

A Química das Abelhas: uma proposta para abordar tópicos da Química Orgânica

Maurício Rodrigues do Nascimento, Caroline Sabrina Batista Weber, Camila Ramos Ávila, Webyster Geremias, Mateus Aguiar Ferreira e Nathália Marcolin Simon



O presente trabalho tem como objetivos apresentar a oficina temática *A Química das Abelhas*, e discutir as experiências vivenciadas na sua aplicação. As atividades ocorreram em três momentos pedagógicos: problematização da temática por meio de diálogo com a turma; organização expositiva dialogada do conhecimento com auxílio de materiais didáticos audiovisuais; e aplicação do conhecimento através da realização de experimentos em laboratório. As etapas desenvolvidas buscaram relacionar a natureza química da vida das abelhas à química orgânica abordada no ensino básico, com foco nos conteúdos funções orgânicas e carboidratos. Participaram da proposta estudantes do terceiro ano do ensino médio integrado ao profissionalizante de uma escola pública. A partir do envolvimento deles na oficina temática, observamos indícios da apropriação e do aprimoramento dos conhecimentos sobre aspectos químicos, biológicos e ambientais relacionados às abelhas e ao mel. A percepção dos alunos sobre a experiência vivenciada foi convergente com as observações dos professores pesquisadores. Os resultados são relevantes e podem estar associados a diversos fatores, entre eles a motivação intrínseca dos sujeitos para o aprendizado da química e do tema, bem como a proposta didática utilizada.

► abelha, mel, oficina temática, ensino de química ◀

Recebido em 25/05/2024; aceito em 22/10/2024

Introdução

Recentemente, o programa da Organização das Nações Unidas para o meio ambiente manifestou preocupação acerca da produção de alimentos para os próximos 25 anos, uma vez que 10 bilhões de pessoas precisarão se alimentar (ONU, 2020). Para o programa, as soluções viáveis envolvem o reconhecimento do valor da natureza nesse cenário.

Na manutenção das produções agrícolas, o serviço dos polinizadores é fundamental: estima-se que cerca de 75% da alimentação humana dependa direta ou indiretamente de plantas polinizadas ou beneficiadas pela polinização animal. Entre os polinizadores mais úteis para a agricultura estão as abelhas (Fonseca *et al.*, 2012). Culturas agrícolas brasileiras de grande valor econômico como soja, café, algodão e laranja estão associadas com a polinização realizada pela

As abelhas coletam o pólen e o néctar das flores para servirem como alimento na colmeia. Ao fazerem esse processo em diversas plantas diferentes, acabam levando pólen de uma para outra, facilitando a reprodução das espécies vegetais através da polinização.

Apis mellifera, também conhecida como abelha africanizada, abelha do mel, abelha melífera ou abelha europeia. Para a produção de acerola, maracujá e castanha do Brasil, as abelhas do tipo *Bombus* (mamangava) são essenciais. Morangos, cupuaçu e pepinos são polinizados pela *Tetragonisca angustula* (Jataí) (A.B.E.L.H.A., 2020a).

As abelhas coletam o pólen e o néctar das flores para servirem como alimento na colmeia. Ao fazerem esse processo em diversas plantas diferentes, acabam levando pólen de uma para outra, facilitando a reprodução das espécies vegetais através da polinização. Isso amplia a variabilidade genética dessas plantas, tornando-as mais resistentes às pragas, aumentando a produtividade e a qualidade dos frutos, além de beneficiar as abelhas, em virtude da maior variedade de pólen e néctar à disposição (Favato e Andrian, 2008). Tal processo é organizado e hierarquizado, possibilitado pela ação de feromônios produzidos pelas operárias,



rainhas e zangões (Van Oystaeyen *et al.*, 2014; Pires, 2015).

Biesmeijer *et al.* (2006) formam o primeiro grupo de pesquisa a demonstrar a ligação existente entre o declínio do número de abelhas e a alteração na abundância relativa das plantas polinizadas por elas. O trabalho foi capa da revista *Science* e teve grande repercussão. Além disso, ganhou espaço na mídia mundial a notícia da diminuição da quantidade de colônias de *Apis mellifera* nos Estados Unidos, em um fenômeno que vem ocorrendo há cerca de 70 anos. Trata-se do *Colony Collapse Disorder* (EPA, 2024), e consiste no “desaparecimento repentino das abelhas adultas ou à redução, em poucos dias, do tamanho da colônia, mesmo na presença de crias, pólen e mel, sem que haja vestígios de morte das abelhas” (Morais *et al.*, 2012, p. 205). No Brasil, só em 2023 foram registrados 100 milhões de mortes de abelhas no estado do Mato Grosso em apenas um mês. Situação semelhante ocorreu nos estados Minas Gerais e Bahia no mesmo ano (Stariolo, 2023). O problema é atribuído às ações antrópicas como a fragmentação de *habitats*, o uso indiscriminado de pesticidas e as mudanças climáticas globais (Fonseca *et al.*, 2012).

O desaparecimento das abelhas também pode ser desastroso para o rendimento de produtos provenientes desses insetos, entre eles, o mel. Ele é sintetizado a partir do néctar, uma solução aquosa de açúcares, aminoácidos, proteínas, lipídeos e sais minerais (Ball, 2007). O mel contém, ainda, outros compostos em quantidades menores e que apresentam atividades biológicas importantes, tais como, anti-inflamatória e antioxidante (Silva *et al.*, 2021). Em 2022, o Brasil produziu quase 61 mil toneladas de mel, e o estado do Rio Grande do Sul foi o maior produtor (A.B.E.L.H.A., 2023d). Trata-se de um produto com importância comercial no ramo alimentício e, portanto, compõe o currículo de cursos de níveis técnico e superior da área (Lianda e Joyce, 2018; UFRGS, 2024).

No que se refere à educação básica, propostas didáticas envolvendo as abelhas vêm sendo pouco desenvolvidas ou publicadas. A base de dados *Education Resources Information Center* (ERIC) localizou somente 7 registros associando os termos *STEM Education* e *bee* nos últimos 10 anos. Entre eles, identificamos atividades que visavam abordar: o comportamento das abelhas através do contato dos sujeitos com colmeias reais e virtuais (Schönfelder e Bogner, 2017) e com a produção de modelos de abelhas movidas por circuitos elétricos (Moskalik, 2021); e os problemas ambientais diversos relacionados às abelhas, empregando para isso jogos de tabuleiro (Mildenhall *et al.*, 2019). Nas revistas da Sociedade Brasileira de Química, aspectos técnicos são o foco dos trabalhos publicados sobre abelhas e mel, e nenhuma produção nas seções de educação foi localizada. O tema também é escasso nos livros didáticos: entre 20 livros disponíveis *online* e disponibilizados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático de 2020, apenas 7 abordam o conteúdo abelhas (Lohmann e Venturi, 2022).

