

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE QUÍMICA

MAURÍCIO RODRIGUES DO NASCIMENTO

**A QUÍMICA DAS ABELHAS:  
UMA OFICINA TEMÁTICA PARA REVISÃO DE  
CONCEITOS DE QUÍMICA ORGÂNICA**

Porto Alegre

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE QUÍMICA

MAURÍCIO RODRIGUES DO NASCIMENTO

**A QUÍMICA DAS ABELHAS:  
UMA OFICINA TEMÁTICA PARA REVISÃO DE  
CONCEITOS DE QUÍMICA ORGÂNICA**

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação  
Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional  
para qualificação da dissertação de mestrado, como  
pré-requisito parcial para obtenção do grau de Mestre  
em Química.

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Nathália Marcolin Simon  
Orientadora

Porto Alegre  
2023

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me conceder saúde e sabedoria para seguir sempre em frente. Obrigada por ser a minha força e o meu guia em todos os momentos.

À minha família, especialmente minha mãe Edeomar Rodrigues do Nascimento por sempre estarem orando e acreditando em mim e me dando forças para não desanimar.

À minha esposa Silvia Varela Neto pelo apoio e compreensão ao longo desta jornada.

À minha orientadora professora Dr. Nathália Marcolin Simon que sempre me incentivou, mesmo nos momentos difíceis em que quis desistir de tudo e que sempre teve paciência me dando estratégias, enviando materiais, discutindo assuntos e métodos, fazendo reuniões e dando alternativas; me guiando no que fazer. Obrigada por sempre ter acreditado e depositado sua confiança em mim ao longo de todos esses anos de trabalho e pela sua dedicação.

Ao CEDUP Renato Ramos da Silva e toda sua equipe que sempre foram compreensivos nas questões de horário e me deram total apoio e incentivo para aplicação da minha oficina temática.

Aos alunos do terceiro ano do EMIEP em Análises Químicas do ano de 2021 que participaram da oficina temática “A Química das Abelhas” tornando possível concretizar esta aplicação.

Aos meus colegas professores Webyster Geremias que sempre me incentivou dando dicas e tirando dúvidas de conteúdos e organização; ao professor Laercio Doege, meu companheiro de programa de mestrado (PROFQUI) e que percorreu comigo essa jornada, à professora Camila Ramos de Ávila, que me auxiliou muito na parte escrita dando dicas e fazendo correções. Muito obrigado pelos conselhos úteis, bem como os conselhos motivacionais sem vocês não teria chegado até aqui.

Agradeço também aos professores Dr. Mauricius Severo Pazinato e Silvana Inês Wolke, membros da banca de qualificação e de defesa do mestrado, pelos conselhos, sugestões e interesses em contribuir para o desenvolvimento deste projeto.

Por fim, a todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigado.

## RESUMO

Esta investigação teve como objetivo elaborar, aplicar e avaliar uma oficina temática com ênfase no assunto “abelhas”, visando a revisão de alguns conteúdos da Química Orgânica abordada no ensino médio. A oficina temática, denominada “A Química das Abelhas”, foi estruturada em três etapas: a primeira buscou identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema e sua relação com a Química Orgânica; a segunda explorou, de maneira expositiva, o universo das abelhas e do mel para embasar uma revisão sobre as funções orgânicas; e a terceira propôs a realização de experimentos de caracterização do mel para aplicar os conhecimentos desenvolvidos no decorrer das atividades. Participaram da oficina 14 alunos de uma turma de 3º ano do ensino médio integrado ao ensino profissionalizante de uma escola pública de Santa Catarina. Os dados da pesquisa foram coletados através de questionários aplicados ao longo da oficina. Observou-se que, inicialmente, parte dos sujeitos da investigação tinha conhecimento sobre questões ambientais e econômicas relacionadas às abelhas e ao mel, e que esses conhecimentos foram adquiridos na escola, nos estágios técnicos e na mídia. Alguns estudantes sabiam da existência de espécies diversas de abelhas, mas identificaram principalmente aquelas do tipo melífera. Além disso, relacionaram superficialmente a Química Orgânica com o mel, mas não com as abelhas. Quando perguntas similares foram feitas ao final da oficina, mais estudantes passaram a respondê-las de maneira correta e completa, muitas vezes com menção de exemplos. A motivação dos sujeitos para o aprendizado da Química em geral e da relação desta com a vida das abelhas, caracterizada como intrínseca através da Teoria da Autodeterminação, pode explicar tais resultados satisfatórios. Entretanto, grande parte da turma apresentou dificuldades na identificação de funções orgânicas e grupos funcionais solicitados em questões extras mesmo após a revisão dos conteúdos, revelando uma defasagem no aprendizado da Química Orgânica e provável relação desta com o extenso período no ensino remoto emergencial durante a pandemia da COVID-19. A avaliação dos alunos sobre suas próprias aprendizagens após o desenvolvimento da oficina temática foi convergente com os resultados obtidos no questionário final, uma vez que houve maior concordância dos respondentes sobre as contribuições efetivas das atividades para aprofundamento dos conhecimentos acerca das abelhas e do mel do que a respeito da Química Orgânica.

**Palavras-chave:** Abelhas; Mel; Química Orgânica; Oficinas temáticas; Ensino de Química

## ABSTRACT

This investigation aimed to develop, implement and evaluate a thematic workshop with an emphasis on the subject of “bees”, aiming to review some contents of Organic Chemistry addressed in high schools. The thematic workshop, called “The Chemistry of the Bees”, was structured in three stages: the first sought to identify students' prior knowledge on the subject and its relationship with Organic Chemistry; the second explored, in an expository way, the universe of bees and honey to support a review of organic functions; and the third proposed carrying out honey characterization experiments to apply the knowledge developed during the activities. The workshop was attended by 14 students enrolled in the 3rd year of a public technical school in the state of Santa Catarina, southern Brazil. Research data were collected through questionnaires applied throughout the workshop. Some of the research participants had previous knowledge about environmental and economic issues related to bees and honey, although at a poor level. This knowledge had been acquired at school, in technical internships and from the media. Some students knew about the existence of different species of bees, but they mainly identified those of the melliferous type. Furthermore, they related Organic Chemistry to honey superficially, but not to bees. When similar questions were asked at the end of the workshop, more students began to answer them correctly and completely, often giving examples. Participants' motivation for learning Chemistry in general and its relationship with the life of bees were characterized as intrinsic through the Theory of Self-Determination, thus explaining such satisfactory results. However, a large number of students had difficulty identifying organic functions and functional groups, as requested in the extra questions, even after contents were reviewed. This reveals a delay in Organic Chemistry learning and a possible relationship between this and the extensive period of emergency remote teaching during the COVID-19 pandemic. The students' evaluation of their own learning after the development of the thematic workshop was convergent with the results obtained in the final questionnaire. This is because there was a greater level of agreement among respondents on the effective contributions of the activities to deepen their knowledge about bees and honey compared to Organic Chemistry.

**Keywords:** Bees; Honey; Organic Chemistry; Thematic workshops; Chemistry teaching.

## LISTA DE ABREVIACÕES

ABP	Aprendizagem Baseada em Projetos
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CCD	<i>Collony Colapse Disorder</i> (Distúrbio do Colapso das Colônias)
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
EMIEP	Ensino Médio Integrado ao Ensino Profissionalizante
ERE	Ensino Remoto Emergencial
TDA	Teoria da Autodeterminação
RM	<i>Ranking</i> Médio
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Respostas da Questão 1 do Questionário Inicial.....	40
Gráfico 2 - Respostas da Questão 2 do Questionário Inicial.....	42
Gráfico 3 - Respostas da Questão 3 do Questionário Inicial.....	43
Gráfico 4 - Respostas da Questão 4 do Questionário Inicial.....	44
Gráfico 5 - Respostas da Questão 5 do Questionário Inicial.....	45
Gráfico 6 - Respostas da Questão 6 do Questionário Inicial.....	46
Gráfico 7 - Respostas da Questão 8 do Questionário Inicial.....	48
Gráfico 8 - Respostas da Questão 1 do Questionário Final.....	61
Gráfico 9 - Respostas da Questão 2 do Questionário Final.....	62
Gráfico 10 - Respostas da Questão 3 do Questionário Final.....	63
Gráfico 11 - Respostas da Questão 4 do Questionário Final.....	64

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Etapas da organização de uma oficina temática.....	23
Figura 2 - Feromônios liberados pela abelha rainha.....	26
Figura 3 - Feromônios das abelhas operárias.....	27
Figura 4 - Feromônios de alarme.....	27
Figura 5 - Açúcares que compõem o néctar .....	28
Figura 6 - Sistema glandular de uma abelha operária de <i>Apis mellifera</i> .....	29
Figura 7 - Turma que participou da oficina temática.....	33
Figura 8 - Momento inicial da oficina temática.....	35
Figura 9 - Práticas experimentais da oficina temática .....	36
Figura 10 - Resposta com desenho do Estudante 3. ....	41
Figura 11 - Resposta com desenho do Estudante 13. ....	41
Figura 12 - Solubilização da molécula de glicose em água.....	50
Figura 13 - Quebra da ligação glicosídica na molécula de amido por acidificação do meio....	50
Figura 14 – Preparação do teste de solubilidade.....	51
Figura 15 - Unidades funcionais aldose e cetose.....	53
Figura 16 - Reação do teste de Seliwanoff .....	53
Figura 17 - Resultado do teste de Seliwanoff.....	55
Figura 18 - Estrutura helicoidal da amilose .....	56
Figura 19 - Preparação do teste de Iodo. ....	56
Figura 20 – Preparação da pesquisa de corantes.....	58
Figura 21 - Redução do cobre pela carbonila de uma glicose .....	59
Figura 22 - Preparação para a reação de Benedict.....	59
Figura 23 - Resultado do teste de Benedict .....	60
Figura 24 - Estruturas apresentadas na Questão 6 do Questionário Final .....	65
Figura 25 - Estrutura dos açúcares presentes no mel abordadas na Questão 7 do Questionário Final.....	66
Figura 26 - Fórmula estrutural dos feromônios abordados na Questão 8 do Questionário Final. ....	67



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação entre as afirmações e os perfis motivacionais da TDA.....	38
Tabela 2 - Respostas da Questão 6 .....	47
Tabela 3 - Resultados encontrados pelos alunos no teste de solubilidade.....	52
Tabela 4 - Resultados encontrados pelos alunos para o teste de Seliwanoff.....	54
Tabela 5 - Resultados encontrados pelos alunos para a pesquisa de corantes .....	58
Tabela 6 - Resultados encontrados pelos anos no teste de Benedict .....	60
Tabela 7- RM das afirmações da primeira parte do questionário ‘Avaliação da oficina didática e de sua própria aprendizagem’ .....	69
Tabela 8 - RM e Média Motivacional das afirmações da segunda parte do questionário ‘Avaliação motivacional’ .....	70

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
2.1	Objetivo geral	14
2.2	Objetivos específicos	14
<b>3</b>	<b>O ENSINO DA QUÍMICA ATRAVÉS DE OFICINAS TEMÁTICAS</b>	<b>15</b>
3.1	A importância do tema “Abelhas”	18
3.2	Os conteúdos da Química relacionados a temática “Abelhas”	19
3.2.1	Trabalhos anteriores na área de ensino de ciências que utilizaram o tema “Abelhas”	19
3.3	As oficinas temáticas como metodologia de ensino	21
3.3.1	Trabalhos anteriores que utilizaram as oficinas temáticas para o ensino da Química	24
<b>4</b>	<b>A QUÍMICA DAS ABELHAS</b>	<b>26</b>
4.1	Identificação e comunicação das abelhas: Os feromônios	26
4.2	Abelhas como produtoras de alimentos: O mel	28
<b>5</b>	<b>AVALIANDO A MOTIVAÇÃO NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM</b>	<b>30</b>
5.1	Trabalhos anteriores que avaliaram a motivação dos alunos através da TDA	32
<b>6</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA</b>	<b>33</b>
6.1	Contexto da investigação	33
6.2	A oficina temática	34
6.3	Coleta de dados	37
6.4	Metodologia de análise de dados	39
<b>7</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>40</b>
7.1	Questionário inicial	40
7.2	Questionário da aula experimental	49
7.2.1	Teste de solubilidade	49
7.2.2	Teste de reação de Seliwanoff	52
7.2.3	Teste do Iodo	55
7.2.4	Pesquisa de corantes	57
7.2.5	Teste de Benedict	58
7.3	Questionário final	61
7.3.1	O ensino remoto na pandemia da Covid-19	68
7.4	Avaliação da oficina e motivação dos alunos	69
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>72</b>

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE 1 .....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE 2 .....</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICE 3 .....</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICE 4 .....</b>	<b>93</b>
<b>APÊNDICE 5 .....</b>	<b>96</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Química é um ramo das Ciências da Natureza responsável por compreender a matéria, suas diversas conformações e transformações. Para isso, utiliza-se de uma linguagem científica própria, traduzida nos símbolos dos elementos químicos e nas equações químicas, o que, muitas vezes, pode gerar obstáculos na sua compreensão em sala de aula.

A abordagem tradicional dos conteúdos das Ciências da Natureza tem sido tema de debate e pesquisa ao longo dos anos, sendo criticada por sua falta de flexibilidade e por seu abstracionismo em algumas áreas. Essa se vale de metodologias de aprendizado como a repetição e a memorização, não considerando o ambiente em que o aluno está inserido e avaliando os discentes de maneira pontual, sem considerar seu percurso formativo (DELIZOICOV; AGNOTTI; PERNAMBUCO, 2018).

Isso pode gerar frustrações, desinteresse e falta de contextualização para os alunos, que aliados a outros fatores externos à escola, os desmotiva a aprender. Como a motivação desempenha papel central no processo de aprendizagem, no qual um aluno motivado tem mais capacidade de superar desafios e de entender a importância do conhecimento para sua cidadania, faz-se necessário buscar alternativas didáticas que promovam o interesse do aluno pelo aprender (GUIMARÃES; BORUCHOVITCH, 2004). Esses fatos, aliados aos obstáculos que surgem com a linguagem da Química, geram uma necessidade de buscar ferramentas didáticas diversas das tradicionais.

Uma das maneiras de se transpor essas barreiras, apresentada por Freire (1987) em ‘Pedagogia do oprimido’, discutida por Solino e Gehlen (2015) e Araújo (2003) e trazida na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), é a aproximação do ensino escolar à realidade dos estudantes. Isso pode ser feito abordando, em sala de aula, situações vivenciadas pelo educando e pela comunidade em que ele está inserido, utilizando-se da interdisciplinaridade e da contextualização para gerar temas que desenvolvam o protagonismo juvenil em seu processo educativo e uma atitude questionadora do seu entorno.

Esses temas podem ser configurados didaticamente na forma de oficinas temáticas. Segundo Marcondes (2008), estas promovem o aprendizado e construção ativa do conhecimento por abordar vivências cotidianas, dando valor social aos conteúdos da Química, o que favorece a aprendizagem e facilita o processo didático, tornando-o menos abstrato e mais significativo.

Tendo em vista o importante papel das abelhas na manutenção do equilíbrio ecossistêmico e na garantia que a produção alimentícia seja suficiente para a população humana

(FELTRIN *et al.*, 2021), trazer a problemática sobre a diminuição de sua população para dentro da sala de aula busca não somente a aprendizagem do conteúdo de Química Orgânica que nela pode ser contextualizada, mas também prepara o aluno a debater esse assunto e formar uma opinião embasada.

Diante disso, esse trabalho traz como problema de pesquisa a seguinte questão: “Como a utilização da temática ‘A Química das Abelhas’ pode contribuir para a aprendizagem da Química, em especial da Química Orgânica, bem como para auxiliar no desenvolvimento do pensamento crítico e melhorar a motivação dos alunos do ensino médio?”. Na tentativa de responder essa questão, foi elaborada e aplicada uma oficina temática com alunos do terceiro ano do ensino médio integrado ao ensino profissionalizante (EMIEP) do Técnico em Química, visando uma revisão dos conteúdos de Química Orgânica, contextualizada com os assuntos abelhas e mel.

Além deste capítulo introdutório, a presente dissertação é constituída pelas seções descritas a seguir. O capítulo “Objetivos” apresenta os objetivos gerais e específicos da investigação. ‘O ensino da Química através de oficinas temáticas’ trata sobre a importância de abordar o tema abelhas em sala de aula; os conteúdos de Química associados ao tema; outros trabalhos apresentados na literatura sobre abelhas e ensino de Química; e como as oficinas temáticas podem ser utilizadas para desenvolver essa e outras temáticas. O capítulo ‘A Química das Abelhas’ versa sobre os compostos orgânicos que regem e estruturam a sociedade das abelhas, bem como a produção e composição química do mel. Em ‘Procedimentos metodológicos da pesquisa’, são abordados o contexto da investigação, a estrutura da oficina temática aplicada, informações sobre a coleta de dados da pesquisa, bem como a metodologia utilizada para analisá-los. No capítulo ‘Análise e discussão dos resultados’, são apresentados os resultados obtidos através dos questionários disponibilizados aos alunos durante a oficina temática. Por fim, as ‘Considerações finais’ retomam os assuntos discutidos na pesquisa, respondendo os questionamentos levantados.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Elaborar, aplicar e avaliar uma oficina temática que possibilite a associação da temática “A Química das Abelhas” com o conteúdo de Química Orgânica do ensino médio.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Diagnosticar o conhecimento inicial dos alunos a respeito das abelhas, do mel e das relações destes com a Química;
- Resgatar o conteúdo de Química Orgânica trabalhado no 3º ano do ensino médio com os estudantes;
- Identificar as possíveis contribuições da oficina temática para o desenvolvimento conceitual dos alunos quanto aos conteúdos de Química Orgânica e suas relações com os temas abelhas e mel;
- Investigar a motivação dos estudantes para o aprendizado da Química por meio da oficina temática aplicada;
- Avaliar a aprendizagem a partir da oficina temática do ponto de vista dos estudantes.

### 3 O ENSINO DA QUÍMICA ATRAVÉS DE OFICINAS TEMÁTICAS

A nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) trouxe uma nova perspectiva para o ensino da Química ao articulá-la com o ensino da Biologia e da Física como um único componente curricular, o de “Ciências da Natureza e suas Tecnologias”. O Novo Ensino Médio, como vem sendo denominado, busca trabalhar as disciplinas de maneira conectada, no qual as diferentes perspectivas dadas pelos currículos, anteriormente separadas, procuram ser abordadas de maneira interdisciplinar (BRASIL, 2018).

O conhecimento de maneira conceitual, conforme disposto na BNCC (BRASIL, 2018), deve ser estruturado dentro das Ciências da Natureza e suas Tecnologias em dois grandes grupos intitulados: “Matéria e Energia”, que aborda a explicação, análise e as interações entre a matéria energia com um maior nível de abstração; e “Vida, Terra e Cosmos”, que aborda a origem e evolução da vida, sua diversidade e interação com o meio ambiente, e a origem e evolução do cosmos.

De acordo com a BNCC, o ensino da Química deve ser contextualizado social, cultural, ambiental e historicamente, de modo a incentivar a aplicação dos conhecimentos em todas os campos da vida do estudante. Além disso, deve promover o pensamento crítico com relação a evolução e produção do conhecimento ao longo da história humana e como ele se relaciona com a qualidade de vida, segurança, sustentabilidade e diversidade das pessoas, por exemplo. Em adição, o letramento científico deve ser desenvolvido, dados os códigos e simbologia específicos do ensino da Química, da Física e da Biologia, a fim de tornar o jovem competente na leitura, análise e produção de materiais científicos (BRASIL, 2018).

