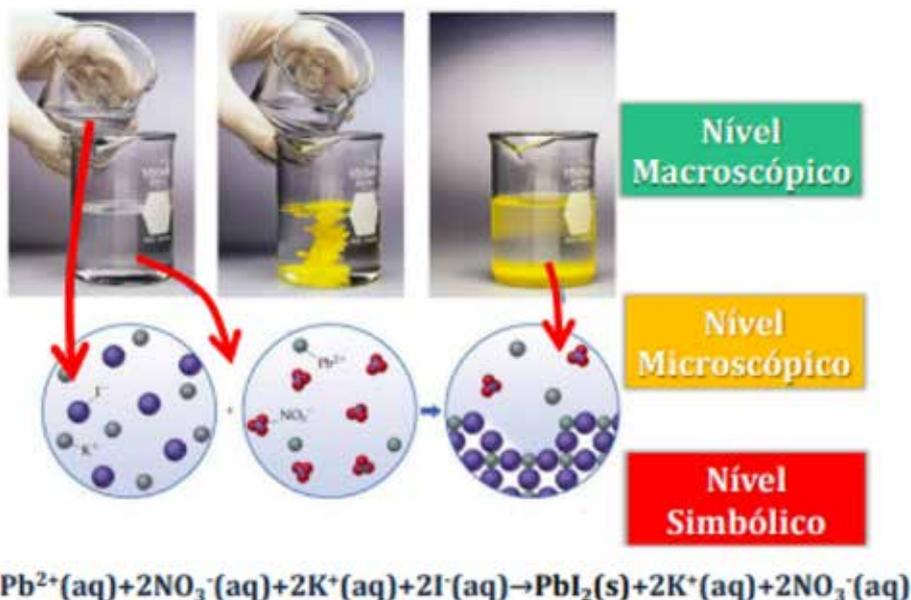


Figura 1: Representação da formação do iodeto de chumbo II nos três níveis do conhecimento químico (Fonte: Paixão e Ortigão, 2015)

químicos ao longo do tempo se beneficiaram da modelagem para explicar fenômenos, de forma que atualmente podemos ter modelos de representação concreta, visual, matemática ou verbal atrelados à linguagem própria da química (fórmulas, equações e outras). Tais modelos auxiliam no acesso e desenvolvimento do pensamento químico, além de propiciar aos alunos a transformação de modelos de um modo de representação em outros equivalentes (Justi e Gilbert, 2002), como descrito na Figura 1.

Ora, se os modelos podem auxiliar na compreensão dos conhecimentos científicos escolares, o ensino dos modelos para os surdos, a partir de recursos imagéticos, pode potencializar sua apreensão dos conceitos científicos, haja vista que, na ausência dos canais sensoriais da audição, eles desenvolvem mediações diferentes potencializadas pelo uso da visão. De acordo com Campello (2008), “a experiência da visualidade produz subjetividades marcadas pela presença da imagem e pelos discursos viso-espaciais provocando novas formas de ação do nosso aparato sensorial, uma vez que a imagem não é mais somente uma forma de ilustrar um discurso oral” (p. 22)

Lacerda *et al.* (2013) esclarecem que é preciso pensar em uma pedagogia que atenda às necessidades dos surdos, considerando que eles se encontram imersos em mundo visual e apreendem por ele a maior parte dos elementos que possibilitam a construção de seu conhecimento. As autoras ressaltam que, além da apresentação dos conteúdos em Libras, é preciso recorrer ao uso de recursos imagéticos que explorem a potencialidade visual que a Libras tem.

Entretanto, como descrito por muitos pesquisadores (Gilbert e Treagust, 2009; Gibin e Ferreira, 2013; Campos *et al.*, 2015), o alcance dos níveis do conhecimento químico pelo aluno ouvinte nem sempre acontece, sendo necessárias diversas estratégias para que o aluno consiga ascender os níveis, e no caso dos surdos não é diferente.

Compreendemos que a passagem do nível macroscópico, do fenômeno, para o nível microscópico ou submicroscópico exige dos alunos um olhar abstrato para esse fenômeno, um olhar com os óculos dos modelos teóricos que constituem a ciência. Nesse sentido, Johnstone (2000) salienta que estamos imersos em um mundo em que a maioria das coisas sobre as quais formamos nossos conceitos é de natureza macroscópica. Entretanto, é preciso refletir sobre o aspecto submicroscópico e interpretar nosso entendimento a partir da linguagem da química. O autor conclui seu pensamento dizendo que essa é ao mesmo tempo a força e a fraqueza da química quando, ao ensiná-la, os alunos tentam aprendê-la.

Dessa forma, enfatizamos a necessidade de que os alunos possam desenvolver os três níveis do conhecimento químico

que constitui a base do conhecimento escolar químico. Kozma e Russell (1997) esclarecem que, para que os alunos possam desenvolver um pensamento químico, com base nos três níveis, é fundamental que os professores ofereçam processos mediacionais que permitam o trânsito entre os níveis. Os autores também propõem que a ascensão ao nível teórico-conceitual ou submicroscópico pode ser potencializada pela utilização do nível representacional simbólico, além de enfatizarem que a competência de representação dependerá da manipulação significativa e hábil de modelos e visualizações.

Por isso, se torna imprescindível que o professor, em uma sala de aula bilíngue bimodal, explore os recursos imagéticos que possibilitam a abordagem do conhecimento químico nos três níveis, e estabeleça o processo de codocência com o TILS para que os significados e sentidos elaborados pelos alunos surdos estejam consoantes com o conhecimento científico escolar.

Fernandes (2019) tem se debruçado, fundamentada na Semiótica de Peirce, sobre a tentativa de compreender como os diferentes modos semióticos facilitam o acesso do surdo ao conhecimento químico. Para a pesquisadora, a

dificuldade dos alunos surdos em apreender os modelos científicos está diretamente ligada à não aptidão em relacionar os componentes visuais e conceituais do conhecimento apresentado a eles. Fernandes (2019) enfatiza a necessidade do desenvolvimento de estratégias didáticas que combinem múltiplas formas de representação que permitam aos alunos surdos extrair diferentes informações dos diferentes mo-

dos representacionais (interação com imagens, vídeos, cores, entre outras semioses).

Dando prosseguimento à IP4, PQ iniciou um segundo momento avaliativo. Nesse momento, os alunos surdos eram convidados a outro laboratório de química, no qual estavam montadas na bancada seis atividades de experimentação diferentes. Para cada atividade de experimentação, estava escrita a equação química do processo. PQ prosseguia com a demonstração do fenômeno pedindo para que o aluno surdo respondesse se tal processo consistia em uma transformação química ou não.

Esse processo aconteceu individualmente, para que se pudesse avaliar cada aluno surdo com base em todas as discussões realizadas no coletivo e sem a interferência dos demais alunos surdos. No Quadro 3 são mostradas as atividades de experimentação realizadas, bem como a porcentagem de acertos de cada aluno surdo e a porcentagem de acertos por questão.

Na IP4, as atividades de experimentação estavam acompanhadas das respectivas equações químicas que representavam as transformações, da seguinte maneira:

Ora, se os modelos podem auxiliar na compreensão dos conhecimentos científicos escolares, o ensino dos modelos para os surdos, a partir de recursos imagéticos, pode potencializar sua apreensão dos conceitos científicos, haja vista que, na ausência dos canais sensoriais da audição, eles desenvolvem mediações diferentes potencializadas pelo uso da visão.

Quadro 3: Atividades de experimentação e respostas dos alunos sobre ser ou não uma transformação química (RQ – Reação Química; NRQ – Não é Reação Química).

	AS1	AS5	AS6	AS9	AS11	AS13	Total de acertos por questão (em %)
1ª) Sublimação do Iodo	RQ	RQ	RQ	RQ	RQ	RQ	0,00%
2ª) Palha de aço na água	RQ	RQ	RQ	NRQ	NRQ	RQ	66,7 %
3ª) Fusão da água	RQ	RQ	NRQ	RQ	RQ	NRQ	33,3 %
4ª) Apodrecimento da maçã	RQ	RQ	RQ	RQ	RQ	NRQ	83,3 %
5ª) Dissolução do bicarbonato de sódio em água	NRQ	RQ	RQ	RQ	RQ	RQ	16,7 %
6ª) Bicarbonato de sódio em vinagre	RQ	RQ	RQ	RQ	RQ	NRQ	83,3 %
Total de acertos por aluno (em %)	66,7%	50,0%	66,7%	33,3%	33,3%	33,3%	

- 1ª) Sublimação do iodo: $I_2(s) \rightarrow I_2(g)$
 2ª) Palha de aço na água: $4Fe(s) + 3O_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$
 3ª) Fusão da água: $H_2O(s) \rightarrow H_2O(l)$
 4ª) Apodrecimento da maçã: maçã boa \rightarrow maçã podre
 5ª) Dissolução do bicarbonato de sódio em água:
 $NaHCO_3(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + HCO_3^-(aq)$
 6ª) Bicarbonato de sódio em vinagre: $NaHCO_3(s) + C_2H_4O_2(aq) \rightarrow Na^+(aq) + C_2H_3O_2^-(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$

Como é possível observar no Quadro 3, a 1ª e a 3ª atividades experimentais foram caracterizadas majoritariamente como transformações químicas. A explicação desse fato pelos alunos surdos pode ser compreendida pelas equações químicas: a mudança de estado físico serviu como explicação para a transformação. Isso pode ser observado nas falas dos alunos surdos a seguir, referentes à 1ª atividade de experimentação:

388 (AS5): *É uma reação química porque ele virou vapor e pregou no vidro.*

483 (AS13): *É uma reação química. Está aquecendo, evaporando e formando esse gás rosa.*

548 (AS1): *Tem uma reação química, porque eles são diferentes (AS1 aponta na equação os estados físicos quando diz que são diferentes).*

645 (AS11): *É uma reação química. Forma um gás rosa, estou vendo.*

Essas evidências são corroboradas pelos estudos de diversos pesquisadores (Mortimer e Miranda, 1995; Rosa e Schnetzler, 1998; Solsona e Izquierdo, 1999; Laugier e Dumon, 2004; Cavallo *et al.*, 2003; Boo e Watson, 2001; Çalýket *al.*, 2005) que verificaram concepções errôneas relacionadas ao conceito de transformação química. Do mesmo modo, Andersson (1983) indicou que a mudança

de estado físico, como explicação para uma transformação química por parte dos alunos ouvintes, era recorrente, e percebemos que o mesmo ocorre com alunos surdos. O autor elencou cinco categorias distintas de explicações para as transformações químicas, a saber: a) Sem explicação; b) Deslocamento; c) Modificação; d) Transmutação; e e) Interação Química. Na primeira categoria, não se oferecem explicações para o fenômeno; a categoria deslocamento implica apenas o deslocamento de uma substância de um lugar para outro; a categoria modificação inclui a explicação de novas substâncias, a partir de uma modificação (como, por exemplo, uma mudança de estado físico); a categoria transmutação diz respeito à formação de uma substância sem que haja determinado elemento químico envolvido nos reagentes (como, por exemplo, ferro em carbono); e a última categoria envolveria explicações coerentes com a ciência.

Damos ênfase aqui à categoria modificação, pois inúmeras vezes, na tentativa de justificar que a 3ª atividade de experimentação constituía uma transformação química, a explicação se pautava na diferença dos estados físicos, como se vê nas falas a seguir:

347 (AS9): *É química, virou outra, olha aqui “s” e aqui “g”.*

419 (AS5): *É química, a fórmula é diferente.*

578 (AS1): *Eles são iguais, mas diferentes. (AS1 diz que são iguais apontando para as fórmulas H_2O e diz que são diferentes apontando para os estados físicos.)*

Observamos, a partir das falas acima e do Quadro 3, que o nível de acertos dos alunos surdos foi menor justamente nas atividades de experimentação em que não ocorria transformação química e que envolviam mudanças de estado físico das substâncias.

Damos ênfase aqui à categoria modificação, pois inúmeras vezes, na tentativa de justificar que a 3ª atividade de experimentação constituía uma transformação química, a explicação se pautava na diferença dos estados físicos [...].

Cabe ressaltar que o uso das equações químicas consistia na tentativa de auxiliar o aluno surdo na observação do fenômeno. Entretanto, os alunos surdos podem ter focalizado as diferenças categóricas (ilustradas na equação química) entre os estados físicos sólido (s) e gasoso (g), como podemos observar no turno 347, e isso pode ter contribuído para a confusão no momento da explicação.

Outro aspecto pertinente diz respeito ao processo de intermediação do TILS que, não sendo isento de interferências, pode ter contribuído para que os alunos surdos não compreendessem a necessidade de formação de novas substâncias, diferentes das iniciais, como fator preponderante para decidir quanto a ser ou não uma transformação química.

O Quadro 3 também nos mostra que a maioria dos alunos surdos concebe o fenômeno da dissolução, observado na 5ª atividade de experimentação, como uma reação química, como podemos observar nas falas a seguir:

364 (AS9): *Dissolveu. É uma reação química.*

449 (AS5): *É uma reação química porque dissolveu.*

514 (AS13): *É uma reação química.*

632 (AS6): *É uma reação química.*

697 (AS11): *É uma reação química, porque quando eu coloquei ele na água ele sumiu.*

Nesses turnos, os cinco alunos surdos (com exceção de AS1) afirmaram que o fenômeno de dissolução do bicarbonato de sódio representa uma reação química. Vale enfatizar que AS9 e AS5 justificaram suas respostas utilizando a palavra *dissolver*, enquanto AS11 utilizou a palavra *sumir*. Ao utilizar essa palavra, AS11 indicou que, apesar de PQ ter explicado insistentemente durante as IP1, IP2 e IP3 que não era correta a explicação de que o sal desapareceria no processo de dissolução, essa concepção se manteve. As respostas de AS5 e AS9, apesar de não coerentes com o fenômeno observado, foram de grande importância para a elaboração do conceito, porque os alunos surdos utilizaram corretamente a palavra *dissolver* para representar o fenômeno da dissolução do sal em água.

Nossos resultados corroboram os estudos de Prieto *et al.* (1989), em que alunos ouvintes insistiram na ideia de que, se uma substância se dissolve em outra, forma-se uma nova substância, mesmo depois de terem sido explorados os conceitos de transformação química.

Como é possível observar a partir dos dados, a avaliação dos conceitos elaborados mostrou que, assim como os ouvintes, os alunos surdos também apresentam as mesmas concepções alternativas no que diz respeito aos conceitos de transformação química, e que mesmo após a abordagem do conteúdo muitos continuam a propagá-las. Portanto, é importante que repensemos a forma de abordagem do conceito nesse ambiente bilíngue bimodal, de maneira a contribuir para que o aprendizado dos surdos lhes permita acessar e desenvolver um pensamento químico e o consequente exercício da cidadania.

Considerações finais

São bem conhecidas pela comunidade de pesquisadores da área de Educação Química as concepções alternativas dos alunos com relação ao conceito de transformação química. Entretanto, o que as pesquisas nessa área têm em comum é que foram desenvolvidas em contextos de sala de aula em que os alunos são ouvintes.

Sendo assim, esta pesquisa intencionou discutir aspectos da elaboração do conceito de transformação química por alunos surdos e, conseqüentemente, apontou elementos que podem auxiliar os professores de química a planejarem suas aulas, no âmbito bilíngue bimodal.

Nossos resultados mostraram que a elaboração conceitual dos alunos surdos não difere substancialmente dos alunos ouvintes, tendo em vista que os alunos surdos apresentam as mesmas concepções alternativas dos ouvintes. Essas concepções podem ser explicadas pela não compreensão dos modelos teóricos da Química e estão, de maneira geral, relacionadas à dificuldade dos alunos em articular os três níveis do conhecimento químico para a explicação dos fenômenos.

Nesse sentido, nossos resultados apontaram que estratégias que permitem a codocência entre professor e o TILS, bem como a utilização de diversas formas de representação ou modos semióticos, podem contribuir para que os alunos surdos extraiam diferentes informações dos fenômenos químicos observados e possam construir um conhecimento químico.

Ademais, ressaltamos a necessidade de ampliarmos nossos estudos sobre o processo de intermediação do conhecimento químico, elaboração conceitual dos alunos surdos e sua relação com a Libras, a fim de permitirmos que esses alunos possam vislumbrar efetivamente uma leitura do mundo a partir da Química e exercer sua cidadania.

Agradecimento

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás.

Notas

¹Utilizamos a expressão “Círculo de Bakhtin” (Brait e Campos, 2009) por entender que seus estudos foram realizados na coletividade com outros pesquisadores russos como Volochínov, Medviédiev, Kanaev, Kagan, Pumpianskii, Yudina, Vaguinov, Sollertinski, Zubakin.

²Salientamos que as pesquisas que versam sobre o ensino de ciências para surdos, de maneira geral (química, física e biologia), são em pequeno número também no mundo. Por exemplo, Moores *et al.* (2001), ao revisarem os *American Annals of the Deaf* de 1996 a 2000, descobriram que não há nenhuma pesquisa sobre o ensino de ciências. Wang (2011) também constatou que durante os últimos 40 anos apenas 12 estudos remetiam ao ensino de ciências para surdos. Vosganoff *et al.* (2011) verificou que há pouca pesquisa disponível sobre o desempenho científico de alunos surdos.

³Os Estudos Surdos se constituem como um campo

de investigação em que os pesquisadores tomam como pressuposto o conceito sócio-antropológico de surdez, que reconhece o sujeito surdo como alguém diferente, com identidade e cultura próprias e distintas (Souza e Souza, 2012).

⁴A codocência é um termo utilizado por Philippsen (2018) que está para além da simples parceria entre professor e TILS, correspondendo à ideia de trabalho mútuo compartilhado. No caso da codocência, temos a figura de dois professores (professor e TILSP) trabalhando em uma mesma sala e compartilhando as atividades inerentes ao ensino de uma mesma disciplina.

⁵Por transcrição entendemos o processo da escrita em Língua Portuguesa das interações discursivas obtidas a partir das relações dialógicas durante a sequência didática.

⁶As traduções foram realizadas nos enunciados preferidos pelos alunos surdos. A tradução envolveu a conversão da Libras para a Língua Portuguesa na modalidade escrita. Neste artigo os enunciados foram efetivamente traduzidos para a Língua Portuguesa respeitando a norma dessa língua.

