

O Método de Enfloração Como Ferramenta Pedagógica no Ensino de Interações Intermoleculares

The Enfleurage Method as a Pedagogical Tool in Intermolecular Interactions Teaching

El método de enfloración como herramienta pedagógica en la enseñanza de las interacciones intermoleculares

Geilly Mara Silva de Pádua, (geilly_mara@hotmail.com)

Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Brasil.

Jéssica De Almeida Barradas, (barradasjess@gmail.com)

Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Brasil.

Isabella Moreira da Silva Pinho, (isabellamoreiraeq@hotmail.com)

Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Brasil.

Arielly Celestino Rodrigues dos Santos, (ariellypaixao92@gmail.com)

Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Brasil.

Silvio Cesar Fratari, (silviofratari@gmail.com)

Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Brasil.

Olívia Moreira Sampaio, (olivia.sampaio@ufmt.br)

Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Brasil.

Lucas Campos Curcino Vieira, (lucas.vieira@ufmt.br)

Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Brasil.

Resumo:

Este trabalho aborda o uso do experimento de enfloração para o ensino de Química empregando materiais acessíveis e disponíveis no comércio, como a gordura de soja hidrogenada (GSH) e pétalas de flores aromáticas. A abordagem pedagógica explorada no experimento pode ser trabalhada em fases distintas do método de enfloração, sendo possível a correlação de diversos conteúdos de química com atividades do cotidiano dos alunos. Dentre os conteúdos que podem ser estudados, destacam-se o ensino das estruturas químicas moleculares dos constituintes presentes nos óleos florais, com ênfase nos grupos funcionais e ligações covalentes polarizadas. É explorado o ensino das interações intermoleculares existentes nos processos de extração do óleo essencial com a GSH, assim como na extração líquido-líquido empregando álcool etílico como solvente orgânico. O produto obtido ao final do experimento pode ser oferecido aos alunos, os quais tem a oportunidade de usar o óleo essencial na elaboração de velas e aromatizantes de ambientes. Portanto, o método de enfloração, o qual muito utilizado na antiguidade e por vezes retratado em filmes na obtenção de perfumes de flores, pode auxiliar

como uma interessante ferramenta pedagógica para desenvolver o interesse e favorecer a compreensão de conteúdos de química.

Palavras-chave: Enfloração; Interação intermolecular; Extração líquido-líquido.

Abstract:

This work aims the use the enfleurage experiment for teaching Chemistry, by using commercially available and accessible materials, such as hydrogenated soybean fat (GSH) and flower petals. The pedagogical approach explored in the experiment can be used in different steps of the flowering method, making it possible to correlate many chemistry contents with everyday activities. Among the contents that can be studied applying the flowering process, we highlight the molecular chemical structures of oil constituents, indicating the functional groups and polarized covalent bonds, the intermolecular interactions existing in the essential oil extraction processes with GSH and in the liquid-liquid extraction using ethanol as an organic solvent. Thus, the flowering method widely used in antiquity and sometimes represented in films in obtaining flower essences can help as an interesting pedagogical tool to develop interest and contribute to the understanding of chemistry contents.

Keywords: Enfleurage; Intermolecular interaction; Liquid-liquid extraction.

Resumen:

Este trabajo aborda el uso del experimento de la floración para la enseñanza de la Química utilizando materiales accesibles y comercialmente disponibles, como la grasa de soja hidrogenada (GSH) y los pétalos de flores aromáticas. El enfoque pedagógico explorado en el experimento se puede trabajar en diferentes fases del método de floración, lo que permite correlacionar diferentes contenidos de química con las actividades diarias de los estudiantes. Entre los contenidos que se pueden estudiar aplicando el proceso de floración, se destaca la enseñanza de las estructuras químicas moleculares de los constituyentes presentes en los aceites florales, con énfasis en los grupos funcionales y enlaces covalentes polarizados. Se puede explorar la enseñanza de las interacciones intermoleculares existentes en los procesos de extracción de aceites esenciales con GSH, así como en la extracción líquido-líquido empleando alcohol etílico como solvente orgánico. El producto obtenido al final del experimento puede ser ofrecido a los estudiantes, quienes tienen la oportunidad de usar el aceite esencial extraído en la elaboración de velas aromáticas y aromatizantes de ambiente. Así, el método de la floración, muy empleado en la antigüedad y en ocasiones retratado en películas para la obtención de perfumes florales, puede ayudar como una interesante herramienta pedagógica para desarrollar el interés y favorecer la comprensión de los contenidos de química.

Palabras clave: Inflorescencia; Interacción intermolecular; Extracción líquido-líquido.

INTRODUÇÃO

Dentre as disciplinas presentes no currículo escolar do ensino básico, a química é frequentemente considerada pelos alunos uma disciplina de difícil compreensão, ocasionando resistência na assimilação dos conteúdos, o que dificulta a correlação de conceitos químicos com atividades do cotidiano (FERNANDES; LOCATELLI, 2021; FRANCISCO JÚNIOR,

2008. Considerando a química uma ciência experimental, a abordagem de aulas práticas pode contribuir de forma significativa na elaboração de estratégias pedagógicas, possibilitando formas alternativas para a construção de conhecimentos e o aprendizado dos estudantes (MOURA; SOUSA; CARNEIRO, 2018). No entanto, a realização de experimentos químicos nas escolas públicas apresenta inúmeros desafios, como a falta de laboratórios ou a indisponibilidade de reagentes químicos, vidrarias e equipamentos. Neste contexto, o desenvolvimento de experimentos alternativos, que sejam de fácil execução e empregando materiais acessíveis, representa uma importante ferramenta pedagógica no ensino da química (FILHO; GOMES; MEDEIROS, 2022; GODOI; DA ROSA; DACORÉGIO, 2021; PASSOS; VASCONCELOS; SILVEIRA, 2022).