Segundo a BNCC, os processos e práticas de investigação, inerentes ao ensino científico, assumem um papel social de proporcionar ferramentas de transformação do seu meio ao jovem estudante, levando-o a buscar soluções para seus problemas cotidianos através das bases do estudo das ciências. Essa abordagem investigativa deve ser feita de maneira contextualizada, podendo tratar de assuntos globais ou regionais, estimulando a curiosidade e criatividade do aluno. Assim, as metodologias pedagógicas contextualizadas, interdisciplinares e investigativas, vêm ao encontro das competências específicas a serem desenvolvidas no ensino das Ciências da Natureza e suas Tecnologias ao longo do ensino médio, conforme Quadro 1 abaixo:

Quadro 1 - Competências a serem desenvolvidas e seus respectivos temas abordados

<b>Competências</b>	<b>Temas abordados</b>
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.	Fenômenos naturais e seus processos tecnológicos analisados sob a perspectiva das relações entre matéria e energia, possibilitando, por exemplo, a avaliação de potencialidades, limites e riscos do uso de diferentes materiais e/ou tecnologias para tomar decisões responsáveis e consistentes diante dos diversos desafios contemporâneos.
Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis	Elaborar reflexões que situem a humanidade e o planeta Terra na história do Universo, bem como inteirar-se da evolução histórica desses conceitos e entender a vida em sua diversidade de formas e níveis de organização
Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).	Selecionar e discernir informações que lhes permitam investigar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade Debater sobre os impactos da tecnologia nas relações humanas Apropriar-se de procedimentos e práticas das Ciências da Natureza

Fonte: Adaptado de Brasil (2018).



A contextualização do ensino é feita comumente através da utilização de temas que possibilitem a abordagem dos conteúdos formais, dando significado ao aprendizado e promovendo uma melhor aprendizagem dos conteúdos.

A estruturação dos conteúdos didáticos através de temas interdisciplinares foi apresentada por Freire (1987), em que se propõe uma investigação das situações vivenciadas pela comunidade escolar em busca de temáticas, situações de relevância aos alunos e seus familiares, e que precisam ser esclarecidas e compreendidas.

Conforme proposto por Solino e Gehlen (2015), a partir de temas sugeridos pelos estudantes, professores de diferentes áreas do conhecimento elaboram uma sequência didática com conteúdo que permita formar uma visão geral dessas situações vivenciadas pela comunidade escolar e gere, a partir dela, um entendimento. O programa é então abordado durante as aulas desses professores, de maneira autônoma.

Muitas vezes, as temáticas discutidas por Freire (1987) nascem da reflexão sobre o papel e o impacto que a Ciência e suas Tecnologias tem sobre a vida humana, revelando a necessidade de promover uma educação científica crítica, que busque formar um cidadão responsável sobre suas ações.

Outro autor, Araújo (2003, p.28) também traz essa preocupação em seu livro “Temas transversais e estratégias de projetos”:

A transversalidade relaciona-se a temáticas que atravessam, que perpassam, os diferentes campos do conhecimento, como se estivessem em uma outra dimensão. Tais temáticas, no entanto, devem estar atreladas à melhoria da sociedade e da humanidade e, por isso, abarcam temas e conflitos vividos pelas pessoas em seu dia a dia.

Diante dessa problemática, surge, por volta de 1970, o movimento “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS). O CTS provoca debates no ambiente escolar a respeito do meio ambiente e os impactos que a sociedade causa a ele, por exemplo; ou sobre a influência econômica na tomada de decisões científicas, e ainda questões políticas, éticas, sociais e culturais. Esses debates são inerentemente interdisciplinares e contextualizados, e o aluno que participa deles deve conhecer os conceitos didáticos que os embasam para que possa formar uma opinião. Isso nada mais é que abordar conteúdo do ensino das Ciências através de temas (SANTOS, 2008).

### 3.1 A importância do tema “Abelhas”

As abelhas desempenham sua função ecológica ao promover a polinização, a reprodução de diversas espécies e o aumento da diversidade genética, tanto da flora selvagem quanto da cultivada, como frutas, legumes e vegetais que fazem parte da alimentação humana (FELTRIN *et al.*, 2021).

As abelhas coletam o pólen e o néctar das flores, que servirão como alimento na colmeia, e ao coletar de diversas plantas diferentes, acabam levando pólen de uma para outra, facilitando sua reprodução através da polinização. Esse processo aumenta a variabilidade genética dessas espécies de plantas, tornando-as mais resistentes às pragas e aumentando a produtividade de frutos e sua qualidade. O mesmo vale para as abelhas, que se beneficiam de haver uma maior variedade de pólen e néctar à disposição (FAVATO; ANDRIAN, 2009).

Em termos econômicos, estima-se que o valor da polinização corresponda a 9,5% do valor total produzido agricolamente no mundo e, no Brasil, em aproximadamente 30% do total produzido (PIRES *et al.*, 2016).

Em 2006, o fenômeno de diminuição drástica de diversas colônias de abelhas, chamado então de “*Collony Colapse Disorder*” (CCD; “Distúrbio do Colapso das Colônias”), foi identificado por apicultores americanos. O CCD vem causando extensos prejuízos à produção de alimentos, e segundo Caires e Barcelos (2017, p. 3) pode ser caracterizado como:

(...) uma rápida diminuição do número de abelhas operárias, evidenciada pelo: enfraquecimento ou morte da colônia com excesso de crias, em comparação ao número de abelhas adultas; ausência de crias ou abelhas adultas mortas, dentro ou fora da colmeia; e ausência de invasão imediata da colmeia por pragas como, por exemplo, traças.

Na pesquisa realizada por Pires *et al.* (2016) a respeito da CCD, o processo de diminuição da população de abelhas parece ter uma origem multifatorial. Existem relatos da correlação entre o uso de agrotóxicos e a CCD, em especial os inseticidas, pois as abelhas, ao entrarem em contato com culturas que sofreram aplicação destes, levam pólen e néctar contaminados para dentro da colmeia. Isso leva ao perecimento dessas colmeias, a dificuldades reprodutivas, desvios comportamentais e diminuição da capacidade de polinização.

Tendo em vista que a polinização promovida pelas abelhas é serviço ecossistêmico importantíssimo para a reprodução das plantas, que por sua vez desempenham papel de grande relevância em processos ecológicos e na alimentação humana; e estimando-se que cerca da metade dos animais polinizadores das regiões tropicais são abelhas, e que 85% das espécies

vegetais que apresentam flores dependem de polinizadores para sua reprodução (BARBOSA *et al.*, 2017); acredita-se na relevância da temática abelhas para o ensino da Química.

### 3.2 Os conteúdos da Química relacionados a temática “Abelhas”

Analisando de maneira seriada os conteúdos que podem ser abordados dentro do tema abelhas, propõe-se que no 1º ano do ensino médio seja possível abordar ligações intermoleculares, polaridade das moléculas, funções inorgânicas, pH, cálculo da fórmula centesimal, massa molar e massa atômica. Já no 2º ano, os assuntos relacionados são as soluções e suas concentrações.

A maioria dos conteúdos que podem ser abordados dentro de tais temas está presente no currículo do 3º ano do ensino médio, como hidrocarbonetos, fórmulas estruturais, funções orgânicas diversas, solubilidade de compostos orgânicos, isomeria óptica, lipídeos, aminoácidos, proteínas e carboidratos e suas estruturas.

Ao considerar a estrutura curricular proposta no Novo Ensino Médio, acredita-se que o assunto abelhas também possa compor os chamados itinerários formativos, que contam com o ensino através de projetos dentro de cada área do conhecimento, desenvolvidos de maneira interdisciplinar.

#### 3.2.1 Trabalhos anteriores na área de ensino de ciências que utilizaram o tema “Abelhas”

A busca por investigações que abordassem a utilização do tema “abelhas” no âmbito do ensino de ciências empregou dois sistemas de buscadores eletrônicos: Google Acadêmico e *Educational Resources Information Center* (ERIC). No Google Acadêmico, foi utilizado o texto-chave “abelhas ensino de química” para buscar trabalhos publicados entre 2010 e 2021. Nesse processo, foram encontradas 504 investigações. Entretanto, a partir da leitura do resumo dos trabalhos, verificou-se que apenas 4 eram relevantes para a presente revisão. Os demais referiam-se, principalmente, a análises físico-químicas do mel. No ERIC foram utilizados os termos “bees AND science education” e “bees AND chemistry education”. Outros 4 artigos relevantes foram encontrados. A seguir, as investigações serão relatadas.

O artigo publicado por Lianda e Joyce (2018) intitulado “Aplicação da metodologia Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) na disciplina Química Orgânica por meio do estudo dos méis” foi escrito a partir da aplicação do projeto “Caracterização de mel pelo perfil em fenólicos e avaliação antioxidante, focando ABP” em uma turma de EMIEP de Técnico em

Química, assim como o presente trabalho. Esse trabalho encontrou que os alunos se sentiram muito motivados com o projeto, sendo a abordagem de ABP centrada no estudante muito eficaz.

Martini (2011) elaborou um projeto de intervenção pedagógica intitulado “O ensino de Química abordando a história da utilização de produtos apícolas”, e aplicou em um 3<sup>a</sup> ano do ensino médio de escola estadual. A autora verificou que os alunos que participaram do projeto passaram por um processo de aprendizado significativo, abordando e correlacionando conteúdos de Biologia, História, Geografia, Matemática, Sociologia, Português, Arte e Química.

O trabalho de conclusão de curso (TCC) de Teixeira (2018) intitulado “Produção de material de divulgação científica para abordar fatores contribuintes para a diminuição da população de abelhas” foi desenvolvido para alunos da rede de educação básica. Nele foi confeccionado uma história em quadrinhos em formato digital que abordava o tema ‘O desaparecimento das abelhas’, mas sem que houvesse sua aplicação com alunos.

“O desaparecimento das abelhas: uma temática para o ensino de ciências” é o título da dissertação de mestrado redigida por Anjos (2019), no qual a autora realizou uma intervenção didática com o tema ‘Desaparecimento das abelhas’ com alunos do 5<sup>a</sup> ano do ensino fundamental de uma escola pública. Ao fim da intervenção, a autora relata ter sido positiva a abordagem temática, pois oportunizou a contextualização das relações ecológicas, da cadeia alimentar, do ensino das ciências e também a compreensão da importância dos conhecimentos científicos-tecnológicos.

O artigo de Moskalik (2021) de título “*What’s the buzz?: A hands-on, interdisciplinary, and fun way to learn about circuits, energy, engineering, bee communication, and pollination*” (“Qual é a novidade?: Uma maneira prática, interdisciplinar e divertida de aprender sobre circuitos, energia, engenharia, comunicação das abelhas e polinização”) trouxe ideias para abordar os comportamentos e comunicação das abelhas, juntamente com o conceito de polinização e transferência de energia através da construção de abelhas em miniatura que se movimentam sozinhas por circuitos.

Schrodt, Winters e Huddleston (2021) trouxeram em seu artigo intitulado “*A STEAM\_ed Bee: An integrated unit teaches second graders about the importance of pollination*” (“Uma abelha STEAM\_ed: uma unidade integrada ensina alunos do segundo ano sobre a importância da polinização”) uma proposta didática para discutir o conceito de polinização através de: aulas de linguagem onde os estudantes advogam pela causa das abelhas, aulas de matemática e programação onde os alunos devem direcionar as abelhas para realizar a polinização e fugir dos predadores; e uma aula expositiva com um apicultor.

“*The honey bees game: engaging and inspiring the community with STEM*” (“O jogo das abelhas: engajando e inspirando a comunidade com STEM”) é o título do artigo publicado por Mildenhall, Sherriff e Cowie (2021) produzido a partir da aplicação de um estudo de caso com pais e alunos do ensino fundamental, a respeito dos problemas que a população de abelhas vem enfrentando mundialmente. Ao fim da atividade, os autores relataram que os alunos tiveram êxito em compreender e se conscientizar do problema das abelhas, ao produzirem um jogo de tabuleiro para a comunidade escolar.

Outro artigo identificado está intitulado “*Two ways of acquiring environmental knowledge: by encountering living animals at a beehive and by observing bees via digital tools*” (“Duas formas de adquirir conhecimento ambiental: encontrando animais vivos em uma colmeia e observando as abelhas por meio de ferramentas digitais”) de Schönfelder e Bogner (2017). Nele os autores realizaram duas atividades pedagógicas: uma onde os alunos visitaram uma colmeia e outra onde os alunos utilizaram uma ferramenta didática digital que permitia que eles monitorassem uma colmeia pelo computador. Ambas as atividades tiveram resultados satisfatórios em questão da aquisição de conhecimentos pelos alunos.

Para além da pesquisa realizada nos buscadores eletrônicos Google Acadêmico e ERIC, cabe destacar o trabalho “Abelhas na educação em ciências: o que trazem os livros didáticos de ciências dos anos finais do ensino fundamental”, recentemente publicado por Lohmann e Venturi (2022). A investigação revisou livros didáticos que trazem a temática abelhas como base para o desenvolvimento de propostas didáticas no ensino das ciências. Os autores analisaram cinco coleções do Programa Nacional do Livro Didático e não encontraram erros conceituais. Observaram que os livros apresentam fontes confiáveis de informações e imagens reais. Entretanto, não abordam a relação entre as abelhas e o ser humano de maneira ampla.

### **3.3 As oficinas temáticas como metodologia de ensino**

Nesse contexto de abordar temas reais, vivenciados pelos alunos, e buscar compreendê-los e apropriá-los através do conhecimento científico embasado e contextualizado, Marcondes (2008) coloca a oficina temática como uma proposição metodológica que envolve o aluno em um processo ativo de aprendizagem, permitindo que desenvolvam competências e habilidades e empreguem ferramentas na busca de soluções.

As oficinas temáticas, baseadas na contextualização social dos conhecimentos químicos e na experimentação, permitem a criação de um ambiente propício para interações dialógicas entre o professor e os alunos e entre os próprios alunos. Essa

maior dialogicidade é importante no processo de ensino-aprendizagem, pois os alunos manifestam suas ideias, suas dificuldades conceituais e seus entendimentos (MARCONDES, 2008, p. 73).

Essa metodologia de ensino baseia-se na aplicação dos Três Momentos Pedagógicos: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento, conforme proposto por Delizoicov e Angotti (1990). No primeiro momento, a problematização inicial promove uma jornada de autoconhecimento ao aluno, fazendo-os exporem seus conceitos pré-estabelecidos sobre a temática da oficina ao mesmo tempo que os instiga a questioná-los, levantando problemáticas a respeito do tema, que o aluno, por falta de conhecimento específico, não levantou por conta própria. Nesse momento, então, cria-se a necessidade no educando de adquirir esse conhecimento que ele não tem.

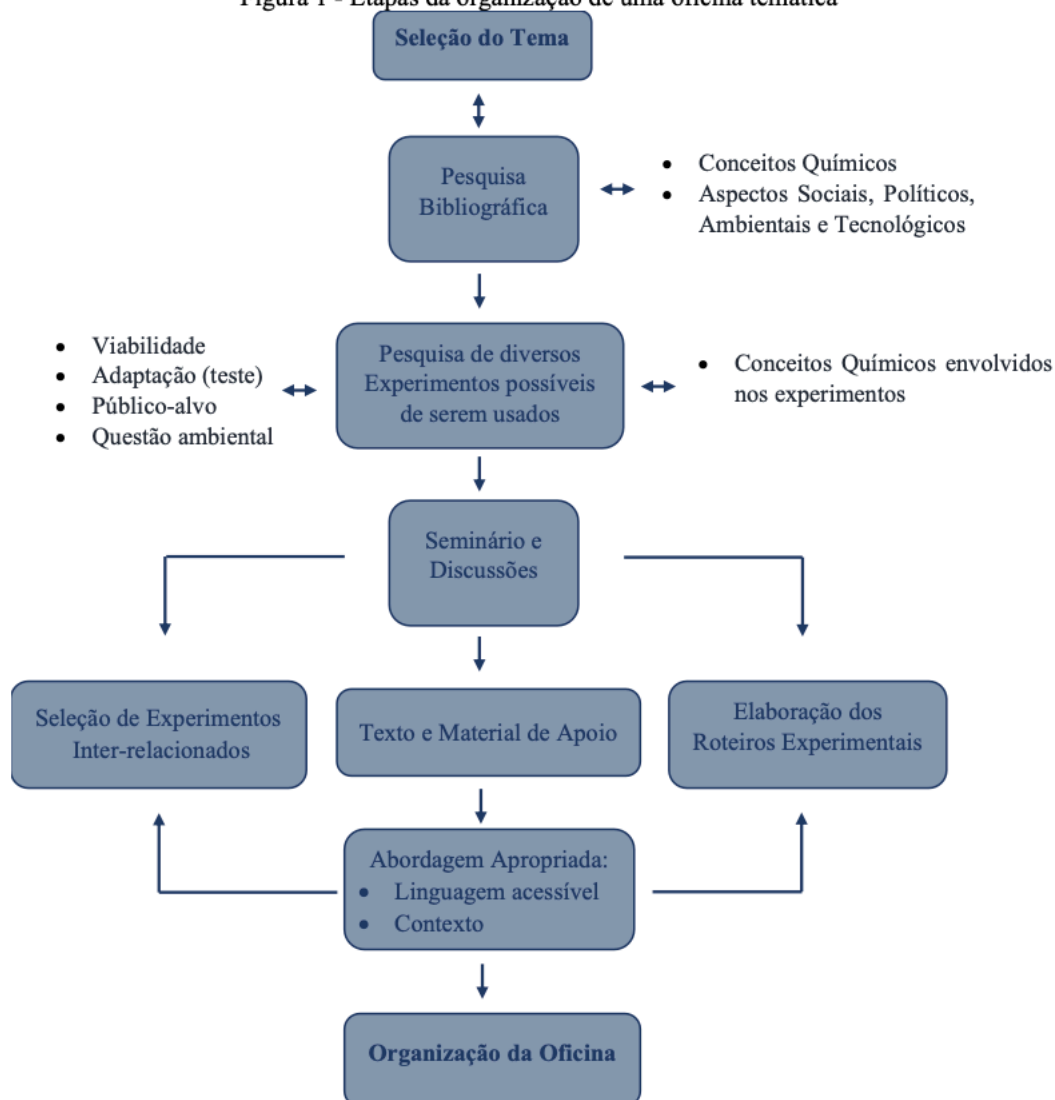
A organização do conhecimento é o momento mais mediado pelo professor, onde é promovido o diálogo do conhecimento científico, levantando as problemáticas abordadas no primeiro momento pedagógico, através de atividades experimentais ou resolução de problemas e exercícios, fazendo com que o discente aproprie o conteúdo com o auxílio da temática e sua aplicação prática (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018).

O terceiro e último momento promove a abrangência do conhecimento adquirido, permitindo ao aluno “abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado, (...) para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinam seu estudo como outras situações” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 202).

A partir desse argumento, revela-se a importância das oficinas temáticas no ensino da Química. Estas promovem o aprendizado e construção ativa do conhecimento do aluno através de vivências cotidianas que permitem uma visualização diferenciada dos conteúdos por meio da ótica de um tema, trazendo uma intertextualidade que é inerente dessa abordagem (MARCONDES, 2008).