Para além do contexto escolar, encontramos muitos materiais desenvolvidos para comunicar, popularizar e

orientar sobre abelhas, originados na pesquisa agropecuária (EMBRAPA, 2024). Em relação à pesquisa na área de química, destacamos trabalhos sobre caracterização físico-química de méis e outros produtos apícolas (Gomes *et al.*, 2022; Schiassi *et al.*, 2021; Melo *et al.*, 2023), bem como sobre feromônios responsáveis pela comunicação química entre esses insetos (Van Oystaeyen *et al.*, 2014; Pires, 2015).

Nosso grupo de pesquisa, composto por professores pesquisadores de química de níveis médio e superior, entusiastas da causa das abelhas, viu nesse cenário uma oportunidade para “polinizar” relações da natureza química da vida desses insetos com a química orgânica abordada em nível médio. Assim, o presente trabalho tem como objetivos apresentar a oficina temática *A Química das Abelhas* e discutir as experiências vivenciadas na sua aplicação.

Contexto de elaboração e de aplicação da oficina temática

Uma oficina temática pode ser entendida como um espaço para abordar um assunto, alicerçando-se em contextualização do conhecimento e em experimentação (Pazinato e Braibante, 2014). No nosso grupo, o assunto surgiu de interesses pessoais de alguns dos autores pelas abelhas, em associação a pesquisas bibliográficas que indicaram a possibilidade de utilizar tal temática para contextualizar o ensino da química orgânica, e para realizar atividades experimentais. O primeiro autor do relato, então, desenvolveu e aplicou a oficina temática. Ele é professor na escola de aplicação, por isso será chamado ao longo do texto de professor pesquisador. Outros dois docentes de química da mesma instituição foram colaboradores na organização dos experimentos e também integram o grupo de autores do presente trabalho. O processo de elaboração, aplicação e avaliação da oficina temática deu origem à dissertação de mestrado do professor pesquisador.

Todas as atividades foram realizadas em um único dia, nos turnos manhã e tarde, em uma escola pública com ensino médio integrado ao profissionalizante, no município de Lages, SC - Brasil. O professor pesquisador apresentou a proposta da oficina temática à turma e os estudantes concordaram com a participação, assinando um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Participaram 14 alunos com idades entre 17 e 18 anos, matriculados na disciplina de Tecnologia Química do terceiro ano do curso Técnico em Química. Ao longo do trabalho, a identidade dos participantes foi preservada ao atribuímos a cada um deles um número aleatório de 1 a 14.

Etapas da oficina temática

A organização da oficina temática, denominada *A Química das Abelhas*, foi baseada nos momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento (Delizoicov e Angotti, 1990). Na etapa de problematização inicial, que teve duração de 1 hora, os alunos responderam individualmente a um questionário dissertativo que buscou identificar seus conhecimentos prévios a respeito de aspectos químicos, biológicos, sociais e

ambientais relacionados às abelhas e ao mel. Na sequência, a turma e o professor pesquisador discutiram em conjunto sobre as mesmas perguntas presentes no questionário.

A segunda parte da oficina temática teve abordagem expositiva dialogada e duração de 3 horas. O professor pesquisador usou recursos multimídia para apresentar à turma a natureza química da vida das abelhas, visando relacioná-la principalmente a tópicos da química orgânica. Para compor essa etapa, *slides* com conteúdo textual e simbólico foram associados a materiais audiovisuais como vídeos de divulgação científica e videoaulas. Vale mencionar que, dado o momento de aplicação, ocorrida no fim do período letivo, coube ao professor pesquisador desenvolver uma oficina temática para revisão dos conteúdos trabalhados ao longo do ano com o devido aprofundamento.

A segunda parte da oficina está descrita a seguir. A origem e a organização das comunidades das *Apis mellifera* foram apresentadas com base no trabalho de Wiese (2005) e no vídeo “Como é ‘feito’ o mel” (Manual do Mundo, 2018). Os feromônios relacionados aos arranjos sociais desses insetos também foram assunto da aula (Van Oystaeyen *et al.*, 2014; Pires, 2015). O momento foi oportuno para revisão de diversas funções orgânicas como ésteres, cetonas, álcoois, ácidos carboxílicos e hidrocarbonetos. O professor pesquisador optou ainda pela inserção de um material lúdico na oficina: um trecho do filme “*Bee Movie* – A história de uma abelha”, para ilustrar o processo de polinização (*Bee Movie*, 2007). A composição química dos produtos oriundos das abelhas, em especial do mel, também foi apresentada (Ball, 2007; National Honey Board, 2008). Tópicos relacionados à estrutura e propriedades dos carboidratos foram revisados com auxílio de videoaulas (Khan Academy Brasil, 2017a; 2017b). Outras espécies de abelhas foram incluídas como assunto da oficina, como, por exemplo, abelhas sociais que não possuem ferrão, frequentemente encontradas em ambientes urbanos (Santos *et al.*, 2021). Para finalizar a segunda etapa da oficina temática, a turma e o professor pesquisador discutiram sobre duas questões ambientais relacionadas a esses insetos: a *Colony Collapse Disorder* e a importância deles para a manutenção da vida na Terra (ONU, 2022).

Na terceira etapa da oficina, que teve duração de 4 horas e ocorreu no turno da tarde, foram realizadas atividades práticas no laboratório de química da escola. O objetivo foi caracterizar diferentes amostras de carboidratos, bem como amostras de méis, os quais são ricos em carboidratos. As amostras utilizadas foram: (a) mel de melatoⁱ, produzido a partir da bracinga, da marca São Braz; (b) mel polifloralⁱⁱ, produzido a partir de flores silvestres, da marca São Braz; (c) mel monofloral, produzido a partir da flor maria-mole e adquirido de um produtor local; (d) amido da marca Maisena; (e) glicose de milhoⁱⁱⁱ da marca Karo; e (f) frutose, (g) glicose e (h) sacarose, todos reagentes analíticos

Na terceira etapa da oficina, que teve duração de 4 horas e ocorreu no turno da tarde, foram realizadas atividades práticas no laboratório de química da escola. O objetivo foi caracterizar diferentes amostras de carboidratos, bem como amostras de méis, os quais são ricos em carboidratos.

da marca Sigma-Aldrich. Os procedimentos experimentais para os testes de solubilidade, Seliwanoff, Benedict e iodo foram extraídos de Francisco Jr. (2008), e o teste de corantes foi obtido em Nascimento *et al.* (2017).

Questionários e avaliações

Além do questionário inicial que compôs a primeira etapa da oficina temática, outros instrumentos foram utilizados para a produção de dados. Um questionário final foi respondido individualmente pelos estudantes após a finalização da terceira etapa. Ambos continham perguntas dissertativas que podem ser visualizadas no Quadro 1, na seção de discussão dos resultados. Na análise das respostas dissertativas, seguimos um processo indutivo e adaptável, desenvolvido ao longo dos procedimentos de agrupamento dos retornos dos alunos (Bogdan e Biklen, 1994).