Inúmeros experimentos de química empregando materiais comercialmente disponíveis têm sido desenvolvidos, como por exemplo, o uso de celulose e amido para o ensino de cinética enzimática (GUERRA, 2017), o emprego de jogos interativos no ensino de estereoquímica (DA SILVA JÚNIOR et al., 2017), o uso de laranja em aula experimental de eletroquímica e cinética química (DA SILVA et al., 2016), o uso de ácido acetilsalicílico para quantificar íons Fe^{3+} em água (FERRAZ; OLIVEIRA; FONSECA, 2021), dentre outros (DE OLIVEIRA et al., 2020; FARIA et al., 2016; NICHELE; ZUCOLOTTI; DIAS, 2015; SANTOS; DELAMUTA; KIOURANIS, 2020). Contudo, poucos são os experimentos descritos na literatura que relacionam os conceitos de interações intermoleculares com contextos reais, sendo possível aos alunos correlacionar o conteúdo assimilado com atividades já experimentadas em suas vidas cotidianas (COOPER; WILLIAMS; UNDERWOOD, 2015; JASIEN, 2008; NININ et al., 2022; SANTOS; ALMEIDA; SANTOS FILHO, 2020; PEREIRA; SANTOS, 2012; SOLNTSEV; WHELAN; NAUMOV, 2022). Portanto, o estudo das interações intermoleculares e suas implicações no entendimento da estrutura da matéria representa uma importante ferramenta para o aprendizado de vários fenômenos físicos e químicos, como as temperaturas de fusão e ebulição, solubilidade, densidade, viscosidade, adsorção, reatividade, dentre outros (SCHMIDT; KAUFMANN; TREAGUST, 2009; SERIBELI; MAXIMILIANO, 2021; SERIBELI; MAXIMILIANO, 2022), constituindo conceitos fundamentais para a formação de indivíduos críticos e bem informados em uma sociedade altamente dependente da tecnologia e da ciência (JUNQUEIRA; MAXIMILIANO, 2019).

Nesta perspectiva, experimentos relacionados a extração de óleos essenciais constituem uma estratégia interessante na aplicação dos conceitos de interações intermoleculares. Uma

característica interessante sobre os constituintes químicos presentes nos óleos essenciais é a diversidade estrutural, principalmente, em relação às classes de metabólitos secundários, como os terpenos, e a presença de inúmeros grupos funcionais nesses compostos, tais como cetonas, aldeídos, ésteres, álcoois e fenóis, o que torna possível o uso desta abordagem no ensino de funções orgânicas em disciplinas de química orgânica (SANTOS; DELAMUTA; KIOURANIS, 2020). A composição química de um óleo essencial depende de vários fatores, tais como a espécie, origem e parte da planta usada na obtenção do óleo essencial, por isso cada óleo essencial tem uma composição química específica, podendo em alguns casos, serem constituídos por mais de 300 componentes químicos, o que faz desse material um produto tão valorizado pela sociedade (DE GROOT; SCHMIDT, 2016).

Os óleos essenciais podem ser obtidos pelos métodos de hidrodestilação, destilação a vapor, hidrodifusão, prensa (aplicada principalmente na produção de óleos cítricos), extração com solventes orgânicos e a técnica de enfloração (enfleurage) (BORSATO et al., 2008; BRUNO; ALMEIDA, 2021; OKTAVIANAWATI; et al., 2019; PRADO; et al., 2019; QUERUBINA; COSER; WALDMAN, 2015; VALENTIM; SOARES, 2018; YADAV, R; YADAV, N., 2016). Esta utilizada para a extração de componentes de fragrâncias de flores frescas empregando gorduras de altíssima pureza (PAIBON et al., 2011; SALOMÉ-ABARCA et al., 2015). O princípio do método de enfloração consiste na adsorção dos componentes químicos presentes no óleo essencial de flores na gordura vegetal ou animal usada como adsorvente. O método de adsorção é um processo físico em que determinadas substâncias, originalmente presentes em uma fase, são removidas por acumulação na interface entre duas fases distintas (KIM et al., 2008). Existem vários tipos de materiais adsorventes, tais como carvão ativo, gorduras vegetais e animais, sílica gel ou zeólitas, sendo a gordura vegetal o adsorvente mais usado no processo de enfloração, pois esta é capaz de adsorver o óleo essencial presente nas flores sem alterar suas características físico-químicas, e também por ser um material barato e de fácil acesso (RAKTHAWORN et al., 2009).