Lidiane L. S. Pereira (lidiane.pereira@ifg.edu.br), licenciada em Química pela Universidade Estadual de Goiás, mestre em Educação em Ciências e Matemática e doutora em Química pela Universidade Federal de Goiás. Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Anápolis, GO - BR. **Thalita C. Curado** (thalitacurado@gmail.com), bacharel em Letras Libras pela Universidade Federal de Santa Catarina. Tradutora/Intérprete de Libras da Secretaria Municipal de Educação. Anápolis, GO - BR. **Anna M. C. Benite** (anna@ufg.br), bacharel e licenciada em Química, mestre e doutora em Ciências (Química) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Docente do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO - BR.

Referências

ANDERSSON, B. Pupils' explanation of some aspects of chemical reactions. *Science Education*, v. 70, n. 5, p. 549-563, 1983.

BARAZZUTTI, V. e SILVA, A. J. P. Interações entre surdos e educadores em formação: As transformações em ciências naturais na perspectiva da leitura de mundo. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 13, 2006, Campinas. *Anais...* Campinas: FE/UNICAMP, 2006.

BOO, H. e WATSON, J. R. Progression in high school students' (aged 16-18) conceptualizations about chemical reactions in solution. *Science Education*, v. 85, n. 5, p. 568-585, 2001.

BRAIT, B. "Análise e teoria do discurso". In: BRAIT, B. (Org.). *Bakhtin – outros conceitos-chave*. 2ª. ed. São Paulo: Contexto, 2016, p. 9-31.

BRAIT, B. e CAMPOS, M. I. B. Da Rússia czarista à web. In: BRAIT, B. (Org.) *Bakhtin e o Círculo*. São Paulo: Contexto, 2009, p. 15-30.

BRANDÃO, C. R. A pesquisa participante e a participação da pesquisa: Um olhar entre tempos e espaços a partir da América Latina. In: BRANDÃO, C. R. e STRECK, D. R. (Orgs.) *Pesquisa Participante: A partilha do saber*. Aparecida: Ideias & Letras, 2006.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Lei n. 10.436 de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, ano 139, n. 79, p. 23, 25 abr. 2002. Seção 1.

CAMPELLO, A. R. S. *Aspectos da visualidade na Educação de Surdos*. 2008. 245 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

CAMPOS, A. F.; LUCENA, R. M. S. e SOUZA, S. R. Atividades experimentais de química numa perspectiva de ensino por situação-problema para alunos iniciantes do curso de medicina veterinária. *Revista de Educação, Ciência e Matemática*, v. 5, n. 1, p. 66-76, 2015.

CAMPOS, M. L. I. L. Educação Inclusiva para surdos e as políticas vigentes. In: LACERDA, C. B. F. e SANTOS, L. F. (Orgs.) *Tenho um aluno surdo, e agora?* Introdução à Libras e Educação de Surdos. São Carlos: EdUFSCar, 2013, p. 37-61.

CAVALLO, A. M. L.; MCNEELY, J. C. e MAREK, E. A. Eliciting students' understandings of chemical reactions using two

forms of essay questions during a learning cycle. *International Journal of Science Education*, v. 25, n. 5, p. 583-603, 2003.

ÇALÝK, M.; AYAS, A. e EBENEZER, J. V. A review of solution chemistry studies: insights into students' conceptions. *Journal of Science Education and Technology*, v. 14, n. 1, p. 29-50, 2005.

COSTA, N. B. Contribuições do Marxismo para uma Teoria Crítica da Linguagem. *D.E.L.T.A.*, v. 16, n. 1, p. 27-54, 2000.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J. e CASTILHO, D. H. Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química Nova na Escola*, n. 9, p. 31-40, 1999.

FELTRINI, G. M. e GAUCHE, R. Ensino de Ciências a estudantes surdos: pressupostos e desafios. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6, 2007, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

FERNANDES, J. M. *A semiótica no processo de ensino e aprendizagem de Química para surdos: Um estudo na perspectiva da multimodalidade*. 2019. 290 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

GIBIN, G. B. e FERREIRA, L. H. Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 1, p. 19-26, 2013.

GILBERT, J. K. e TREAGUST, D. (Eds.). *Multiple representations in chemical education*. Dordrecht: Springer, 2009.

GROSJEAN, F. *Studying Bilinguals*. Oxford: Oxford University Press, 2008.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of Chemistry – Logical or Psychological? *Chemistry Education: Research and Practice*, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.

JUSTI, R. e GILBERT, J. Modelling teachers' views on the nature of modeling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, v. 24, n. 4, p. 369-387, 2002.

KOZMA, R. B. e RUSSELL, J. Multimedia and understanding: expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 34, n. 9, p. 949-968, 1997.

LACERDA, C. B. F.; SANTOS, L. F. e CAETANO, J. F. Estratégias metodológicas para o ensino de alunos surdos. In: LACERDA, C. B. F. e SANTOS, L. F. (Orgs.) *Tenho um aluno surdo, e agora?* Introdução à Libras e Educação de Surdos. São Carlos: EdUFSCar, 2013, p. 185-200.

- LAUGIER, A. e DUMON, A. The equation of reaction: a cluster of obstacles which are difficult to overcome. *Chemistry Education: Research and Practice*, v. 5, n. 3, p. 327-342, 2004.
- MACHADO, A. H. *Aula de Química: Discurso e conhecimento*. Ijuí: Unijuí, 2004.
- MARX, K. *Manuscrtos Econômico-Filosóficos*. São Paulo: Boitempo, 2004.
- MELO, A. C. C.; RABELO, W. O.; OLIVEIRA, W. D. e BENITE, A. M. C. Diários coletivos na aula de química: dilemas de professores e intérpretes na educação de surdos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 33, 2010, São Paulo. *Anais...* São Paulo: SBQ, 2010.
- MOORES, D.; JATHRO, J. e CREECH, B. Issues and trends in instruction and deafness: American Annals of the Deaf 1996 to 2000. *American Annals of the Deaf*, v. 146, n. 2, p. 72-76, 2001.
- MORTIMER, E. F. e MIRANDA, L. C. Transformações: Concepções de Estudantes sobre Reações Químicas. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 23-26, 1995.
- NAVES, A. T.; BAZÍLIO, H. O. e SOARES, M. H. F. B. Ensino de Química e a Linguagem Brasileira de Sinais (Libras): Algumas Reflexões. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 13, 2006, Campinas. *Anais...* Campinas: FE/UNICAMP, 2006.
- NETO, L. L.; ALCÂNTARA, M. M.; BENITE, C. R. M. e BENITE, A. M. C. O ensino de química e a aprendizagem de alunos surdos: uma interação mediada pela visão. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6, 2007, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007.
- PAIXÃO, F. e ORTIGÃO, M. Reações de obtenção do iodeto de chumbo para a compreensão dos níveis macro, simbólico e micro na aprendizagem da química. In: Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, 24, 2015, Coimbra. *Anais...* Coimbra: SPQ, 2015.
- PALANGANA, I. C. A função da linguagem na formação da consciência: Reflexões. *Cadernos Cedex*, n.35, p. 15-28, 1995.
- PEREIRA, L. L. S. e BENITE, A. M. C. A pesquisa em Educação Química no Contexto da Inclusão Escolar: A especificidade da surdez. In: ARAÚJO, C. H. S.; SANTOS, D. P. e LACERDA, S. S. P. (Orgs.). *Educação Profissional e Tecnológica, Ensino e Inclusão*: Pesquisas Contemporâneas. Jundiaí: Paco Editorial, 2019, p. 179-189.
- PEREIRA, L. L. S.; BENITE, C. R. M. e BENITE, A. M. C. Aula de Química e Surdez: Sobre Interações Pedagógicas Mediadas pela Visão. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 1, p. 47-56, 2011.
- PHILIPPSEN, E. A. *Formação inicial de professores de Química em uma perspectiva de atuação profissional como tradutor e intérprete de língua de sinais* – Um estudo sobre a codocência. 2018. 338 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- PLAZA-PUST, C. Sign Bilingual Education and Inter-modal Language Contact: On the Relation of Psycholinguistic and Pedagogical Factors in Deaf Bilingualism. In: International Symposium on Bilingualism, 4, 2005, Arizona. *Proceedings...* Somerville: Cascadilla Press, 2005, p. 1842-1854.
- PRIETO, T.; BLANCO, A. e RODRIGUEZ A. The ideas of 11-year-old students about the nature of solutions. *International Journal of Science Education*, v. 11, n. 4, p. 451-463, 1989.
- QUADROS, R. M. O “Bi” em bilinguismo na educação de surdos. In: FERNANDES, E. (Org.) *Surdez e Bilinguismo*. Porto Alegre: Mediação, 2010, p. 27-37.
- ROSA, M. I. F. P. e SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito *transformação química* no processo de aquisição do conhecimento químico. *Química Nova na Escola*, n. 8, p. 31-35, 1998.
- SOLSONA, N. e IZQUIERDO, M. El aprendizaje del concepto de cambio químico en el alumnado de secundaria. *Investigación en la Escuela*, n. 38, p. 65-75, 1999.
- SOUZA, S.; LEBEDEFF, T. B. e BARLETTE, V. E. Percepções de um grupo de jovens e adultos surdos acerca de uma proposta de ensino de física centrada na experiência visual. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6, 2007, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: ABRAPEC, 2007.
- SOUSA, S. F. e SILVEIRA, H. E. Terminologias químicas em LIBRAS: A utilização de sinais na aprendizagem de alunos surdos. *Química Nova na Escola*, n. 33, p. 36-46, 2011.
- SOUZA, V. A. e SOUZA, V. A. As contribuições dos Estudos Culturais nos Estudos Surdos e as implicações para repensar a educação das pessoas surdas. In: Seminário Nacional de Educação Especial, 5, 2012, Uberlândia. *Anais...* Uberlândia: UFU, 2012.
- VOLÓCHINOV, V. *Marxismo e filosofia da linguagem: Problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem*. 2ª. ed. São Paulo: Editora 34, 2018.
- VOSGANOFF, D.; PAATSCH, L. E. e TOE, D. M. The mathematical and science skills of students who are deaf or hard of hearing educated in inclusive settings. *Deafness & Education International*, v. 13, n. 2, p. 70-88, 2011.
- WANG, Y. Inquiry-based science instruction and performance literacy for students who are deaf or hard of hearing. *American Annals of the Deaf*, v. 156, n. 3, p. 239-254, 2011.

Abstract: *The elaboration of the chemical transformation concept in a bimodal bilingual perspective.* The present participant research aimed to discuss aspects of the development of the concept of chemical transformation by deaf students, bringing elements that can help chemistry teachers to rethink their teaching practices in a bimodal bilingual environment. Data were collected from the audio and video recording of an extension course for the deaf, and the discursive interactions were translated, transcribed, and submitted to Dialogical Discourse Analysis. Our data showed that the elaboration of the concept of chemical transformation by deaf students does not substantially differ from hearing students, however, teacher and TILS can contribute to the access and development of chemical thinking by deaf students by using different semiotic modes.

Keywords: Deaf, Bilingual bimodal, Chemical transformation.



O estudo da teoria ácido-base de Lewis a partir de reações com substâncias fenólicas de plantas medicinais

Wladimir M. Albano, Marcelo G. Santos e Wagner G. Bastos

Este estudo é uma proposta de experimento com execução simples, que utiliza materiais de fácil aquisição e baixo custo, com o tema plantas medicinais, possibilitando o ensino de conceitos da Química, Física e Biologia. Por infusão, foi realizada uma extração de substâncias fenólicas em seis plantas medicinais. As substâncias reagiram com uma solução aquosa de cloreto férrico a 1% (p/v) formando sais de diferentes cores, de acordo com o número de hidroxilas presentes em suas estruturas. O experimento possibilita um estudo da Química envolvida, através da abordagem de funções orgânicas e do estudo da teoria ácido-base de Lewis, e ainda correlacionando cor, energia e luz.

► práticas didáticas, teoria ácido-base, estudo das cores ◀

Recebido em 11/12/2020, aceito em 21/05/2021

361

O uso de plantas medicinais, e especialmente a temática dos chás, constitui um recurso didático importante, pois, por ser um hábito da população, apresenta proximidade com a vida cotidiana e auxilia a contextualização do ensino da Química. Por meio desse tema de relevância social, pode-se abordar princípios da Química, Física e Biologia (Silva *et al.*, 2017) de modo interdisciplinar.

As plantas são constituídas por substâncias químicas que estão envolvidas com funções essenciais para sua existência e manutenção, e que podem ser divididas em metabolitos primários e metabolitos secundários. Dentre os últimos têm-se as substâncias fenólicas, terpenoides, substâncias nitrogenadas e ácidos graxos (Simões *et al.*, 2007).

Substâncias fenólicas e estudo da teoria ácido-base de Lewis

Substâncias fenólicas são aquelas derivadas de hidrocarbonetos aromáticos pela substituição de um ou mais átomos

Substâncias fenólicas são aquelas derivadas de hidrocarbonetos aromáticos pela substituição de um ou mais átomos de hidrogênio por igual número de hidroxilas (Pazinato *et al.*, 2012). Podem ser classificadas como fenóis simples e fenóis compostos derivados de antraquinonas, flavonoides e taninos condensados e hidrolisáveis, entre outros.

de hidrogênio por igual número de hidroxilas (Pazinato *et al.*, 2012). Podem ser classificadas como fenóis simples e fenóis compostos derivados de antraquinonas, flavonoides e taninos condensados e hidrolisáveis, entre outros. Diversas propriedades medicinais de plantas são atribuídas a essa classe de substâncias (Simões *et al.*, 2007).

Na teoria ácido-base formulada por Gilbert N. Lewis (1875-1946), o ácido é uma espécie química que possui uma deficiência de elétrons e a base é uma espécie química que tem disponibilidade de elétrons. Desse modo, é dito que o ácido é toda espécie química que “recebe” os pares de elétrons e a base é toda espécie química que “doa” os pares de elétrons (Chagas, 1999) para formar uma ligação covalente coordenada.

O cloreto férrico (FeCl_3) é comumente utilizado em testes laboratoriais para detectar a presença de substâncias fenólicas em extratos vegetais (Shriver *et al.*, 2004). O FeCl_3 é um sal inorgânico cristalino de cor amarela formado pelo cátion Fe^{3+} (férrico) e o ânion Cl^- (cloreto). Ele se comporta como um ácido de Lewis, pois o íon Fe^{3+} possui um orbital para acomodar um par eletrônico (Huheey *et al.*, 1993).

Algumas das principais características dos fenóis, e que os distinguem de outros compostos que contêm a hidroxila ligada diretamente na cadeia orgânica, como os álcoois,

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.





Figura 1: Estabilidade do íon fenóxido em meio aquoso.

são sua acidez e solubilidade em água. Em meio aquoso, a carga negativa do íon fenóxido é estabilizada por solvatação e pela deslocalização do elétron no anel aromático (Carey e Giuliano, 2011), o que pode ser representado por suas estruturas de ressonância (Figura 1).

Sua solubilidade em água é explicada pelas ligações de hidrogênio formadas entre o fenol e a água (Figura 2). Embora seja limitada, devido ao elevado número de átomos de carbono, é maior que a solubilidade de álcoois alifáticos de tamanho/massa molecular similar (Martins *et al.*, 2013).

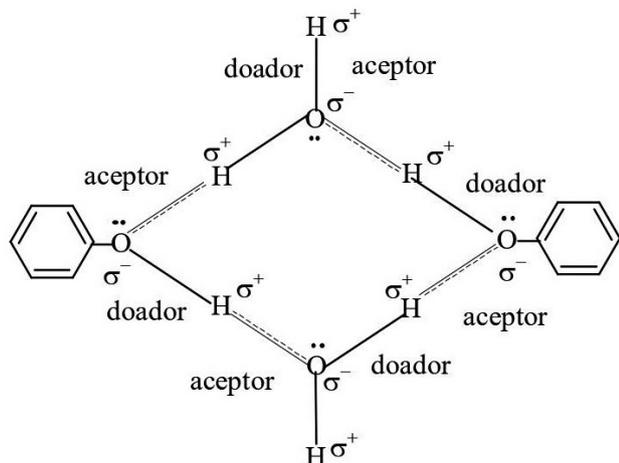


Figura 2: Ligações de hidrogênio formadas pelas moléculas de fenol com a água.

As substâncias fenólicas, embora tenham caráter ácido, atuam também como base de Lewis, pois possuem pares de elétrons disponíveis para compartilhar.

Substâncias fenólicas reagem com soluções aquosas de cloreto férrico formando sais coloridos, que variam da cor vermelha (menor frequência) até a violeta (maior frequência), de acordo com os substituintes presentes no anel fenólico (Pazinato *et al.*, 2012). A reação ocorre entre o cloreto férrico, o ácido de Lewis, deficiente de elétrons, que aceita um par de elétrons da substância fenólica, a base de Lewis, que doa o par eletrônico (Chagas, 1999) formando, através de ligação covalente, o sal colorido (Figura 3).

O experimento aqui relatado utiliza materiais de baixo custo e fácil aquisição, não necessita de laboratórios nem equipamentos especiais e as reações são realizadas em meio aquoso. A metodologia aplicada foi de cunho investigativo, com a finalidade de construir um experimento para despertar o senso crítico do aluno e estabelecer relações com o que ele já sabe de antemão, possibilitando obter resultados por descoberta do conhecimento. Utilizando plantas medicinais como temática, pode-se abordar a Biologia, através da Botânica. É possível, através do estudo da Química, e num contexto multidisciplinar, estudar a teoria ácido-base de Lewis para explicar a formação de sais coloridos. É possível, ainda, realizar um estudo da Física, explicando o fenômeno de formação da cor, relacionando-o à luz, fótons e grupos cromóforos, permitindo que tudo se correlacione. Por isso, é recomendável que seja realizado na última série (3º ano) do Ensino Médio. Essas relações estão ilustradas no mapa conceitual elaborado (Figura 4).