O questionário final continha ainda três questões abordando conteúdos da química orgânica. As questões estão detalhadas na discussão dos resultados do presente trabalho e as estruturas moleculares referentes a elas podem ser visualizadas no Quadro 2. A numeração das perguntas apresentadas nos quadros e ao longo do texto visa à organização do relato e pode divergir dos questionários originais.

Por último, o professor pesquisador solicitou aos alunos uma avaliação individual da oficina e de suas próprias aprendizagens, bem como das suas motivações para o aprendizado. Ambas as avaliações foram objetivas, compostas por afirmações que serão apresentadas nas seções a seguir e foram analisadas através da utilização de respostas baseadas na escala *Likert* (1932). Foram atribuídos valores de 1 a 5 para as respostas coletadas: 1 para *discordo totalmente*, 2 para *discordo parcialmente*, 3 para *não concordo e nem discordo*, 4 para *concordo parcialmente* e 5 para *concordo totalmente*. A partir desses valores, o ranking médio (*RM*) de cada afirmação foi calculado empregando a equação $RM = \frac{\sum_{i=1}^n (F_i x_i)}{N}$, onde F_i é a frequência da resposta, x_i é o valor da resposta segundo a escala *Likert* e N é o número de alunos que responderam ao questionário.

Com relação à avaliação motivacional, utilizamos uma proposta adaptada de Severo e Kasseboehmer (2017). Dado o papel significativo da motivação no processo de aprendizagem, mensurá-la pode ser relevante para os professores pesquisadores. Entretanto, tal verificação é considerada uma tarefa complexa, devido às diferentes necessidades, objetivos, personalidade e facilidade de acesso ao conhecimento de cada estudante. A Teoria da Autodeterminação (TDA), desenvolvida por Ryan e Deci (2000), propõe utilizar como ferramenta avaliativa da motivação os valores obtidos no *RM* das respostas para afirmações construídas com base no referencial teórico. Através dessa proposta, foi possível traçar um perfil motivacional

para a turma que participou da aplicação da oficina temática *A Química das Abelhas*.

A partir da TDA, e considerando o contexto geral de aplicação da oficina temática, para o presente trabalho foram considerados três perfis motivacionais: a desmotivação, a motivação extrínseca e a motivação intrínseca. Segundo a TDA, o indivíduo desmotivado não tem nenhum interesse em agir e quando age é sem intenção; esse perfil pode derivar de um senso de desvalorização da atividade ou do resultado dela, ou ainda da percepção de incapacidade em executá-la. O indivíduo motivado extrinsecamente é aquele que age para obter uma recompensa, para evitar culpa ou punição, para melhorar a autoestima, ou quando a demanda tem significado pessoal, condizente com suas necessidades e valores. Por outro lado, o indivíduo intrinsecamente motivado não tem necessidade de estímulos externos para realizar tarefas e desafios, sente prazer em fazê-los e busca informações para realizá-los (Ryan e Deci, 2000).

No presente relato, para cada um dos três perfis motivacionais propostos no referencial teórico foram elaboradas quatro afirmativas, adaptadas do trabalho de Severo (2015). As afirmativas e suas relações com os perfis motivacionais podem ser visualizados no Quadro 3 da seção de resultados e discussão. A média motivacional de cada perfil (MM) foi obtida dividindo o somatório dos RM de todas as afirmativas do perfil pelo número de questões (x) que o caracterizaram ($x=4$): $MM = RM/x$.

As anotações do professor pesquisador no caderno de campo complementaram a discussão dos resultados dos questionários e das avaliações.

Discussão dos resultados da aplicação da oficina temática

Noções sobre a temática precedentes à oficina

As perguntas e o número de respostas positivas, positivas e descritivas e negativas fornecidas pelos estudantes no questionário inicial estão apresentadas no Quadro 1. O mesmo traz, ainda, resultados quantitativos relativos ao questionário final, que serão discutidos em seção posterior no texto.

Nas duas primeiras perguntas do questionário inicial, buscamos avaliar o conhecimento dos estudantes sobre as diferentes espécies de abelhas, suas características físicas e comportamentais. A maioria forneceu resposta positiva à pergunta 1 e caracterizou as abelhas que conhecia com coloração amarela e preta e presença de ferrão. Os alunos E3, E7 e E13 fizeram desenhos para mostrar as abelhas às quais se referiam, representando insetos com os mesmos atributos da descrição anterior (Figura 1). Além disso, usaram as expressões “abelha tradicional” (E3 e E4) e “abelha comum” (E13) ao descrevê-las. Assim, embora a maior parte dos alunos tenha afirmado conhecer diferentes espécies, e “abelha mirim” (E14), e “abelha sem ferrão” (E5) tenham sido mencionadas, as características apresentadas pelos estudantes se referiam somente à *Apis mellifera*. Segundo a Associação

Quadro 1: Perguntas e número de respostas positiva, positiva e descritiva e negativa dos questionários inicial e final.

Perguntas	Resposta positiva		Resposta positiva e descritiva		Resposta negativa	
	QI ^a	QF ^b	QI	QF	QI	QF
1. Você conhece alguma espécie de abelha? Caso não saiba o nome da espécie, indique através de um desenho ou descreva as principais características físicas e/ou comportamentais dela.	0	0 ^c	10	14 ^c	4	0 ^c
2. Você já ouviu falar sobre as abelhas sem ferrão? Se sim, saberia descrevê-las?	4	- ^d	2	-	8	-
3. É possível estabelecer relações entre as abelhas e a agricultura? Você poderia apontar algumas?	4	3	8	11	2	0
4. É possível estabelecer relações entre as abelhas e a Química Orgânica? Você poderia apontar algumas?	4	3	4	8	6	3
5. É possível estabelecer relações entre o mel e a Química Orgânica? Você poderia apontar algumas?	8	2	2	8	4	4 ^e
6. O mel está presente no seu dia a dia?	4	-	2	-	8	-
7. Além do consumo <i>in natura</i> , você saberia dar exemplos de aplicações do mel?	0	0	11	11	3	3 ^e
8. Você já viu reportagens na TV, em jornais, em revistas ou postagens nas redes sociais sobre abelhas ou mel? Se sim, poderia descrever o que viu e em qual mídia?	1	-	11	-	2	-

^a Questionário inicial. ^b Questionário final. ^c No questionário final, a pergunta foi modificada para: Você saberia diferenciar as abelhas africanas das abelhas Jataí? Indique através de um desenho ou descreva as principais características físicas e/ou comportamentais delas. ^d O traço indica que a pergunta não foi repetida no questionário final. ^e Um aluno deixou de responder a pergunta, sendo computada como resposta negativa.