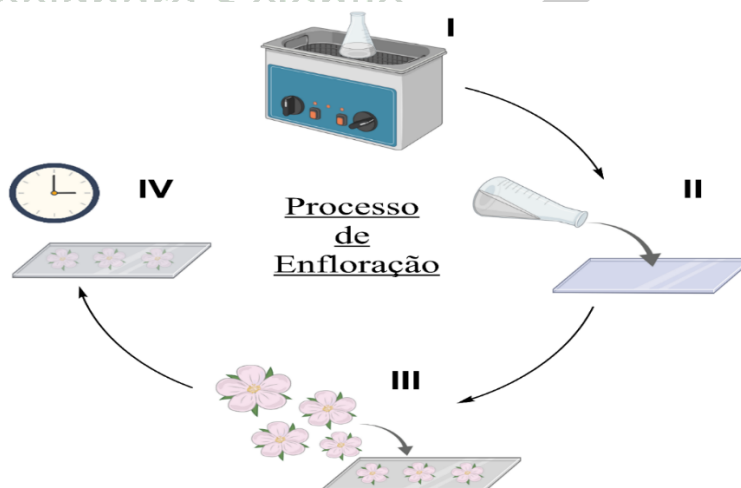
A eficiência do método de enfloração depende em grande parte da qualidade da gordura empregada no processo, a qual deve ser praticamente inodora e de boa consistência. Se a gordura for muito rígida, as flores não terão um bom contato superficial, assim reduzindo o processo de adsorção, o que resulta em um baixo rendimento da extração do óleo essencial (SOE`EIB et al., 2016). Caso a gordura seja muito flácida, as flores tenderão a submergir na gordura e ao serem removidas, elas reterão a gordura aderente, promovendo considerável perda

de óleo essencial e do material adsorvente (SOE`EIB et al., 2016). Nesse contexto, a gordura de soja hidrogenada (**GSH**), comercializada para fins culinários, representa um excelente material adsorvente para o processo de enfloração por ser inodora, incolor, de difícil decomposição (presença de antioxidantes), pode ser facilmente encontrada nos mercados, além de oferecer uma superfície semidura a partir da qual as flores possam ser facilmente removidas ao final do processo (RIBEIRO et al., 2009).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo a elaboração de um experimento alternativo para o ensino de interações intermoleculares e suas correlações, empregando o método de enfloração como ferramenta pedagógica, a partir de materiais simples, de baixo custo e de fácil obtenção.

METODOLOGIA

A GSH foi brandamente aquecida em banho-maria até atingir o estado físico líquido (50°C) (Figura 1 - I), sendo assim transferida para uma placa de vidro até uma espessura de 2,0 cm (Figura 1 - II). Após a GSH atingir a temperatura ambiente, pétalas de lírio (*Lilium sp.*) foram colocadas sobre a superfície da GSH, cobrindo totalmente o material adsorvente (Figura 1 - III). A placa de vidro foi envolvida com plástico filme e armazenada na geladeira (12° C) por um período de 7 dias (Figura 1 - IV).



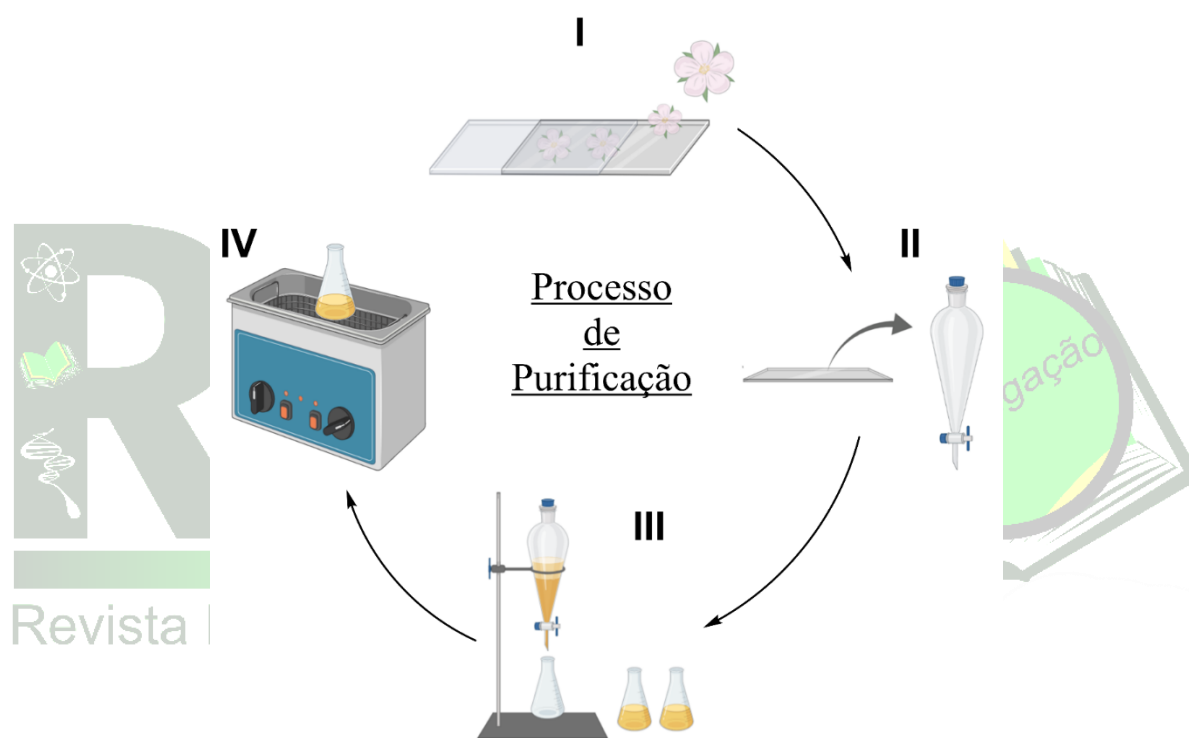
Fonte: Autores, 2022.

Figura 1 – Descrição do processo de enfloração. **I)** Aquecimento da **GSH** em banho-maria; **II)** Transferência da **GSH** para a placa de vidro; **III)** Adição das pétalas de lírio sobre a superfície da **GSH**; **IV)** Período de 7 dias para extração do óleo essencial.