Procedimento Experimental

Materiais necessários

Uma caneca de alumínio com capacidade para 1 litro de

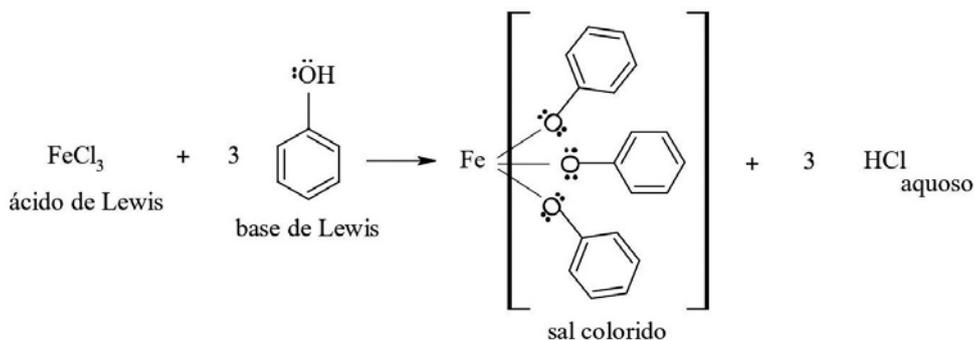


Figura 3: Esquema de reação genérica entre cloreto férrico e substâncias fenólicas.

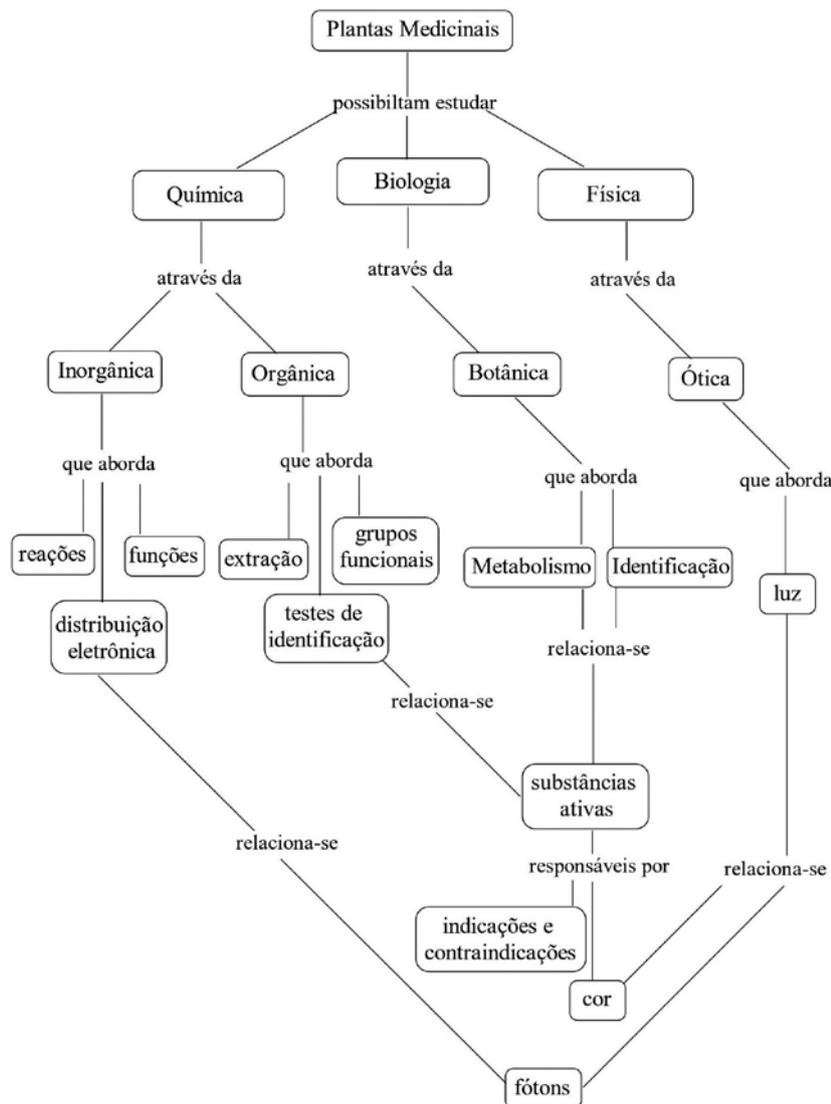


Figura 4: Mapa conceitual da relação entre as disciplinas envolvidas na temática plantas medicinais

água; 1 ebulidor do tipo mergulhão (110 V) ou outra fonte de calor para ferver a água; 1 proveta de 100 mL ou um copo medidor de cozinha; 6 pipetas de Pasteur de polietileno (5 mL) ou canudos de papel; 13 copos de vidro ou plástico rígido transparente; 50 mL de solução de cloreto férrico aquoso 1%.

Preparação dos extratos vegetais

Diversas espécies de plantas medicinais podem ser utilizadas. Podem ser usadas plantas frescas ou aquelas secas obtidas em casas comerciais especializadas. A extração é realizada por infusão. Disponha 6 copos de plástico e escreva em cada um deles o nome da planta da qual será feito o extrato. Em seguida, coloque 2 g (ou 2 colheres de sopa) de cada planta medicinal seca e picada escolhida em seu respectivo copo. No presente experimento foram utilizadas cáscara sagrada, espinheira-santa, linhaça, camomila, barbatimão e romã. Duplique o peso se for usar planta fresca. Ferva 300 mL de água e verta aproximadamente 50 mL de água quente em cada copo e espere esfriar. Transfira o infuso de cada planta e divida o seu conteúdo em frascos ou copos transparentes, de modo que ao final do processo se tenha um total de 12 copos.

Teste com o Cloreto Férrico

Ordene os copos em cada dupla de infusos correspondentes. Em um 13º copo adicione a mesma quantidade de água. Em cada copo, num total de 7 (6 com infusão e 1 somente com água), adicione 5 mL de solução aquosa de cloreto férrico 1% (p/v). Observe a cor formada e compare com o extrato correspondente em que o reagente não foi adicionado, e com o “branco”, ou seja, o copo com água + cloreto férrico (Figura 5).

Estudo das cores

A luz pode ser decomposta em vários comprimentos de onda de cores distintas com o auxílio de um prisma ou utilizando um disco CD como rede de difração (Catelli; Libardi, 2010). Um experimento pode ser feito com soluções de sais de diferentes metais (Na, Cu, Li, K, etc.) numa chama de fogareiro feito de lata de refrigerante vazia (Gracetto *et al.*, 2006), no qual se observa que a chama produz cores específicas (amarelo, verde, vermelho, azul, etc.) conforme a estrutura eletrônica de cada metal.

Esse fenômeno também ocorre com as substâncias



Figura 5: **A:** Infusos vegetais sem o cloreto férrico. **B:** Infusos vegetais com o cloreto férrico. CS (cáscara-sagrada), ES (espinheira-santa), LH (linhaça), CM (camomila), BB (barbatimão), RM (romã), BR ("branco" = água + cloreto férrico). Observe a evolução das cores nos infusos depois da adição de cloreto férrico (legendas nos frascos).

químicas que contêm grupos eletrônicos que exibem cores de acordo com a absorção da luz em determinado comprimento de onda. Esses grupos são chamados de cromóforos, e quanto maior a quantidade e disposição estrutural desses grupos cromóforos maior será a absorção de energia e, conseqüentemente, a cor de maior energia será exibida (Pavia *et al.*, 2001).

A origem das cores geradas pela reação das substâncias de cada infuso com o cloreto férrico está na estrutura

eletrônica, e na disposição dos átomos das substâncias fenólicas (cromóforos) presentes em cada planta extraída (Pavia *et al.*, 2001). Assim, quanto mais grupos cromóforos forem observados nas estruturas, maior será a distribuição eletrônica ou densidade de elétrons. Isso é ilustrado, de modo hipotético, pelas estruturas correspondentes aos constituintes dos infusos de cada planta (Figura 6).

Sabe-se que a frequência e a energia absorvida aumentam de acordo com a seguinte seqüência de cores:

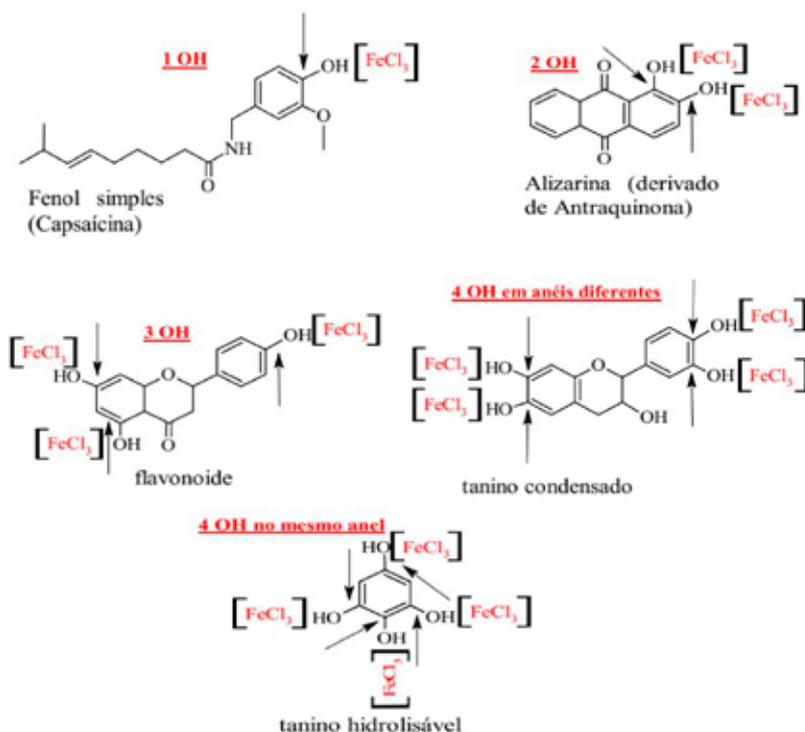


Figura 6: Diagrama que ilustra as estruturas fenólicas por número e posição de hidroxilas.

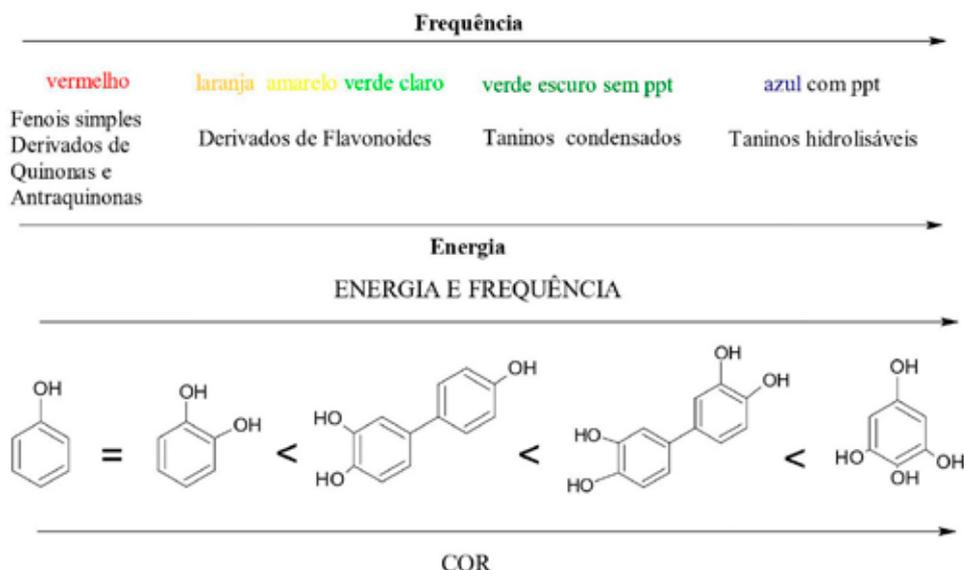


Figura 7: Diagrama que correlaciona as estruturas das substâncias fenólicas com a energia, a frequência e a cor dos sais formados após a reação com FeCl₃ aq. 1% (p/v).

Quadro 1: Plantas medicinais utilizadas no experimento, a cor do respectivo extrato vegetal após reação com o cloreto férrico (FeCl₃), a classe da substância fenólica e a parte da planta utilizada

Nome popular	Nome científico	Positivo cor	Classe de substância ativa	Parte utilizada
Cáscara-sagrada	<i>Frangula purshiana</i> Cooper	vermelho	Derivados de Antraquinona	Folhas e Cascas
Espinheira-santa	<i>Monteverdia truncata</i> (Nees) Biral	laranja	Flavonoides	Folhas
Linhaça	<i>Linum usitatissimum</i> L.	amarelo	Flavonoides	Sementes
Camomila	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	verde claro	Flavonoides	Folhas e Flores
Barbatimão	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	verde escuro	Taninos condensados	Cascas
Romã	<i>Punica granatum</i> L.	azul escuro	Taninos hidrolisáveis	Cascas

vermelho < laranja < amarelo < verde claro < verde escuro < azul; e que as cores formadas obedecem a mesma sequência de acordo com o número de hidroxilas presentes nas substâncias constituintes das plantas medicinais. A partir disso, é possível construir dois diagramas (estritamente para fins didáticos e respeitadas as suas limitações) correlacionando energia, frequência, estrutura fenólica do constituinte da planta, número de hidroxilas e cor do sal formado (Figura 7, Quadro 1).

Considerações finais

A reação da solução de cloreto férrico com substâncias fenólicas presentes em infusões de plantas medicinais é um teste simples e eficaz, que envolve um reagente e materiais de fácil aquisição e pode ser reproduzida em qualquer escola do Ensino Médio. A reação é explicada pela teoria ácido-base de Lewis e a geração de diferentes cores indica a variação na quantidade e posição das hidroxilas no anel fenólico nas diferentes estruturas das substâncias fenólicas. A realização

desse experimento em sala de aula pode ser utilizada como ferramenta de facilitação do ensino de Química e de outras disciplinas relacionadas, possibilitando a compreensão de conceitos químicos como funções orgânicas, grupos cromóforos e distribuição eletrônica, entre outros.

Wladimir Mattos Albano (mattosalbano@gmail.com), bacharel em Química (UFJ) e mestre em Ensino de Ciências, Ambiente e Sociedade, pela Faculdade de Formação de Professores (FFP) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ – BR. **Marcelo Guerra Santos** (marceloguerrasantos@gmail.com), bacharel em Ciências Biológicas (UNIRIO), mestre e doutor em Ciências Biológicas – Botânica (Museu Nacional, UFRJ). É professor associado da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, lecionando nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, Especialização em Educação Básica – Ensino de Biologia e no Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências, Ambiente e Sociedade (PPGEAS). É também pesquisador do Núcleo de Pesquisa e Ensino de Ciências da FFP/UERJ (NUPEC). Rio de Janeiro, RJ – BR. **Wagner Gonçalves Bastos** (wgnutes@gmail.com), licenciado e bacharel em História Natural (FTESM), mestre em Educação e doutor em Educação em Ciências e Saúde (UFRJ). É professor adjunto da Faculdade de Formação de Professores da UERJ,

lecionando nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, Especialização em Educação Básica – Ensino de Biologia, e no Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências, Ambiente e Sociedade (PPGEAS). É também pesquisador do Núcleo de

Pesquisa e Ensino de Ciências da FFP/UERJ (NUPEC), do GERAES (NUTES/UFRJ) e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ – BR.

Referências

CAREY, F.A. e GIULIANO, R. M. *Organic Chemistry*. 8ª ed. New York: McGraw-Hill, 2011.

CATELLI, F. e LIBARDI, H. CDs como lentes difrativas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 2307(1-6), 2010.

CHAGAS, A. P. Teorias ácido-base do século XX. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 9, p. 28-30, maio 1999.

GRACETTO, A. C.; HIOKA, N. e SANTIN FILHO, O. Combustão, chamas e teste de chama para cátions: proposta de experimento. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 23, p. 43-48, maio 2006.

HUHEEY, J. E.; KEITER, E. A. e KEITER, R. L. *Inorganic Chemistry: Principles of Structure and Reactivity*. 4ª ed. New York: HarperCollins, 1993.

MARTINS, C. R.; LOPES, W. A. e ANDRADE, J. B. Solubilidade das Substâncias Orgânicas. *Química Nova*, São Paulo, v. 33, n. 8, p. 1248-1255, 2013.

PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M. e KRIZ, G. S. *Introduction to Spectroscopy*. 3ª ed. Boston: Thomson Learning, 2001.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, T. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; TREVISAN, M. C. e SILVA, G. S. Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 21-25, 2012.

SHRINER, R. L.; HERMANN, C. K. F.; MORRILL, T. C.; CURTIN, D. Y. e FUSON, R. C. *The Systematic Identification of Organic Compounds*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2004.

SILVA, F. E. F.; RIBEIRO, V. G. P.; GRAMOSA, N. V. e MAZZETTO, S. E. Temática chás: uma contribuição para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 329-338, 2017.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A. e PETROVICK, P. R. (Org.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2007.

Abstract: *The study of Lewis' acid-base theory from the reactions of phenolic substances in medicinal plants.* This study is a proposal for a simple execution experiment, which uses easy to acquire, low cost materials, with the theme of medicinal plants, enabling approaches to Chemistry, Physics and Biology concepts. By infusion, six phenolic substances were extracted from six medicinal plants, which were made to react with a 1% (w/v) aqueous solution of ferric chloride to form salts of different colors, according to the number of hydroxyls present in their structures. The experiment enables a study of Chemistry, through the approach of organic functions and the study of Lewis acid-base theory and correlating color, energy and light.

Keywords: Didactic practices; Acid-base theory; Study of colors.

Sequência de ensino investigativa para o ensino do conceito de quantidade de substância (mol)

Jadis Henrique P. da Silva, Solange W. Locatelli, Maria Eunice R. Marcondes

O conceito de quantidade de substância ainda é considerado um centro de dificuldades para alunos e professores. Muitas vezes, as abordagens desse tema se resumem a uma apresentação matemática em conjunto com sua definição teórica, o que parece não ser suficiente para que os estudantes compreendam o seu significado. Tendo em vista esse quadro, apresenta-se e discute-se aqui uma estratégia metacognitiva para o ensino de quantidade de substância, com a proposição de uma atividade experimental apoiada nas teorias do autoquestionamento e da aprendizagem autorregulada, aplicada a alunos de um curso popular mantido pela Universidade Federal do ABC, utilizando-se materiais de baixo custo e fácil acesso. Os resultados mostraram que a estratégia do autoquestionamento auxiliou os estudantes na resolução da tarefa, indicando a ocorrência da revisão de conceitos químicos relacionados.