Brasileira de Estudos das Abelhas (A.B.E.L.H.A.), trata-se do tipo mais popular no Brasil, presente em todo território nacional. A espécie não é nativa do país: é uma raça híbrida de abelhas europeias, trazidas ao país no século XIX, e de abelhas africanas que acidentalmente se espalharam pelo território nos anos 1950, por um erro de manejo em um estudo científico. É conhecida pela alta produção melífera e pela agressividade (A.B.E.L.H.A., 2020b).

Na questão 2, o aluno E5 lembrou que as abelhas sem ferrão “fazem colmeias em pequenas frestas e vão de árvore, além de não terem ferrão, fazem pequenas estruturas para entrar e sair”. O aluno E6 escreveu “parecem mais com vespas, com o corpo mais alongado”, provavelmente referindo-se à *Tetragonisca angustula*, ou abelha Jataí, do tipo sem ferrão. O trabalho da Embrapa Meio-Norte confirma a assertividade das respostas dos estudantes e pode ser consultado para mais detalhes (Pereira *et al.*, 2017). Assim, observamos que as respostas para as perguntas 1 e 2 foram complementares e convergentes. Um perfil de respostas semelhantes foi encontrado por Anjos (2019) em investigação envolvendo crianças do ensino fundamental. Essa tendência à generalização pode ser consequência da ausência do tema no ensino básico. Há cerca de 20 mil espécies de abelhas no mundo, e mais de 1,6 mil já foram descritas no Brasil, um dos países com maior diversidade desses insetos (A.B.E.L.H.A., 2020c). As mais de 300 espécies de abelhas que não possuem ferrão estão distribuídas na América do Sul, América Central, Ásia, Ilhas do Pacífico, Austrália, Nova Guiné e África (Pereira *et al.*, 2017).

Na terceira pergunta do questionário inicial, abordamos a relação entre as abelhas e a agricultura. Entre os 14 estudantes, apenas dois disseram não conhecer tal vínculo. “Polinização” foi a palavra mais utilizada para descrever o conhecimento que tinham sobre o assunto: “As abelhas ajudam na polinização e na produção de mel, tendo relação direta com a agricultura” (E2); “Sim, como a polinização por exemplo” (E3); “As abelhas são de vital importância para a agricultura, sendo parte do ciclo de germinação das plantas pelo deslocamento do pólen entre si, facilitando a reprodução” (E5). De fato, entre os insetos ligados à

polinização, as abelhas têm papel principal na maioria das culturas agrícolas e plantas silvestres (Fonseca *et al.*, 2012).

Com as perguntas 4 e 5, procuramos saber se os estudantes reconheciam conteúdos da química orgânica na temática da oficina. A maioria conseguiu estabelecer algum tipo de relação, como nos exemplos “Sim, a produção de mel feita pela abelha é um processo químico” (E11); “Sim, a composição do mel, a química do pólen, etc.” (E6). Além disso, alguns discentes utilizaram linguagem química para compor suas respostas: “O mel possui os carboidratos que têm cadeias orgânicas” (E2); “Através da sintetização de açúcares pelo pólen?” (E4). A relação entre a química orgânica e o mel apareceu como resposta em ambas as perguntas. Ao mesmo tempo, nada foi mencionado sobre feromônios e pesticidas, por exemplo.

Nas perguntas 6 e 7 do questionário inicial, pretendíamos uma reflexão sobre a relação do tema da oficina com o cotidiano dos estudantes. Embora mais da metade deles tenha respondido que o mel não está presente no seu dia a dia, 11 foram capazes de apontar exemplos da aplicação desse produto, entre eles alimentos, cosméticos e medicamentos. Destacamos as respostas que associaram o mel com bebidas

alcoólicas e ceras, tendo em vista que essas são aplicações menos comuns. O contato da turma com as ceras ocorreu no ano anterior à aplicação da oficina temática, através de aula expositiva e experimental sobre o tema. A menção às bebidas alcoólicas se deve a experiências fora da escola: três integrantes da turma estavam desenvolvendo seus estágios de

conclusão do curso em empresas fabricantes de tais bebidas, no mesmo semestre de aplicação da oficina.

Por fim, dado o volume de materiais encontrados por nós ao longo da investigação, nos mais diversos meios de comunicação, procuramos verificar se os estudantes também tiveram contato anterior à oficina com tais meios de divulgação científica sobre abelhas. A maioria das respostas se concentrou em matérias que abordavam o problema do declínio populacional desses insetos e o consequente impacto ambiental: “Sim, nos jornais, sobre a preocupação com a extinção da abelha” (E4); “Na TV, sobre a morte das abelhas e como isso gera impacto ambiental” (E8);

Há cerca de 20 mil espécies de abelhas no mundo, e mais de 1,6 mil já foram descritas no Brasil, um dos países com maior diversidade desses insetos. As mais de 300 espécies de abelhas que não possuem ferrão estão distribuídas na América do Sul, América Central, Ásia, Ilhas do Pacífico, Austrália, Nova Guiné e África.

1. Não. Conheço somente a “tradicional”, amarela com listras pretas, avião e ferrão. 

1. A abelha comum, operária. 

1) R: Não. 

Figura 1: Abelhas desenhadas por alguns alunos para compor a resposta da pergunta 1 do questionário inicial.

“Sim, na TV. Vi sobre uma possível extinção das abelhas e os malefícios que viriam caso ocorresse” (E12); “Sim, já vi que se as abelhas fossem extintas teria mais impacto do que se os seres humanos fossem extintos” (E13). A menção aos meios de comunicação tradicionais, tais como jornais e televisão, indica a preocupação dos veículos de massas em informar sobre os riscos relacionados com a diminuição populacional desses insetos.

Atividades experimentais

Cada grupo de estudantes realizou um conjunto diferente de testes: o grupo 1 fez os testes de solubilidade e de Seliwanoff com as amostras (a)-(h); o grupo 2 realizou os testes de corantes e de iodo com as amostras (a)-(c) e (e); e o grupo 3 fez o teste de Benedict com as amostras (a)-(h). O professor pesquisador elaborou e disponibilizou um roteiro experimental para cada teste contendo objetivo, materiais, procedimentos, tabela para inclusão de resultados e referências. Os estudantes compartilharam os resultados com o restante da turma e com o professor pesquisador, que promoveu discussões visando conectar as duas etapas anteriores da oficina temática à etapa experimental.

Os experimentos escolhidos para essa etapa da oficina temática estão associados aos assuntos abordados nos momentos pedagógicos anteriores. Nesse sentido, os testes de Seliwanoff, de iodo e de corantes são procedimentos utilizados para identificar adulterações em méis (Souza e Santos, 2007; Vicinieski *et al.*, 2018; Nascimento *et al.*, 2017). Além disso, a maior parte dos experimentos (com exceção do teste de corantes) visa caracterização de carboidratos em geral (Francisco Jr., 2008). Em adição, o conjunto de atividades experimentais realizadas objetivaram a preparação dos participantes da oficina, cursantes do ensino técnico em química, para o mercado de trabalho em geral, e em especial para atuação na indústria alimentícia.