Recebido em: 08/08/2022

Aceito em: 21/11/2022

Após sete dias de contato entre as flores e a **GSH**, as pétalas de lírio foram retiradas e descartadas no lixo comum (Figura 2 - I). A **GSH** contendo o óleo essencial foi removida da placa de vidro e transferida para um funil de separação (Figura 2 - II), onde foi realizada uma extração líquido-líquido por meio de três extrações sucessivas utilizando 50 mL de etanol em cada extração (Figura 2 - III). As frações etanólicas contendo o óleo essencial foram agrupadas, secas com Na_2SO_4 anidro para a retirada de resíduos de água e o solvente evaporado sob aquecimento à 78°C (Figura 2 - IV). O óleo essencial obtido foi transferido para um frasco de armazenamento (Figura 2).



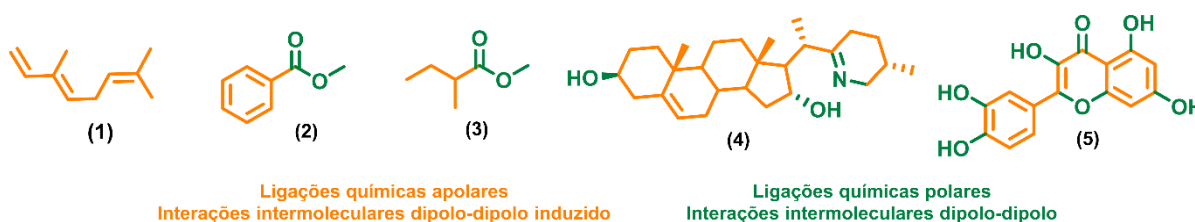
Fonte: Autores, 2022.

Figura 2 – Descrição do processo de extração do óleo essencial. **I)** Retirada e descarte das pétalas de lírio; **II)** Transferência da GSH para o funil de separação; **III)** Extração líquido-líquido empregando etanol; **IV)** Evaporação do solvente por aquecimento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os aromas florais são uma combinação de várias substâncias químicas, onde há a preponderância de uma ou mais moléculas orgânicas (compostos majoritários), as quais contribuem para a fragrância característica de cada espécie de flor (JOHNSON et al., 2016). Grande parte desses constituintes químicos são compostos voláteis, que têm como finalidade a

atração de insetos polinizadores ou o afastamento de espécies predadoras (MUHLEMANN; KLEMPIEN; DUDAREVA, 2014). Em relação ao óleo essencial contido nas flores do gênero *Lilium*, são relatados na literatura mais de 60 compostos voláteis identificados em diferentes espécies de lírios, os quais são constituídos principalmente de monoterpenos (β -ocimeno - 1), benzenóides (benzoato de metila - 2), ésteres alifáticos (2-metilbutanoato de metila - 3), alcaloides esteroidais (etiolina - 4) e flavonoides (quercetina - 5) (Figura 3), além de sesquiterpenos, fenilpropanoides e saponinas (DU et al., 2019; ERDOĞAN; SENER; ATTA-UR-RAHMAN, 2001; WANG et al., 2019).



Fonte: Autores, 2022.

Figura 3 – Constituintes químicos presentes em óleos essenciais extraídos de flores de lírios.

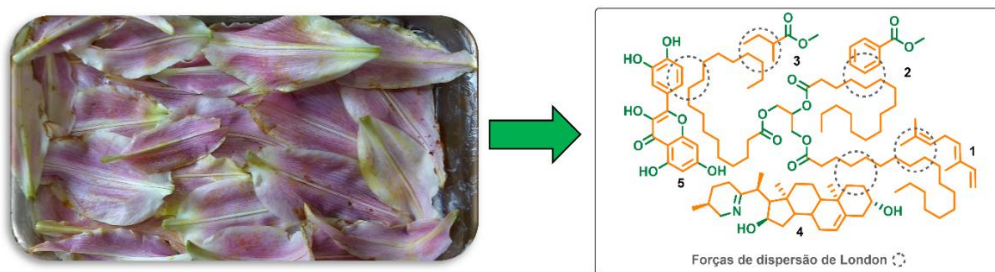
As substâncias presentes nos óleos essenciais de flores apresentam como característica comum a presença de um grande número de ligações covalentes apolares, as quais são formadas pelo compartilhamento de elétrons entre átomos de mesma eletronegatividade (ligações entre átomos de carbono) e também são observadas para ligações químicas entre átomos que apresentam pequena diferença de eletronegatividade (ligações entre átomos de carbono e hidrogênio) (Figura 3). Compostos químicos contendo ligações covalentes apolares realizam interações intermoleculares atrativas chamadas forças de dispersão de London ou dipolo-dipolo induzido, pois estas interações têm origem quando os elétrons compartilhados entre dois átomos ocupam determinadas posições formando dipolos temporários (Rocha, 2001). Por serem forças atrativas momentâneas, as interações intermoleculares do tipo dipolo-dipolo induzido representam forças atrativas fracas, sendo que moléculas que possuem este tipo de interação intermolecular geralmente apresentam baixas temperaturas de fusão, ebulição e vaporização (compostos voláteis) (SADGROVE; PADILLA-GONZÁLEZ; PHUMTHUM, 2022).