O fluxograma adaptado de Marcondes *et al.* (2007), apresentado na Figura 1, especifica as etapas da elaboração de uma oficina temática para o ensino da Química.

Figura 1 - Etapas da organização de uma oficina temática



Fonte: Adaptado de Marcondes *et al.* (2007).

O exposto neste capítulo embasa a possível utilização das oficinas temáticas como superadoras dos entraves atuais para o ensino da Química, transformando os moldes pedagógicos a partir da intertextualidade, contextualização e aproximação do cotidiano do aluno.

### 3.3.1 Trabalhos anteriores que utilizaram as oficinas temáticas para o ensino da Química

Em sua pesquisa, Almeida *et al.* (2008) utilizaram o contexto da fabricação de sabonetes e detergentes para abordar conteúdos como segurança no laboratório, materiais e vidrarias, misturas e reações químicas, tendo encontrado seus alunos mais motivados e interessados no aprendizado da Química após as aulas em slide e experimentação em laboratório.

Pazinato (2012), em seu trabalho de mestrado, elaborou duas oficinas temáticas envolvendo o assunto ‘Alimentos’, abordando funções orgânicas, funções bioquímicas, macronutrientes e micronutrientes, unidades do SI e energia das reações químicas. Ao fim de sua pesquisa, ele relatou que as oficinas contribuíram para o desenvolvimento dos alunos e favoreceram o ensino da Química. Mais detalhes desse trabalho podem ser verificados no artigo ‘Oficina temática composição química dos alimentos: uma possibilidade para o ensino de química’ desenvolvido por Pazinato e Braibante (2014).

‘Raios-X e Radioterapia’ foi o tema escolhido por Gonzatto (2020) para uma oficina temática que abordou os conteúdos de radioatividade e radiações. O pesquisador observou que as atividades propiciaram construção de novos conhecimentos por seus alunos, que ao fim da oficina relataram acreditar que contextualizar os conteúdos da Química ajudaram-nos a compreendê-los.

Braibante *et al.* (2013) utilizaram o tema ‘Cana-de-açúcar’ para desenvolver uma oficina temática que trabalhou conteúdos como fermentação, destilação, funções orgânicas, e outros interdisciplinares, como a história do plantio de cana-de-açúcar no Brasil e suas relações com a escravidão. Como resultados, os pesquisadores obtiveram a participação ativa dos estudantes em todas as etapas da produção do conhecimento, exercendo seu protagonismo e articulando os conhecimentos envolvidos.

Zappe (2011) elaborou em sua dissertação de mestrado cinco oficinas temáticas sobre a química dos agrotóxicos, desenvolvendo conteúdos como os elementos químicos, a tabela periódica, ligações químicas, cadeias carbônicas, funções orgânicas e pH. A abordagem desse tema social trouxe significado ao aprendizado de seus alunos, segundo relatado, promovendo a reflexão sobre esse assunto de relevância social e motivando-os a continuar buscando conhecimento.

‘Energia versus poluição atmosférica’ e “Energia versus poluição hidrosférica” foram as oficinas temáticas desenvolvidas por Wollmann (2013) em sua dissertação de mestrado. Nelas, foram tratados os conteúdos reações químicas, calorimetria, ácidos e bases. Os dados



resultantes evidenciaram o favorecimento do ensino de Química através da oficina temática, ao propiciar a discussão desse tema tão presente no cotidiano dos alunos.

Silva, Braibante e Pazinato (2013) desenvolveram atividades experimentais para construção, visualização e aplicação dos modelos atômicos. A pesquisa foi intitulada ‘Atividades experimentais para a abordagem do modelo atômico de Bohr’ e teve como resultado uma melhora por parte dos alunos, na compreensão desses conceitos abstratos, bem como desenvolveu a habilidade nos alunos, de verificar os diferentes níveis de representação da matéria.

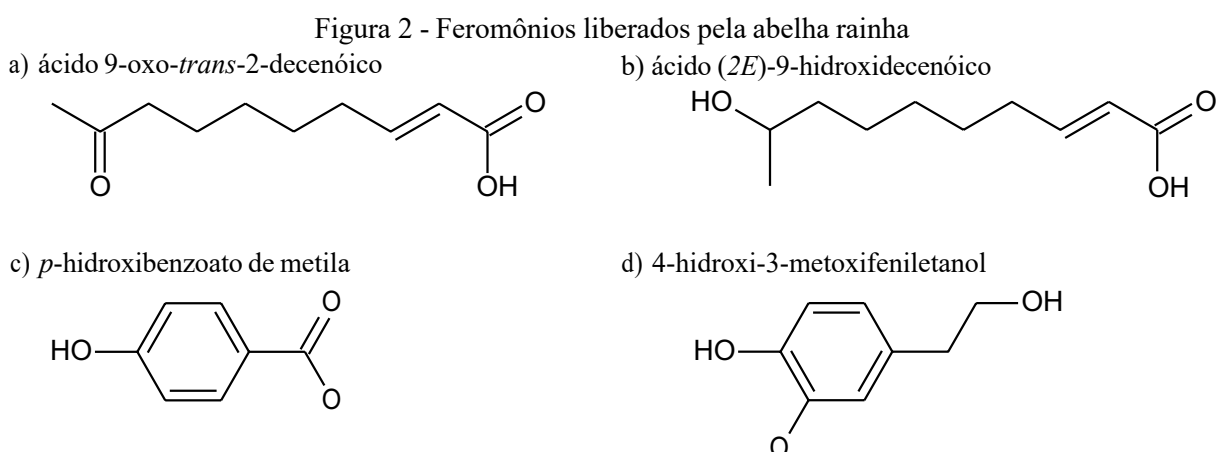
## 4 A QUÍMICA DAS ABELHAS

A colônia das abelhas é uma estrutura extremamente organizada e hierarquizada, onde cada abelha tem um papel a desempenhar para assegurar a sobrevivência e manutenção da colônia. A abelha rainha põe ovos, decidindo a quantidade de novas abelhas a serem geradas e mantém o equilíbrio social dentro da colmeia. As abelhas operárias têm funções diversas a depender da idade de cada uma. As mais velhas saem da colmeia em busca de alimentos ou então atuam como guardiãs da colmeia, e as mais novas cuidam das larvas.

### 4.1 Identificação e comunicação das abelhas: os feromônios

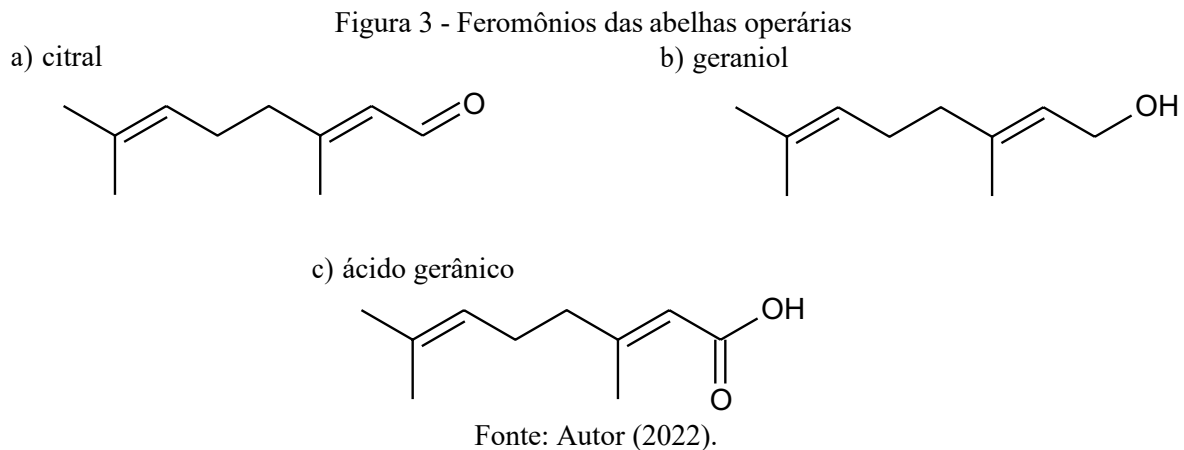
A chamada eusocialidade das abelhas compreende os processos de identificação dos membros da colônia, comunicação entre eles, reprodução, defesa do ninho ou enxame e definição de percursos de voo. Esses são possibilitados devido a produção pelas abelhas operárias, rainhas e zangões de substâncias chamadas feromônios (PIRES, 2015).

A distinção entre os indivíduos membros das colônias e a comunicação destes entre si é dada pela ação de um conjunto de feromônios, distintos para cada casta de abelhas presentes na colmeia. Os feromônios mais conhecidos liberados pela abelha rainha são o ácido 9-oxo-*trans*-2-decenóico (Figura 2-a); ácido (*2E*)-9-hidroxicenóico (Figura 2-b), *p*-hidroxibenzoato de metila (Figura 2-c) e 4-hidroxi-3-metoxifeniletanol (Figura 2-d). Eles desempenham o papel de atrair abelhas operárias que irão atender das necessidades das rainhas, além de manter a unidade do enxame durante os voos reprodutivos ou migratórios, servir de atrativo para zangões e inibir o desenvolvimento e maturação de novas rainhas (ALMEIDA, 2008).

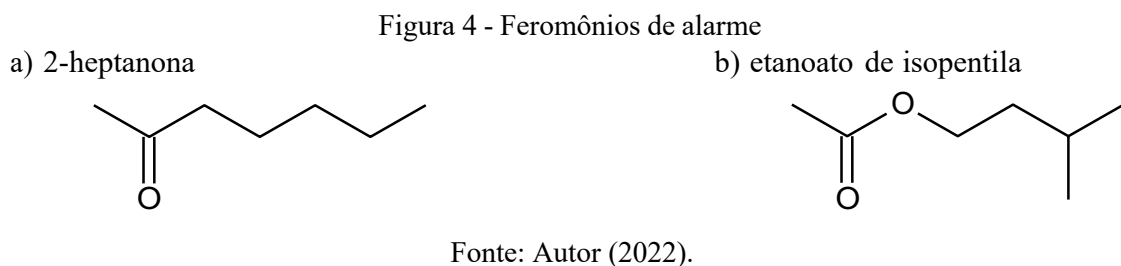


Fonte: Autor (2022).

Quanto aos feromônios liberados pelas abelhas operárias, a quantidade varia entre as funções desempenhadas e a idade de cada abelha. De maneira geral, essas liberam seus feromônios principalmente pela glândula de Nasanov, sendo eles os compostos citral (Figura 3-a), geraniol (Figura 3-b), ácido gerânico (Figura 3-c) e seu isômero geométrico, o ácido nerólico. Esses últimos são responsáveis por demarcar locais de fonte de alimento ou para construção de nova colmeia (PIRES, 2015).



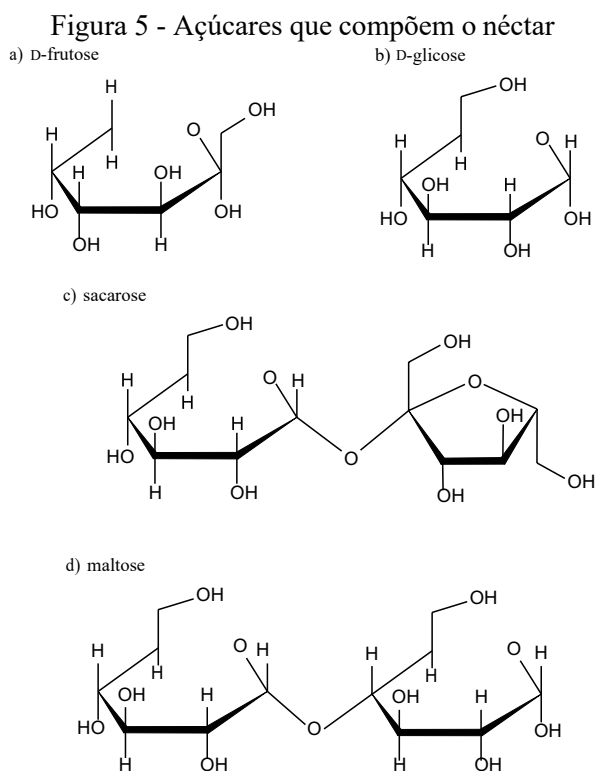
Os feromônios de alarme, onde se encontram as moléculas de 2-heptanona (Figura 4-a) e o etanoato (ou acetato) de isopentila (Figura 4-b) (MODANESI *et al.*, 2011), são liberados quando uma abelha ferroa um intruso, marcando-o e estimulando outras abelhas que estejam na vizinhança a atacá-lo também. Caso a liberação ocorra perto do ninho, as abelhas guardas são alertadas. Além disso, esse feromônio serve para sinalizar o esgotamento de fontes de alimento para as abelhas forrageiras (MALERBO-SOUZA; NOGUEIRA-COUTO, 1998).



## 4.2 Abelhas como produtoras de alimentos: o mel

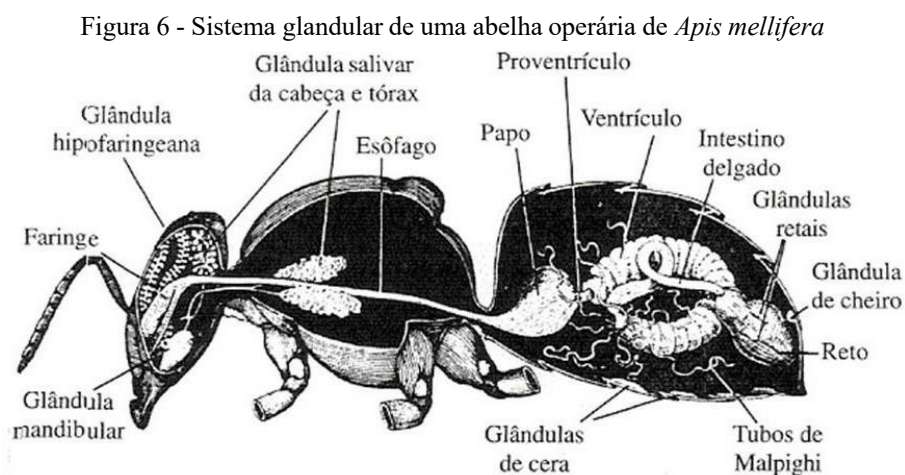
As abelhas promovem a polinização como um processo secundário ao seu forrageamento, onde buscam alimento para a colmeia e o encontram na forma do néctar presente nas flores ou de outras secreções procedentes das plantas. O néctar é uma solução aquosa onde açúcares, aminoácidos, proteínas, lipídeos e sais minerais são encontrados. A sua composição varia significativamente de planta para planta e também com as condições climáticas. O conteúdo de açúcares, por exemplo, pode variar de 5 a 80% da composição do néctar, ou então a porcentagem de aminoácidos que pode variar de 0,002 a 4,8% do total de sólidos dissolvidos, uma quantidade muito baixa para servir de fonte de proteínas para as abelhas, sendo que estas elas encontram no pólen (BALL, 2007).

Os açúcares constituem a maior parte da composição do néctar, podendo ser misturas de monossacarídeos como a D-frutose (Figura 5-a) e a D-glicose (Figura 5-b), ou misturas desses monossacarídeos com dissacarídeos como a sacarose (Figura 5-c) e a maltose (Figura 5-d), ou ainda somente sacarose pura. Essa composição é de importância no estudo da produção do mel, onde a sua cristalização, que promove proliferação de microrganismos, ou sua acidez, causada pela formação de ácido glucônico, são parâmetros ligados ao teor de D-glicose presente no néctar, por exemplo (MOREIRA; MARIA, 2001).



Fonte: Autor (2022).

O mel é sintetizado a partir do néctar coletado na vesícula melífera das abelhas, sofrendo ação das enzimas invertase, amilase ou diastase e a glicose-oxidase, produzidas nas glândulas hipofaríngeas dessas (Figura 6). A primeira promove a hidrólise da sacarose, liberando glicose e D-frutose. A glicose-oxidase possibilita a formação de ácido glucônico e peróxido de hidrogênio a partir da D-glicose, conferindo proteção contra a decomposição bacteriana para o mel. Por último, a enzima diastase ou amilase promove a quebra do amido e seu desempenho não é significativo na obtenção do mel (VARGAS, 2006).



Fonte: Souza (2007).

## 5 AVALIANDO A MOTIVAÇÃO NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM

O espaço escolar como facilitador do processo de ensino busca sempre encontrar maneiras de engajar e motivar os alunos na apropriação dos diversos conhecimentos ali expostos, com o intuito de despertar seu interesse pelas diversas áreas do conhecimento. Isso pode ser alcançado utilizando-se metodologias didáticas diversificadas, como as oficinas temáticas, e aulas práticas experimentais ou recursos didáticos diferenciados, por exemplo. Esse interesse pode ser traduzido como a motivação em aprender do aluno, a força que o impulsiona a apreender o conhecimento científico e significá-lo (SEVERO; KASSEBOEHMER, 2017).

A motivação desempenha um papel significativo no processo de aprendizagem, de modo que alunos desmotivados têm menor rendimento e maiores chances de evadirem da escola, impactando na sua formação intelectual e cidadã e diminuindo suas oportunidades de crescer profissionalmente. Em contrapartida, os alunos motivados são mais resilientes em enfrentar os desafios inerentes ao aprendizado formal, aumentando seu rendimento e diminuindo sua evasão escolar; e mais capazes de entender a importância de adquirir conhecimento para desfrutar de uma vida plena (GUIMARÃES; BORUCHOVITCH, 2004).

Mensurar essa motivação pode ser uma tarefa complexa, devido as diferentes necessidades, objetivos, personalidade e facilidade de acesso ao conhecimento de cada um dos estudantes. A Teoria da Autodeterminação (TDA), desenvolvida por Edward L. Deci, Richard M. Ryan e colaboradores, traz ferramentas e conceitos que permitem avaliar a motivação dos alunos para o aprendizado de determinados assuntos.

Segundo a TDA, as motivações são descritas em seis perfis motivacionais que são caracterizados pelos estímulos recebidos pelo indivíduo, conforme exposto no Quadro 2 abaixo.

Quadro 2 - Perfis motivacionais e suas características segundo a TDA

<p><b>Desmotivação</b></p>	<p>O indivíduo 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 e também pela percepção de incapacidade de executá-la</p> <p><b>Exemplo:</b> O aluno não tem interesse em comparecer às aulas ou fazer as atividades.</p>
<p><b>Motivação extrínseca: Regulação externa</b></p>	<p>Há uma demanda externa que oferece uma recompensa ou uma punição a depender do comportamento do indivíduo e isso o motiva a agir.</p> <p><b>Exemplo:</b> O aluno estuda para não ser reprovado ou porque os pais prometeram uma recompensa.</p>
<p><b>Motivação extrínseca: Regulação introjetada</b></p>	<p>Um estímulo externo alia-se a uma regulação interna do indivíduo, surgindo a motivação de um desejo de evitar culpa ou melhorar sua autoestima.</p> <p><b>Exemplo:</b> O aluno estuda para tirar notas boas porque se sente fracassado ao tirar notas baixas.</p>
<p><b>Motivação extrínseca: Regulação identificada</b></p>	<p>Ainda há a demanda externa, mas o indivíduo dá significação pessoal ao estímulo.</p> <p><b>Exemplo:</b> O aluno estuda porque quer passar no vestibular ou para ter mais oportunidades de conseguir um bom emprego.</p>
<p><b>Motivação extrínseca: Regulação integrada</b></p>	<p>Os estímulos externos são bem internalizados e o aluno considera seu comportamento e motivação como próprios, pois condizem com suas necessidades e valores.</p> <p><b>Exemplo:</b> O aluno estuda para formar-se na faculdade, pois se identifica e sente-se gratificado pela profissão que vai exercer.</p>
<p><b>Motivação Intrínseca</b></p>	<p>O indivíduo tem real motivação, buscando desafios, informação e realizando tarefas. Ele sente prazer ao fazê-las e não tem necessidade de estímulos externos.</p> <p><b>Exemplo:</b> O aluno estuda em seu tempo livre, mesmo sem ter uma prova para realizar, buscando aprofundar seu conhecimento por prazer.</p>

Fonte: Adaptado de Ryan e Deci (2000).