A solubilidade das amostras nos meios testados é dependente do tipo de carboidrato que as compõem. Os carboidratos de cadeia mais longa, como os polissacarídeos, apresentam baixa solubilidade em água, mas são solubilizados em meio ácido, o que ocorre através da quebra da ligação glicosídica, e consequente formação de monossacarídeos (Nelson e Cox, 2018). O mel possui monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos em proporções variáveis; logo, as amostras de mel apresentaram solubilidade parcial em água e água quente, e total em ácido sulfúrico 5% a quente. Os mesmos resultados foram observados para a glucose de milho. O amido foi insolúvel em água e água quente, mas solúvel em solução de ácido sulfúrico 5% a quente, conforme esperado. Os monossacarídeos frutose e glicose, e o dissacarídeo sacarose, foram solúveis nos três solventes.

O teste de Seliwanoff visou diferenciar, através da coloração, aldoses de cetoses contidas nos monossacarídeos. O produto da reação de cetoses com o reagente de Seliwanoff se forma rapidamente e tem cor vermelha, enquanto a formação do produto com aldoses é lenta e de cor rosa (Nelson e Cox,

2018). A cor vermelha obtida nos experimentos realizados para as amostras de méis é devido à presença da frutose em suas composições. Pelo mesmo motivo, a amostra de frutose resultou vermelha. A sacarose pode ser hidrolisada em meio ácido liberando frutose e glicose; por isso, o vermelho também foi observado. A literatura previa coloração levemente rosada para as soluções de amido, glucose de milho e glicose, entretanto esse resultado foi obtido apenas para a solução de glucose de milho. As demais permaneceram incolores, indicando que a reação pode ser ainda mais lenta do que o relatado pela literatura.

O teste de iodo foi realizado para identificação de polissacarídeos nas amostras de méis e de glucose de milho. Resultados positivos foram obtidos em todos os casos. Porém, a coloração azul intensa relatada pela literatura (Francisco Jr., 2008) não foi observada, possivelmente devido à interferência da coloração própria das amostras.

No teste de corantes, as amostras adulteradas pela adição desse componente mudam de coloração após a realização do protocolo experimental, o que não foi observado pelos estudantes. Portanto, as amostras analisadas estavam dentro dos parâmetros previstos (Nascimento *et al.*, 2017).

O teste de Benedict para açúcares redutores explora a capacidade redutora da carbonila em meio alcalino. Esse grupo funcional, presente nas extremidades das cadeias dos monossacarídeos, reduz os íons cobre Cu^{2+} , que constituem o reagente de Benedict, para íons Cu^+ (Nelson e Cox, 2018). A presença de açúcares redutores é detectada pela mudança de coloração do meio reacional, do azul para o laranja-avermelhado. Na aula experimental, as amostras de méis, de glucose de milho, glicose e de frutose atingiram a coloração laranja esperada.

Noções sobre a temática e sobre a química orgânica subsequentes à oficina

Após a realização da terceira etapa da oficina, os alunos receberam o questionário final. A comparação quantitativa das respostas obtidas nos questionários inicial e final pode ser visualizada no Quadro 1. Detalhes qualitativos serão apresentados a seguir.

Todos os sujeitos responderam a pergunta: “Você saberia diferenciar as abelhas africanas das abelhas Jataí? Indique através de um desenho ou descreva as principais características físicas e/ou comportamentais delas”, apontando diferentes características das espécies e retomando aspectos apresentados pelo professor pesquisador na etapa expositiva dialogada da oficina. Tais detalhes não foram dados pelos mesmos alunos ao responderem as perguntas 1 e 2 do questionário inicial, indicando a relevância das atividades desenvolvidas.

Na questão “É possível estabelecer relações entre as abelhas e a agricultura?”, todos os alunos concordaram com a associação. Além disso, 11 participantes acrescentaram mais detalhes à resposta, um aumento em comparação às noções prévias à oficina temática. Para E7 “...as abelhas são muito importantes para a polinização, assim ajudando na reprodução de alimentos” e E9 “...como exemplo a polinização,

acontece uma melhor desenvoltura do fruto.”

Quando as relações entre a química orgânica com as abelhas e o mel foram questionadas novamente aos discentes, notamos que três alunos permaneceram sem compreender a temática principal da oficina. Entre os demais, oito descreveram alguns pontos sobre tais conexões. Os participantes mencionaram que: “...as abelhas têm uma substância chamada feromônio que é uma substância química” (E4); “...os feromônios para guiar e de alarme são compostos orgânicos” (E8); “...os feromônios que são responsáveis pela localização e ‘comando’ para as abelhas, além da quebra das cadeias de sacarose do pólen utilizado para produção do mel” (E11). Ou seja, os alunos passaram a ligar a química orgânica aos feromônios das abelhas, um importante avanço em comparação às respostas obtidas no momento prévio à oficina (Quadro 1). Além disso, foram capazes de dar respostas descritivas para relacionar o mel à química orgânica, retomando dados das atividades expositiva dialogada e experimental. Por exemplo, o estudante E11 mencionou uma importante etapa química para a formação do mel (Figura 2): “Mel tem a sua formação a partir da quebra da sacarose e formando glicose e frutose”. Outras respostas dos alunos foram: “...o mel possui propriedades químicas chamadas de carboidratos que constitui o mel, com a sacarose um dissacarídeo e de glicose, frutose e outras vitaminas (E2); “... pois no mel há funções orgânicas e açúcares” (E4). Assim, apesar de algumas inconsistências nas descrições, a melhoria nas respostas é evidente.

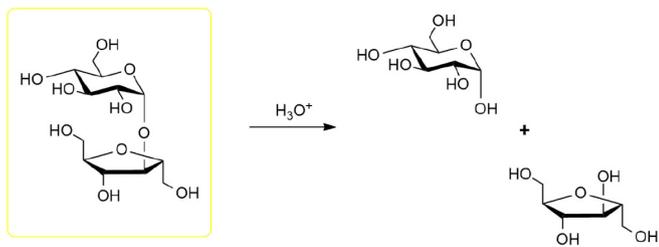


Figura 2. Hidrólise ácida da sacarose e quebra da ligação glicosídica.

Na última pergunta dissertativa do questionário final: “Além do consumo *in natura*, você saberia dar exemplos de aplicações do mel?”, os estudantes mantiveram seus conhecimentos prévios à oficina temática sobre produtos oriundos das abelhas. De fato, as etapas anteriores da oficina não conferiram grande ênfase em tais produtos, provável motivo da manutenção das ideias iniciais.