Ligações covalentes polares também são encontradas em alguns dos constituintes químicos dos óleos essenciais, principalmente as ligações químicas envolvendo os átomos de carbono e hidrogênio com elementos químicos mais eletronegativos como oxigênio e

nitrogênio (Figura 3). A presença de dipolos permanentes leva a formação interações intermoleculares fortes do tipo dipolo-dipolo, que são atrações eletrostáticas entre os polos (positivo e negativo) de diferentes moléculas (HERBST; MONTEIRO FILHO, 2019). Substâncias que apresentam em suas estruturas ligações químicas envolvendo o átomo de hidrogênio com átomos de nitrogênio, oxigênio e flúor, fazem interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio, as quais são mais fortes que as interações dipolo-dipolo, sendo responsáveis por diversos fenômenos físicos e químicos, como elevados pontos de fusão e ebulição, aumento da solubilidade dos compostos em água, reatividade química e também interações intermoleculares entre enzima e substrato em diversos processos biológicos enzima-substrato (MARTINS; LOPES; DE ANDRADE, 2013).

A gordura vegetal utilizada no processo de enfloração (**GSH**) possui como constituinte majoritário o composto triestearina, o qual é obtido a partir da reação de hidrogenação das ligações duplas presentes nas cadeias carbônicas insaturadas dos triglicerídeos presentes no óleo de soja. É importante o uso de gorduras saturadas no método de enfloração, pois as ligações duplas presentes nos triglicerídeos podem ser oxidadas levando ao processo de rancificação da gordura (PORTER; CALDWELL; MILLS, 1995).

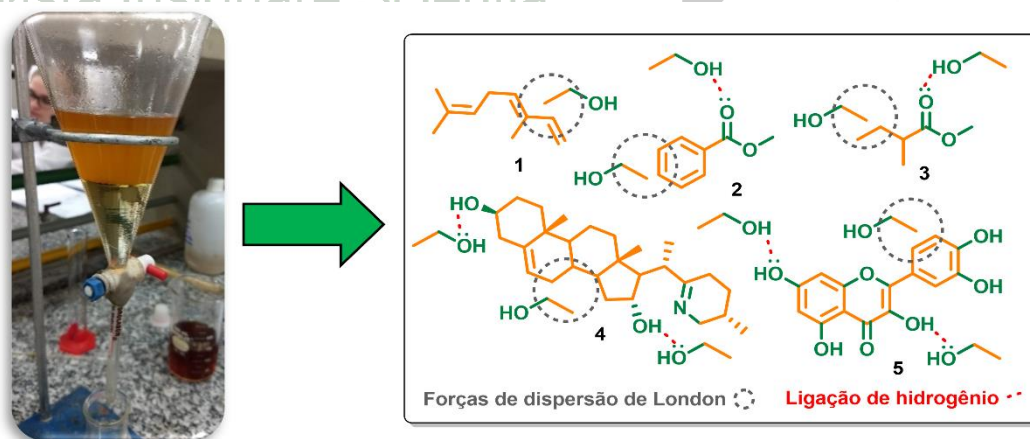
O triglicerídeo triestearina apresenta em sua estrutura química três longas cadeias carbônicas, onde há uma predominância de ligações apolares (C-C e C-H), sendo as forças de dispersão de London, as principais as interações intermoleculares realizadas por esse composto (Figura 4). Assim, o contato das pétalas do lírio com a superfície da **GSH** permite que os compostos químicos presentes nas flores possam interagir com as moléculas da triestearina por meio das forças atrativas do tipo dipolo-dipolo induzido, possibilitando a adsorção do óleo essencial na superfície da gordura.



Fonte: Autores, 2022.

Figura 4 – Imagem da extração do óleo essencial das pétalas de lírio com **GSH** e as interações intermoleculares de alguns constituintes químicos (β -ocimeno (1), benzoato de metila (2), 2-metilbutanoato de metila (3), etiolina (4) e quercetina (5)) com a molécula de triestearina.

Após o período de 7 dias de contato entre as pétalas de lírio e a GSH, o material vegetal foi descartado em lixo comum e a gordura foi aquecida brandamente até sua fusão (aproximadamente 40°C). A GSH foi transferida para um funil de separação e então adicionado etanol para a extração líquido-líquido do óleo essencial. A molécula de etanol possui uma parte polar (-OH) e uma parte apolar (CH₃CH₂-), as quais permitem o composto realizar interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio e dipolo-dipolo induzido, respectivamente. Assim, no processo de extração líquido-líquido, os constituintes químicos do óleo essencial terão uma maior interação intermolecular com as moléculas do solvente orgânico (etanol) do que com as moléculas do GSH (triestearina), tornando possível sua extração pelo fenômeno da solubilidade. O grupo éster presente no benzoato de metila (2) e 2-metilbutanoato de metila (3) participam das interações intermoleculares como aceptores de ligações de hidrogênio. Já os compostos etiolina (4) e quercetina (5) por possuírem grupos hidroxila, podem realizar interações intermoleculares como aceptores e doadores de ligações de hidrogênio. O composto β-ocimeno (1) não apresenta ligações químicas polares, desta forma não é possível realizar interações do tipo dipolo-dipolo com as moléculas de etanol. Contudo, a parte apolar da molécula do etanol favorece a presença de forças atrativas do tipo dispersão de London, permitindo a formação de interações intermoleculares entre o β-ocimeno (1) e o solvente de extração (Figura 5).



Fonte: Autores, 2022.

Figura 5 – Imagem da extração líquido-líquido do óleo essencial das flores do lírio e as interações intermoleculares de alguns dos constituintes químicos com as moléculas de etanol.

Recebido em: 08/08/2022
Aceito em: 21/11/2022

O extrato etanólico contendo o óleo essencial pode ser concentrado utilizando o evaporador rotativo ou por aquecimento em banho maria para a evaporação do etanol (Figura 6). Ao final do experimento de enfloração, o produto obtido pode ser disponibilizado aos alunos para uso no preparo de misturas aromatizantes.