► quantidade de substância, mol, estratégia metacognitiva ◀

Recebido em 29/03/2021, aceito em 17/10/2021

367

O conceito de mol tem sido considerado de difícil cognição, provavelmente por sua natureza teórica e abstrata, dificultando a transição entre os níveis macroscópico e o microscópico (Duncan e Johnstone, 1973, Furió *et al.*, 2000). Atualmente a quantidade de matéria foi redefinida durante a 26ª Conferência Geral de Pesos e Medidas (GCPM), passando a se chamar quantidade de substância, enquanto que para o mol temos a seguinte definição:

O mol, símbolo mol, é a unidade do SI de quantidade de substância. Um mol contém exatamente $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$ entidades elementares. Esse número é o valor numérico fixo da constante de Avogadro, N_A , quando expresso na unidade mol^{-1} , e é chamado de número de Avogadro (IUPAC, 2019).

Com essa mudança, algumas das dificuldades em torno desse conceito podem vir a diminuir, uma vez que a confusão entre os termos relacionados ao conceito muito presentes no contexto de aprendizagem podem ser minimizados, além de outras dificuldades que vêm sendo apresentadas pelos alunos

ao longo do tempo, como por exemplo, a dificuldades em converter problemas químicos em problemas matemáticos ou ainda acreditar que mol seja uma propriedade da matéria e não uma unidade de medida (Dierks, 1981; Omwirhiren, 2015).

Sendo a quantidade de substância uma grandeza fundamental, problemas em seu aprendizado acarretam impactos em assuntos tratados posteriormente, como por exemplo, a estequiometria, equilíbrio químico ou concentração de soluções. Apresenta-se e discute-se, neste trabalho, uma estratégia metacognitiva apoiada na aprendizagem autorregulada como uma abordagem possível para o ensino desse conceito.

A aprendizagem autorregulada diz respeito à capacidade de controlar os processos de aprendizagem em que estamos inseridos (Schraw *et al.*, 2006). Para Zimmerman (2002), a autorregulação não se trata de uma habilidade, mais que isso, é o processo que rege a capacidade de um estudante transformar suas próprias habilidades. Diversos estudos (Schraw *et al.*, 2006; Winne, 2018; Ramdass e Zimmerman, 2011) concordam que, em maior ou menor grau, a aprendizagem autorregulada é um

Sendo a quantidade de substância uma grandeza fundamental, problemas em seu aprendizado acarretam impactos em assuntos tratados posteriormente, como por exemplo, a estequiometria, equilíbrio químico ou concentração de soluções.



processo composto por diversas dimensões, em que destacam três delas, sendo a cognição, a metacognição e a motivação.

De modo resumido, a cognição envolve os aspectos do conhecimento e habilidades necessárias para a realização de uma tarefa (Winne, 2018), é o processamento da informação, já a metacognição atua no controle e reflexão do aspecto cognitivo, enquanto que a motivação vem como as crenças e atitudes envolvidas no processo de uso cognitivo e metacognitivo que permitem ou não a conclusão de uma tarefa (Schraw *et al.*, 2006).

A proposta para o ensino de mol aqui apresentada constitui-se de uma estratégia metacognitiva, o autoquestionamento, apresentada por King (1991), que utiliza de uma lista de verificação, a qual possibilita o monitoramento por parte dos estudantes durante a tarefa, pois mantém o aluno em frequente verificação de seu progresso, o que pode resultar na melhoria de sua capacidade metacognitiva (Nappi, 2017).

No desenvolvimento da nossa proposta em sala de aula, as duplas de alunos receberam um problema relacionado à quantidade de substância durante uma aula investigativa, para resolver portando uma lista de verificação, adaptada do trabalho de Pate e Miller (2011), para ser utilizada durante a resolução dos problemas, como é mostrado no Quadro 1.

Quadro 1: Lista de verificação com as questões para regulação resumida

PLANEJAMENTO	MONITORAMENTO
Qual é o problema? Que informações me foram dadas? Como isso pode me ajudar? Existe outra forma de fazer isso?	Qual é meu objetivo agora? Estou no caminho correto? Estou usando a minha estratégia?
AVALIANDO	
O que funcionou? O que não funcionou? O que eu deveria fazer diferente na próxima vez?	

Fonte: Adaptado e modificado por JHPS (Pate e Miller, 2011, p. 68.)

Essa lista contém questões de cunho genérico que poderiam auxiliar os alunos no processo de resolução do problema, possibilitando promover o autoquestionamento.

Objetivo

A proposta da atividade é contribuir para o ensino e a

aprendizagem acerca do conceito de quantidade de substância em sala de aula, utilizando-se da estratégia metacognitiva do autoquestionamento, utilizando-se materiais de fácil acesso, permitindo sua aplicação nos mais diversos contextos. Para isso, indicam-se os seguintes materiais, necessários à aplicação da atividade, considerando-se 20 alunos dispostos em duplas: 10 provetas, 10 béqueres, 2 balanças de cozinha, tabela periódica para consulta, 10 listas de verificação, 10 cilindros de alumínio e 10 de cobre (cada um deles com volume de 2 mL) que podem ser obtidos em casas de serralheria ou com ferramenteiros, 3g de alumínio, 3g de cobre, 3 pissetas e água.

Descrição da atividade

No total, 10 alunos participaram da atividade, todos estudantes da Escola Preparatória da UFABC (EPUFABC), um curso popular pré-vestibular com enfoque à preparação para o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). A atividade foi aplicada em novembro de 2018 no término do curso. Optou-se pela separação do grupo de alunos em duplas, sendo a sequência didática organizada em três atividades, conforme descrito no Quadro 2.

A sequência de ensino investigativo (SEI), foi construída com sua estrutura de acordo com as propostas de Schraw (1998), que elenca três etapas básicas para se promover a metacognição em alunos, sendo elas: Etapa 1 - a necessidade que os alunos saibam o que é metacognição; Etapa 2 - a apresentação do modo de pensar do professor para seus alunos; Etapa 3 - Abertura de um espaço de discussão em sala de aula. Essas três premissas foram articuladas durante a realização da SEI e distribuídas durante seu desenvolvimento.

O momento da Pré-atividade (Quadro 2), se refere à apresentação da metacognição para o aluno. O objetivo desse momento é fazer com que os alunos possuam algum conhecimento sobre o tema, facilitando o avanço da atividade, pois, como aponta Schraw (1998), é preciso que os estudantes conheçam o que é metacognição e como ela se diferencia da própria cognição para que o possam repensar e revisar os conceitos.

Passada a discussão sobre metacognição (Pré-atividade), o seguinte problema foi apresentado aos alunos, denominado de Atividade 1 (quadro 2). Primeiramente, eles deveriam considerar dois cilindros de mesmo volume (2mL) cada, sendo um de cobre e o outro de alumínio. Os cilindros foram entregues acompanhados de um kit de ferramentas de laboratório contendo: balança culinária (compartilhada entre todos), espátulas, duas provetas, pisseta com água

Quadro 2: Etapas da Sequência de Ensino Investigativa.

Etapas	Ação	Tempo
Pré-Atividade	Apresentação sobre o que é metacognição.	30 min
Atividade 1	Atividade com volumes iguais de cobre e alumínio.	50 min
Atividade 2	Atividade com massas iguais de cobre e alumínio	50 min

destilada, béqueres, tabela periódica e a lista de verificação (Quadro 1). Essa tarefa foi planejada para ser investigativa e, portanto, os participantes não receberam roteiro ou nenhum outro tipo de planejamento prévio contendo instruções de obtenção de resultados, entretanto, os materiais presentes nos kits foram selecionados considerando-se possíveis rotas de resolução do problema. Além dos materiais fornecidos, foram propostas três questões para que os alunos discutissem e resolvessem: (1) Você acha que nas amostras temos o mesmo número de átomos?; (2) Elabore uma atividade para testar sua hipótese e escreva as etapas que você utilizou para obter a sua resposta; (3) Com um desenho, represente como você acredita ser a disposição dos átomos, no cilindro de cobre e no cilindro de alumínio, faça um desenho para cada.

Esperava-se, nesse momento, que a atividade proporcionasse uma maior aproximação com a lista de verificação e, portanto, na Atividade 1 houve maior participação do professor, auxiliando-os no uso da lista de verificação de questões (Quadro 1), para que então, na Atividade 2 (Quadro 2), se verificasse aumento da autonomia dos alunos durante sua realização.

Após a conclusão da Atividade 1, inseriu-se a segunda etapa proposta por Schraw (1998). Abriu-se um espaço para que o próprio professor apresentasse seu modo de pensar, demonstrando para os alunos como ele procederia para obter uma resposta a essas perguntas. Assim elaborou-se uma resolução passo-a-passo, incluindo um modelo de como o professor faria uso das questões da lista de verificação durante o processo. O processo de resolução foi montado apresentando-se as respostas do professor passo a passo, mostrando, além disso, o raciocínio empregado na obtenção da resposta ao problema (Schraw, 1998). Na Figura 1 temos trechos da resolução apresentada pelo professor durante esse momento.

O objetivo desse momento é apresentar para os participantes como o professor resolveria a atividade com o auxílio da lista de verificação fornecida, pois a partir do processo de observação, quando bem conduzido, faz-se com que o aluno possa comparar sua maneira de lidar com as tarefas, com a forma como o professor a faz, abrindo espaço para que o processo de reconstrução ou construção dos conceitos comece a ocorrer. Como afirma Fordham (2006), a partir de

momentos de pausa e explicação dos próprios pensamentos, o professor pode modelar a habilidade metacognitiva de seus alunos. O processo apresentado seguiu até a obtenção da resposta final.

Na sequência, foi apresentado aos alunos, uma possibilidade de resposta elaborada pelo professor para a representação em desenho, visando explicar o fenômeno observado, correspondente a 3.^a questão da situação problema, essa representação se encontra na Figura 2.

O modelo representativo foi explicado aos alunos de forma simplificada, utilizando aspectos como densidade, raio atômico e massa molar das substâncias. A elaboração desse modelo foi realizada utilizando o software livre – Avogadro®, que possui em sua biblioteca representações padrões das células unitárias de ambos os metais.

Ao final da Atividade 1 (Quadro 2), iniciou-se uma discussão de grupo, na qual os alunos puderam expressar suas dificuldades e discutir quais caminhos utilizaram e como a lista de verificação os ajudou na resolução. Como aponta Schraw (1998), existe a necessidade de um espaço de discussão e reflexão entre alunos e professores, sendo essa a 3.^a etapa da proposta aplicada nesta SEI. A discussão foi dividida em duas partes predominantes, a primeira na qual foi pedido aos alunos que pensassem e discutissem entre os pares a respeito da realização da atividade, comparando suas respostas e modos de realizarem a atividade, com os respectivos gabaritos apresentados. Na segunda parte ocorreu uma discussão de grupo em que as duplas deveriam comparar entre si como cada par de participantes fez uso da lista de verificação, os caminhos escolhidos e dificuldades encontradas. A discussão durou cerca de 15 minutos, podendo variar para mais ou menos tempo dependendo dos pontos levantados pelos alunos.

Na Atividade 2 (Quadro 2), buscou-se a desestabilização do aluno, evitando assim a mecanização da forma de resolução, lançou-se um segundo problema, em que se tinha igualdade das massas das substâncias, sendo o volume diferente. O professor mostrou aos alunos porções de alumínio e cobre, cada uma delas com 3 g. Nesse momento, visualmente, os presentes observaram uma quantidade aparente de alumínio muito maior que a de cobre e, para explicar o fenômeno observado, seguiram a mesma sequência prevista na Atividade 1, com as devidas

O modelo representativo foi explicado aos alunos de forma simplificada, utilizando aspectos como densidade, raio atômico e massa molar das substâncias.

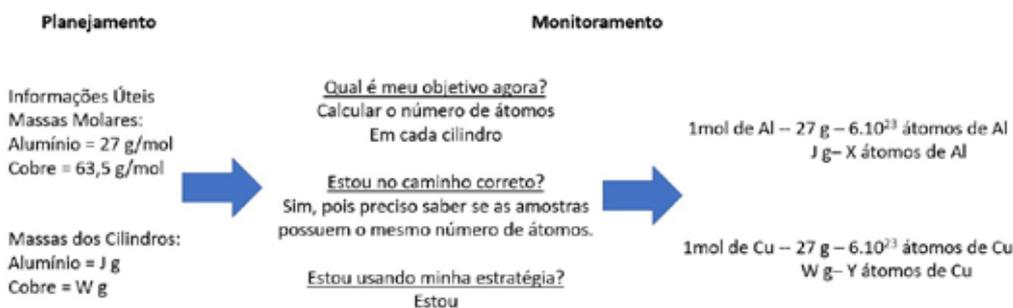


Figura 1: Processo de resolução apresentado pelo professor

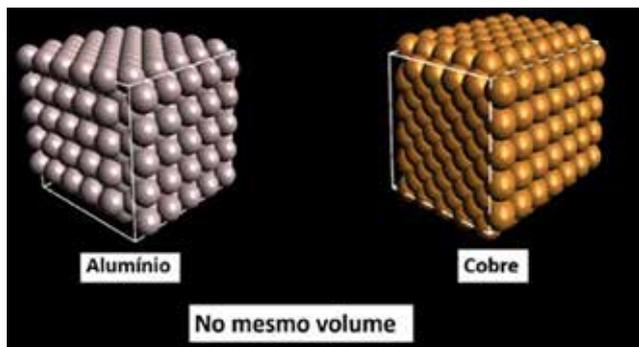


Figura 2: Modelo de um conjunto de átomos de cobre e alumínio ocupando o mesmo volume.

adaptações para a nova situação, agora envolvendo massas iguais das duas substâncias.

Optou-se por manter o mesmo esquema de questões, alterando-se somente a situação problema, e os alunos também tinham disponíveis os mesmos materiais da etapa anterior. Ao final da atividade, se iniciou novamente o processo de apresentação da possibilidade de resposta seguido de uma discussão entre as duplas e posteriormente realizada em grupo, repetindo o processo realizado na Atividade 1 (Quadro 2), sendo que o modelo de representação computacional também foi apresentado para os alunos, como consta na Figura 3.

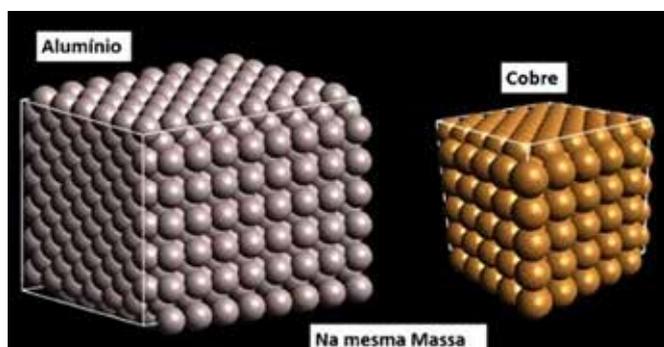


Figura 3: Modelo de um conjunto de átomos de cobre e alumínio possuindo a mesma massa.

Novamente, os conceitos discutidos para explicar a diferença de volume observado entre massas iguais das duas substâncias, cobre e alumínio, foram as diferenças entre raio atômico e densidade. Foi solicitado que os alunos comparassem a possibilidade de resposta (modelo) e a representação feita por eles, buscando diferenças e semelhanças, elencando assim, aspectos que foram considerados durante o processo de elaboração da representação (desenho dos alunos), bem como, quais aspectos e conceitos se fizeram presentes no modelo apresentado, mas não na representação feita pelas duplas.

As respostas dos grupos 1 e 2 para a questão 2 (Atividade 1) foram transcritas no Quadro 3.

Apesar do surgimento de algumas dificuldades durante o percurso de realização da SEI, todos alcançaram uma solução final acompanhada tanto dos processos matemáticos da resolução quanto de uma descrição das etapas que realizaram para a obtenção daquela resposta. Esse resultado vai

Quadro 3: Descrições das ações realizadas pelos grupos 1 e 2 para responder à Atividade 1.

Grupo	Ações	
1	1.	Descobrir a massa molar de cada elemento.
	2.	Descobrir a massa dos cilindros.
	3.	Colocar as informações na fórmula para descobrir o n ^o de mols.
	4.	Colocar as informações numa regra de três, igualando 1 mol a $6,02 \times 10^{23}$ e $0,27/0,346$ a x.
2	1.	Verificamos o Z de cada elemento (Cu e Al).
	2.	Ao pegar os dois cilindros, sentimos a diferença de peso do Cu e p/o Al.
	3.	Em seguida, fomos para balança verificar as massas dos cilindros de Cu e Al.
	4.	Na proveta com água com 7mL, e em seguida colocamos os cilindros nas provetas e verificamos que os dois possuem o mesmo volume. Porém possuem densidades diferentes.
	5.	Calculamos o número de mols relacionando a massa e o número atômico com o número definido de mols logo provamos que as quantidades de átomos são diferentes.

ao encontro dos apontamentos da pesquisa de Zimmerman (2002; 2009), que afirma que estudantes que colocam metas durante o estudo ou realização de uma atividade estão mais propensos a aumentarem sua motivação, estando assim mais propensos a concluírem as atividades propostas. Além disso, verificou-se que essas metas foram estipuladas, enquanto as duplas utilizavam as questões do Planejamento presentes na lista de verificação (Quadro 1). O fato de todos os participantes terem conseguido concluir a atividade e conseguirem elencar as etapas para obtenção da própria resposta foi atribuído, em parte, ao uso da lista de questões. Isso porque, segundo King (1991), parte do sucesso do questionamento pertence ao aspecto metacognitivo da atividade, na medida em que a lista de verificação regulatória possibilita ajudar os alunos a manterem uma verificação contínua de seu progresso.

Acredita-se que a lista regulatória também tenha auxiliado os alunos, na coleta e uso das informações disponíveis, pois foi possível coletar e identificar informações importantes, como a massa molar dos elementos e a massa das amostras. O mesmo ocorreu no estudo de Ge e Land (2003), em que a lista regulatória facilitou na resolução de problemas, pois direcionava a atenção para informações importantes presentes na tarefa.