No que se refere ao conhecimento sobre as funções orgânicas, a turma não teve bom desempenho. Quando perguntados sobre as funções orgânicas de alguns compostos presentes no própolis, no mel e nos feromônios característicos de abelhas e formigas (Quadro 2), somente cinco estudantes responderam integralmente corretas as questões 9a e 9b, e um aluno a questão 9c. Dado que a etapa expositiva dialogada da oficina temática abordou tal conteúdo em diversos momentos, e que os participantes se encontravam no fim do terceiro ano do ensino médio, a expectativa dos autores era por mais acertos. Ao mesmo tempo, o relato de Pazinato e Braibante (2014) sobre os momentos finais de uma oficina com temática alimentos confirma as dificuldades dos alunos na identificação das funções orgânicas, mesmo após revisão do referido conteúdo, em especial para moléculas polifuncionais.

Percepções sobre a oficina temática e sobre a motivação para a aprendizagem

Em relação às percepções sobre a oficina temática, as afirmações respondidas pelos estudantes foram: “O trabalho contribuiu para o desenvolvimento dos meus conhecimentos a respeito: (a) das abelhas, (b) do mel e (c) da química orgânica”. Todos concordaram totalmente que a oficina temática contribuiu para o desenvolvimento dos conhecimentos a respeito das abelhas e do mel ($RM = 5,0$ para ambas as afirmações). Por outro lado, a metade dos participantes indicou que o aprendizado foi menos efetivo para o conteúdo de química orgânica. Nesse caso, o RM de 4,5 foi obtido com sete concordâncias parciais e sete concordâncias totais. Esse último resultado corrobora aqueles obtidos nas perguntas 9a-c envolvendo as funções orgânicas. A opção pela concordância parcial pode ter sido feita por estudantes que tiveram dificuldades para resolvê-las. Mesmo assim, ao selecionarem a concordância, os participantes indicaram que pode ter havido uma melhora nos seus conhecimentos sobre outros conteúdos da química orgânica abordados na oficina como, por exemplo, os carboidratos.

No que se refere às percepções sobre a motivação para o aprendizado, os estudantes responderam afirmações elaboradas com base no trabalho de Severo (2015). O Quadro 3 apresenta os três perfis motivacionais considerados no nosso estudo, as 12 afirmações e as médias motivacionais (MM) resultantes em cada perfil. A maior média geral de pontuação foi obtida para a motivação intrínseca, sugerindo que os sujeitos buscaram compreender a natureza química da

Quadro 2: Estruturas químicas presentes nas questões 9a-c do questionário final.

Questão 9a	Questão 9b	Questão 9c

Quadro 3: Perfis motivacionais da TDA, afirmações apresentadas aos alunos e resultados obtidos.

Perfil	Afirmações	Média
Desmotivação	<ul style="list-style-type: none"> • Não sei por que realizamos a oficina temática e não ligo para isso. • Gostaria que não existissem aulas de química. • Não tenho interesse em entender sobre a relação entre a química e as abelhas. • Não gosto da química do jeito que ela é apresentada na escola. 	1,5
Motivação Extrínseca	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo química porque o diploma de ensino médio pode me ajudar a conseguir um emprego que pague um salário bom. • Fiz as atividades propostas na oficina temática porque me sinto culpado(a) se não entrego uma atividade de química. • Participei da oficina temática, pois pode ser importante para minha aprovação na escola. • Vim para essa aula somente porque sabia que haveria uma atividade diferente. 	2,9
Motivação Intrínseca	<ul style="list-style-type: none"> • Estou satisfeito(a) porque me senti completamente envolvido(a) com o conteúdo apresentado na oficina temática. • Fico contente quando entendo onde a química está no meu dia a dia. • Sinto satisfação em estudar coisas que nunca tinha visto antes, como é o caso do que foi apresentado na oficina temática. • Experimento momentos de satisfação quando falo sobre química com meus amigos e familiares. 	4,6

vida das abelhas por interesses próprios, sem necessidade de estímulos. Outras investigações baseadas na TDA apontaram a motivação extrínseca como principal perfil no ensino médio regular (Dias, 2021; Severo e Kasseboehmer, 2017; Faitanini, 2018; Callegari, 2021). Os resultados distintos podem estar associados a características dos sujeitos participantes e dos contextos escolares, configurando um tema potencial para investigações futuras.

Considerações finais

Neste trabalho, relatamos o desenvolvimento da oficina temática *A Química das Abelhas*, que visou relacionar a natureza química da vida desses insetos à química orgânica abordada em nível médio. Através de dados coletados, entendemos que a maioria dos alunos aprimorou suas noções a respeito das abelhas, do mel e da ligação desses com a química orgânica a partir da participação na oficina temática. A percepção dos estudantes foi a mesma. Tais resultados são positivos e podem estar associados a diversos fatores, entre eles apontamos a motivação intrínseca dos sujeitos para o aprendizado da química e do tema, bem como a proposta didática utilizada. Em especial sobre o último ponto, entendemos que características próprias das oficinas temáticas, como a contextualização, as atividades práticas e a interdisciplinaridade, levam à significação do conteúdo escolar e ao favorecimento do aprendizado.

Através de dados coletados, entendemos que a maioria dos alunos aprimorou suas noções a respeito das abelhas, do mel e da ligação desses com a química orgânica a partir da participação na oficina temática.

Assim, propomos a difusão da oficina temática *A Química das Abelhas* entre professores da educação básica como uma alternativa ao ensino tradicional de ciências da natureza. Adaptações à nossa proposta podem levar a outras possibilidades. A carga horária pode ser distribuída de modo diferente, com maior espaço de tempo para cada etapa e entre as etapas. Isso permitiria a adição de outros tipos de atividades. Sugerimos práticas pedagógicas que incentivem a participação ativa dos alunos, como rotação por estações, aprendizagem colaborativa, aprendizagem cooperativa e resolução de problemas. É possível abrir espaço para aprofundar os conteúdos funções orgânicas e carboidratos, já apresentados na nossa oficina; para abordar outros pontos da química orgânica, como representações diversas de fórmulas estruturais, fórmulas moleculares, nomenclatura e reações orgânicas; e para abordar outros conteúdos da química, como polaridade, interações intermoleculares e pH. Por fim, sugerimos também parcerias com colegas da biologia para aprofundamento de outros aspectos.

Notas

ⁱ O mel de melato é obtido a partir de secreções de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de partes vivas das plantas (Campos e Modesta, 2000).

ⁱⁱ O néctar é a matéria-prima para a produção de méis florais, que podem ser polifloral ou monofloral. No primeiro

caso, mais de uma espécie de planta contribui com o néctar, enquanto a produção do mel monofloral se baseia na coleta do néctar de uma única espécie vegetal (Moreira e De Maria, 2001).

ⁱⁱⁱ A glucose de milho é um produto mais acessível que surgiu no mercado como alternativa à utilização do mel, apresentando as mesmas características sensoriais que o alimento de origem animal (Garrido *et al.*, 2019; Levy *et al.*, 2012).