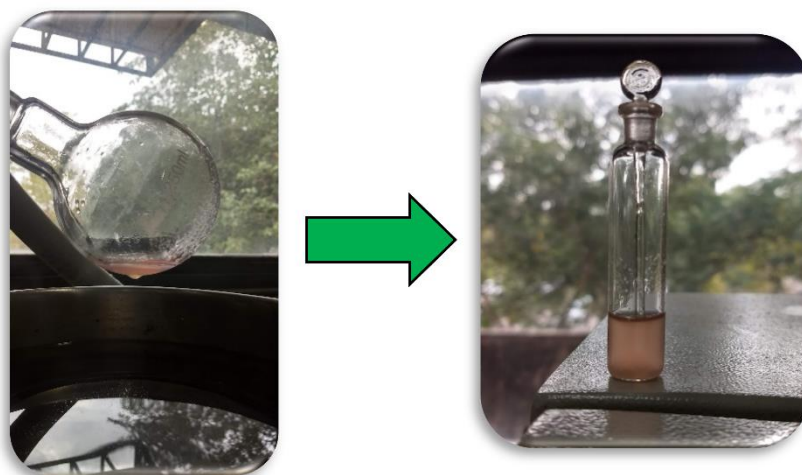


Figura 6 – Destilação do etanol para concentração do óleo essencial das flores do lírio.

Fonte: Autores, 2022.

O emprego de materiais de fácil acesso, como a **GSH** e as pétalas flores, permite uma forma alternativa para o ensino dos processos de separação de misturas com a produção de um material com utilidade para os alunos, além da possibilidade de correlação entre o estudo da estrutura química dos componentes do óleo essencial e suas interações intermoleculares com diferentes solventes. Desde modo, o experimento de enfloração apresentado neste trabalho favorece o incentivo e compreensão de conteúdos de química, contextualizando os conhecimentos teórico e prático com substâncias do cotidiano dos alunos. O método enfloração para extração de óleos essenciais além de ser uma ferramenta didática acessível, também pode ser empregado no ensino de grupos funcionais em química orgânica e exemplificação das relações existentes entre as interações intermoleculares com propriedades físicas das substâncias como viscosidade, ponto de fusão, ponto de ebulição e solubilidade.

CONCLUSÃO

Neste trabalho foi abordado o uso do método de enfloração na extração de óleos essenciais como uma ferramenta didática acessível, com potenciais contribuições para o ensino

de química. Esse método pode ser executado tanto em laboratórios de ensino de química, como também é possível de ser adaptado para execução em outros ambientes escolares onde seja possível acondicionar placas de vidro durante o período de contato entre as pétalas de flores com a GSH, e um banho-maria para evaporação/destilação do álcool etílico.

Dentre os conteúdos de química que podem ser explorados no uso do método de enfloração, destacam-se os conceitos de interações intermoleculares, os quais são fundamentais para o entendimento de fenômenos físicos como a volatilidade dos óleos essenciais e a solubilidade abordada no processo de extração. Assim, a prática da experimentação orienta a compreensão da química pelos alunos de forma adequada e facilitada, despertando o desejo pelo conhecimento teórico a partir de uma contextualização prática.

Portanto, o método de enfloração possibilita aos professores à transformação de saberes abstratos em modelos reais mais compreensivos aos alunos, não apenas pautado em conceitos que prezam por cumprir exigências curriculares educacionais, mas sim baseando-se na construção de um conhecimento científico que associa a teoria com suas aplicações, possibilitando o entendimento de fenômenos da natureza sob as lentes da química.

REFERÊNCIAS

BORSATO, A. V.; DONI-FILHO, L.; CÔCCO, L. C.; PAGLIA, E. C. Rendimento e composição química do óleo essencial da camomila. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 29, n. 1, p. 129–136, 2008.

BRUNO, C. M. A.; ALMEIDA, M. R. Óleos essenciais e vegetais: Matérias-primas para a fabricação de bioprodutos nas salas de aula de química orgânica experimental. **Química Nova**, v. 44, n. 7, p. 899-907, 2021.

COOPER, M. M.; WILLIAMS, L. C.; UNDERWOOD, S. M. Student Understanding of Intermolecular Forces: A Multimodal Study. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 8, p. 1288–1298, 2015.

DA SILVA, R. M.; DA SILVA, R. C.; DE ALMEIDA, M. G. O.; AQUINO, K. A. S. Conexões entre Cinética Química e Eletroquímica: A Experimentação na Perspectiva de Uma Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 3, p. 237-243, 2016.

DA SILVA JÚNIOR, J. N.; LIMA, M. A. S.; MOREIRA, J. V. X.; ALEXANDRE, F. S. O.; DE ALMEIDA, D. M.; DE OLIVEIRA, M. C. F.; LEITE JUNIOR, A. J. M. Stereogame: An

Interactive Computer Game That Engages Students in Reviewing Stereochemistry Concepts. **Journal of Chemical Education**, v. 94, n. 2, p. 248–250, 2017.

DE GROOT, A. C.; SCHMIDT, E. Essential Oils, Part III: Chemical Composition. **Dermatitis**, v. 27, n. 4, p. 161–169, 2016.