Segundo a perspectiva de Severo e Kasseboehmer (2017) sobre a TDA, o papel do professor é muito importante para a motivação do aluno. Suas motivações e satisfação pessoal com o ensino serão refletidas na maneira como vai expor a informação, podendo ser de maneira contagiante, motivada e bem fundamentada; ou de maneira punitiva, controladora e autoritária. Esses dois comportamentos distintos despertam motivações distintas nos discentes, sendo também distinta sua eficácia em engajar os alunos no desenvolvimento de atividades e no processo de ensino, onde a primeira tem mais chances de alcançar sucesso do que a segunda.

### **5.1 Trabalhos anteriores que avaliaram a motivação dos alunos através da TDA**

A pesquisa de Dias (2021) investigou a motivação dos alunos através da TDA com relação a aprendizagem do conteúdo Soluções. Este autor observou principalmente a motivação Extrínseca Regulação Externa em seu trabalho com as turmas de ensino médio regular, pois demonstravam interesse em aprender, mas sentiam-se desmotivados pelas condições precárias da escola. Com alunos do ensino médio na modalidade de ensino a distância, que ocorreu durante a pandemia da COVID-19, foi encontrada também a motivação Extrínseca Regulação Externa porque estes tinham como único objetivo a não-reprovação.

Callegari (2021) pesquisou entre alunos do ensino médio como o contato com jogos digitais educativos, no caso o *Kahoot*, influenciou sua motivação para o aprendizado do conteúdo de Funções Inorgânicas e Ácidos Inorgânicos. Através da TDA, verificou que estes apresentavam motivação Extrínseca Identificada e Intrínseca, por entenderem que essa ferramenta permitiu a integração do conteúdo de maneira facilitada para eles.

Severo (2014) também realizou uma pesquisa abordando a motivação de alunos do ensino médio quanto ao ensino da Química em três escolas diferentes, encontrando que as motivações que mais ocorreram nas escolas foi a Extrínseca Integrada.

Outra pesquisa acadêmica que abordou a motivação dos alunos quanto ao ensino da Química foi a realizada por Faitanini (2018). Após a aplicação de questionários avaliados pela TDA em turmas do ensino médio, a autora encontrou que a motivação dos alunos era Extrínseca Integrada, mostrando o interesse destes pelas aulas ministradas e a importância dada por eles ao conhecimento adquirido.



## 6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

No presente trabalho predomina a pesquisa de abordagem qualitativa, uma vez que se preocupou principalmente “com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais.” (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

### 6.1 Contexto da investigação

A pesquisa foi realizada em uma escola estadual do município de Lages, SC – Brasil, a qual possui turmas de EMIEP, com um total de 580 alunos no ano de 2021; e turmas no período noturno somente de ensino profissionalizante, contando com 379 alunos também nesse ano. O quadro de funcionários consistia em 130 professores e 20 servidores, aproximadamente, e contava com uma estrutura física de uma biblioteca, laboratórios de informática, matemática e física; salas de leitura e dança, auditório, ginásio e um laboratório de química, espaço utilizado para aplicação da oficina temática.

A turma em que a pesquisa foi aplicada foi o terceiro ano do EMIEP em Análises Químicas do ano de 2021 durante a disciplina de Tecnologia Química, a qual aborda a Química Orgânica através do tema de produção de alimentos. A escolha dessa turma se deu pelo conteúdo de Química Orgânica ser mais desenvolvido durante esse ano do que nas demais. Além disso, considerou-se os alunos concluintes do curso mais habituados ao estudo da Química de forma contextualizada, seja por experiências internas (outras disciplinas, projetos etc) ou externas (estágio obrigatório) à escola. Os participantes da pesquisa foram em sua totalidade 14, sendo 6 do sexo masculino e 8 do sexo feminino. Nove deles já possuíam 18 anos, e o restante 17 anos.

Figura 7 - Turma que participou da oficina temática



Fonte: Autor (2022).

## 6.2 A oficina temática

A oficina foi elaborada a partir dos três momentos pedagógicos, com base nos referenciais teóricos citados neste trabalho e no material audiovisual disponível a respeito do assunto. O Quadro 3 resume as atividades desenvolvidas.

Quadro 3 - Descrição das atividades desenvolvidas.

<b>Momento pedagógico</b>	<b>Atividades desenvolvidas</b>	<b>Carga horária</b>
<b>Problematização Inicial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido</li> <li>· Discussão com o grande grupo</li> <li>· Questionário inicial (Apêndice 1)</li> </ul>	<b>1 h</b>
<b>Organização do Conhecimento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Revisão sobre funções orgânicas e carboidratos</li> <li>· A importância biológica das abelhas para os ecossistemas</li> <li>· O mel e suas características (Apêndice 2)</li> </ul>	<b>3 h</b>
<b>Aplicação do Conhecimento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Experimentos de análise do mel (Apêndice 3/ Produto Educacional)</li> <li>· Questionário final (Apêndice 4)</li> <li>· Avaliação da Oficina e da Motivação dos alunos (Apêndice 5)</li> </ul>	<b>4 h</b>

Fonte: Autor (2022).

No primeiro momento, antes da aplicação da oficina, foi apresentada à turma a proposta da oficina temática e da pesquisa que seria elaborada a partir dela, onde os que expressaram interesse em participar receberam o termo de consentimento livre e esclarecido para ser assinado, por eles ou seus responsáveis. A maioria da turma escolheu participar, demonstrando interesse pela temática das abelhas e questionando o professor sobre o porquê da escolha do tema.

A oficina temática aconteceu na semana seguinte, ocupando um dia inteiro de aula na disciplina de Tecnologia Química, e dividiu-se nos turnos manhã e tarde. Para iniciar a oficina, foram feitas perguntas aos alunos a respeito do que eles já tinham conhecimento

sobre as abelhas: suas espécies, o mel que elas produzem sua organização social e sua importância para o meio ambiente e a sociedade humana. Nessa problematização inicial, os estudantes mostraram saber a respeito do papel das abelhas na polinização e ter algum conhecimento sobre o funcionamento das colmeias, além de conhecerem o mel. Observou-se que, neste momento, houve demonstração de interesse por parte deles sobre os outros aspectos que desconheciam.

Figura 8 - Momento inicial da oficina temática.



Fonte: Autor (2022).

Após esse momento de diálogo, foi aplicado o questionário inicial (Apêndice 1), o qual os alunos responderam abertamente, conversando entre eles e com o professor a respeito das questões, e sem consultar livros didáticos ou internet.

Na sequência, a parte teórica da oficina (organização do conhecimento) teve início, em que foram expostos através de vídeos e slides (Apêndice 2), os conteúdos relacionados às abelhas e à Química Orgânica. Iniciou-se com uma revisão das funções orgânicas e dos carboidratos, passando pela importância biológica das abelhas e o que vem acontecendo com suas populações nos últimos anos, e finalizando com o mel que por elas é produzido, bem como as substâncias químicas que o compõe. Essas aulas foram dinâmicas, com muitos questionamentos por parte dos alunos, momentos de descontração e momentos de reflexão. Foi realizado o resgate dos conteúdos de Química previamente expostos aos alunos.

No período da tarde de aplicação da oficina, foram realizadas atividades de experimentação (Apêndice 3 e Produto Educacional) no laboratório de química da escola,

com o intuito de demonstrar e aplicar os saberes adquiridos com a parte teórica da oficina. O experimento realizado pelos alunos teve como objetivo caracterizar os carboidratos presentes no mel, uma prática de verificação e investigação, onde os alunos realizaram os testes e buscaram os porquês dos resultados no seu conhecimento sobre Química.

Os estudantes testaram a solubilidade dos carboidratos, identificaram os carboidratos presentes, os açúcares e a presença de corantes no mel; de modo a caracterizá-lo e os açúcares presentes neles, relacionando com a Química Orgânica. Os alunos foram divididos em três grandes grupos, e realizaram análises em diferentes amostras de méis comerciais e outros carboidratos. Cada grupo ficou responsável por realizar algumas das análises: o primeiro grupo realizou a análise de solubilidade e de Seliwanoff; o segundo as análises de polissacarídeos e de corantes; e o terceiro grupo realizou as análises de sacarídeos redutores. Esta parte da oficina foi produtiva, com engajamento dos alunos para o desenvolvimento correto da prática e com segurança, havendo pouca necessidade de adaptação por serem práticas simples de se realizar.

Figura 9 - Práticas experimentais da oficina temática



Fonte: Autor (2022).

Para finalizar a oficina, foi distribuído o questionário final (Apêndice 4) e a avaliação da oficina e da motivação dos alunos (Apêndice 5). O questionário final resgatou algumas perguntas do questionário inicial, buscando verificar o aprendizado dos estudantes, também

trazendo perguntas relacionando os carboidratos e a Química Orgânica. Foi possível observar que os alunos apresentavam maior confiança para responder as perguntas, dirigindo menos questionamentos ao professor e tecendo comentários mais embasados a respeito das questões. Já a avaliação da oficina e da motivação foi realizada individualmente pelos alunos, sem interferência do professor, após uma leitura inicial feita para esclarecer alguma dúvida de entendimento.

### 6.3 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada através de questionários aplicados em diferentes momentos da oficina. O questionário inicial (Apêndice 1) foi aplicado antes de qualquer exposição do pesquisador, buscando diagnosticar o entendimento prévio dos alunos a respeito da temática das abelhas, das questões ambientais relacionadas a elas e da Química Orgânica como conteúdo didático que a permeia.

Durante a aula experimental, questões a respeito da prática, inseridas no roteiro do experimento (Apêndice 3) – chamadas aqui de questionário da aula experimental - foram aplicadas, em busca de qualificar o entendimento dos alunos a respeito da conexão entre teoria e prática dada e consolidando os conhecimentos teóricos adquiridos.

Após a aula experimental, o questionário final (Apêndice 4) foi disponibilizado aos alunos, procurando verificar se houve agregação de conhecimento, se as dúvidas iniciais dos alunos foram sanadas e o conteúdo de Química Orgânica ministrado durante as aulas regulares, resgatado. Para tal, algumas perguntas do questionário inicial foram repetidas e exercícios utilizando moléculas orgânicas presentes na bioquímica das abelhas foram aplicados.

A percepção do aluno quanto ao seu processo de aprendizagem da Química durante a oficina e de sua motivação para a aprendizagem de Química, de modo geral, foi avaliada através de questionário de avaliação da oficina e motivação dos alunos (Apêndice 5). Tal questionário foi formulado com base em cinco graus de concordância da escala Likert (1932) e aplicado no último momento da oficina, dando encerramento às atividades e permitindo aos alunos recapitularem o processo de aprendizagem.

O questionário de avaliação da oficina e motivação dos alunos (Apêndice 5) foi dividido em duas partes: ‘Avaliação da oficina didática e de sua própria aprendizagem’, que compreende as afirmações de 1 a 3; e ‘Avaliação motivacional’, que compreende as

afirmações de 4 a 15. As afirmações da segunda parte do questionário foram relacionadas com os perfis motivacionais da TDA através de uma adaptação da proposta de Ryan e Deci (2000), sendo esses perfis: Desmotivação; Motivação Extrínseca, que agrupa todas as regulações - externa, introjetada, identificada e integrada; e Motivação Intrínseca. As relações entre as afirmações e os perfis motivacionais estão na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 - Relação entre as afirmações e os perfis motivacionais da TDA.

<b>Perfil Motivacional</b>	<b>Afirmações</b>
<b>Desmotivação</b>	<p>4. Não sei por que realizamos a oficina temática “A Química das Abelhas” e não ligo para isso.</p> <p>8. Gostaria que não existissem aulas de Química.</p> <p>11. Não tenho interesse em entender sobre a relação entre a Química e as abelhas.</p> <p>13. Não gosto da Química do jeito que ela é apresentada na escola.</p>
<b>Motivação Extrínseca</b>	<p>5. Estudo Química porque o diploma de ensino médio pode me ajudar a conseguir um emprego que pague um salário bom.</p> <p>7. Fiz as atividades propostas na oficina temática “A Química das Abelhas” porque me sinto culpado(a) se não entrego uma atividade de Química.</p> <p>10. Participei da oficina temática “A Química das Abelhas” pois pode ser importante para minha aprovação na escola.</p> <p>15. Vim para essa aula somente porque sabia que haveria uma atividade diferente.</p>
<b>Motivação Intrínseca</b>	<p>6. Estou satisfeito(a) porque me senti completamente envolvido(a) com o conteúdo apresentado na oficina temática “A Química das Abelhas”.</p> <p>9. Fico contente quando entendo onde a Química está no meu dia a dia.</p> <p>12. Sinto satisfação em estudar coisas que nunca tinha visto antes, como é o caso do que foi apresentado na oficina temática “A Química das Abelhas”.</p> <p>14. Experimento momentos de satisfação quando falo sobre Química com meus amigos e familiares.</p>

Fonte: Adaptado de Severo (2014).

Expandindo a coleta de dados para além dos questionários formais, a atitude e postura dos estudantes dentro de sala de aula e no laboratório de química foi foco de avaliação, pois o uso deste exige um maior cuidado com relação aos perigos a saúde e o ambiente que a maioria dos reagentes químicos apresenta. Anotações no diário de campo do pesquisador durante as atividades possibilitaram essa avaliação.

#### 6.4 Metodologia de análise de dados

Os questionários inicial (Apêndice 1), da aula experimental (Apêndice 3) e final (Apêndice 4) forneceram dados descritivos para a pesquisa. Esses foram analisados, buscando compreender o sentido expresso e também implícito dos discursos, desmembrados por conteúdos e organizados em categorias emergentes (BARDIN, 1977).

O questionário de avaliação da oficina e motivação dos alunos (Apêndice 5) foi analisado segundo a escala Likert (1932), sendo 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, calcula-se o *Ranking* Médio de cada afirmação conforme a fórmula (Equação 1) abaixo:

$$RM = \frac{\sum_{i=1}^n (F_i \cdot x_i)}{N} \quad (1)$$

Onde: RM = *ranking* médio;  $F_i$  = frequência da resposta;  $x_i$  = valor da resposta (pela escala Likert); N = número de alunos que responderam o questionário. A partir do RM, calculou-se a média de cada perfil motivacional (Média Motivacional), dividindo os valores de RM pelo número de questões (n) caracterizadas como Desmotivação (4 questões), Motivação Extrínseca (4 questões) e Motivação Intrínseca (4 questões), conforme a fórmula (Equação 2) abaixo:

$$\text{Média Motivacional} = \frac{RM}{n} \quad (2)$$

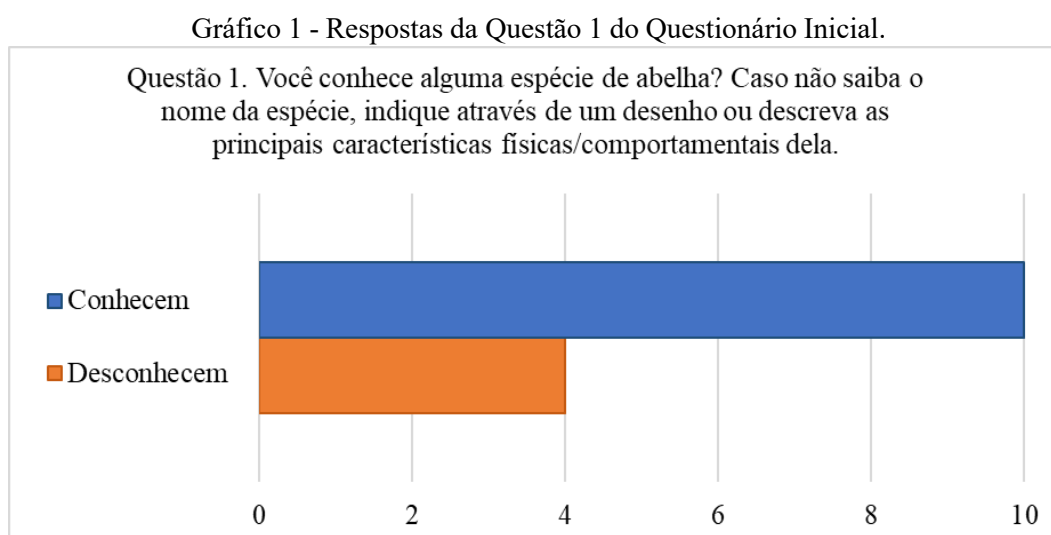
## 7 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nos próximos tópicos, serão apresentados os resultados obtidos ao longo da aplicação da oficina temática “A Química das Abelhas” aplicada em uma turma de 3º ano do ensino médio profissionalizante de uma escola localizada em Lages-SC. Os resultados foram analisados separadamente, conforme os instrumentos de coleta apresentados nos apêndices 1, 3, 4 e 5. A identidade dos alunos participantes foi preservada ao atribuir a cada aluno um único número aleatório de 1 a 14.

### 7.1 Questionário inicial

Após o momento inicial de apresentação da oficina temática, ocorreu uma roda de conversa breve a respeito das abelhas. Os alunos responderam ao questionário inicial (Apêndice 1), que procurou diagnosticar o conhecimento prévio destes a respeito das abelhas e suas diferentes espécies, da importância delas para a agricultura e a manutenção dos ecossistemas, do mel produzido por elas e da relação desses temas com a Química Orgânica.

As duas primeiras questões desse questionário buscavam avaliar se os alunos conheciam diferentes espécies de abelhas e se saberiam identificá-las por suas características físicas. O Gráfico 1 a seguir mostra as respostas dadas pelos alunos à questão 1:



Fonte: Autor (2022).

A maioria dos alunos pesquisados relatou conhecer diferentes espécies de abelhas, conseguindo caracterizá-las como tendo o corpo amarelo com listras pretas, mas sem dizer

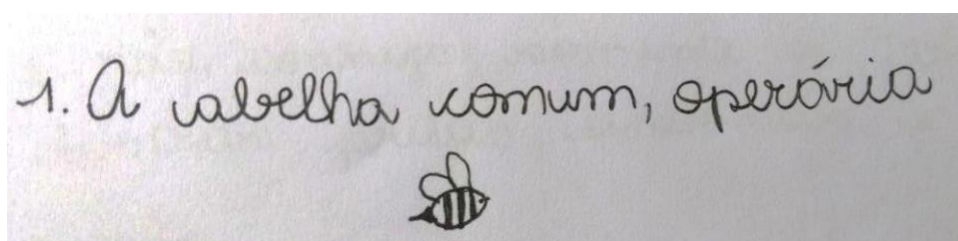


a qual espécie essas características pertenciam, como se pode observar nas respostas reproduzidas abaixo e nas Figuras 10 e 11:

Estudante 2 – Abelha com listras amarela e preta, asas e ferrão. Ela faz a polinização das flores.