Maurício Rodrigues do Nascimento (maufisio2011@gmail.com) é licenciado em Química pela Universidade Metropolitana de Santos e mestre em Química pelo Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente é professor do Centro de Educação Profissional Renato Ramos da Silva, Lages-SC. **Caroline Sabrina Batista**

Weber (carolinesbatistaweber@gmail.com) é bacharel e mestre em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Química da mesma universidade. Porto Alegre-RS. **Camila Ramos Ávila** (camila.amos.avila@gmail.com) é bacharel em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é professora do Centro de Educação Profissional Renato Ramos da Silva, Lages-SC. **Webyster Geremias** (química.webyster@gmail.com) é licenciado em Química pela Universidade do Planalto Catarinense e mestrando no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente é professor do Centro de Educação Profissional Renato Ramos da Silva, Lages-SC. **Mateus Aguiar Ferreira** (mateusaf200929@gmail.com) é licenciado em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS. **Nathália Marcolin Simon** (nathalia.marcolin@ufrgs.br) é licenciada, bacharel, mestre e doutora em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente é professora do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional e do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS.

Referências

ANJOS, L. F. R. *O desaparecimento das abelhas: uma temática para o ensino de ciências*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDO DAS ABELHAS (A.B.E.L.H.A.). (a) Produção agrícola. Disponível em: <https://abelha.org.br/polinizacao-producao-agricola/>. (b) Abelhas sociais com ferrão. Disponível em: <https://abelha.org.br/com-ferrao/>. (c) Origem e diversidade. Disponível em: <https://abelha.org.br/origem-e-diversidade/>. (d) Atlas da apicultura no Brasil. Disponível em: <https://abelha.org.br/atlas-da-apicultura-no-brasil/>. Acessos em mar. 2024.

BALL, D. W. The chemical composition of honey. *Journal of Chemical Education*, v. 84, n. 10, p. 1643-1646, 2007.

BEE MOVIE - Polinização. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=PLnG-SqP6G4>, acesso em fev. 2022.

BIESMEIJER, J. C.; ROBERTS, S. P. M.; REEMER, M.; OHLEMÜLLER, R.; EDWARDS, M.; PEETERS, T.; SCHAFFERS, A. P.; POTTS, S. G.; KLEUKERS, R.; THOMAS, C. D.; SETTELE, J. e KUNIN W. E. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, v. 313, p. 351-354, 2006.

BOGDAN, R. e BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.

CALLEGARI, M. A. *Kahoot! nas Aulas de Química: um estudo sobre a influência motivadora do jogo na perspectiva da Teoria da Autodeterminação*. Dissertação (Mestrado Profissional). Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Araraquara, SP, 2021.

CAMPOS, G. e MODESTA, R. C. D. Diferenças sensoriais entre mel floral e mel de melato. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 59, n. 1-2, p. 7-14, 2000.

DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. A. *Metodologia do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 1990.

DIAS, D. V. *Ensino, aprendizagem e motivação em diferentes contextos educacionais na abordagem do conteúdo soluções*. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química). Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2021.

EMBRAPA Meio-Norte. *Abelhas e sua importância para a agricultura e manutenção da vida*. Disponível em: <https://www.embrapa.br/meio-norte/abelhas>, acesso em set. 2024.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). *Colony Collapse Disorder*. Disponível em: <https://www.epa.gov/pollinator-protection/colony-collapse-disorder>, acesso em abr. 2024.

FAITANINI, B. D. *A motivação de alunos na preparação e demonstração de experimentos para a divulgação de Química: um olhar a partir da teoria da autodeterminação*. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2018.

FAVATO, A. A. L. e ANDRIAN, I. F. *Polinização*. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2008_uem_bio_md_adriana_alves_lolis_favato.pdf, acesso em nov. 2022.

FONSECA, V. L. I.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A e SARAIVA, A. M. (Orgs.) *Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais*. São Paulo: Edusp, 2012.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. Carboidratos: estrutura, propriedades e funções. *Química Nova na Escola*, v. 29, n. 3, p. 8-13, 2008.

GARRIDO, T. O.; SILVA, K. R. R.; SILVA, M. G.; SANTOS, A. S.; COSMO, W. M. V. e SOUSA, V. F. Sensorial do mel *Apis mellifera* e xarope de glucose de milho comercializados em Sousa, Paraíba. *Caderno Verde*, v. 9, n. 1, p. 1, 2019.

GOMES, V. V.; BANDEIRA, A. M. P.; CORDOVIL, K. P. S.; BANDEIRA FILHO, J. R.; BRAGHINI, F.; BILUCA, F. C.; GONZAGA, L. V.; FETT, R.; COSTA, K. S.; AZEVEDO, M. M. R. e TAUBE, P. S. Physicochemical characterization and antioxidant activity of honey samples of *Apis mellifera* and different species of Meliponinae subfamily from the Brazilian eastern Amazon region. *Food Science and Technology*, v. 42, n. e114921, p. 1-10, 2022.

KHANACADEMY BRASIL. (a) Estrutura molecular da frutose. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9haxtiyaG6g>. (b) Estrutura molecular da glicose. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=x6pmOtxOqTo>. Acessos em fev. 2022.

LEVY, R. B.; CLARO, R. M.; BANDONI, D. H.; MONDINI, L. e MONTEIRO, C. A. Disponibilidade de “açúcares de adição” no Brasil: distribuição, fontes alimentares e tendência temporal.

Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 15, n. 1, p. 3-12, 2012.

LIANDA, R. L. P. e JOYCE, B. Aplicação da metodologia aprendizagem baseada em projetos (ABP) na disciplina Química Orgânica por meio do estudo dos méis. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, v. 13, p. 407-420, 2018.

LIKERT, R. A. *Technique for the measurement of attitudes*. New York: Archives of Psychology, 1932.

LOHMANN, L. A. D. e VENTURI, T. Abelhas na educação em ciências: o que trazem os livros didáticos de ciências dos anos finais do ensino fundamental. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, v. 15, p. 1-20, 2022.

MANUAL DO MUNDO. *Como é “feito” o mel*. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=T8_5B6V6D-Y, acesso em mar. 2022.

MELO, B. K. C.; SILVA, J. A.; GOMES, R. D. S.; CUSTÓDIO, P. P.; LIRA, G. A.; RAMALHO, A. M. Z.; GONÇALVES, M. C.; FONSECA, S. B.; RANGEL, A. H. N. e BEZERRA, M. F. Physicochemical composition and functional properties of bee pollen produced in different locations. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 26, n. e2022006, p. 1-10, 2023.

MILDENHALL, P.; SHERRIFF, B. e COWIE, B. The honey bees game: engaging and inspiring the community with STEM. *Research in Science & Technological Education*, v. 39, p. 225-244, 2019.

MORAIS, M. M.; JONG, D.; MESSAGE, D. e GONÇALVES, L. S. Perspectivas e desafios para o uso das abelhas *Apis mellifera* como polinizadores no Brasil. In: FONSECA, V. L. I. et al. (Org.) *Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais*. São Paulo: Edusp, 2012.

MOREIRA, R. F. A. e DE MARIA, C. A. B. Glicídios no mel. *Química Nova*, v. 24, n. 4, p. 516-525, 2001.