DE OLIVEIRA, D. E. T. B.; BEZERRA, L. A. B.; OLIVEIRA, R. J.; DE MORAES, V. B.; DA SILVA, J. A. B.; DE FREITAS FILHO, J. R.; FREITAS, J. C. R.; RAMOS, C S. Curcumina como indicador natural de pH: Uma abordagem teórica-experimental para o ensino de química. **Química Nova**, v. 44, n. 2, p. 217–223, 2020.

DU, F.; WANG, T.; FAN, J. M.; LIU, Z. Z.; ZONG, J. X.; FAN, W. X.; HAN, Y. H.; GRIERSON, D. Volatile composition and classification of Lilium flower aroma types and identification, polymorphisms, and alternative splicing of their monoterpene synthase genes. **Horticulture Research**, v. 6, n. 1, 2019.

ERDOGAN, I.; SENER, B.; ATTA-UR-RAHMAN. Etioline, a steroidal alkaloid from lilium candidum l. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 29, n. 5, p. 535–536, 2001.

FARIA, D. D. A.; BERNARDINO, N. D.; SETUBAL, S. R. M.; NOVAIS, V.; CONSTANTINO, V. R. L. Limpando Moedas de Cobre: Um Laboratório Químico na Cozinha de Casa. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 1, p. 20–24, 2016.

FERNANDES, G. B.; LOCATELLI, S. W. Acesso e Transição nos Níveis Representacionais durante a Construção de Modelos Explicativos acerca de Interações Intermoleculares. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, e20017, p. 1-29, 2021.

FERRAZ, Z. S.; OLIVEIRA, R.; FONSECA, V. L. B. Ensino de Eletroquímica: avaliação da capacidade de escolha e do aprendizado obtido por alunos do 3º ano a partir de videoaulas no YouTube – estudo de caso no IFMG - Campus Ouro Preto. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 2, 2021.

FILHO, F. F. D.; GOMES, J. P.; MEDEIROS, G. D. Reação de Saponificação no Ensino Médio por meio de um Jogo de Tabuleiro Intitulado Fábrica de Sabão. **Revista Insignare Scientia**, v. 5, n. 1, p. 85-105, 2022.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E. Uma Abordagem Problematizadora para o Ensino de Interações Intermoleculares e Conceitos Afins. **Química Nova na Escola**, n. 29, p.20-23, 2021.

GODOI, J.; DA ROSA, E. A.; DACORÉGIO, G. A. Resgatando a técnica enfleurage. **Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 6, p. 583-596, 2021.

GUERRA, N. P. Enzyme Kinetics Experiment with the Multienzyme Complex Viscozyme L and Two Substrates for the Accurate Determination of Michaelian Parameters. **Journal of Chemical Education**, v. 94, n. 6, p. 795–799, 2017.

- HERBST, M. H.; MONTEIRO FILHO, A. R. M. Um Outro Olhar Sobre as Ligações Hidrogênio. **Conceitos Científicos em Destaque**, v. 41, p. 10–16, 2019.
- JASIEN, P. G. Helping Students Assess the Relative Importance of Different Intermolecular Interactions. **Journal of Chemical Education**, v. 85, n. 9, p. 1222, 2008.
- JOHNSON, T. S.; SCHWIETERMAN, M. L.; KIM, J. Y.; CHO, K. H.; CLARK, D. G.; COLQUHOUN, T. A. Lilium floral fragrance: A biochemical and genetic resource for aroma and flavor. **Phytochemistry**, v. 122, p. 103–112, 2016.
- JUNQUEIRA, M.; MAXIMIANO, F. Interações Intermoleculares E O Fenômeno Da Solubilidade: Explicações De Graduandos Em Química. **Química Nova**, v. 43, n. 1, p. 106–117, 2019.
- KIM, M.; YOON, S. H.; CHOI, E.; GIL, B. Comparison of the adsorbent performance between rice hull ash and rice hull silica gel according to their structural differences. **LWT-Food Science and Technology**, v. 41, p. 701–706, 2008.
- MARTINS, C. R.; LOPES, W. A.; DE ANDRADE, J. B. Solubilidade das substâncias orgânicas. **Química Nova**, v. 36, n. 8, p. 1248–1255, 2013.
- MOURA, F. M. T.; SOUSA, R. F.; CARNEIRO, C. C. B. S. O Ensino de Química Contextualizado: As Vozes Discentes. **Revista Insignare Scientia**, v. 1, n. 3, p. 01-15, 2018.
- MUHLEMANN, J. K.; KLEMPIEN, A.; DUDAREVA, N. Floral volatiles: from biosynthesis to function. **Plant, cell & environment**, v. 37, n. 8, p. 1936–1949, 2014.
- NICHELE, A. G.; ZUCOLOTTI, A. M.; DIAS, E. C. Estudo da Solubilidade dos Gases: Um Experimento de Múltiplas Facetas. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 4, p. 312–315, 2015.
- NININ, J. M. L.; BLANCO, A. E. C.; HELD, A.; PLANER-FRIEDRICH, B. Environmental Forensics: Mock Trial of a Chromium Contamination Case as a Tool for Interdisciplinary Teaching and Improvement of Soft Skills. **Journal of Chemical Education**, 2022.
- OKTAVIANAWATI, I.; LETISYA, N.; CITRA, P.; UTARI, D. P.; WINATA, N. A.; HANDAYANI, W.; NUGRAHA, A. S. Essential Oil Composition of Rose Flowers from Karangpring Village Jember District Extracted by Distillation and Enfleurage. **Jurnal ILMU DASAR**, v. 20, n. 2, p. 67–74, 2019.
- PAIBON, W.; YIMNOI, C. A.; TEMBAB, N.; BOONLUE, W.; JAMPACHAISRI, K.; NUENGCHAMNONG, N.; WARANUCH, N.; INGKANINAN, K. Comparison and evaluation of volatile oils from three different extraction methods for some Thai fragrant flowers. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 33, n. 2, p. 150–156, 2011.
- PASSOS, B. S.; VASCONCELOS, A. K. P.; SILVEIRA, F. A. Ensino de Química e Aprendizagem Significativa: uma proposta de Sequência Didática utilizando materiais em atividades experimentais. **Revista Insignare Scientia**, v. 5, n. 1, p. 610-630, 2022.