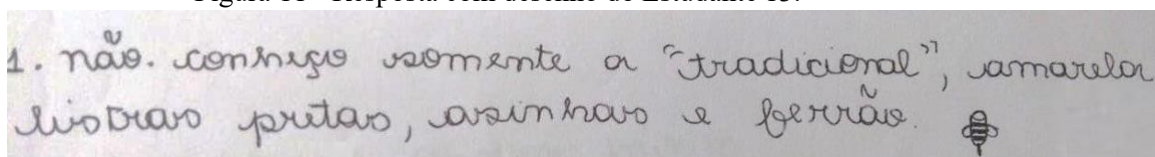
Estudante 4 – Conheço a abelha tradicional, tendo características: coloração amarela e preta, possui ferrão, produz mel e tem uma abelha rainha que comanda a colmeia.

Figura 10 - Resposta com desenho do Estudante 3.



Fonte: Autor (2022).

Figura 11 - Resposta com desenho do Estudante 13.



Fonte: Autor (2022).

Somente dois alunos nomearam as espécies de abelhas, mas sem caracterizá-las:

Estudante 5 – Abelha sem ferrão; abelha negra; abelha dourada; abelha africana.

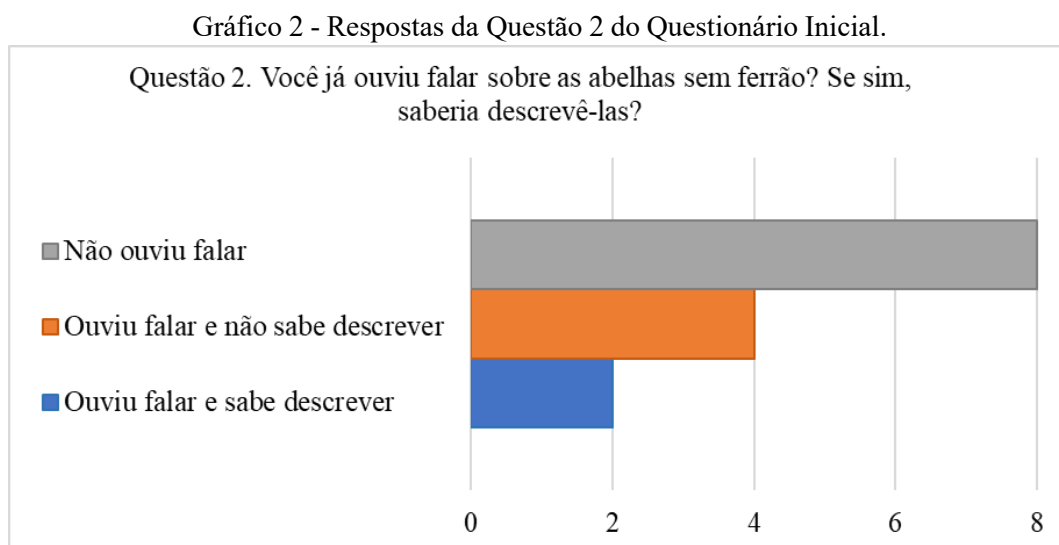
Estudante 14 – Eu conheço a abelha mirim.

As respostas negativas consistiram em um simples “Não” e “Não conheço nenhuma espécie”, totalizando quatro (28,6%) estudantes.

Essas respostas mostram que a maioria dos alunos atribui características generalizadas às abelhas, não distinguindo entre as diferentes espécies, como a abelha Jataí que tem um corpo alongado, sem listras e sem ferrão; da abelha Melífera, ou abelha africana, a provável espécie relatada pelos alunos, por ser a mais comum no Brasil (SILVA; PAZ, 2012). Um perfil de respostas semelhantes foi encontrado por Anjos (2019), também não sendo feita distinção, entre as diferentes espécies, pelos alunos. Essa tendência à

generalização pode ser consequência do tema “abelhas” ser pouco abordado no ensino regular, podendo figurar na Biologia; e haver poucas intervenções pedagógicas utilizando o tema, como foi observado ao se buscar trabalhos anteriores.

A segunda questão do questionário inicial também tratou das diferentes espécies de abelhas, dando enfoque aquelas que não possuem ferrão. As respostas fornecidas pelos estudantes estão no Gráfico 2 abaixo:



Fonte: Autor (2022).

As abelhas sem ferrão são as abelhas nativas do Brasil, pertencentes a subfamília Meliponina, tendo mais de 300 espécies catalogadas. Fazem seus ninhos em cavidades de árvores e fendas de rochas, por exemplo, e a atividade de apicultura que faz uso dessas abelhas ainda é pouco desenvolvida no país (SILVA; PAZ, 2012).

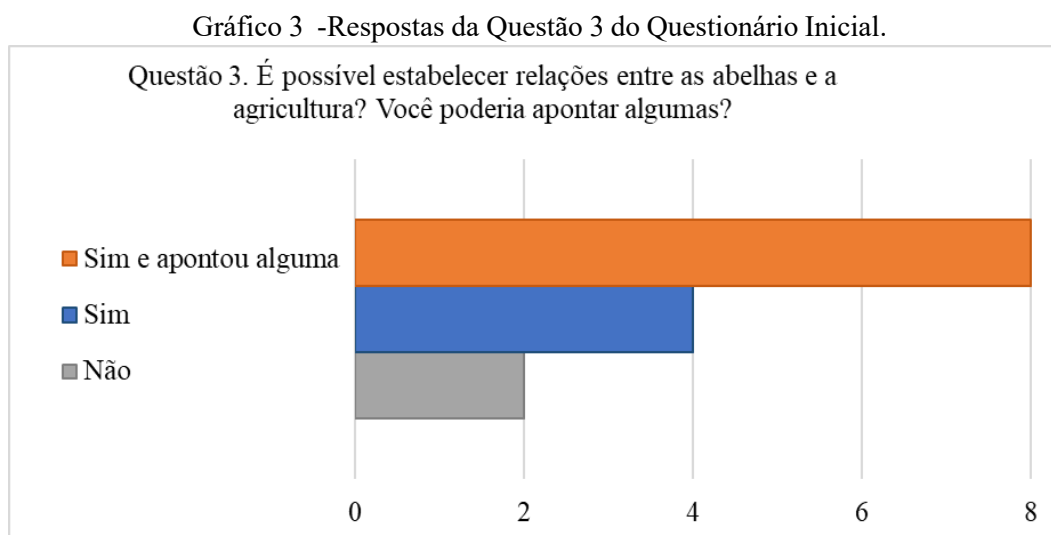
As respostas das questões 1 e 2 se complementam na falta de distinção entre as diferentes abelhas encontradas no Brasil. Como os alunos têm pouco conhecimento sobre as diferentes espécies, logo têm pouco conhecimento sobre espécies sem ferrão. O ferrão é em parte uma das causas do medo e apreensão quanto às abelhas por parte dos jovens, como trouxe Anjos (2019) nos relatos de suas pesquisas.

Quanto às respostas ao questionário, somente dois estudantes apresentaram algumas particularidades dessas abelhas:

Estudante 5 – Sim, são abelhas que fazem colmeias em pequenas frestas e vão de árvore, além de não terem ferrão, fazem pequenas estruturas para entrar e sair.

Estudante 6 – Sim, mas o nome não sei dizer. Se parecem mais com vespas, com o corpo mais alongado.

A próxima questão aborda as possíveis relações entre as abelhas e a agricultura, estando as respostas encontradas no Gráfico 3:



Fonte: Autor (2022).

A maioria das respostas mostrou que, no entendimento desses alunos, as abelhas desempenham um papel na agricultura, mas os papéis apontados foram vagos, ficando focados na produção do mel. Somente dois alunos responderam que as abelhas são responsáveis pela polinização:

Estudante 2 – As abelhas ajudam na polinização e na produção de mel, tendo relação direta com a agricultura.

Estudante 3 – Sim, como a polinização por exemplo.

Estudante 5 – 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.

Outras respostas afirmaram haver correlação, mas não souberam colocar como ela acontece, ou colocou de maneira equivocada.

Estudante 1 – Sim, através da agricultura se tem as abelhas e por fim o mel.

Estudante 8 – A apicultura, onde a abelha favorece o agricultor com o pólen e o mel.

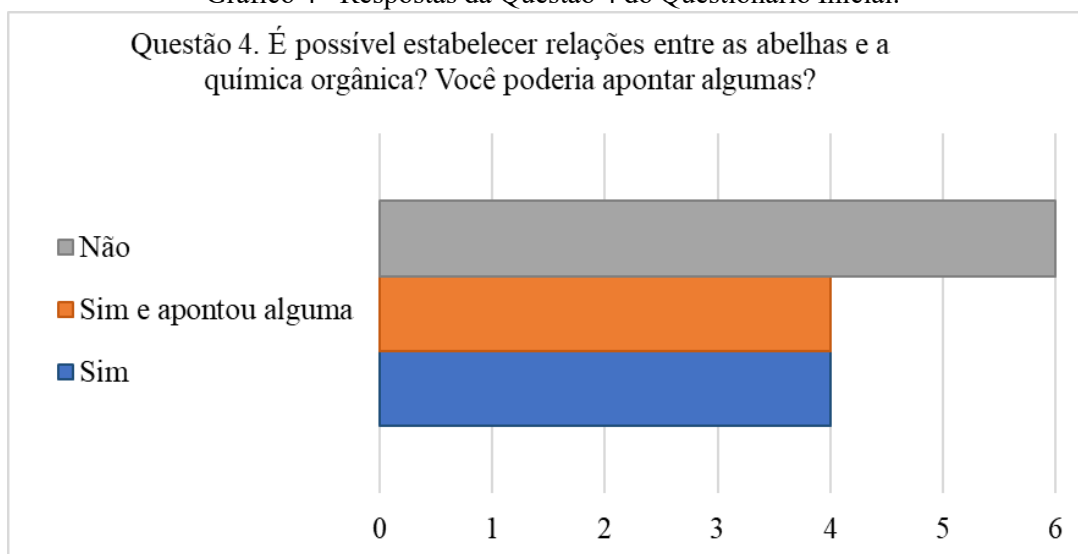
Estudante 10 – Sim, pois elas auxiliam o crescimento das plantas.

Estudante 11 – Sim, ela é uma importante fonte de mel e para o pessoal da agricultura.

Esses dados revelam novamente a pouca abordagem, na escola, desse assunto de tamanha importância, tendo em vista que a polinização realizada pelas abelhas é o que promove a criação de frutos em muitas espécies de plantas. Isso reforça a necessidade da escolha do tema de polinização como contexto para o ensino das ciências, como foi o trabalho desenvolvido por Schrod, Winters e Huddleston (2021).

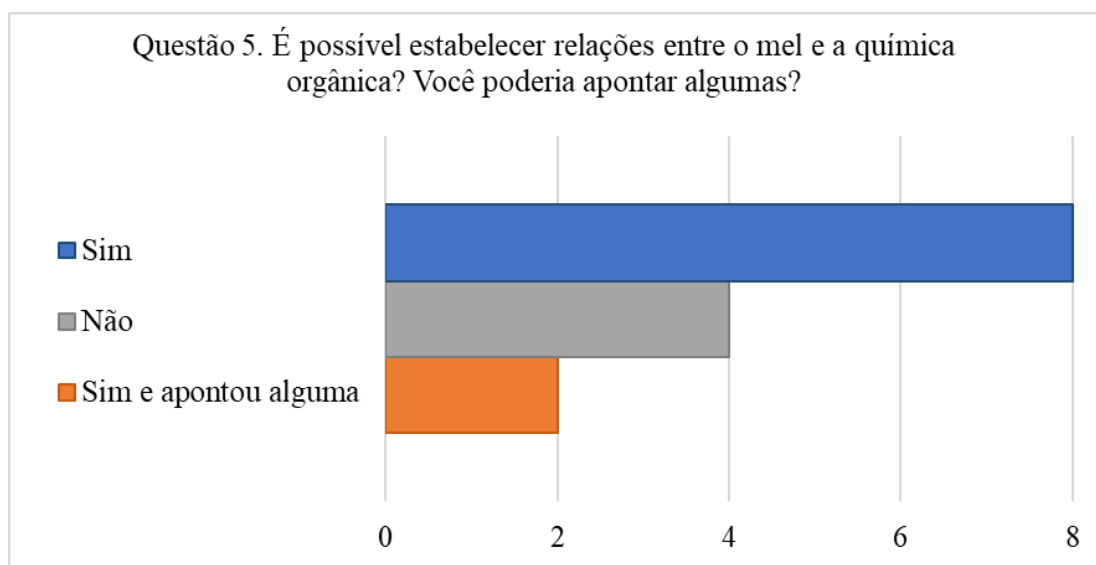
Continuando, a questão 4 do questionário inicial, juntamente com a questão 5, sondam as possíveis relações que os alunos traçam entre as abelhas, o mel e a Química Orgânica. Os Gráficos 4 e 5 abaixo trazem as respostas dessas questões:

Gráfico 4 - Respostas da Questão 4 do Questionário Inicial.



Fonte: Autor (2022).

Gráfico 5- Respostas da Questão 5 do Questionário Inicial.



Fonte: Autor (2022).

A partir desses dados, pode-se observar que a maioria dos alunos soube correlacionar as abelhas com a Química Orgânica, mesmo sem saber exatamente como essa relação ocorre, destacando-se novamente o mel:

Estudante 2 – O mel possui os carboidratos sacarose que tem cadeias orgânicas.

Estudante 4 – Através da sintetização de açúcares pelo pólen?

Estudante 6 – Sim, a composição do mel, a química do pólen, etc.

Estudante 7 – Sim é possível através da fórmula molecular do mel.

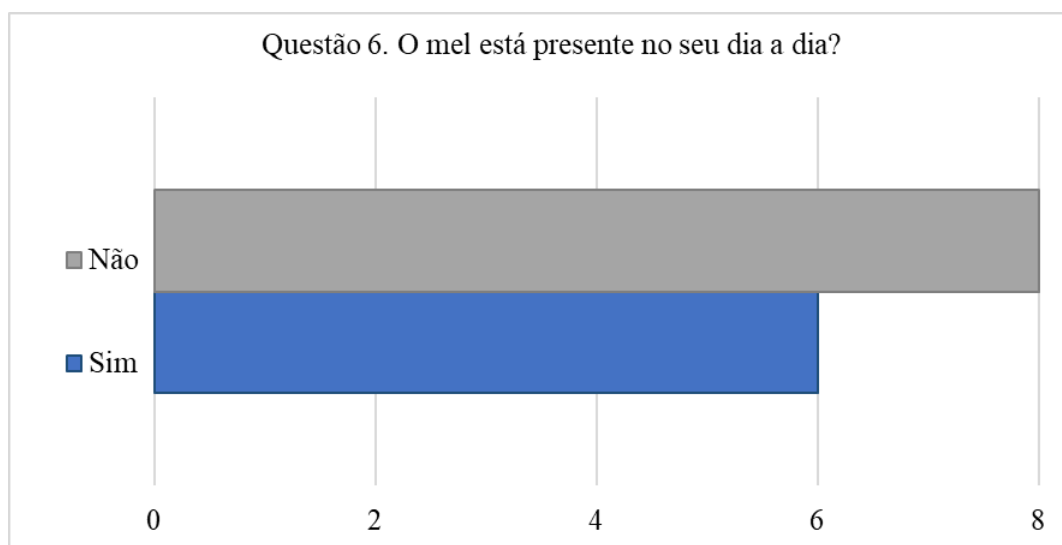
Estudante 11 – Sim, a produção de mel feita pela abelha é um processo químico.

A Química Orgânica está presente na composição e na produção do mel, mas também pode ser encontrada nos feromônios produzidos pelas abelhas, permitindo que se comuniquem e se estruturam dentro da colmeia, conhecimento este que os nenhum dos alunos demonstrou (ALMEIDA, 2008; MALERBO-SOUZA; NOGUEIRA-COUTO, 1998).

Os dados encontrados são condizentes com os encontrados por Martini (2011) em seu projeto de intervenção pedagógica no ensino da Química utilizando o mel como tema. Os alunos pesquisados por ele, no momento inicial da aula, ao responderem um questionário, também revelaram ter pouco conhecimento sobre a correlação entre o mel e a Química.

A questão 6 do questionário inicial procurou demonstrar como o tema da oficina pode ser encontrado no dia a dia do aluno, gerando as seguintes respostas, apresentadas no Gráfico 6 abaixo:

Gráfico 6- Respostas da Questão 6 do Questionário Inicial.



Fonte: Autor (2022).

A maioria dos alunos respondeu que não fazia uso do mel no seu dia a dia, pois não gostavam de consumi-lo *in natura*, com dois alunos respondendo que já o haviam usado em receitas.

A questão 7 complementa a questão 6, ao perguntar aos estudantes se conheciam alguma aplicação do mel que não fosse para consumo *in natura*. A Tabela 2 abaixo traz as respostas dadas por eles. Os demais não responderam à questão.

Tabela 2 - Respostas da Questão 6.

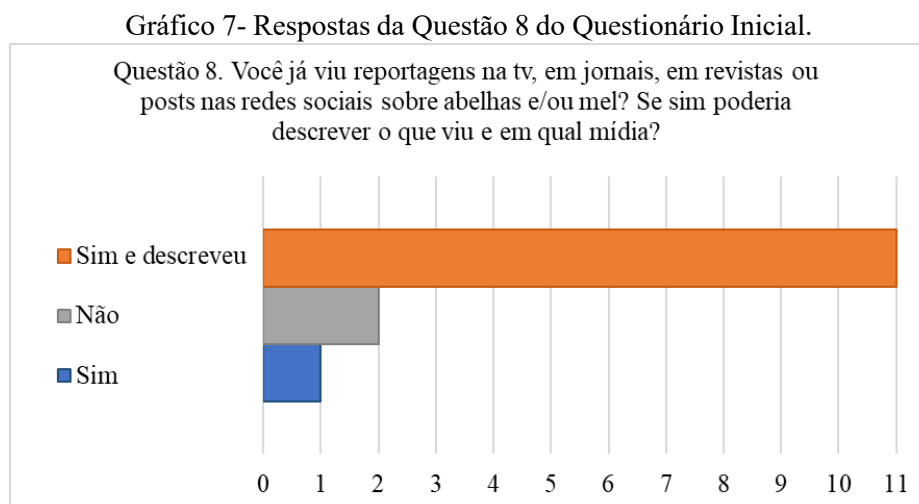
<b>Estudante</b>	<b>Resposta</b>
3	Em cosméticos, produtos químicos, ceras, etc.
4	Em cosméticos, está presente em alguns alimentos.
5	Bolos, pães, doces e até bebidas.
7	O mel pode ser usado para fabricar bebidas alcóolicas como o hidromel.
8	Cera e bebidas fermentadas.
9	Doces e balas.
10	Ele pode ser usado de forma medicinal ou em alimentos.
11	Utilizado na fabricação de remédios.
12	Doces, cosméticos, produtos de limpeza e higiene, etc.
13	Bolachas.
14	No chá é um exemplo de aplicação.

Fonte: Autor (2022).