As etapas de apresentação da resolução do professor e dos modelos representacionais foram consideradas como metacognitivas, dado que fizeram o aluno comparar sua resposta com a do professor, bem como identificar semelhanças e diferenças, realizando assim a revisão para a reconstrução do pensamento (Locatelli, 2014). Na sequência se encontra a representação produzida por uma das duplas de alunos, da Atividade 1 para a Atividade 2, como consta na Figura 4.

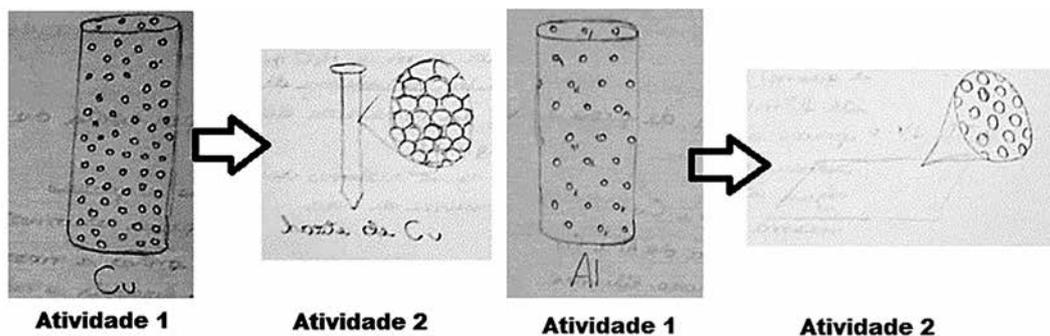


Figura 4: Representação submicroscópica de uma das duplas – representações iniciais (atividade 1) e finais (atividade 2).

Embora os alunos não tenham representado os diferentes volumes entre as amostras dos metais, é possível observar que os desenhos da Atividade 2 em comparação aos da Atividade 1, deixam mais claro a diferença de densidade entre cobre e alumínio, assim como os raios atômicos, o que pode significar uma melhora conceitual. Outras questões como ligações e a organização do retículo cristalino, mesmo que tenham sido discutidas, continuaram não aparecendo após as discussões. O mesmo é válido para as diferenças de volume visuais entre as amostras de cobre e alumínio, que foram igualmente discutidas, mas podem ter sido desconsideradas por conta do recorte feito pelos alunos, uma vez que em suas representações para a Atividade 2 foram desenhados respectivamente um fio de cobre e uma folha de alumínio. A não existência de ligações entre os átomos, ou seja, a falta de um retículo cristalino metálico, era esperada, da mesma forma que Taber (1997) observou em seu estudo.

Considerações finais

Aponta-se a estratégia metacognitiva do autoquestionamento em conjunto com a atividade elaborada (SEI), como uma abordagem com potencial para o ensino do conceito de quantidade de substância, uma vez que, durante sua

realização e uso, foram observados o monitoramento constante do próprio pensamento e quase que na mesma medida, a confirmação desses pensamentos, possibilitando a revisão e correção dos conceitos ao longo de sua realização. A estratégia também proporcionou aumento da motivação, pois permitiu que a dupla estabelecesse objetivos claros e percebessem seu progresso continuamente, assim como coloca a avaliação como uma etapa clara da realização da atividade.

O aumento da motivação também se deve ao caráter investigativo dado para a atividade, o que permitiu aos alunos maior contato com os materiais próprios da química e a possibilidade de decisões quanto ao rumo da tarefa proposta. Quanto ao trato com os conceitos relacionados à quantidade de substância, a atividade proporcionou etapas metacognitivas de discussão e reflexão, levando-os a reconstruírem conceitos químicos importantes.

Aponta-se a estratégia metacognitiva do autoquestionamento em conjunto com a atividade elaborada (SEI), como uma abordagem com potencial para o ensino do conceito de quantidade de substância, uma vez que, durante sua realização e uso, foram observados o monitoramento constante do próprio pensamento e quase que na mesma medida, a confirmação desses pensamentos, possibilitando a revisão e correção dos conceitos ao longo de sua realização.

Jadis Henrique Picirilli da Silva (jadishenrique@gmail.com), mestre em Ensino de Ciências pela UFABC, professor de química no Ensino Médio. Santo André, SP - BR. **Solange Wagner Locatelli** (solange.locatelli@ufabc.edu.br), licenciada/bacharel em Química e doutora em Ensino de Ciências pela USP, é docente da Universidade Federal do ABC, Santo André, SP - BR. **Maria Eunice Ribeiro Marccondes** (mermarco@iq.usp.br), licenciada/bacharel em Química e doutora em Química Orgânica pela USP, é docente do Departamento de Química Fundamental do IQ-USP. São Paulo, SP - BR.

Referências

- DIERKS, W. Teaching the mole. *European Journal of Science Education*, v.3, n.2, p.145-158, 1981.
- DUNCAN, I.M. e JOHNSTONE, A.H. The Mole Concept. *Education in Chemistry*, v.10, p.213-214, 1973.
- FORDHAM, N. W. Crafting questions that address comprehension strategies in content reading. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, v.49, n.5, p.390-396, 2006.
- FURIÓ, C.; AZCONA, R.; GUIASOLA, J. e RATCLIFFE, M. Difficulties in teaching the concepts of 'amount of substance'

and 'mole'. *International Journal of Science Education*, v.22, n.12, p.1285-1304, 2000.

GE, X. e LAND, S. M. Scaffolding students' problem-solving processes in an ill-structured task using question prompts and peer interactions. *Educational Technology Research and Development*, v.51, n.1, p.21-38, 2003.

IUPAC. Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the "Gold Book"). Compiled by A. D. McNaught and A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997). Online version (2019) created by S. J. Chalk. ISBN 0-9678550-9-8. <https://doi.org/10.1351/goldbook>.

KING, A. Effects of training in strategic questioning on children's problem-solving performance. *Journal of Educational Psychology*, v.83, p.307-317, 1991.

LOCATELLI, S. W. *Tópicos de metacognição: para aprender a ensinar melhor*. 1ªed. Curitiba: Appris, 2014.

NAPPI, J. S. The importance of questioning in developing critical thinking skills. *International Journal for Professional Educators*. v.84, p.30-41, 2017.

OMWIRHIREN, M. Analysis of error in learning of mole concept among selected senior secondary school chemistry students in Zaria, Nigeria. *Journal of Research & Method in Education*, v.5, n.1, p.01-07, 2015.

PATE, M. e MILLER, G. Effects of regulatory self-questioning on secondary-level students' problem-solving performance. *Journal of Agricultural Education*, v.52, n.1, 2011.

RAMDASS, D. e ZIMMERMAN, B. J. Developing self-regulation skills: the important role of homework. *Journal of Advanced Academics*, v.22, n.2, p.194-218, 2011.

SCHRAW, G. Promoting general metacognitive awareness. *Instructional Science*, v.26, p.113-125, 1998.

SCHRAW, G.; CRIPPEN, K. J. e HARTLEY, K. Promoting self-regulation in science education: metacognition as part of a

broader perspective on learning. *Research in Science Education*, v.36, p.111-139, 2006.

TABER, K. S. *Understanding Chemical Bonding - the development of A level students' understanding of the concept of chemical bonding*, Ph.D. thesis, University of Surrey, 1997.

WINNE, P. H. Cognition and metacognition within self-regulated learning. *Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance* Routledge, 2018.

ZIMMERMAN, B. J. Becoming a self-regulated learner: an overview. *Theory Into Practice*, v.41, n.2, p.64-70, 2002.

ZIMMERMAN, B. J. e MOYLAN, A. R. Self-regulation: where metacognition and motivation intersect. In Hacker, D. J.; Dunlosky, J.; Graesser, A. C. (Eds.). *Handbook of Metacognition in Education*. New York: Routledge, p.299-315, 2009.

Para saber mais

SILVA, R. R. e ROCHA-FILHO, R. C. Mol, uma nova terminologia. *Química Nova na Escola*, v.1, p.12-14, 1995.

MÓL, G. S.; FERREIRA, G. A. L.; SILVA, R. R. e LARANJA, H.F. Constante de Avogadro. É simples determiná-la em sala de aula. *Química Nova na Escola*, v.3, p.32-33, 1996.

Abstract: *Inquiry-based approach to teach the concept of quantity of substance (mol).* The concept of amount of substance is one of those that is difficult for students to learn and for teachers to teach. Often, the approach to this subject is restricted to a mathematical presentation and its definition, which does not seem to be enough to make students understanding its meaning. In view of these difficulties, we proposed a metacognitive strategy for the teaching of amount of substance, carrying out an experimental activity supported by the theories of self-questioning and self-regulated learning, using materials of low cost and easy access. The activity was applied to students in a preparatory course maintained by UFABC, the results showed that the self-questioning strategy helped the students in solving the task, what seems evidence of reviewing of related chemical concepts.

Keywords: amount of substance, mole, metacognitive strategy

“É, na aula de Química eu não vejo alguma possibilidade”: as vozes de docentes e discentes sobre a Educação Sexual no ensino de Química

“Yeah, in Chemistry class I don't see any possibility”: the voices of teachers and students about Sex Education in Chemistry teaching

Joice Hinkel e Carolina dos S. Fernandes

RESUMO: A presente pesquisa tem como objetivo central apresentar as concepções de discentes e docentes acerca da Educação Sexual no Ensino de Química. Foram utilizados dois instrumentos para a coleta de dados: entrevista coletiva e questionário. Na entrevista participaram 6 docentes de escolas públicas da região Sul do país e no questionário 15 estudantes em preparação para ingresso no Ensino Superior. Após análise dos dados em que se utilizou a metodologia de Análise Textual Discursiva (ATD), emergiram três categorias: Educação Sexual (in)visível nas vozes de docentes e discentes; obstáculos na abordagem da Educação Sexual no Ensino de Química da Educação Básica; e Educação Sexual à luz de diferentes olhares e perspectivas para o Ensino de Química. Destaca-se a presença de questões ligadas às relações de gênero e violências no espaço escolar, sendo esses temas potenciais para o trabalho no Ensino de Química. Essa pesquisa poderá contribuir para ampliar as discussões sobre a temática Educação Sexual e seus diálogos com o Ensino de Química.

Palavras-chave: sexualidade, ensino de química, educação sexual.

ABSTRACT: The main objective of this research is to present the conceptions of students and teachers about Sexual Education in Chemistry Teaching. Two instruments were used for data collection: collective interview and questionnaire. Six teachers from public schools in the southern region of the country participated in the interview, and 15 students in preparation for admission to higher education in the same region took part in the questionnaire. Discursive Textual Analysis (ATD) methodology was used to analyze the data, from which emerged three categories: Sexual Education (in)visible in the voices of teachers and students; obstacles in the approach to Sex Education in Chemistry Teaching in Basic Education; and Sex Education in the light of different views and perspectives for Chemistry Teaching. The presence of issues related to gender relations and violence in the school space was highlighted in the discussions, and these are potential themes for work in the teaching of Chemistry. This research can contribute to broaden the discussions on the theme Sexual Education and its dialogues with the Chemistry Teaching.

Keywords: sexuality, chemistry teaching, sex education

373

Joice Hinkel (joicehinkel@gmail.com), licenciada em Química pela UFSC. Atualmente é mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) e professora do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, SC – BR. Carolina dos Santos Fernandes (carolferquimic@hotmail.com), licenciada em Química pela Universidade Federal do Rio Grande, mestra e doutora pelo Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da Universidade Federal de Santa Catarina. É professora do Departamento de Metodologia de Ensino da UFSC. Florianópolis, SC – BR. Recebido em 10/08/2021, aceito em 24/11/2021

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.



Na história da Educação Sexual parece haver predominância de abordagem nas aulas de Ciências com discussões que envolvem aspectos da área das Ciências Biológicas. Apesar de serem discussões pertinentes, elas não contemplam questões que englobam a totalidade das pessoas, como: aspectos emocionais, socioculturais e históricos (Ribeiro e Reis, 2020). De acordo com Furlanetto *et al.* (2018), atualmente as/os professoras/es de Ciências e Biologia são os que mais aparecem no trabalho da Educação Sexual no contexto escolar.

Baseando-se nas ideias presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), mais especificamente no tema transversal de Orientação Sexual (Brasil, 1998), ressalta-se a importância de as componentes curriculares abordarem de forma transversal a temática em suas aulas. Nesse tom, acreditamos na pertinência da componente curricular Química.

Há uma lacuna no que diz respeito a materiais didáticos e artigos científicos, por exemplo, que contribuam para reflexões e elaboração de intervenções em aulas de Química. Aprender as concepções de docentes de Química e discentes da Educação Básica contribui para traçar possibilidades de abordar a temática da Educação Sexual no Ensino de Química. Assim, coloca-se como questão de pesquisa: quais as potencialidades e limites para o diálogo entre a Educação Sexual e o Ensino de Química a partir do olhar de docentes e discentes?

O foco do presente trabalho centra-se em discutir as concepções de docentes e discentes de Química da Educação Básica acerca da inserção da Educação Sexual no Ensino de Química.

Para um melhor panorama de como a temática da Educação Sexual vem sendo explorada, lançou-se um olhar para a literatura e documentos oficiais da Educação Básica a fim de também obter indicativos que, articulados com a coleta de dados, possibilitassem pensar de forma mais ampla a Educação Sexual no Ensino de Química.

Apontamentos gerais sobre a Educação Sexual no Brasil

A constituição da Educação Sexual no Brasil no contexto escolar remete ao início do século XX. Nessa época, os interesses giravam em torno do combate à masturbação, doenças e a constituição da mulher enquanto esposa e mãe (Bueno e Ribeiro, 2018).

Segundo Furlanetto *et al.* (2018), uma das dificuldades em trabalhar com a Educação Sexual possui relação com sua própria constituição histórica. Nesse sentido, as práticas de Educação Sexual no Brasil carregam visões higienistas, alinhadas a crenças religiosas e valorizando relações heterossexuais e a sexualidade como um tabu. Segundo Ribeiro e Reis (2020), o começo das práticas de Educação Sexual estava ligado à resolução de problemas, e não à preocupação com o desenvolvimento integral das pessoas.

Para Bueno e Ribeiro (2018), a Igreja Católica atuou como um freio para a inserção da Educação Sexual nas escolas.

Em 1960, há a implementação de programas voltados para a Educação Sexual no contexto educacional. Porém, desde 1920 havia livros que abordavam a sexualidade por meio das práticas sexuais. Esses livros eram construídos por professoras/es, médicas/os e sacerdotes.

As décadas de 1960, 1970 e 1980 caracterizaram-se como um período conturbado no Brasil, que modificaram as práticas relacionadas à Educação Sexual. Segundo Figueiró (1996a), a década de 1960 caracterizou-se pelo grande número de trabalhos nas escolas. Conforme Bueno e Ribeiro (2018), próximo ao golpe de Estado de 1964 ainda havia representatividade do movimento estudantil e liberdade de imprensa, momento propício para atuação da Educação Sexual.

No final da década de 1960, houve redução do debate sobre o tema, em decorrência da inibição das liberdades individuais e da manifestação da sexualidade. A repressão ocorreu com fechamento de escolas e denúncias a professoras/es (Bueno e Ribeiro, 2018).

A pesquisadora Werebe (1978) também aborda o final dos anos sessenta como uma época de censura, sendo perceptível através dos programas de televisão e obras literárias. Apesar do clima pouco favorável, a autora destaca que as práticas de Educação Sexual não desapareceram totalmente.

De acordo com Bueno e Ribeiro (2018), após o golpe, a consequência nos estudos de Educação Sexual foi o desaparecimento de experiências realizadas. Em 1978, com afrouxamento da censura, os estudos começam a surgir, como a volta das experiências para as escolas, tendo como exemplo o envolvimento da Prefeitura Municipal de São Paulo (1978-1982).

Nas pesquisas, é possível observar alguns exemplos de abordagens da Educação Sexual no contexto brasileiro. Figueiró (1996b; 2010) encontra como abordagens da Educação Sexual: a abordagem religiosa tradicional e libertadora; a abordagem médica; a abordagem pedagógica, e a abordagem política (emancipatória). Furlani (2011) destaca abordagens contemporâneas para a Educação Sexual: abordagem biológico-higienista, moral-tradicionista, terapêutica, religiosa radical, de direitos humanos, de direitos sexuais, emancipatória e *queer*.

Diante das diversas particularidades de cada abordagem, escolhe-se resumir apenas a ideia de Educação Sexual emancipatória, que se alinha com as ideias das autoras. Dentre as considerações da abordagem emancipatória, a sexualidade das pessoas é compreendida como reprimida histórica e socialmente. A Educação aparece como um mecanismo que pode libertar, se for crítica, participativa, flexível e dialógica. As temáticas podem se relacionar com o resgate do gênero, do erótico e do prazer, além de debater acerca da diversidade presente na sociedade, aspectos informativos e também discutir tabus e preconceitos (Figueiró, 2010; Furlani, 2011).

Furlanetto *et al.* (2018) realizaram uma revisão sistemática da literatura. Para isso, a pesquisa filtrou artigos encontrados em diversas bases de dados (Educ@, *Science Direct*, MEDLINE,

LILACS e SciELO) entre os anos de 2010 e 2016, identificando suas principais características, temas abordados e profissionais responsáveis pelas ações. Percebe-se algumas características interessantes, a título de exemplo, as atividades são desenvolvidas de forma temporária e predominantemente no Ensino Fundamental. Os temas que mais aparecem estão ligados a uma abordagem médico-informativa, trazendo questões sobre gestação e Infecções Sexualmente Transmissíveis (IST).ⁱ Além disso, professoras/es de Ciências e Biologia aparecem como principais responsáveis pelas ações no ambiente escolar.

Em síntese, a história da Educação Sexual apresentou avanços e recuos, em muitos casos decorrentes das condições políticas de cada época. Ampliar os espaços de discussão da Educação Sexual na Educação Básica é uma necessidade, incluindo a abordagem no ensino de Química.

Terminologias e concepções

A área de Educação Sexual, assim como outras, possui diversas terminologias. Diante desse contexto, optou-se pela utilização da terminologia Educação Sexual. A escolha se deu por vários motivos, expressos e detalhados no trabalho de Figueiró (1996b), compreendendo que a terminologia Educação Sexual é mais abrangente, pode transcender o âmbito reprodutivo e abarcar questões históricas.