- PEREIRA, A. S.; PIRES, D. X. Uma proposta teórica-experimental de sequência didática sobre interações intermoleculares no ensino de química, utilizando variações do teste da adulteração da gasolina e corantes de urucum. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, p. 385-413, 2012.
- PORTER, N. A.; CALDWELL, S. E.; MILLS, K. A. Mechanisms of free radical oxidation of unsaturated lipids. **Lipids**, v. 30, n. 4, p. 277–290, 1995.
- PRADO, H. R.; KOHL, G. I.; DALANHOL-NARDI, S. J.; VALDEZ, R. H. Aplicabilidade do Método de enfleurage para Extração de Óleos. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 12, p. 117547–117479, 2021.
- QUERUBINA, A. S.; COSER, M. A.; WALDMAN, W. R. Máquina de Café Expresso para Extração de Óleos Essenciais: Uma proposta Experimental. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 3, p. 269-272, 2016.
- RAKTHAWORN, P.; DILOKKUNANANT, U.; SUKKATTA, U.; VAJRODAYA, S.; PITPIANGHEAN, P.; PUNJEE, P. Extraction Methods for Tuberoses Oil and Their Chemical Components. **Agriculture and Natural Resources**, v. 211, p. 204–211, 2009.
- RIBEIRO, A. P. B.; GRIMALDI, R.; GIOIELLI, L. A.; GONÇALVES, L. A. G. Zero trans fats from soybean oil and fully hydrogenated soybean oil: Physico-chemical properties and food applications. **Food Research International**, v. 42, n. 3, p. 401–410, 2009.
- ROCHA, W. R. Interações Intermoleculares. **Química Nova na Escola**, v. 4, p. 31-36, 2001.
- SADGROVE, N. J.; PADILLA-GONZÁLEZ, G. F.; PHUMTHUM, M. Fundamental Chemistry of Essential Oils and Volatile Organic Compounds, Methods of Analysis and Authentication. **Plants**, v. 11, n. 6, p. 2-34, 2022.
- SALOMÉ-ABARCA, L. F.; SOTO-HERNÁNDEZ, R. M.; CRUZ-HUERTA, N.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, V. A. Chemical Composition of Scented Extracts Obtained From Calendula Officinalis by Three Extraction Methods. **Botanical Sciences**, v. 93, n. 3, p. 633–638, 2015.
- SANTOS, D. M.; DELAMUTA, B. H.; KIOURANIS, N. M. M. Uma abordagem experimental para o ensino de química através da temática “extração de óleo essencial do cravo - da- índia.” **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 1, p. 70–82, 2020.
- SANTOS, M. C.; ALMEIDA, L. R.; SANTOS FILHO, P. F. O Ensino Contextualizado de Interações Intermoleculares a partir da Temática dos Adoçantes. **Ciência & Educação (Bauru)**, vol. 26, e20028, 2020.
- SANTOS, M. G.; BASTOS, W. G. Medindo a Pressão Osmótica de Soluções em Osmômetro Construído com Membrana de Ovos de Aves. **Química Nova na Escola**, v. 40, p. 209-213, 2018.

SCHMIDT, H.; KAUFMANN, B.; TREAGUST, D. F. Students' understanding of boiling points and intermolecular forces. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 10, p. 265-272, 2009.

SERIBELI, F. L.; MAXIMIANO, F. A. Conceitos fundamentais sobre energia de interação a partir de uma revisão bibliográfica do tema interações intermoleculares. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 21, n. 2, p. 260–285, 2022.

SERIBELI, F. L.; MAXIMIANO, F. A. Interações Intermoleculares: conteúdos conceituais sobre o tema na graduação em química na concepção de especialistas. **Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química**, v. 02, n. 1, e022108, p. 1–27, 2021.

SOEEIB, S.; ASRI, N. P.; SAPTATI, H. D. A. S. N.; DIAH, A. P. Enfleurage Essential Oil From Jasmine and Rose Using Cold Fat Adsorbent. **Jurnal Ilmiah Widya Teknik**, v. 15, n. 1, p. 58–61, 2016.

SOLNTSEV, K. M.; WHELAN, J.; NAUMOV, P. Enhancing Student Interest in a General Chemistry Course via Short, In-Class Topical Presentations: A Qualitative Assessment. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 7, p. 2743–2746, 2022.

VALENTIM, J. A.; SOARES, E. C. Extração de Óleos Essenciais por Arraste a Vapor: Um Kit Experimental para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 4, p. 297-301, 2018.

WANG, P.; LI, J.; ATTIA, F. A. K.; KANG, W.; WEI, J.; LIU, Z., LI, C. A critical review on chemical constituents and pharmacological effects of Liliium. **Food Science and Human Wellness**, vol. 8, no. 4, p. 330–336, 2019.

YADAV, R.; YADAV, N. Review on Extraction Methods of Natural Essential Oils. **International Journal of Pharmaceutics & Drug Analysis**, vol. 4, n. 6, p. 266–273, 2016.