As respostas apresentadas demonstram que, apesar da maioria dos alunos não consumir o mel *in natura*, eles sabem que este é utilizado em diversos processos produtivos, tendo sido citados cinco diferentes nas respostas.

Destacam-se as respostas que associam o mel com bebidas e ceras, tendo em vista que essas não são aplicações comuns, mas sobre as quais a turma teve oportunidade de desenvolver trabalhos sobre em outros momentos de aprendizagem. As ceras foram abordadas no ano anterior ao de aplicação da oficina, no 1º semestre, durante uma aula demonstrativa lecionada por uma estagiária do curso técnico em Análises Químicas, modalidade pós-médio, do período noturno. Durante essa aula foi explanado os diferentes tipos de ceras e suas composições e os alunos confeccionaram sua própria cera para uso doméstico. Já o conteúdo de bebidas alcóolicas que utilizam o mel em seu preparo era de conhecimento dos alunos, pois três dos estudantes da turma estavam desenvolvendo seus estágios de conclusão do curso nessa área, no mesmo semestre de aplicação desta oficina.

A última questão abordou novamente a presença do tema nas vivências dos alunos, dessa vez indagando sobre possíveis contatos com conteúdos midiáticos relacionados às abelhas. As seguintes respostas foram obtidas, conforme o Gráfico 7 a seguir:



Fonte: Autor (2022).

A grande maioria dos alunos respondeu que já viu alguma matéria jornalística a respeito das abelhas, e a maioria das respostas se concentrou em matérias que abordavam o problema do declínio populacional das abelhas:

Estudante 4 – Sim, nos jornais, sobre a preocupação com a extinção da abelha.

Estudante 8 - Na TV, sobre a morte das abelhas e como isso gera impacto ambiental.

Estudante 12 – Sim, na TV. Vi sobre uma possível extinção das abelhas e os malefícios que viriam caso ocorresse.

Estudante 13 – Sim, já vi que se as abelhas fossem extintas teria mais impacto do que se os seres humanos fossem extintos.

Outras respostas traziam a importância das abelhas e do mel para a sociedade humana, de maneira geral.

As questões 6 e 7 buscam aproximar os conteúdos abordados em sala de aula da realidade e dia a dia do aluno, promovendo através do questionário a relação entre os temas. Isso faz com que ele dê significado ao seu aprendizado, além de despertar seu interesse para assuntos de relevância. Schönfelder e Bogner (2017) também se utilizam dessa aproximação



quando levam os alunos a conhecerem colmeias reais e relacionar com o ensino das Ciências da Natureza.

Esses dados mostram a preocupação das mídias em informar a população em geral sobre os riscos que a diminuição das abelhas pode trazer para a vida humana como conhecemos. O presente trabalho também foi, em parte, motivado por essa preocupação de conscientização, assim como os trabalhos de Anjos (2019), Teixeira (2018), Caires e Barcelos (2017), Pires *et al.* (2016) e Schrodt, Winters e Huddleston (2021).

## 7.2 Questionário da aula experimental

Para realização da aula prática, os alunos foram divididos em três grupos, onde cada um ficou responsável por realizar uma ou duas análises do roteiro experimental disponibilizado, utilizando as seguintes amostras de méis comerciais: Mel Melato, um mel produzido a partir da bracatinga da marca São Braz; o mel Monofloral, produzido a partir da flor maria-mole e adquirido diretamente de um produtor local; e o mel Polifloral, produzido a partir de flores silvestres também da marca São Braz. Além das amostras de méis comerciais, também foram analisadas amostras de amido, da marca Maizena; glicose de milho da marca Karo, e a frutose, glicose, sacarose são reagentes analíticos da marca Sigma-Aldrich. Os demais reagentes analíticos utilizados nos testes são, também, da marca Sigma-Aldrich.

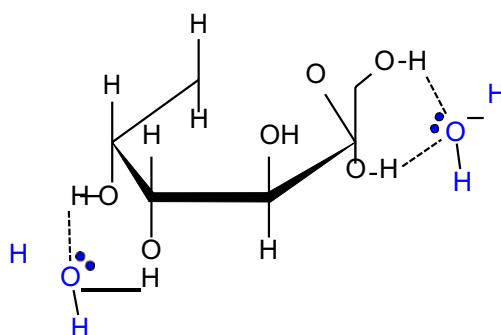
O Grupo 1 ficou responsável pelos testes de solubilidade e do teste reação de Seliwanoff; o Grupo 2 pelas práticas de teste de iodo e pesquisa de corantes; e o Grupo 3, pela prática do teste de Benedict.

### 7.2.1 Teste de solubilidade

Neste experimento, os alunos utilizaram a solubilidade das amostras para identificar quais os carboidratos presentes nessas. Os carboidratos podem se apresentar na forma de monossacarídeos, como a glicose e a frutose; dissacarídeos, como a sacarose; polissacarídeos, como o amido; entre outros. Os monossacarídeos e os dissacarídeos, por apresentarem cadeias carbônicas menores, apresentam uma menor interação intermolecular, o que permite uma alta solubilidade em meio aquoso, devido as interações de ligação de

hidrogênio, entre as moléculas da água e os grupos hidroxila presentes nas moléculas desses carboidratos, como demonstrado na Figura 12 abaixo (NELSON; COX, 2018).

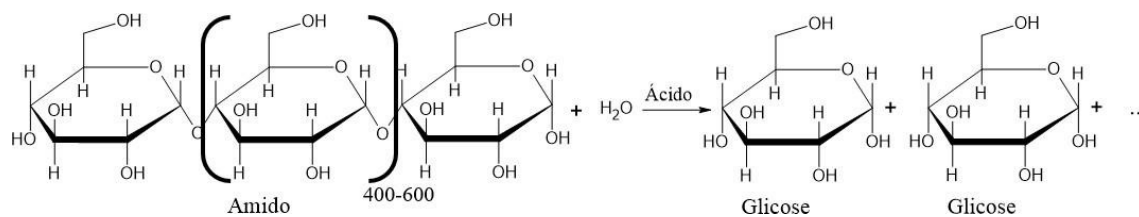
Figura 12 - Solubilização da molécula de frutose em água.



Fonte: Autor (2022).

Já os carboidratos de cadeia mais longa, como os polissacarídeos, apresentam baixa solubilidade na água, pois há pouca disponibilidade dos seus grupos hidroxila, devido às maiores interações intramoleculares e intracadeia, apresentadas nessas cadeias mais longas. Esses carboidratos podem ser solubilizados ao acidificar-se o meio, promovendo a quebra ligação glicosídica (Figura 13), formando monossacarídeos, que por sua vez são solúveis em água (NELSON; COX, 2018).

Figura 13 - Quebra da ligação glicosídica na molécula de amido por acidificação do meio.



Fonte: Autor (2022).

O mel é composto por monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos, com porcentagem de composição variável a depender do tipo de flor de onde o néctar é colhido pelas abelhas (MOREIRA; DE MARIA, 2001). Logo, espera-se que as amostras de méis analisadas sejam quase que completamente solubilizadas em água e água quente, não se solubilizando os polissacarídeos; e completamente solubilizada em ácido sulfúrico 5% a quente. A amostra de amido deve ser insolúvel em água e água quente por ser um

polissacarídeo, mas solúvel em solução de ácido sulfúrico 5% a quente. A frutose, glicose e sacarose devem ser solúveis nos três solventes.

O procedimento (Figura 14) constituiu em adicionar aproximadamente 0,5 g de cada amostra - méis comerciais, sacarose, frutose, glicose e amido - em um tubo de ensaio, adicionar 1 mL do solvente e observar se a amostra foi solubilizada ou não. Esse procedimento foi repetido três vezes. Na primeira vez, o solvente utilizado foi água a temperatura ambiente, e a solubilização da amostra nessa condição indica presença de monossacarídeos e dissacarídeos; na segunda vez, o solvente empregado foi água quente, e a solubilização da amostra indica presença de monossacarídeos e dissacarídeos também; e na terceira vez, uma solução de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) 5% a quente foi utilizada, e a solubilização da amostra indica presença de polissacarídeos (FRANCISCO JR, 2008).

Figura 14 – Preparação do teste de solubilidade.



Fonte: Autor (2022)

Os resultados encontrados pelos alunos encontram-se na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 - Resultados encontrados pelos alunos no teste de solubilidade.

<b>Amostra</b>	<b>Água</b>	<b>Água quente</b>	<b>Ácido sulfúrico 5% a quente</b>
<b>Amido</b>	Insolúvel	Insolúvel	Solúvel
<b>Frutose</b>	Solúvel	Solúvel	Solúvel
<b>Glicose</b>	Solúvel	Solúvel	Solúvel
<b>Karo</b>	Parcialmente Solúvel	Parcialmente Solúvel	Solúvel
<b>Mel Melato</b>	Parcialmente Solúvel	Parcialmente Solúvel	Solúvel
<b>Mel Monofloral</b>	Parcialmente Solúvel	Parcialmente Solúvel	Solúvel
<b>Mel Polifloral</b>	Parcialmente Solúvel	Parcialmente Solúvel	Solúvel
<b>Sacarose</b>	Solúvel	Solúvel	Solúvel

Fonte: Autor (2022).

A partir da tabela acima pode se observar que os alunos obtiveram os resultados esperados no experimento, mostrando que as amostras de méis comerciais analisadas têm em sua composição monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos.

Após o experimento, os estudantes foram convidados a discutir o seguinte questionamento: ‘Por que alguns carboidratos são solúveis em água e outros não?’, ao que o grupo respondeu:

Resposta do grupo - Porque uns são monossacarídeos e outros dissacarídeos, e dissolvem melhor em água do que os polissacarídeos, como o amido.

A resposta elaborada demonstra que os alunos puderam relacionar a solubilidade encontrada com os açúcares presentes no mel, atingindo o objetivo da prática.

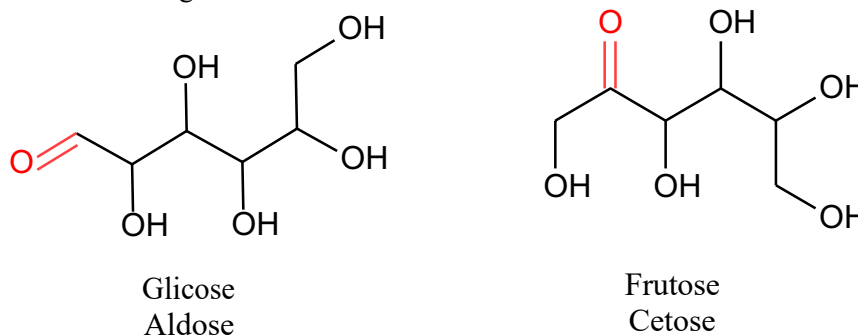
### 7.2.2 Teste de reação de Seliwanoff

O segundo experimento realizado pelo Grupo 1 de alunos teve como objetivo distinguir as aldoses das cetoses através da reação das amostras com o reagente de

Seliwanoff. O reagente de Seliwanoff é uma solução composta por 0,5% de resorcinol ( $C_6H_6O_2$ ) diluído em ácido clorídrico (HCl) 3 mol/L.

Aldoses e cetoses (Figura 15) são unidades funcionais chamadas de polihidroxi aldeídos e polihidroxi cetonas, respectivamente, sendo os monossacarídeos compostos por uma dessas unidades. São cadeias carbônicas saturadas nas quais um dos carbonos da cadeia faz uma ligação dupla com um oxigênio, formando o grupo funcional carbonila e os demais carbonos são ligados a grupos funcionais hidroxila. Quando a carbonila se encontra no fim da cadeia, temos uma aldose (polihidroxi aldeído), do contrário, temos uma cetose (polihidroxi cetona) (NELSON; COX, 2018).

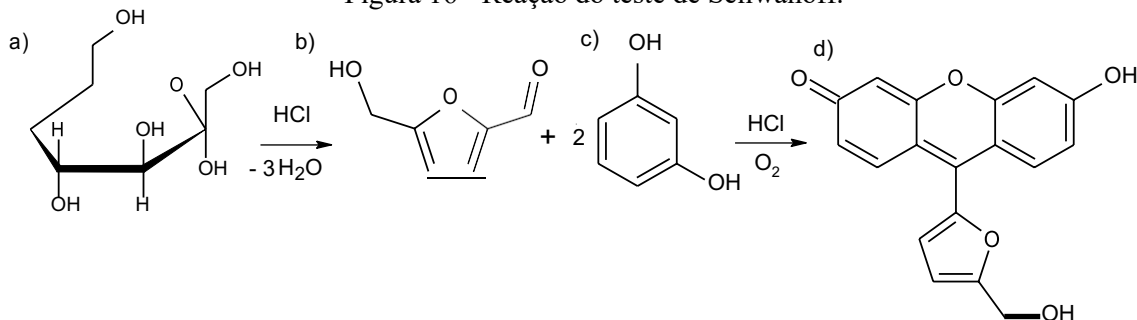
Figura 15 - Unidades funcionais aldose e cetose.



Fonte: Autor (2022).

A reação de Seliwanoff se dá pela desidratação das cetoses (Figura 16-a) e aldoses em meio ácido, sendo a reação do primeiro grupo muito mais rápida que a do segundo, formando um derivado do furfural (Figura 15-b). Esse subproduto se condensa com o resorcinol (Figura 16-c) presente na solução, formando um produto de cor vermelha (Figura 9-d) (NELSON; COX, 2018).

Figura 16 - Reação do teste de Seliwanoff.



Fonte: Autor (2022).

Logo, a coloração vermelha será observada nas amostras que contêm frutose e também nas que contêm sacarose, pois esta sofre hidrólise ácida, liberando glicose e frutose, que por sua vez dá um resultado positivo na reação de Seliwanoff. A glicose, uma aldose, deverá apresentar, após algum tempo de aquecimento, uma cor levemente rosada, pois a reação de desidratação e condensação com o resorcinol é mais lenta do que as com cetoses, mas ainda acontece (NELSON; COX, 2018).

O procedimento consistiu em, inicialmente, diluir uma espátula de cada amostra em 200 mL de água, depois adicionar 0,2 mL das amostras previamente dissolvidas em água nos tubos de ensaio. Um tubo de ensaio continha apenas 0,2 mL de água destilada e foi utilizado como branco. Em todos os tubos foi adicionado 0,8 mL do reagente de Seliwanoff. Após, as amostras foram levadas ao aquecimento em banho-maria fervente por três minutos, exceto as amostras de glicose e de amido, que permaneceram pelo dobro do tempo (FRANCISCO JR, 2008). Na Tabela 4 e na Figura 17 encontram-se os resultados obtidos pelos alunos no experimento:

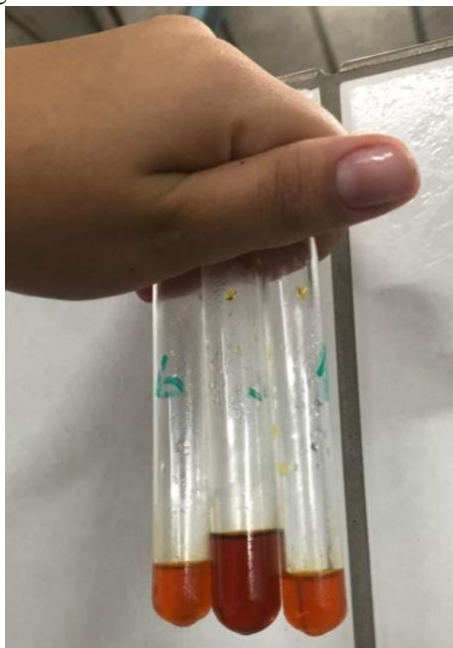
Tabela 4 - Resultados encontrados pelos alunos para o teste de Seliwanoff.

<b>Amostra</b>	<b>Cor observada</b>
Amido	Incolor
Frutose	Vermelho Intenso
Glicose	Incolor
Karo	Vermelho Claro
Mel Melato	Vermelho
Mel Monofloral	Vermelho
Mel Polifloral	Vermelho
Sacarose	Vermelho Intenso

Fonte: Autor (2022).

Os resultados obtidos condizem com o esperado em sua maioria. Somente as amostras de amido, um polissacarídeo de glicose, e a glicose deveriam ter apresentado uma coloração rosada, mas não apresentaram.

Figura 17 - Resultado do teste de Seliwanoff.



Fonte: Autor (2022).

Após a realização do experimento, os alunos responderam aos seguintes questionamentos: 1) Qual(is) o(s) açúcar(es) presente(s) no mel de abelha? e 2) Qual a diferença estrutural entre cetoses e aldoses? As respostas dadas por eles foram:

Questão 1 – Frutose e glicose.

Questão 2 – Na cetose contém a função cetona e na aldose, o aldeído. Ambas são açúcares de fórmula  $C_6H_{12}O_6$ .

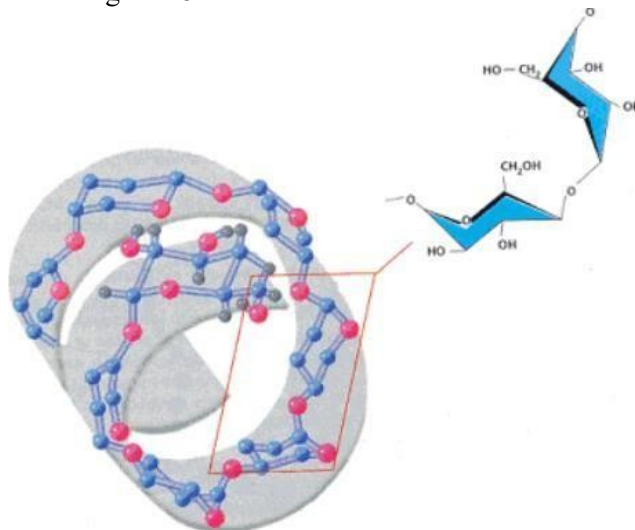
Esses dados indicam que os alunos aprenderam com o experimento sobre a composição dos açúcares do mel e foram capazes de diferenciá-los pelas suas funções orgânicas.

### 7.2.3 Teste do Iodo

Nesta prática experimental, os alunos realizaram uma pesquisa de polissacarídeos através do teste com iodo. Para esse teste foi utilizado uma solução de lugol ou tintura de iodo, onde a presença de íons iodeto promove a complexação de cadeias de  $I_3$  (ânion tri-iodeto) no interior da estrutura helicoidal que as cadeias de glicose (Figura 18) assumem, em especial na molécula da amilose presente no amido. Esse complexo apresenta uma cor azul,

sendo possível identificar alguns polissacarídeos, em especial o amido, com o aparecimento dessa cor ao se utilizar a solução de lugol em uma amostra (NELSON; COX, 2018).

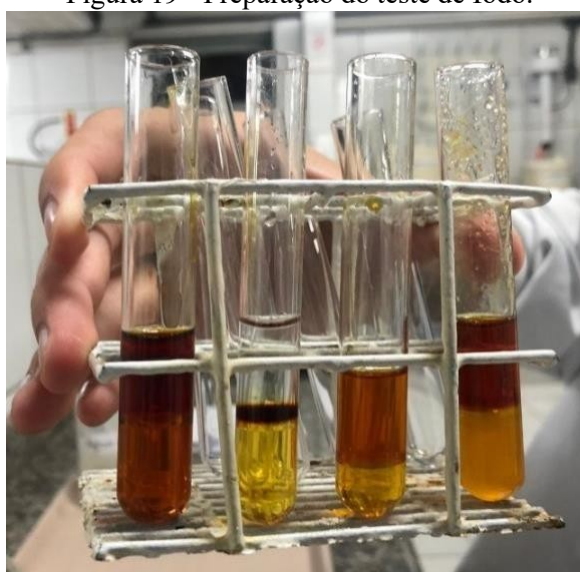
Figura 18 - Estrutura helicoidal da amilose.