MOSKALIK, C. What's the Buzz? *Science and Children*, v. 58, n. 5, p. 68-73, 2021. Disponível em: https://digitalcommons.imsa.edu/pfs_pr/33/, acesso em out. 2022.

NASCIMENTO, A. B.; LIBERATO, M. C. T. C.; BARBOSA, K. L.; SALES, K. L. S.; SOUSA, E. C.; TARGINO, K. O. e FARIAS, R. A. Análises físico-químicas de méis das floradas angico e silvestre dos estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul. 57º Congresso Brasileiro de Química. *Anais...* Disponível em <https://www.abq.org.br/cbq/2017/trabalhos/11/11726-24506.html>, acesso em set. 2024.

NATIONAL HONEY BOARD. *Honey benefits*. Disponível em: <https://honey.com/about-honey/honey-benefits>, acesso em jan. 2022.

NELSON, D. L. e COX, M. M. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. Porto Alegre: Artmed, 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU) - Programa para o Meio Ambiente. *Como alimentar 10 bilhões de pessoas até 2050*, 13 de julho de 2020. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/como-alimentar-10-bilhoes-de-pessoas-ate-2050>, acesso em abr. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU) - Programa para o Meio Ambiente. *Por que as abelhas são essenciais para as pessoas e o planeta*, 18 de maio de 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/por-que-abelhas-sao-essenciais-para-pessoas-e-o-planeta>, acesso em fev. 2024.

PAZINATO, M. S. e BRAIBANTE, M. E. F. Oficina Temática composição química dos alimentos: uma possibilidade para

o ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 4, p. 289-296, 2014.

PEREIRA, F. M.; SOUZA, B. A. e RÊGO, M. T. L. *Criação de abelhas-sem-ferrão*. Disponível em: <https://www.embrapa.br/enbusca-de-publicacoes/-/publicacao/1079116/criacao-de-abelhas-sem-ferrao>, acesso em fev. 2022.

PIRES, P. D. S. *Comunicação química mediada por voláteis envolvidos na atratividade e repelência de abelhas africanizadas, Apis mellifera L. (Hymenoptera: Apidae)*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2015.

RYAN, R. M. e DECI, E. L. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, v. 55, n. 1, p. 68-78, 2000.

SANTOS, S. J. L.; BARBOSA, B. C. e PREZOTO, F. A fauna de abelhas sem ferrão em áreas urbanas: 50 anos de estudos e prioridades de pesquisa no Brasil. *Scientia Plena*, v. 16, n. 12, 128001, 2021.

SCHIASSI, M. C. E. V.; SOUZA, V. R.; LAGO, A. M. T.; CARVALHO, G. R.; CURI, P. N.; GUIMARÃES, A. S. e QUEIROZ, F. Quality of honeys from different botanical origins. *Journal of Food Science and Technology*, v. 58, n. 11, p. 4167-4177, 2021.

SCHÖNFELDER, M. L. e BOGNER, F. X. Two ways of acquiring environmental knowledge: by encountering living animals at a beehive and by observing bees via digital tools. *International Journal of Science Education*, v. 39, n. 6, p. 723-741, 2017.

SEVERO, I. R. M. Levantamento do perfil motivacional de alunos, do ensino médio, de três escolas públicas da cidade de São Carlos/SP, na disciplina de Química. Dissertação (Mestrado em Ciências), Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2015.

SEVERO, I. R. M. e KASSEBOEHMER, A. N. Motivação dos alunos: reflexões sobre o perfil motivacional e a percepção dos professores. *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 1, p. 75-82, 2017.

SILVA, B.; BILUCA, F. C.; GONZAGA, L. V.; FETT, R.; DALMARCO, E. M.; CAON, T. e COSTA, A. C. *In vitro* anti-inflammatory properties of Honey flavonoids: A Review. *Food Research International*, v. 141, 110086, 2021.

SOUZA, R. F. e SANTOS, A. S. Determinação do teor de açúcares redutores e totais, sacarose aparente, glicose e frutose em méis de abelhas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*), urucu-cinzenta (*Apis melipona fasciculata*) e abelha italiana (*Apis mellifera ligustica*) produzidos no Pará. 47º Congresso Brasileiro de Química, Natal, RN, 2007. *Anais...* Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/13/13-617-720.htm>, acesso em set. 2024.

STARIOLO, M. Pesquisadores da Unesp defendem restrições e até proibição do uso do inseticida fipronil. *Jornal da UNESP*, 01/12/2023. Disponível em: <https://jornal.unesp.br/2023/12/01/pesquisadores-da-unesp-defendem-restricoes-e-ate-proibicao-do-uso-do-inseticida-fipronil/>, acesso em mar. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). *Engenharia de Alimentos*. Disponível em: http://www.ufrgs.br/ufrgs/ensino/graduacao/cursos/exibeCurso?cod_curso=319, acesso em abril. 2024.

VAN OYSTAEYEN, V.; OLIVEIRA, R. C.; HOLMAN, L.; VAN ZWEDEN, J. S.; ROMERO, C.; OI, C. A.; D'ETTORRE, P.; KHALES, M.; BILLEN, J.; WÄCKERS, F.; MILLAR, J.

G. e WENSELEERS, T. Conserved class of queen pheromones stops social insect workers from reproducing. *Science*, v. 343, p. 287-290, 2014.

VICINIESCKI, R. P.; CORDEIRO, S. G. e OLIVEIRA, G. C. Detecção de adulteração e caracterização físico-química de mel de abelha de pequenos produtores do interior gaúcho. *Revista Destaques Acadêmicos*, v. 10, p. 326-335, 2018.

WIESE, H. *Apicultura: novos tempos*. 2ª ed. Guaíba: Agrolivros, 2005.

Para saber mais:

SPIVAK, M. *Why bees are disappearing*. TEDGlobal, junho de 2013. Disponível em: https://www.ted.com/talks/marla_spivak_why_bees_are_disappearing .

Abstract: *The Chemistry of Bees: a proposal to address topics in Organic Chemistry*. The present work aims to present the thematic workshop *The Chemistry of Bees*, and discuss the experiences we had during its application. The activities were divided into three pedagogical moments: problematizing the theme through dialogue in the classroom; organizing knowledge through expository discussion supported by audiovisual materials; and applying this knowledge through laboratory experiments. These stages sought to connect the chemical nature of bee life with the organic chemistry covered in basic education, particularly focusing on organic functions and carbohydrates. Students in the third year of a public high school integrated with technical training participated in this study. Based on their involvement in the thematic workshop, we observed signs of the appropriation and improvement of knowledge about chemical, biological and environmental aspects related to bees and honey. The students' perception of the experience was convergent with the observations of the research teachers. The results are relevant and may be associated with several factors, including the students' intrinsic motivation to learn chemistry and the topic, as well as the educational proposal used.

Keywords: bee, honey, thematic workshop, chemistry teaching