No contexto da pesquisa, Figueiró (1996b) depara-se com a confusão entre os conceitos adotados, assim como a diversidade de termos, como, por exemplo: orientação sexual, informação sexual e instrução sexual. Assim, algumas dessas terminologias podem causar certa confusão. Um exemplo clássico de ambiguidade é dado por Werebe (1998) na utilização do termo orientação sexual, que pode se confundir com a atração afetivo-sexual de uma pessoa pela outra, como a homossexualidade, bissexualidade, entre outras. Além do mais, os termos orientação, instrução e informação abarcam a ideia de uma pessoa passiva no processo de ensino e aprendizagem (Figueiró, 1996b; Furlanetto *et al.*, 2018).

A concepção de Educação Sexual neste trabalho está em concordância com os dois tipos discutidos por Werebe (1998), que se refere à Educação Sexual formal/intencional e à informal. A pesquisadora compreende a Educação Sexual informal como “[...] todas as ações, deliberadas ou não, que se exercem sobre um indivíduo, desde seu nascimento, com repercussão direta ou indireta sobre suas atitudes, comportamentos, opiniões, valores ligados à sexualidade” (Werebe, 1998, p. 139). Assim, compreende-se que a Educação Sexual informal pode ocorrer sem planejamento, como no cotidiano da escola ou até mesmo da sala de aula.

A mesma autora descreve a Educação Sexual formal como “[...] as intervenções deliberadas, sistemáticas, em geral regulares e planejadas, relativas ao domínio da vida sexual. Estas intervenções podem-se destinar às crianças, adolescentes e adultos e se realizarem dentro e fora do âmbito escolar”

(Werebe, 1998, p. 155). Desse modo, em uma aula planejada que abordasse a temática, poderia ocorrer a Educação Sexual formal.

Nessa perspectiva, o trabalho envolvendo a Educação Sexual relaciona em muitos casos a sexualidade, sexo e gênero. As reflexões de Figueiró (2018) são pertinentes:

Sexo diz respeito à relação sexual, enquanto que sexualidade abrange o sexo, porém, também: a comunicação, o afeto, o toque ou carícia, o amor e as regras sociais e culturais criadas em torno do comportamento sexual, que variam de cultura para cultura e que são passíveis de mudança. Faz parte, ainda, da sexualidade, o gênero, a identidade sexual, a identidade de gênero e a orientação sexual (Figueiró, 2018, p. 22).

Louro (2008) afirma que gênero e sexualidade também são passíveis de mudanças. Dessa forma, “[...] não é o momento do nascimento e da nomeação de um corpo como macho ou como fêmea que faz deste um sujeito masculino ou feminino. A construção do gênero e da sexualidade dá-se ao longo de toda a vida, continuamente, infundavelmente (Louro, 2008, p. 18).

As terminologias e concepções da Educação Sexual são diversas. Neste trabalho compreende-se como pertinente uma Educação Sexual preocupada com estudantes ativos no processo de aprendizagem, alinhadas/os às discussões históricas ligadas à sexualidade e às relações de gênero.

Documentos orientadores da Educação Básica

O suporte de políticas públicas no contexto educacional e mais especificamente em ações que abarquem a Educação Sexual são essenciais para o trabalho do corpo docente. Segundo Figueiró (2010), o auxílio de políticas públicas que valorizem o trabalho da Educação Sexual é fundamental, mas a mudança de cargos de poder e liderança pode mudar os rumos dos trabalhos com essa temática.

Como a componente curricular Química é constituída no Ensino Médio, escolheu-se abordar alguns documentos focados no Ensino Médio e documentos gerais da Educação Básica, que são: Parâmetros Curriculares Nacionais – Temas Transversais (PCN), Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio (PCNEM), Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCNEM), Plano Nacional de Educação (PNE) e Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Os PCN, diferentemente de outros documentos, trata-se de uma proposta aberta. Assim, a escola pode ou não utilizá-los no Ensino Infantil, Ensino Fundamental e Médio (Altmann, 2001; Figueiró, 2002). Segundo Figueiró (2002), os PCN e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) são documentos criados em contextos de políticas neoliberais, ou seja, a escola atua como uma empresa apresentando características

como competitividade e prepara as/os estudantes para o mercado de trabalho.

Diversos conteúdos estão presentes nos PCN, em oito áreas de conhecimento. Além disso, possuem sete temas transversais, sendo um deles orientação sexual (Brasil, 1998). Dentre as contribuições que o documento cita com o desenvolvimento do tema transversal é a “vivência de sua sexualidade atual e futura” (Brasil, 1998, p. 79).

O trabalho realizado por Altmann (2001) abarca a compreensão sobre a sexualidade presente no documento, caracterizando-a como ligada a aspectos biológicos, ou seja, atrelada a funções hormonais. Já Lira e Jofili (2010) abordam as concepções de professoras/es formadas/os em Ciências e Biologia acerca desse tema transversal. De modo geral, as/os participantes da pesquisa demonstraram interesse, mas alegaram despreparo devido a falta de discussões na formação inicial e continuada.

Para os documentos orientadores do Ensino Médio, realizou-se uma busca com as palavras-chave: educação sexual, gênero, sexualidade e orientação sexual, que foram escolhidas por sua constante presença nos trabalhos da área. Percebe-se que nos PCNEM não se encontram resultados (Brasil, 1999). Nos PCNEM+ a palavra sexualidade aparece ligada ao Ensino de Biologia (Brasil, 2002). A sexualidade aparece de modo introdutório e posteriormente no quadro de elaboração de comunicações. É considerado como um tema argumentativo relevante e relacionado a discussões de Ciência e Tecnologia, conforme quadro expresso no documento.

Por último, nas OCNEM a palavra sexualidade também se encontra relacionada ao Ensino de Biologia (Brasil, 2006). Nesse documento, a sexualidade está presente em uma lista de exemplos, como: corpo, saúde, adolescência, ou seja, não há profundidade no trato da temática. Ressalta-se ainda que não foram encontrados resultados para a componente curricular Química.

No PNE 2001 (Brasil, 2001) aparece menção a gênero e educação sexual, que no PNE de 2014 é suprimida. Expressões como orientação sexual e diversidade sexual também não aparecem. Quando o PNE se refere à temática, o faz em uma abordagem genérica, deixando lacunas para o contexto educacional, como segue: “superação das desigualdades educacionais, com ênfase na promoção da cidadania e na erradicação de todas as formas de discriminação (Brasil, 2014, p. 43, grifo nosso).

Em setembro de 2015, a primeira versão da BNCC apresenta menção à sexualidade, na unidade Conhecimento e Vida: Constituição e Reprodução. Alguns trabalhos (Lima *et al.*, 2019; Patti *et al.*, 2019) evidenciam a ausência de menção a gênero e identidade de gênero. Quando aparece, é de forma genérica: “sem preconceitos de qualquer natureza”. A generalização presente na BNCC pode contribuir para o silenciamento de estudantes que fujam das normas heteronormativas, como argumentam Silva *et al.* (2019).

A abordagem presente na BNCC é destacada por Silva *et al.* (2019) como uma concepção biológica, não muito distante

do enfoque dos PCN, trazendo reflexões sobre a ausência de avanço no decorrer desses anos. Segundo Lima *et al.* (2019), para avançar o debate dessa temática os currículos dos cursos superiores de licenciatura devem conter a temática sexualidade. Apesar das/os autoras/es não entrarem em detalhes sobre a inserção da sexualidade nos cursos, acredita-se na relevância da temática perpassar os cursos de todas as licenciaturas.

Segundo reflexões de Nogueira *et al.* (2021), a construção de documentos no contexto brasileiro avançou com os PCN ao mesmo tempo que recuou com a retirada de termos do PNE. Esse contexto de retrocesso está relacionado a grupos conservadores que não desejam que esses debates estejam no ambiente escolar, distorcendo inclusive informações acerca de sua pertinência.

Com a breve apresentação dos documentos, sinaliza-se a necessidade de os documentos educacionais expressarem a importância da temática para que o corpo docente possa avançar nos debates e reflexões de processos de ensino e aprendizagem, de modo a contemplar o Ensino de Química.

Defende-se a importância de trabalhos que busquem pensar em possibilidades de discussão sobre a Educação Sexual nas aulas de Química na Educação Básica, bem como pensar em ações voltadas para a sala de aula, elemento reforçado na apreensão dos dados via entrevistas e via questionários apresentados a seguir.

Caminhos metodológicos

Com base em seu desenvolvimento e características, a pesquisa apresentada possui caráter qualitativo. Segundo John W. Creswell (2010), uma pesquisa qualitativa é “[...] uma pesquisa interpretativa, com o investigador tipicamente envolvido em uma experiência sustentada e intensiva com os participantes [...]” (p. 211). Ao longo dessa pesquisa, o olhar para a coleta de dados e sua interpretação foi fundamental para a construção de reflexões e novas ideias. Nesse sentido, uma das características de uma pesquisa qualitativa se encontra no aspecto interpretativo: “[...] pesquisadores fazem uma interpretação do que enxergam, ouvem e entendem [...]” (p. 209).

Para a realização desta pesquisa, utilizou-se como instrumento de coleta de dados a entrevista semiestruturada e o questionário. Considerou-se pertinente a escolha por entrevista com um grupo de docentes por concordar que “ela possibilita o auxílio ao entrevistado com dificuldade para responder [...]” (Gil, 2002, p. 115).

A entrevista semiestruturada foi realizada com um grupo de 6 docentes de Química do Ensino Médio em uma escola pública da região da Grande Florianópolis, em um horário no qual esse grupo tinha sua reunião pedagógica coletiva semanal. Nesse grupo, todas/os docentes tinham formação em Química. O tempo de serviço do corpo docente era de 7 a 20 anos. A carga horária naquele momento variou de 32 horas semanais até 48 horas semanais.

A escolha desse grupo de docentes que atuavam na mesma escola (e também em outras) ocorreu pela facilidade em encontrar professoras/es de Química em um mesmo horário, pois realizar entrevistas individuais tomaria um tempo escasso na rotina dessas/es professoras/es que trabalhavam na ocasião da entrevista em mais de uma escola.

A entrevista coletiva apresentou um roteiro semiestruturado com questionamentos que visavam apreender a opinião das/os participantes sobre a temática; como abordar nas aulas de Química; dificuldades para o trabalho sobre a temática. Como a entrevista foi coletiva e com o roteiro semiestruturado, outros aspectos emergiram nas falas para além dos perguntados. A entrevista coletiva propiciou o diálogo entre as/os investigadas/os sobre o assunto.

Durante a entrevista semiestruturada coletiva, foi questionada a importância de ouvir estudantes sobre suas percepções sobre Educação Sexual no Ensino de Química. Dessa forma, um questionário foi respondido por 15 estudantes, maiores de 18 anos e que estavam em preparação para ingresso no Ensino Superior. As/os estudantes e professoras/es não eram da mesma instituição. Portanto, a apreensão dos dados foi de dois grupos, a saber: docentes via entrevista coletiva e discentes via questionários.

Entende-se o questionário como “um conjunto de questões que são respondidas por escrito pelo pesquisado” (Gil, 2002, p. 114). Nesse sentido, as/os estudantes receberam um questionário impresso que foi construído de forma a não induzir respostas. O objetivo era compreender as experiências do corpo discente na Educação Básica acerca da Educação Sexual e quais possibilidades para o Ensino de Química nessa temática.

O questionário produzido para os estudantes gerou respostas mais sintéticas. As perguntas foram direcionadas para compreender em geral se consideram importante o trato da temática e as razões para essa opinião; como foram as experiências nas aulas que exploraram a temática e como poderiam ser.

Para garantir o anonimato e solicitar informações sobre a pesquisa, o grupo de docentes e as/os estudantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), concordando em participar dessa pesquisa. Por essa razão, não são dados maiores detalhes das instituições às quais as/os investigadas/os pertenciam no momento da obtenção dos dados. Como a etapa de coleta de dados desse trabalho ocorreu em um contexto anterior à pandemia de covid-19, o contato com o corpo discente e docente ocorreu de forma presencial.

Com a realização da entrevista coletiva e do questionário, montou-se um documento com esses dados. A partir disso, utilizou-se a Análise Textual Discursiva (ATD) como procedimento de análise de dados. A ATD é uma proposta de análise qualitativa que abarca informações textuais e discursivas proposta por Moraes e Galiuzzi (2007), e que consiste de três etapas: unitarização, categorização e comunicação. Na unitarização, separam-se os trechos que são pertinentes aos objetivos da pesquisa. Na categorização, os fragmentos importantes para a

pesquisa são agrupados por semelhanças semânticas, de modo que emergem as categorias. Por último, na comunicação são produzidos metatextos de forma a construir um diálogo entre a literatura e os dados (Moraes e Galiuzzi, 2007). Na comunicação espera-se que o metatexto seja: “[...] expressão por meio da linguagem das principais ideias emergentes das análises e apresentação dos argumentos construídos pelo pesquisador em sua investigação, capaz de comunicar a outros novas compreensões atingidas” (Moraes e Galiuzzi, 2007, p. 94). Nesse sentido, a discussão pode se desdobrar para além do apresentado nos fragmentos de análise.

Cabe destacar ainda que na ATD não há a propriedade de exclusão mútua, portanto uma mesma unidade de significado pode pertencer a mais de uma categoria, e em cada uma serem analisados elementos distintos (Moraes e Galiuzzi, 2007).

Assim, nessa pesquisa foram construídas três categorias a partir da entrevista coletiva e do questionário: Educação Sexual (in)visível nas vozes de docentes e discentes; obstáculos na abordagem da Educação Sexual no Ensino de Química na Educação Básica; e a Educação Sexual à luz de diferentes olhares e perspectivas para o Ensino de Química. A primeira categoria reforça o quão difícil é tratar a Educação Sexual em processos educativos formais, mesmo estando presente de maneira informal. Explicita a ausência e carência de discussões sobre a temática na Educação Básica. O título com o termo (in) visível busca trazer a dualidade de estar presente e ao mesmo tempo ausente. A segunda categoria trata dos obstáculos e das dificuldades de materializar no ensino de Química abordagens que tragam a Educação Sexual. Por fim, a terceira categoria discute a Educação Sexual a partir de outras áreas do conhecimento e possibilidades que podem ser inseridas nas aulas de Química.

Para a melhor compreensão dos resultados, a letra **D** seguida de números, como por exemplo “D.1”, significa que é uma fala de uma/um docente identificado por seu respectivo número. Para as/os estudantes utilizou-se a letra **E** e seus respectivos números, como em “E.1”. Os fragmentos foram colocados em itálico e com recuo para destacar as falas e separá-las do restante do corpo do texto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Educação Sexual (in)visível nas vozes de docentes e discentes

Um dos destaques feitos pelas/os entrevistadas/os refere-se às dificuldades em discutir a Educação Sexual em processos educativos formais:

Então, para trabalhar educação sexual é um tabu, é complicado, sabe... pra trabalhar educação sexual [...] (D.1).

[...] é como se fosse um tabu falar sobre isso na escola (E.11).

De uma forma bem vaga, as pessoas parecem que evitam falar sobre, mesmo sendo um assunto de extrema importância (E.9).

Não tive muitas aulas sobre o assunto, acho que botam uma carga negativa sobre um assunto tão importante (E.10).

Os fragmentos de D.1 e E.11 caracterizam a Educação Sexual como tabu. Os demais fragmentos, embora não utilizem a mesma expressão, parecem convergir para a ideia de tabu. De acordo com o dicionário, algumas definições de tabu são: “Instituição religiosa que, atribuindo caráter sagrado a um objeto ou a um ser, proíbe qualquer contato com eles e até mesmo referência a eles. Ação, objeto, pessoa e/ou lugar proibidos por uma lei ou cultura. Proibição que leva alguém a não fazer alguma coisa por medo de castigo divino ou sobrenatural¹³”.

Percebe-se que, dentre as definições da palavra *tabu*, há uma menção à dimensão religiosa e, conseqüentemente, a aspectos centrados no não questionamento, proibição e controle. É notório que as religiões, ao longo da história, buscaram intervir na sexualidade da sociedade – algumas religiões mais do que outras. Portanto, os resquícios dessa formação religiosa podem se perpetuar mesmo entre pessoas não religiosas. Não é intenção deste trabalho analisar a religiosidade das/os investigadas/os, aspecto que também não foi mencionado na entrevista nem nos questionários. Mas sabe-se das possíveis influências, por isso advogamos que os processos educacionais em diferentes níveis possam contribuir para problematizar o dogmatismo vinculado à Educação Sexual e que a Química também possa ser um espaço de discussão e busca de problematização de tabus estruturados na sociedade.

Cabe destacar que o tabu mencionado pelas/os investigadas/os parece ser o da sociedade de modo geral, mas também não se pode negar que as/os próprias/os docentes também possam ter tabus. Figueiró (2014) discorre sobre os diversos momentos em que a/o docente não consegue ensinar sobre sexualidade, pois carrega consigo seus tabus, inseguranças, que provêm de sua própria Educação Sexual. Nesse sentido, o processo de autorreflexão se mostra pertinente ao trabalhar com a Educação Sexual:

Sempre que tratamos da Educação Sexual é necessário considerar a importância de um processo de reeducação sexual, tanto para os educandos, quanto para os próprios adultos responsáveis pelo trabalho de educar. Trata-se, principalmente, da oportunidade de poder repensar os tabus, os mitos e os preconceitos que carregamos (Figueiró, 2018, p. 262).

Quando se reflete sobre a Educação Sexual no espaço escolar e, mais especificamente, na sala de aula, o corpo docente aponta o aparecimento de questões relacionadas à temática:

Mas, claro que sempre em sala de aula sempre tem aquelas questões levantadas né, por algum um aluno ou alguma aluna, e a gente sempre né, tem que aí tem que tocar em determinados assuntos, mas não dentro de um planejamento assim [...] (D.2).

É só quando eles te abordam pra falar alguma coisa específica (D.5).