Fonte: Bobbio e Bobbio (2003).

Nesta prática foram utilizadas somente as amostras de méis comerciais. Essa consistiu em, inicialmente, diluir uma espátula de cada amostra em 200 mL de água, depois adicionar 2 mL de cada amostra previamente solubilizada em tubos de ensaio distintos, adicionar 5 gotas de solução de lugol, 5 gotas de solução de hidróxido de sódio a 1 mol/L e 5 gotas de ácido clorídrico concentrado (FRANCISCO JR, 2008).

Figura 19 - Preparação do teste de Iodo.



Fonte: Autor (2022).



Espera-se que os méis testem positivo no teste de iodo, pois apresentam polissacarídeos em sua composição, mas não necessariamente apresentando cor azul intensa característica do amido. O parágrafo abaixo traz a descrição dos resultados pelos alunos:

“Os méis ficaram bifásicos, sendo que o Karo ficou com precipitado na fase líquida. Os líquidos ficaram turvos e homogêneos”

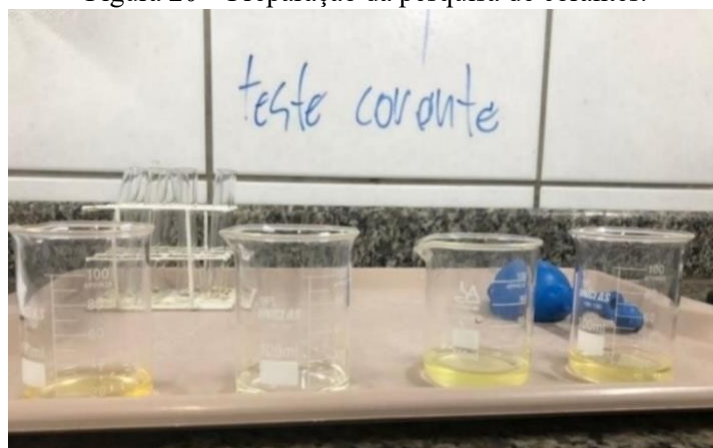
Pode-se inferir pela descrição dada no parágrafo acima que houve presença de cor, descrita como um turvamento pelos alunos, pois a cor do mel interferiu na observação da cor azul do teste. Logo, os resultados encontrados ficaram dentro do esperado.

#### 7.2.4 Pesquisa de corantes

O mel pode apresentar diferentes características, físico-químicas ou organolépticas, a depender da maneira como é produzido. Isso dificulta a identificação de possíveis adulterações, sendo a adição de corantes uma delas. A instrução normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000 (BRASIL, 2000) traz a metodologia de análise para corantes que foi realizada na parte experimental da oficina. Como resultados esperados tem-se a ausência de corantes.

Nesta prática foram utilizadas somente as amostras de méis comerciais. O procedimento (Figura 20) consistiu em pesar 1g de cada amostra de mel comercial em tubos de ensaio, dissolver essas amostras em 10 mL de água destilada, adicionar cerca de 2 mL de solução de ácido sulfúrico a 5% e observar a presença de coloração adversa no líquido. Os resultados encontrados pelos alunos durante a prática se encontram na Tabela 5, sendo todos condizentes com os resultados esperados (BRASIL, 2000).

Figura 20 – Preparação da pesquisa de corantes.



Fonte: Autor (2022).

Tabela 5 – Resultados encontrados pelos alunos para a pesquisa de corantes.

Amostra	Cor antes da solubilização	Cor após a solubilização acidificada	Resultado
<b>Karo</b>	Caramelo escuro	Caramelo claro	Negativo
<b>Mel Melato</b>	Caramelo	Caramelo claro	Negativo
<b>Mel Monoflora</b>	Caramelo	Caramelo claro	Negativo
<b>Mel Polifloral</b>	Caramelo	Caramelo claro	Negativo

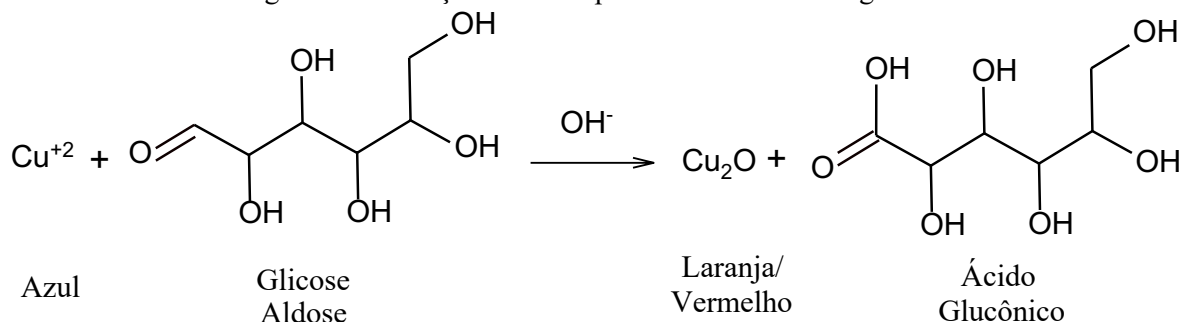
Fonte: Autor (2022).

### 7.2.5 Teste de Benedict

Também chamado de pesquisa de açúcares redutores, o teste de Benedict explora a capacidade redutora da carbonila em meio alcalino. As carbonilas presentes nas extremidades das cadeias dos monossacarídeos, como a frutose e a glicose, reduzem os íons  $\text{Cu}^{2+}$  presentes no reagente de Benedict a íons  $\text{Cu}^+$ , sendo esse o agente oxidante. Nisso, a frutose ou a glicose sofrem oxidação nesse processo, transformando-se em ácido glucônico e sendo o agente redutor.

Os íons  $\text{Cu}^{2+}$  tem coloração azul vívida; já os íons  $\text{Cu}^+$ , formados após a reação e presentes no composto  $\text{Cu}_2\text{O}$ , possui cor laranja-avermelhada. A reação está representada na Figura 21: (NELSON; COX, 2018).

Figura 21 - Redução do cobre pela carbonila de uma glicose.



Fonte: Autor (2022).

Como no mel há presença desses açúcares redutores, espera-se um resultado positivo - aparecimento da cor laranja-avermelhada – para essas amostras, assim como para as amostras de glicose e frutose; e para as demais amostras, um resultado negativo.

A prática iniciou-se com o preparo das duas soluções que compõem o reagente de Benedict. A solução A foi preparada a partir de citrato de sódio e carbonato de sódio solubilizados em água destilada quente. Essa solução impede a formação de  $\text{CuO}$ , que tem cor preta, na reação, o que mascararia o resultado do teste. A solução B é uma solução de sulfato de cobre a 17,3%. O reagente de Benedict é a mistura dessas duas soluções (FRANCISCO JR, 2008).

A seguir, os alunos diluíram uma espátula de cada amostra em 200 mL de água e adicionaram 1 mL dessas soluções em cada tubo de ensaio (Figura 22). Em outro tubo, adicionaram 1 mL de água destilada como branco. Após, adicionaram nos tubos 2 mL do reagente de Benedict. Esses tubos então foram aquecidos em banho-maria fervente por 5 minutos e depois resfriados. Os resultados encontrados pelos estudantes estão na Tabela 6 e na Figura 23.

Figura 22 - Preparação para a reação de Benedict.



Fonte: Autor (2022).

Tabela 6 - Resultados encontrados pelos anos no teste de Benedict.

<b>Amostra</b>	<b>Resultado da Reação</b>
<b>Amido</b>	Duas fases azul-esverdeadas
<b>Frutose</b>	Laranja
<b>Glicose</b>	Marrom-alaranjado
<b>Karo</b>	Marrom-alaranjado
<b>Mel Melato</b>	Marrom escuro
<b>Mel Monofloral</b>	Marrom-alaranjado
<b>Mel Polifloral</b>	Marrom
<b>Sacarose</b>	Verde-turvo

Fonte: Autor (2022).

Grupo 3 – Todos os monossacarídeos reagiram, se tornando mais avermelhados, porém dissacarídeos não reagiram da mesma maneira, como na sacarose onde praticamente não houve alteração significativa e no amido, onde formaram-se duas fases, ambas de cor azulada.

Figura 23 - Resultado do teste de Benedict.



Fonte: Autor (2022).

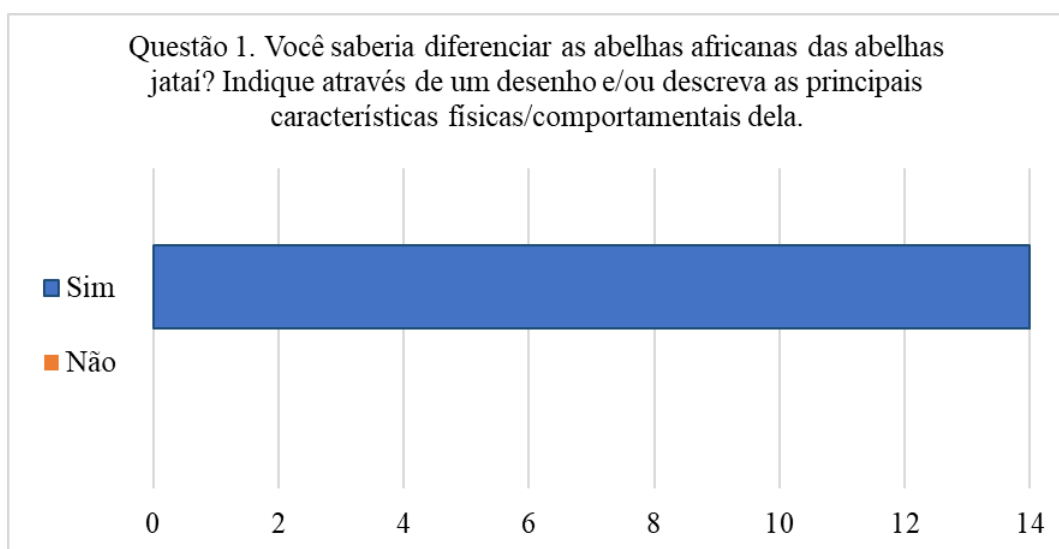
A partir dos dados acima, pode-se inferir que os alunos foram capazes de correlacionar os resultados experimentais com as características dos açúcares presentes no mel, identificando a presença dos monossacarídeos em sua composição através do aparecimento da cor laranja-avermelhada, descrita por eles como marrom nas amostras de méis, e assim tendo êxito em atingir o objetivo do experimento.

### 7.3 Questionário final

O questionário final foi aplicado no fim da oficina temática, de modo a avaliar se houve reapropriação dos conteúdos de Química e se os alunos passaram a conhecer mais sobre as abelhas e seus papéis dentro da ecologia e da sociedade humana.

A primeira questão versou sobre as diferenças entre a abelha africana, mais comum no território brasileiro, e a abelha jataí, uma espécie que não apresenta ferrão. As respostas dadas pelos estudantes estão no Gráfico 8 a seguir:

Gráfico 8 – Respostas da Questão 1 do Questionário Final.

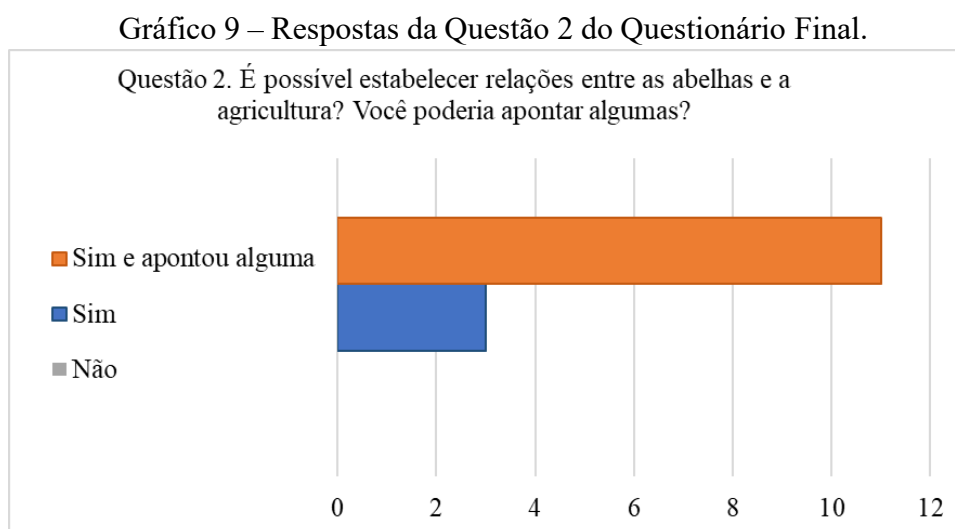


Fonte: Autor (2022).

Todos os alunos responderam de maneira satisfatória a questão, demonstrando serem capazes, após a aplicação da oficina, de identificar diferentes espécies de abelhas, bem como caracterizá-las. Houve aqui um contraste com a questão 1 do questionário inicial, que também abordava a questão da diferenciação das espécies de abelhas, em que somente dez alunos souberam dar as características de uma abelha comum e somente três sabiam citar

outras espécies além da africana. Essa comparação permite dizer que a oficina proporcionou um aprendizado satisfatório quanto a apresentar e caracterizar essas espécies de abelha para esses alunos.

As questões 2, 3 e 4 do questionário final são idênticas as questões 3, 4 e 5 do questionário inicial, respectivamente, podendo então ser feita a comparação entre as respostas obtidas e análise se a oficina temática atingiu seus objetivos didáticos. As respostas dadas a questão 2 estão no Gráfico 9 a seguir:



Fonte: Autor (2022).

Comparando com as respostas do questionário inicial, agora nenhum aluno alegou não saber se havia relação entre as abelhas e a agricultura, e o número de alunos que apontou alguma relação subiu de oito para onze. Pode-se observar as respostas dadas pelos estudantes que não haviam respondido essa questão no questionário inicial:

Estudante 7 – Sim, as abelhas são muito importantes para a polinização assim ajudando na reprodução de alimentos.

Estudante 8 – Sim, como a geração de alimentos.

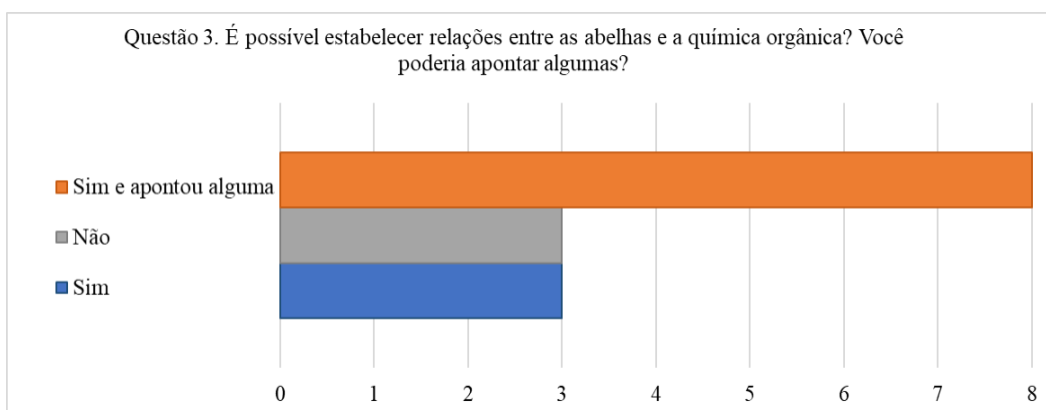
Estudante 9 – Sim, como exemplo a polinização, acontece uma melhor desenvoltura do fruto.

As respostas dadas revelam que agora os alunos conseguem correlacionar a produção de alimentos com as abelhas, revelando sua verdadeira importância para agricultura,

expondo o êxito da oficina temática em estabelecer essa relação e conscientizar os alunos para a seriedade do papel das abelhas.

O Gráfico 10 abaixo traz as respostas para a pergunta 3 e 4, que versavam sobre a relação entre a Química Orgânica, as abelhas e o mel:

Gráfico 10 – Respostas da Questão 3 do Questionário Final.



Fonte: Autor (2022).

Analisando os dados, o número de alunos capaz de apontar uma relação entre o conteúdo de Química Orgânica e as abelhas dobrou após o término da oficina, reforçando as oficinas temáticas como ferramentas didáticas que facilitam o processo de aprendizagem ao relacionar os conteúdos com temas inseridos no contexto de vida dos alunos. A seguir algumas respostas dadas pelos estudantes demonstram como esses construíram conhecimento a partir do exposto na oficina:

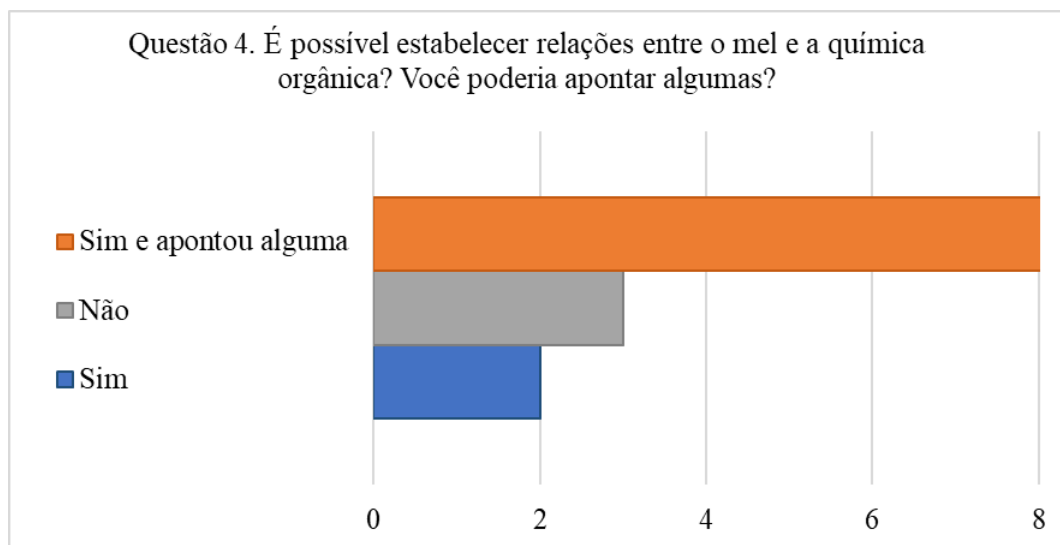
Estudante 4 – Sim, as abelhas têm uma substância chamada feromônio que é uma substância química.

Estudante 8 – Sim, os feromônios para guiar e de alarme são compostos orgânicos.

Estudante 11 – Sim, 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.

Dentro da mesma abordagem, o Gráfico 11 traz as respostas para a questão 4 que tratava sobre a relação entre a Química Orgânica e o mel em específico:

Gráfico 11 – Respostas da Questão 4 do Questionário Final.



Fonte: Autor (2022).

Enquanto o número de alunos que tinha conhecimento da relação entre o mel e a Química Orgânica se manteve, o número dos que souberam citar as relações possíveis quadruplicou após a aplicação da oficina. A partir das respostas exemplo a seguir, pode-se observar que os alunos tiveram sucesso em relacionar os conteúdos com o tema abelhas, resignificando seu aprendizado:

Estudante 2 – Sim, o mel possui propriedades químicas chamadas de carboidratos que constitui o mel, com a sacarose um dissacarídeo e de glicose, frutose e outras vitaminas.