Nos fragmentos das falas de D.2 e de D.5 está explícito como a temática aparece nas aulas de Química de maneira informal, ou seja, fora do planejamento da aula como uma demanda discente. Sabe-se da importância de aproveitar os momentos em que a Educação Sexual informal se faz presente para trabalhar a temática.

Em outro momento, quando o corpo docente e discente são questionados sobre a presença da Educação Sexual no ambiente escolar, aparecem os seguintes fragmentos:

No ensino médio não apareceu (D.3).

É, eu não lembro (D.2).

Só fundamental mesmo (D.1).

Em muitas escolas, nem presente ela está (E.1).

Para mim está pouco presente pois não é falado na escola (E.2)

Os fragmentos das falas de D.3, D.2 e D.1 refletem a dificuldade do corpo docente em reconhecer a presença da Educação Sexual no contexto escolar de maneira informal. Nota-se que, no fragmento anterior, D.2 apontou que a temática aparece na sala de aula como uma demanda discente, sem planejamento prévio. Da mesma forma, o corpo discente relaciona a ausência da Educação Sexual nas escolas.

Na escola, de modo geral, a Educação Sexual se faz presente em diversos momentos. Seja na relação entre as pessoas, nas brincadeiras, nos livros didáticos, nos conteúdos das disciplinas. Mesmo sem falar diretamente sobre a temática, a escola, e aqui mais especificamente o Ensino de Química, está educando sexualmente. Todas/os tiveram uma Educação Sexual, somos influenciadas/os durante todo nosso percurso de vida formando nossas ideias e valores. Ações tanto de cunho verbal quanto não verbal constituem a Educação Sexual informal (Araújo e Colling, 2017; Figueiró, 2013).

Discutir sobre Educação Sexual formal e informal traz elementos para pensarmos o currículo oculto e o currículo oficial. De acordo com Moreira (1999, p. 24), “O currículo constitui um ambiente simbólico, material e humano constantemente em reconstrução, cujo desenho envolve questões técnicas, políticas, éticas e estéticas”. O currículo possui um sentido amplo e não apenas o que se encontra escrito em planos de Ensino, Projetos Políticos Pedagógicos e livros didáticos, por exemplo. O currículo carrega consigo as compreensões do mundo das/os professoras/es. Nessa direção, Moreira e Candau (2007) argumentam:

Pode-se dizer que no currículo se evidenciam esforços tanto por consolidar as situações de opressão e discriminação a que certos grupos sociais têm sido submetidos, quanto por questionar os arranjos sociais em que essas situações se sustentam. Isso se torna claro ao nos lembrarmos dos inúmeros e expressivos relatos de práticas, em salas de aulas, que contribuem para cristalizar preconceitos e discriminações, representações estereotipadas e desrespeitosas de certos comportamentos, certos estudantes e certos grupos sociais. Em Conselhos de Classe, algumas dessas visões, lamentavelmente, se refletem em frases como: “vindo de onde vem, ele não podia mesmo dar certo na escola!” (Moreira e Candau, 2007, p. 28).

Com o intuito de não cristalizar currículos ocultos carregados de preconceitos, ingenuidades e discriminação é que também se espera que a Educação Sexual possa estar mais presente nos currículos oficiais. Para tanto, é preciso aprofundar estudos e reflexões que busquem colocar em xeque visões discriminatórias. Como destaca Paulo Freire:

Faz parte do pensar certo a rejeição mais decidida a qualquer forma de discriminação. A prática preconceituosa de raça, de classe, de gênero ofende a substancialidade do ser humano e nega radicalmente a democracia (Freire, 1996, p. 36).

Na discussão acima evidenciou-se a dificuldade do corpo discente e docente em reconhecer a Educação Sexual informal e também a dificuldade em executar a formal. Contudo, quando as/os professoras/es se recordam de violências que ocorrem no espaço escolar de maneira explícita, lembram-se da presença da Educação Sexual:

A gente teve um caso na escola de automutilação, por não aceitação da opção sexual (D.6 – grifo nosso).

Compreende-se neste trabalho que “opção sexual” não é a melhor terminologia. No momento acredita-se que orientação sexual seja a melhor escolha. Outras/os autoras/es também fazem este uso, como, por exemplo, Camilo e Soares (2016), Figueiró (2010), Marin e Oliveira (2019), Werebe (1998).

Questões envolvendo a diversidade de orientações sexuais pode ser um espaço para o Ensino de Química trabalhar a Educação Sexual formalmente e informalmente. No fragmento da fala de D.6, cabe pensar sobre essa sociedade que marginaliza aquelas/es que não se enquadram na heterossexualidade.

No que diz respeito a trabalhar a temática como foco de discussão nas aulas de Química do Ensino Médio, foi mencionado que ainda não ocorreu:

É, o que eu penso assim é que assim trabalhar como planejamento de aula desse assunto, não surgiu oportunidade ainda pra mim (D.2).

Para a inserção da temática no Ensino de Química, acredita-se na importância da/o docente demonstrar abertura, mas também se reconhece a dificuldade devido às lacunas formativas e materiais didáticos que tratem do assunto. Na pesquisa realizada por Marin (2019), o corpo docente demonstra abertura para trabalhar com a temática de sexualidade, gênero e orientação sexual. Nesse trabalho, 19 professoras/es de Química em formação inicial na Universidade Federal do Acre responderam a um questionário com informações sobre a temática, e a maioria concordou sobre a sua pertinência. Cumpre notar que reconhecer a pertinência não significa que as/os docentes trabalharão o assunto em suas aulas, mas o reconhecimento é um importante passo para pensar em possibilidades futuras.

A temática da Educação Sexual exige estudos sistemáticos para não cair em visões reducionistas da temática, como apontado por uma/um das/os estudantes:

Deveria ser um assunto tratado com naturalidade ensinando as crianças a terem maior conhecimento do seu corpo e assim se proteger (E.3, grifo nosso).

Na percepção de E.3, parece existir um entendimento reducionista. Sabe-se que questões de proteção e prevenção são exemplos para se trabalhar com a Educação Sexual. A centralidade na dimensão da proteção ao tratar da temática da Educação Sexual pode estar alicerçada no que comumente vem sendo abordado nos espaços educativos. Porém, outros aspectos também são importantes, como a questão social e cultural. Discutir, por exemplo, relações de gênero, resgate do erótico, do prazer, também são fundamentais.

Para além das temáticas citadas, fazer acontecer essa discussão no ambiente escolar é essencial:

[...] minha mãe era cheia dos tabus e então ela conversava as coisas comigo bem por cima, então lá [na escola] eu acabava aprendendo o que eu precisava (D.3).

A experiência apresentada por D.3 representa como o espaço escolar é fundamental nas discussões sobre a Educação Sexual. Mesmo que o ambiente familiar realize tais discussões, ainda assim a escola possui sua importância pelas teorias, metodologias e opiniões diferentes das/os discentes ao abordar essa temática. Em resumo, o fragmento da fala de D.3 é emblemático ao enfatizar o papel formativo da escola que, em boa parte das vezes, se torna o único espaço para discussão de temáticas desse tipo. Deve-se abordar tanto a parte formativa quanto a informativa da Educação Sexual, como defende Figueiró (2014).

Em linhas gerais, a categoria explicitou a carência de discussões formais sobre Educação Sexual e o pouco reconhecimento em perceber Educação Sexual informal presente no ambiente escolar de modo geral, e mais especificamente na sala de aula.

Obstáculos na abordagem da Educação Sexual no Ensino de Química na Educação Básica

Dentre as sensações que o corpo docente menciona ao pensar na realização da temática na sala de aula aparecem, por exemplo, aspectos ligados a insegurança:

E eu vejo assim que eu me sinto despreparada para tá trabalhando realmente, os termos, que nem ela falou [...] Realmente o que eu te falei, eu não me sinto preparada, porque realmente não é abordado na graduação (D.3).

O exercício da docência exige um estudo contínuo, como destaca Paulo Freire no conjunto de suas obras, uma formação permanente de professoras/es. O não se sentir preparada/o, conforme destaca D.3 porque não foi um assunto estudado na formação inicial, coloca mais uma vez a necessidade de pensarmos os currículos dos cursos de licenciatura. É igualmente preciso considerar o pujante papel das políticas públicas educacionais que de fato tracem planejamentos de formação continuada de professoras/es sistematicamente em diferentes assuntos, bem como materiais didáticos contextualizados para auxílio na elaboração das aulas.

Além da escassez de discussões nos cursos, encontram-se na literatura poucos trabalhos abordando a Educação Sexual. Em levantamento realizado entre os artigos publicados na revista *Química Nova na Escola* (QNEsc), por exemplo, de 1995 até 2021 apenas 7 trabalhos relacionados à Educação Sexual foram encontrados. A fala de D.3 aponta especificamente para a ausência de discussões na formação inicial de professoras/es de Química, o que interfere em sua atuação. No entanto, as formações continuadas também parecem não contemplar o assunto, assim como os poucos artigos relacionados à temática no Ensino de Química, de modo a dificultar ainda mais o contato com a temática pelas/os docentes.

Outro elemento que emergiu na fala das/os docentes foi a questão do abuso:

A questão assim que tu vai tá trabalhando um tema que uma criança pode ter sofrido um abuso, e a gente não, assim eu não sei lidar com essa situação (D.3).

Uma menina veio reclamar de abuso, foi até ano passado, foi encaminhado, foi tirado do pai. Enfim, era o próprio pai (D.4).

Em uma situação de abuso relatada no ambiente escolar,

não se espera que a/o docente resolva essa questão de maneira individual. Nesse sentido, o fragmento de D.3 parece colocar o tratamento do abuso em um âmbito pessoal, em vez de colocá-lo no coletivo. Acredita-se que a interlocução de vários setores da escola, assim como outros setores da sociedade, assistência social, prefeituras, dentre outros, são fundamentais para auxiliar no tratamento da temática.

De acordo com Werebe (1998), a violência sexual pode ser praticada contra crianças e adolescentes em diversos locais, como no próprio lar, por pessoas próximas, parentes, pais, avós, tios, irmãos. Em outro estudo, realizado por Martelli (2013), reflete-se sobre o papel da escola e seus profissionais frente a um caso de abuso. A escola possui um papel importante em enfrentar e lidar com a violência sexual para além da denúncia, mas igualmente em incentivar ações para que a Educação Sexual possa ser discutida de maneira objetiva, levando conhecimento para crianças e adolescentes, família, equipe escolar e outros.

O fragmento expresso por D.4 demonstra de maneira direta situações que podem ser relatadas na escola pelo corpo docente. O trecho causa impacto e reforça a relevância de discussões dessa magnitude através da Educação Sexual formal e informal. Segundo Figueiró (2013), determinadas temáticas exigem conhecimentos e habilidades de professoras/es de forma que o corpo docente consiga aproveitar as diversas oportunidades para ensinar.

A carência dessas discussões na formação de professoras/es de Química cria impasses para o trabalho com temáticas desse âmbito. Acredita-se na importância de incluir discussões relacionadas à identidade de gênero e sexualidade na formação inicial de professoras/es de Química, ao encontro de Camilo e Soares (2016). Além disso, Figueiró (2014) defende a inserção dessa temática na formação inicial de cursos de licenciatura de modo geral.

A literatura e a entrevista realizada reforçam a ausência de discussões objetivas na formação de professoras/es de Química que acabam refletindo nos obstáculos no trato da temática na Educação Básica. Tal aspecto evidencia a articulação entre a formação inicial e o efetivo trabalho nas escolas. As/os estudantes também conseguem observar determinados aspectos na sala de aula ao serem questionadas/os sobre como é abordada a temática:

Sinceramente, eu não vejo muito a presença dessa parte dos educadores e acho que causa grandes consequências pois a educação é essencial pra qualquer assunto (E.13).

[...] é muito pouco citada por professores em aulas e não tem espaços nas grades, matérias (E.14).

Mas se tu for ver na Química educação Sexual é uma coisa assim, que tu vai trabalhar como? entendeu? [...] É, como que tu vai abordar na Química? A abordagem, a educação sexual. Ah, tipo, qual é o conteúdo que eu vou trazer, né.. [...]

não é qualquer coisa que eu vou tá linkando, sabe. É bem complicado (D.1).

Os fragmentos das falas de estudantes acima evidenciam a escassez de abordagens que inserem a Educação Sexual na sala de aula de forma objetiva. Em um primeiro momento, parece que não ocorre uma Educação Sexual. Mesmo que não ocorra um trabalho envolvendo a Educação Sexual de forma sistematizada na escola, sabe-se que as instituições educacionais educam sexualmente através de suas estruturas e organização, ou seja, a Educação Sexual não ocorre apenas com as atividades planejadas (Figueiró, 2018). O fragmento das falas de D.1 evidencia sua dificuldade em trabalhar a temática no Ensino de Química e reforça a fala das/os estudantes. Segundo a literatura consultada, na formação de professoras/es de Química há poucas discussões relacionadas a identidade de gênero, orientação sexual e sexualidade (Camilo e Soares, 2016; Marin, 2019).

A inserção da Educação Sexual no meio escolar desperta diversos questionamentos. Nesse sentido, os fragmentos seguintes alertam:

É, o problema que eu vejo aqui que a gente tá separado, né, por departamentos (D.2).

[...] educação sexual deveria ser abordada por várias disciplinas (E.6).

Tanto D.2 como E.6 trazem indagações que colocam a interdisciplinaridade como uma possibilidade para a incorporação da Educação Sexual no Ensino de Química. Utilizando-se do estudo de Delizoicov e Zanetic (2002), compreende-se que, ao trabalhar com a interdisciplinaridade, as diferentes áreas de conhecimento poderão colaborar na compreensão de uma problemática. Nesse sentido, o trabalho interdisciplinar, como propõem os autores supracitados, vai na contramão de um “professor polivalente”, pois cada área poderá contribuir em discussões e aprofundamentos dentro de seus conhecimentos específicos. Assim, ao trabalhar em conjunto, teremos um olhar multifacetado, em que diversos profissionais ampliam a visão sobre determinada temática. Advogamos que a temática da Educação Sexual possa ser trabalhada em uma perspectiva interdisciplinar como a salientada por Delizoicov e Zanetic (2002).

A falta de materiais como artigos e livros didáticos para auxiliar na abordagem da temática é latente e reconhecida pelo corpo docente, conforme se observa nos fragmentos a seguir:

[...] E eu também não conheço nenhum material disso pro ensino de química (D.5).

[...] mas assim voltado pra química quase não tem, tem algum trabalho que você tira um pouquinho de educação sexual voltado pra química como eu fiz (D.3).

A busca por materiais que englobam a temática demonstra aspectos levantados por D.5 e D3. Na QNEsc e no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) foram encontrados poucos trabalhos que poderiam auxiliar docentes na sala de aula. Os trabalhos que tinham caráter de intervenção didática tinham foco em questões informativas, com pouca abrangência social. Figueiró (2014) defende a inserção de questões amplas para o trabalho com a sexualidade, como: sexo, sentimentos, valores, atitudes e normas socioculturais. Ou seja, materiais como artigos, trabalhos em eventos ou livros didáticos, por exemplo, que explicitem formas de abordar a temática nas aulas de Química da Educação Básica podem ser uma possibilidade de levar as/os docentes a pensar em formas de explorar a temática em suas aulas. Vale a ressalva de que a ampliação das publicações não significa reverberar abordagens contextualizadas sobre a Educação Sexual automaticamente na Educação Básica, mas pode ser um caminho para os que desejam fazê-lo, mas se deparam com obstáculos.

Entende-se que a Educação em si não é neutra e pode transformar de forma política e econômica aquelas/es consideradas/os à margem:

[...] meu papel no mundo não é só o de quem intervém como sujeito de ocorrências. Não sou apenas objeto da História mas seu sujeito igualmente. No mundo da História, da cultura, da política, constato não para me adaptar mas para mudar (Freire, 1996, p. 77).

As mudanças para trabalhar com a Educação Sexual no Ensino de Química podem ser promovidas por políticas públicas progressistas, ou seja, que compreendam como fundamental a inserção da temática no ambiente escolar, atentando para sua historicidade e com intenção de transformação social de padrões arraigados na sociedade. Assim, abrem-se possibilidades para a formação inicial e continuada de professoras/es e a necessidade de materiais e pesquisas na área.

A Educação Sexual à luz de diferentes olhares e perspectivas para o Ensino de Química

Quando o corpo docente é questionado acerca de suas recordações da Educação Sexual nas disciplinas, nas falas aparecem as aulas de Biologia:

Bom, na escola o básico em aulas de biologia (E.3).

[...] mas é mais na área da biologia, né [...] (D.1).

Cumprir notar que há um motivo advindo do próprio currículo oficial para que costumeiramente seja abordada a Educação Sexual no Ensino de Biologia. Isso ocorre pela presença no

Ensino Fundamental, mais especificamente na disciplina de Ciências, do conteúdo de sistemas sexuais no currículo oficial, possibilitando a inserção da Educação Sexual. Soma-se a isso o fato de a Educação Sexual frequentemente aparecer ligada a dimensões biológicas, tendendo a ser mais fortemente abordada pela disciplina de Biologia. D.1 corrobora o exposto, pois ao ser questionado sobre a recordação em disciplinas, sua memória resgata a Educação Básica e não a formação inicial que é a formação mais recente.

É, na aula de Química eu não vejo alguma possibilidade de linkar em alguma disciplina, sabe, em algum conteúdo [...] Só no ensino fundamental mesmo, ou na área da biologia, sabe (D.1).

Apesar das recordações nas aulas de Biologia, quando se pretende olhar para o Ensino de Química, o fragmento das falas de D.1 demonstram certa dificuldade. Alguns elementos que podem ser colocados em discussão para pensar nessa dificuldade são: a formação desse corpo docente e a falta de materiais, como já explicitado na categoria anterior.

Ao ampliar a visão para o ambiente escolar como um todo, o grupo entrevistado parece perceber com mais clareza questões relacionadas a Educação Sexual, principalmente quando envolvem violências:

a gente tem um laboratorista aqui que mudou de nome, o nome dela é [nome da pessoa]ⁱⁱⁱ, mas fisicamente ela não mudou nada, então ela tem um bigodão, cabelo azul (D.6).

E é isso que eu não entendo (D.4).

Os fragmentos das falas de D.6 e D.4 acima são sequenciais na entrevista coletiva. Na medida em que D.6 explicita a presença de uma mulher na escola que possui bigode, a/o docente D.4 parece demonstrar que não compreende como uma mulher pode mudar de nome (para nomes considerados de mulheres) e ainda assim possuir um bigode. Esse fragmento carrega consigo possibilidades de reflexões para a componente curricular Química abordar a diversidade de corpos, os processos de modificação corporal com mudanças fenotípicas e não fenotípicas, como os hormônios atuam no organismo na terapia hormonal, por exemplo, e também outros olhares como o do campo do direito com a questão do nome social. A dimensão social que envolve esse processo também merece ser discutida no espaço escolar à luz de diferentes visões, para que se possa ter uma compreensão melhor do assunto.

Olhando para a literatura, temos como exemplo o trabalho de Marin e Oliveira (2019), que aborda uma sequência didática sobre o caso da atleta Tiffany de Abreu na Superliga de Vôlei. Tiffany jogou em competições masculinas até os 29 anos, momento em que iniciou sua transição de gênero. A atleta foi a primeira transsexual que disputou uma partida na Superliga de Vôlei (Marin e Oliveira, 2019). Recordando-se

do fragmento de D.6, a discussão pode abranger mulheres de barba e homens transgêneros que podem engravidar. O caso de Tiffany em específico pode ser tratado tanto por conhecimentos da Biologia quanto da Química no que se refere à performance física de uma atleta transgênero que passou por mudanças hormonais, além das dimensões sociais no mundo do esporte.

Caso a discussão seja pautada na heteronormatividade, nos hormônios e no tratamento hormonal, tem-se o trabalho de Pontes e Simões Neto (2017). O trabalho abrange questões de Química e Bioquímica que podem contribuir para identificação física e ao mesmo tempo discussões críticas sobre a imposição velada que existe em relação ao grau de identificação visual com o gênero da pessoa transgênero, caso explícito no fragmento de D.6.

Além disso, tem-se possibilidade de abordar essa temática através do uso de filmes. Um exemplo é o filme XXY, lançado em 2007. A narrativa se desenvolve a partir de uma jovem intersexual que é definida desde cedo como uma garota e que começa a explorar seu corpo e sexualidade na adolescência. A história tece possibilidades de relacionar diferentes olhares, como o fato de a sociedade considerar de modo geral, e em aspectos legais em especial, apenas dois gêneros, a saber: feminino e masculino, sem considerar questões fisiológicas e sociais de uma pessoa intersexual.

O levantamento realizado para essa pesquisa demonstrou a escassez de trabalhos que relacionassem a componente curricular Química e assuntos que permeiam gênero e sexualidade. É interessante notar que, quando esses trabalhos abordam questões mais amplas, de conteúdo e questões sociais, são pesquisas realizadas por pessoas formadas em Ciências Biológicas, como é o caso de Marin e Oliveira (2019). Acredita-se na importância do Ensino de Química se voltar para essas questões e produzir reflexões acerca da temática.

Na continuidade da entrevista em grupo, o corpo docente revela algumas possibilidades para a atuação do Ensino de Química em diálogo com a Educação Sexual:

[...] Porque aí teria que ver, seria trabalhar o que? A parte das estruturas? das ligações? (D.2).

Geometria molecular. (D.4).

[...] da geometria das moléculas lá [...] (D.2).

Acidez, basicidade das estruturas vaginais (D.1).

Nas funções inorgânicas (D.4)..

Dentre as possibilidades para o Ensino de Química as/os docentes destacam alguns exemplos: as estruturas, suas ligações, geometria molecular, acidez e basicidade das estruturas vaginais e funções inorgânicas. Além disso, discutem qual momento seria apropriado para abordar a temática de maneira formal:

O conteúdo ideal seria orgânica no terceiro, mas o período o mais cedo possível no primeiro. O bom

seria nos três anos um pouquinho de cada, porque a cabecinha esquece (D.6).

O assunto deveria ser abordado com mais regularidade e seriedade, sendo completamente incorporado pelo currículo (E.6).

Nota-se que há um esforço nas falas supracitadas em pensar possibilidades da Educação Sexual interligada com conceitos da Química. Ainda que sejam incipientes as sinalizações, não se pode negar que o momento da coleta de dados via entrevista coletiva e questionário também constituiu um momento para pensar na temática de modo geral.

Os já citados PCN trazem uma discussão que é pertinente: a continuidade do conteúdo, não apenas a abordagem em determinados momentos. Assim, o fragmento da fala de D.6 parece estar preso a uma dimensão conceitual, sem desmerecer sua importância em se relacionar com aspectos sociais. Nesse sentido, Figueiró (2014) percebe a importância de retomar alguns debates ao trabalhar com professoras/es para abordar questões que permeiam a Educação Sexual. Em concordância com E.6, defende-se que a Educação Sexual esteja ao longo da Educação Básica, retomando debates e problematizações no decorrer das disciplinas, incluindo a de Química.

O trecho abaixo parece trazer uma visão de Educação Sexual pautada em aspectos reprodutivos e métodos contraceptivos:

Já participei de aulas sobre educação sexual sobre doenças sexualmente transmissíveis, uso de preservativos e métodos contraceptivos (E.5).

A fala de E.5 destaca uma das possibilidades de abordagem da Educação Sexual. Mesmo que esses aspectos sejam tópicos historicamente abordados na Educação Sexual, reitera-se a importância de se incluir nessas discussões a abordagem da diversidade sexual e de gênero, abuso sexual, a noção de prazer em uma relação sexual e outros assuntos. Tem-se como exemplos os trabalhos de Marin e Oliveira (2019) e Marin *et al.* (2020) como pesquisas preocupadas com essas questões.

O corpo discente, ao propor possibilidades para o diálogo entre o Ensino de Química e a Educação Sexual, demonstra interesse em aspectos que envolvem a perspectiva defendida neste trabalho, uma abordagem de Educação Sexual emancipatória:

Deveriam ensinar sobre o respeito, sobre não ser uma escolha e que independente da sexualidade, ninguém é melhor que o outro (E.1).

[...] identidade de gênero; o que é passar do limite [...] (E.10).

[...] incluir as questões de gênero para que já cresçam com o entendimento que o coleguinha pode ser diferente mesmo tendo o mesmo sexo [...] somos

diversos que há muitas possibilidades de um ser se mostrar para o mundo. Com direito sobre seu corpo. Ser livre para escolher (E.3).

De modo geral, os fragmentos acima abordam elementos que incluem a diversidade sexual, relações de gênero, assédio, dentre outros. Isto é, remetem para um olhar que envolve diferentes áreas do conhecimento. Cabe ressaltar o fragmento da fala de E.3, que menciona a diversidade de ser e estar no mundo. Essa reflexão em específico parece abarcar questões relacionadas a feminilidades e masculinidades. Segundo Nascimento (2017), existe um modelo de masculinidade hegemônica, que carrega consigo a noção de um homem forte, corajoso e competitivo. A noção de uma feminilidade hegemônica, por sua vez, carrega noções de sensibilidade e fragilidade. Essas noções não expressam a diversidade de possibilidades para se viver, nem consideram uma noção de feminilidade/masculinidade que não seja hegemônica.

Essa categoria demonstra a necessidade de analisar e discutir a temática da Educação Sexual por diferentes olhares, de modo a não restringi-la a dimensões puramente disciplinares. Ou seja, tanto as/os docentes quanto as/os discentes mencionam limites em suas compreensões respaldadas pelas suas experiências formativas. Percebeu-se um predomínio de olhar para aspectos da área das Ciências Biológicas, mas em geral é salientado o respeito e o entendimento da existência de diferentes corpos, elemento que perpassa todas as áreas. Questões relacionadas a relações de gênero e sexualidade aparecem no ambiente escolar e trazem reflexões sobre seus diálogos com o Ensino de Química.

Considerações finais

A realização da entrevista coletiva com professoras/es de Química e do questionário com estudantes trouxe reflexões pertinentes ao ouvir as vozes daquelas/es que fazem parte do ambiente escolar. Os dados coletados demonstram a dificuldade em compreender a Educação Sexual presente na escola de maneira informal, ao mesmo tempo que existe uma facilidade em compreender a temática de maneira formal, ou seja, quando compõe o currículo oficial.

Além disso, como já citado em outras pesquisas, na maioria das vezes aquelas/es professoras/es que comumente abordam a Educação Sexual no ambiente escolar são docentes de Ciências e Biologia. Nesse sentido, o grupo de participantes desta pesquisa também trouxe suas recordações ligadas a essas componentes curriculares.

Retornando a nossa questão central, o corpo discente relata exemplos de possibilidades para diálogo entre Educação Sexual e Ensino de Química: o respeito, a identidade de gênero e a diversidade. O corpo docente enxerga na componente curricular Química e seus conceitos o diálogo a partir de estruturas, ligações, geometria molecular, acidez e basicidade das estruturas

vaginais e funções inorgânicas. De forma implícita, aparecem as relações de gênero e violências no espaço escolar.

Dentre os limites sinalizados destaca-se a carência de materiais de subsídio para estudos e formações específicas para tratar a temática. Nessa direção, fica como desdobramento futuro, a realização de pesquisas que abordem: possibilidades de trabalho da temática da Educação Sexual no Ensino de Química na Educação Básica e nos cursos de formação de professoras/es de Química. A criação de intervenções didáticas na área de Ensino de Química que abordem aspectos fora da cisheteronormatividade, incluindo aspectos da diversidade sexual e de gênero, são horizontes próximos por nós a serem percorridos.

Em síntese, reforça-se a necessidade de investigações que tracem possibilidades de pensar no desenvolvimento da temática da Educação Sexual na Educação Básica e formação de professoras/es no currículo oficial, legitimando a importância da temática nos diferentes níveis de ensino. Tal aspecto ganha força pensando no atual contexto da Educação Básica, tendo a BNCC como o principal documento balizador da organização curricular. A BNCC não aborda a Educação Sexual na área de Ciências da Natureza no Ensino Médio. Tendo em vista que as editoras de livros didáticos organizaram seus materiais à luz do explicitado na BNCC, teme-se que a temática possa ser cada vez mais invisível nos processos educativos formais.

Notas

ⁱ A terminologia adotada no artigo original ainda é doença sexualmente transmissível (DST); porém, a nomenclatura utilizada atualmente é IST. A terminologia atual destaca a possibilidade de a pessoa ter e transmitir uma infecção, mesmo se não possuir sinais e sintomas (Brasil, 2016).

ⁱⁱ Dados extraídos literalmente de: <https://www.dicio.com.br/tabu/>. Acesso em: 08 fev. 2021

ⁱⁱⁱ Para garantir o anonimato, utilizou-se [nome da pessoa] no lugar do nome da laboratorista.

Referências

- ALTMANN, H. Orientação sexual nos Parâmetros Curriculares Nacionais. *Estudos Feministas*, v. 9, n. 2, p. 575-585, 2001.
- ARAÚJO, D. B. e COLLING, L. Por uma escola que aprenda com as diferenças. In: MACEDO, E. e RANNIERY, T. (Orgs.) *Currículo, sexualidade e ação docente*. Petrópolis: DP Et Alí, 2017.
- BRASIL. *Lei Federal 13.005, de 25 de junho de 2014*. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Brasília, DF, 25 jun. 2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/13005.htm, acesso em mai. 2021.
- BRASIL. *Lei n. 10.172, de 9 de janeiro de 2001*. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/10172.htm, acesso em mai. 2021.

- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: orientação sexual*. Brasília: MEC, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>, acesso em mai. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>, acesso em mai. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*, v. 2. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf, acesso em mai. 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *O que são IST*. Brasília: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em: <http://www.aids.gov.br/pt-br/publico-geral/o-que-sao-ist>, acesso em jul. 2021.
- BUENO, R. C. P. e RIBEIRO, P. R. M. História da Educação Sexual no Brasil: apontamentos para reflexão. *Revista Brasileira de Sexualidade Humana*, v. 29, n. 1, p. 49-56, 2018.
- CAMILO, W. M. e SOARES, M. H. F. B. Intervenção pedagógica: sexualidade e identidade de gênero na formação inicial de professores de Química. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, 2016, Florianópolis. *Anais...*, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0819-1.pdf>, acesso em mai. 2021.
- CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Trad. M. Lopes. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- DELIZOICOV, D. e ZANETIC, J. A proposta de interdisciplinaridade e o seu impacto no ensino municipal de 1º grau. In: DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. e PERNAMBUCO, M. M. C. A. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.
- FIGUEIRÓ, M. N. D. A produção teórica no Brasil sobre Educação Sexual. *Cadernos de Pesquisa*, n. 98, p. 50-63, 1996a.
- FIGUEIRÓ, M. N. D. Educação sexual: Problemas de conceituação e terminologias básicas adotadas na produção acadêmico-científica brasileira. *Semina: Ciências Sociais/Humanas*, v. 17, n. 3, p. 286-293, 1996b.
- FIGUEIRÓ, M. N. D. Repensando a Educação Sexual enquanto tema transversal. *Cadernos de Educação*, Pelotas, v. 11, n. 19, p. 65-82, 2002.
- FIGUEIRÓ, M. N. D. *Educação Sexual: retomando uma proposta, um desafio*. 3a. ed. Londrina: Eduel, 2010.
- FIGUEIRÓ, M. N. D. *Educação Sexual no dia a dia*. Londrina: Eduel, 2013.
- FIGUEIRÓ, M. N. D. *Formação de educadores sexuais: adiar não é mais possível*. 2a. ed. Londrina: Eduel, 2014.
- FIGUEIRÓ, M. N. D. *Educação Sexual: saberes essenciais para quem educa*. Curitiba: CRV, 2018.

- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 17ª. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.
- FURLANETTO, M. F.; LAUERMANN, F.; COSTA, C. B. e MARIN, A. H. Educação sexual em escolas brasileiras: revisão sistemática da literatura. *Cadernos de Pesquisa*, v. 48, n. 168, p. 550-571, 2018.
- FURLANI, J. *Educação Sexual na Sala de Aula: relações de gênero, orientação sexual, igualdade étnico-racial numa proposta de respeito às diferenças*. Belo Horizonte: Autentica, 2011.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2002.
- LIMA, W. S.; OLIVEIRA, L. e DELLA JUSTINA, L. A. A formação de professores e a sexualidade na BNCC. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2019, Natal, RN. *Anais...* Natal: Abrapec, 2019.
- LIRA, A. e JOFILI, Z. O tema transversal orientação sexual nos PCN e as atitudes dos professores: convergentes ou divergentes? *Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente*, v. 3, n. 1, p. 22-41, 2010.
- LOURO, G. L. Gênero e sexualidade: pedagogias contemporâneas. *Proposições*, v. 19, p. 17-23, 2008.
- MARIN, Y. O.; NUNES, P. e CASSIANI, S. A Branquitude e a Cisgeneridade problematizadas na formação de professoras(es) de Ciências e Biologia: uma proposta decolonial no estágio supervisionado. *Ensino, Saúde e Ambiente*, Rio de Janeiro, número especial, p. 225- 238, 2020.
- MARIN, Y. A. O. Percepções de professores de química em formação sobre assuntos de gênero e sexualidade e as possibilidades de abordá-los no ensino de química. *Scientia Naturalis*, Rio Branco, v. 1, n. 2, p.130-143, 2019.
- MARIN, Y. A. O. e OLIVEIRA, M. C. D. Problematizando as relações entre Química-Biologia e gênero: possibilidades e desafios na educação de jovens e adultos. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 5, n. 2, p. 19-38, 2019.
- MARTELLI, A. C. Abuso sexual contra crianças e adolescentes: o que a escola tem a ver com isso?. In: III Simpósio Internacional de Educação Sexual, 2013, Maringá. *Anais...* Maringá, 2013. p. 1-16.
- MORAES, R. e GALIAZZI, M. C. *Análise textual discursiva*. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.
- MOREIRA, A. F. B. Reflexões sobre o currículo a partir da leitura de um livro para crianças. *Química Nova na Escola*, n. 9, p. 23-27, 1999.
- MOREIRA, A. F. B. e CANDAU, V. M. Indagações sobre currículo: currículo, conhecimento e cultura. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2007.
- NASCIMENTO, M. Masculinidades e relações de gênero em contextos escolares. In:
- MACEDO, E. e RANNIERY, T. (Org.). *Currículo, sexualidade e ação docente*. Petrópolis: DP Et Alíi, 2017.
- NOGUEIRA, K. S. C.; ORLANDI, R. e CERQUEIRA, B. R. S. Estado da arte: gênero e sexualidade no contexto do ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 43, n. 3, p. 287-297, 2021.
- PATTI, B. A. B.; PINHÃO, F. L. e SILVA, E. C. D. Sexualidade na Base Nacional Comum Curricular: uma breve análise. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2019, Natal. *Anais...* Natal: Abrapec, 2019.
- PONTES, A. C. A. e SIMÕES NETO, J. E. A fada madrinha da passabilidade: hormônios e o ensino de química. In: OLIVEIRA, R. D. V. L. e QUEIROZ, G. R. P. (Org.). *Conteúdos Cordiais: química humanizada para uma escola sem mordça*. São Paulo: Livraria da Física, 2017.
- RIBEIRO, M. e REIS, W. Educação Sexual. *Revista Brasileira de Sexualidade Humana*, v. 18, n. 2, p. 375-386, 2020.
- SILVA, C. S. F.; BRANCALEONI, A. P. L. e OLIVEIRA, R. R. Base Nacional Comum Curricular e diversidade sexual e de gênero: (des) caracterizações. *Revista Ibero-americana de Estudos em Educação*, v. 14, n. 2, p. 1538-1555, 2019.
- WEREBE, M. J. G. Implantação da Educação Sexual no Brasil. *Cadernos de Pesquisa*, n. 26, p. 21-27, 1978.
- WEREBE, M. J. G. *Sexualidade, Política e Educação*. Campinas, SP: Autores Associados, 1998.

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.

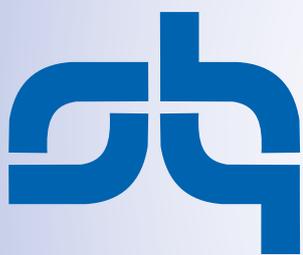
Limite de páginas: 10

● 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.



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