Estudante 4 – Sim, pois no mel há funções orgânicas e açúcares.

Estudante 11 – Mel tem a sua formação a partir da quebra da sacarose e formando glicose e frutose.

A questão 5 repetiu uma pergunta do questionário inicial que questionava se o aluno conhecia outras aplicações do mel além do consumo *in natura*. O padrão das respostas se manteve o mesmo que as do questionário inicial, com a diferença de que somente um aluno deixou de responder. As novas respostas são dadas a seguir:

Estudante 2 – Importante na alimentação, produção de cosméticos e remédios, entre outros. Obs: Bebidas alcóolicas: hidromel.

Estudante 6 – Bebidas fermentadas, conservante, etc...



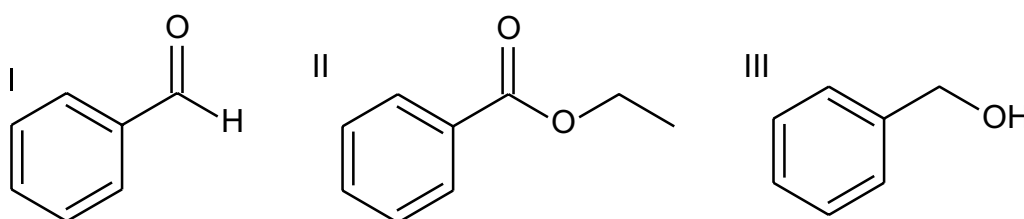
Essa primeira parte do questionário final, que pode ser correlacionada como o questionário inicial, mostra o desenvolvimento e evolução de aprendizagem dos alunos com respeito ao tema abelhas, após a aplicação da oficina temática. Os dados demonstram que, quanto à conscientização sobre a importância das abelhas, suas diferentes espécies, sua relação e do mel com a Química, os estudantes apropriaram-se do conhecimento, validando a metodologia da oficina temática.

Resultados similares foram relatados por Lianda e Joyce (2018), Mildenhall, Sherriff e Cowie (2021) e Martini (2011), que fizeram uso de ferramentas pedagógicas diferenciadas, como a ABP, jogos educacionais e oficina temática, respectivamente, para melhorar a compreensão de diferentes conteúdos relacionados ao ensino das ciências.

As três últimas questões do questionário final buscaram avaliar se os conhecimentos de Química Orgânica foram retomados pelos alunos através da oficina temática, reforçando-os ao correlacioná-los com o tema “abelhas” e, portanto, serão analisadas em conjunto.

A questão 6, extraída do vestibular de 1998 da Universidade Federal do Rio de Janeiro, questionava a respeito de substâncias presentes no própolis e apresentava as estruturas de algumas delas (Figura 24), pedindo aos alunos que identificassem as funções orgânicas presentes:

Figura 24 - Estruturas apresentadas na Questão 6 do Questionário Final.

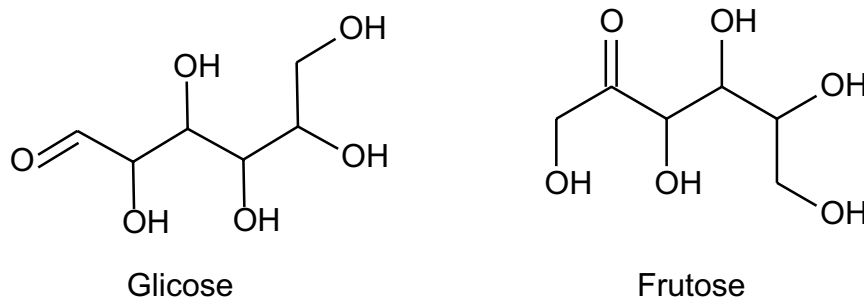


Fonte: Autor (2022).

As respostas esperadas seriam: I – função aldeído; II – função éster e III – função álcool (FELTRE, 2011). Somente cinco alunos (35,7%) responderam corretamente todas as alternativas, quatro alunos (28,6%) não responderam corretamente nenhuma das alternativas e o restante respondeu parcialmente correto (5 alunos – 35,7%). Dentre as respostas incorretas, as com mais frequência foram ‘álcool’ para a alternativa I, ‘carboxila’ para a alternativa II e ‘cetona’ para alternativa III, o que revela certa confusão por parte dos alunos em distinguir função orgânica e grupo funcional e erros decorrentes de desatenção, por não observar a posição do grupo funcional, por exemplo.

A questão 7, adaptada do vestibular de 2008 da UFPEL, trata dos açúcares que compõem o mel, pedindo aos alunos, novamente, que identificassem os grupos funcionais e as funções que eles representam, nas moléculas representadas na Figura 25 abaixo:

Figura 25 - Estrutura dos açúcares presentes no mel abordadas na Questão 7 do Questionário Final.

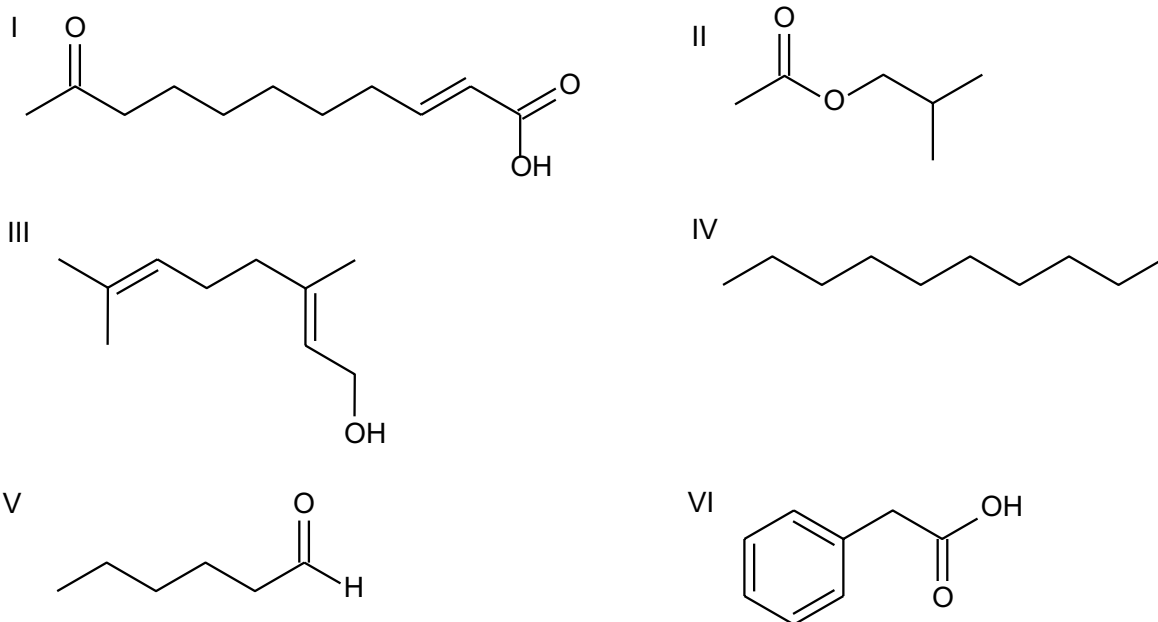


Fonte: Autor (2022).

As respostas esperadas, segundo consultado na literatura (FELTRE, 2011), para os grupos funcionais seriam a hidroxila e a carbonila. Para as funções, na glicose seriam as funções, aldeído e álcool; e para a frutose, as funções cetona e álcool. A questão é de múltipla escolha, sendo a alternativa correta a “b”. Nove alunos (64,3%) responderam incorretamente e somente cinco (35,7%) corretamente. Ao analisar as respostas incorretas, observa-se que houve confusão entre os grupos funcionais carbonila e carboxila, representada na alternativa “c”; e entre a função álcool com fenol e ácido carboxílico, representada na alternativa “a”.

A última questão, número 8, adaptou uma questão do vestibular de 1998 do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), que trazia as fórmulas estruturais de feromônios de diferentes insetos, incluindo as abelhas; e pedia que o aluno identificasse as funções orgânicas presentes em cada um. A Figura 26 a seguir traz as fórmulas estruturais dos feromônios abordados:

Figura 26 - Fórmula estrutural dos feromônios abordados na Questão 8 do Questionário Final.



Fonte: Autor (2022).

As respostas esperadas eram: I – cetona e ácido carboxílico; II – éster; III – álcool; IV – hidrocarboneto; V – aldeído; e VI – ácido carboxílico (FELTRE, 2011). Mas somente um aluno (7,1%) conseguiu responder todas as funções corretamente. As repostas incorretas seguiram o mesmo padrão das apresentadas na questão 6, havendo confusão entre função orgânica e grupo funcional, posição do grupo funcional na cadeia carbônica e troca dos nomes das funções orgânicas que apresentam o mesmo grupo funcional.

Analisando de maneira conjuntas as questões 6, 7 e 8, observa-se que a maioria dos estudantes não conseguiu responder corretamente as perguntas que abordaram o conteúdo de Química Orgânica resgatado e contextualizado pela oficina temática. Como não houve perguntas no questionário inicial que abordassem esse conteúdo, não há como comparar se a oficina melhorou ou não o entendimento desse assunto por parte dos alunos.

Os sujeitos que participaram da oficina temática sobre a composição dos alimentos, desenvolvida por Pazinato e Braibante (2014), também apresentaram dificuldades na identificação de algumas funções orgânicas, em especial em moléculas polifuncionais. Os estudantes não foram capazes de distinguir funções com o mesmo grupo funcional, como cetona e aldeído, bem como identificar grupos funcionais compostos, como ácido carboxílico e éster.

De maneira geral, os dados revelaram que, no conteúdo específico de funções orgânicas, dentro do escopo das questões apresentadas no questionário final, o desempenho dos alunos não foi satisfatório, indicando uma defasagem nas aulas regulares de Química Orgânica que estão sendo ministradas na escola. Ainda, esse resultado pode ter relação com o tempo em que os alunos passaram em ensino totalmente remoto, no ano de 2020, e parcialmente remoto, em 2021. A seguir mais considerações serão feitas a respeito.

### 7.3.1 O ensino remoto na pandemia da Covid-19

Tendo em vista que a turma participante da oficina temática cursou o primeiro e segundo ano do ensino médio remotamente, cabe abordar alguns aspectos do impacto que isso pode ter causado na aprendizagem.

Através da promulgação da Lei 14.040/2020, o ensino remoto emergencial (ERE) foi implementado, forçando os processos didáticos a passarem por uma transformação muito rápida, nunca antes vista nessa escala. Muitos professores tiveram o desafio de voltar ao papel de aluno e aprender a se apropriar das ferramentas digitais, na busca por oferecer aulas e material didático aos seus alunos. Assim como muitas famílias se viram obrigadas a se adaptarem e adquirirem recursos não previstos para que seus filhos pudessem ter acesso ao estudo, e para outras isso não foi possível, acrescentando mais uma camada de dificuldade de acesso ao ensino para esses estudantes (COSTA *et al.*, 2021).

Por se tratarem de conceitos abstratos, os conteúdos da Química já encontram obstáculos nos métodos tradicionais de ensino-aprendizagem. Com o ERE, esses obstáculos se tornaram mais significativos, pois as dificuldades de interação entre professor e aluno e entre alunos, ocasionadas por fatores socioeconômicos, comportamentais, estruturais, entre outros, retiraram uma das camadas do processo didático que ocorria no espaço da sala de aula. Isso foi relatado por professores da rede de ensino pública e privada em uma pesquisa realizada por Rondini, Pedro e Duarte (2020).

Quanto aos desafios encontrados pelos alunos, podem ser citadas diferentes classes. Há a questão psicológica, relacionada ao convívio com a morte e a doença em conjunto com o distanciamento social, podem ter provocado diversas alterações nos estudantes. Há também a questão da infraestrutura, já que muitos alunos não tem acesso a um computador ou conexão com a internet de qualidade, ou mesmo um espaço dentro de sua moradia em que possa se dedicar ao estudo. Cabe ressaltar que tais condições se agravam quando se fala

em comunidades rurais e indígenas, por exemplo (SANTOS; ZABOROSKI, 2020; COSTA *et al.*, 2021).

Pode-se falar também das oportunidades encontradas em meio às dificuldades do ERE, como a apropriação de ferramentas digitais pelos professores em busca de maior engajamento e incentivo a aprendizagem dos conteúdos (COSTA *et al.*, 2021; RODRIGUES *et al.*, 2021) e desenvolvimento de didáticas diferenciadas, que utilizam as ferramentas digitais em conjunto com didáticas tradicionais, buscando o melhor dos dois mundos (COSTA *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2021).

#### 7.4 Avaliação da oficina e motivação dos alunos

A primeira parte do questionário denominada “Avaliação da oficina didática e de sua própria aprendizagem” contava com afirmações que buscavam avaliar a percepção do aluno a respeito de seu próprio desenvolvimento ao longo da oficina temática. Na Tabela 7 encontram-se as afirmações e os valores dos RM’s calculados:

Tabela 7 - RM das afirmações da primeira parte do questionário ‘Avaliação da oficina didática e de sua própria aprendizagem’.

Afirmações	RM
1. O trabalho contribuiu para o desenvolvimento dos meus conhecimentos a respeito das abelhas	5,0
2. O trabalho contribuiu para o desenvolvimento dos meus conhecimentos a respeito do mel	5,0
3. O trabalho contribuiu para o desenvolvimento dos meus conhecimentos a respeito da Química Orgânica	4,5

Fonte: Autor (2022).

Segundo a análise de dados pela escala Likert (1932), quanto mais próximos os valores de 5, maior a concordância com a afirmação pelos alunos. Observa-se, então, que devido ao alto grau de concordância com as afirmações propostas, os estudantes acreditam que a oficina temática melhorou sua compreensão e ressignificou o conteúdo de Química Orgânica para eles, além de trazer novo conhecimento a respeito das abelhas e do mel e relacioná-los com o conteúdo de Química.

Opiniões similares foram encontradas nos alunos do 3º ano do ensino médio investigados por Pazinato (2012) quando este aplicou uma oficina temática abordando o tema ‘Alimentos’, onde na conclusão da oficina estes afirmaram ter retomado os conteúdos de Química através da oficina. Anjos (2019) ao aplicar uma oficina temática com o tema “abelhas” também encontrou, ao fim de sua pesquisa, que os estudantes do 5º ano do ensino fundamental tiveram sucesso em compreender a importância das abelhas, bem como aprofundaram seu conhecimento nas práticas científicas das Ciências da Natureza.

Ao mesmo tempo, um RM menor foi obtido na questão 3, que se referia ao aprendizado da Química Orgânica. Esse resultado pode estar associado à dificuldade que os estudantes tiveram em responder as perguntas 6-8 do questionário final. Conforme discutido anteriormente, a maioria dos estudantes não conseguiu responder corretamente tais questões.

A segunda parte do questionário, intitulada ‘Avaliação motivacional’, teve como objetivo identificar o perfil motivacional da turma segundo a TDA. A Tabela 8 apresenta os resultados dos RM’s e Média Motivacional obtidos:

Tabela 8 – RM e Média Motivacional das afirmações da segunda parte do questionário ‘Avaliação motivacional’.

<b>Perfil Motivacional</b>	<b>Nº da Afirmação</b>	<b>RM</b>	<b>Média Motivacional</b>
<b>Desmotivação</b>	4	1	<b>1,47</b>
	8	1,07	
	11	1,07	
	13	2,73	
<b>Motivação Extrínseca</b>	5	3,43	<b>2,86</b>
	7	2,54	
	10	2,64	
	15	2,82	
<b>Motivação Intrínseca</b>	6	4,71	<b>4,55</b>
	9	4,57	
	12	4,82	
	14	4,09	

Fonte: Autor (2022).

As maiores concordâncias encontradas foram com as afirmações que revelam uma motivação Intrínseca, tendo média do perfil motivacional de 4,55. Isso mostra que os sujeitos buscam entender os conceitos da Química por vontade própria, sem a necessidade de estímulos externos, como notas ou posição no mercado de trabalho. A motivação para o aprendizado da Química pareceu se estender também para a participação na oficina temática e para expansão do conhecimento sobre as abelhas.

Esses valores divergem dos encontrados em outras pesquisas também baseadas na TDA (DIAS, 2021; CALLEGARI, 2021; SEVERO, 2014; FAITANINI, 2018), onde, para todas as pesquisas, a maioria dos alunos apresentavam motivações extrínsecas. Isso pode ser explicado pelo fato da turma pesquisada neste trabalho pertencer ao ensino médio integrado ao ensino profissionalizante. Nesse contexto educacional, os alunos têm mais disciplinas com conteúdo de Química ao longo da trajetória educacional. Também têm mais oportunidades de aprofundar seus conhecimentos através de atividades experimentais múltiplas, e em uma escola bem estruturada. Essa realidade é distinta daquela observada nos trabalhos acima citados. Por fim, os sujeitos da presente investigação são estudantes do último ano, o que pode dar a eles uma visão diferente sobre a aprendizagem da Química.

Como segundo valor de média motivacional de 2,86, tem-se a motivação Extrínseca, um perfil mais comum segundo as pesquisas citadas anteriormente. Severo (2014) discorre sobre alguns fatores externos, como as condições estruturais e familiares do aluno, perfil do professor, vontade de passar de ano ou passar no vestibular, que afetam a motivação dos alunos, o que pode os impedir de alcançar a motivação Intrínseca.

As menores médias pertencerem ao perfil de Desmotivação concordando com as pesquisas citadas anteriormente, como, por exemplo, a de Faitanini (2018), que encontrou valor de média motivacional de 1,47 para a Desmotivação. Esses resultados revelam que os alunos entendem a importância do ensino da Química e querem se apropriar desse conteúdo.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação descrita neste documento foi realizada com alunos do 3º ano do curso técnico em Análises Químicas de uma escola de EMIEP da rede estadual de Santa Catarina. Buscando uma forma de superar obstáculos enfrentados no ensino e na aprendizagem da Química, foi elaborada e aplicada uma oficina temática denominada “A Química das Abelhas”, de forma a contextualizar o conteúdo de Química Orgânica utilizando a sociedade das abelhas, bem como a composição e a produção do mel. A pergunta de pesquisa foi a seguinte: “Como a utilização da temática ‘A Química das Abelhas’ pode melhorar a aprendizagem da Química, em especial da Química Orgânica, desenvolver o pensamento crítico e a motivação dos alunos do ensino médio?”.

A oficina discorreu em três momentos pedagógicos. No momento inicial, buscou-se avaliar o conhecimento prévio dos alunos a respeito das abelhas. Esse diagnóstico revelou que os alunos tinham um conhecimento raso sobre esses insetos e seu papel no ecossistema. A maioria dos alunos não tinha conhecimento das diferentes espécies, nem do papel da polinização desempenhado por elas na agricultura. Além disso, não souberam correlacionar os conteúdos de Química Orgânica com as abelhas. Nesse momento inicial, também foi possível perceber a presença do mel e das abelhas no cotidiano dos alunos, onde a maioria relatou conhecer diversas aplicações para o mel, como em medicamentos e cosméticos; e ter visto algum conteúdo informativo, na TV ou internet, sobre o papel das abelhas ecossistema terrestre, apesar da maioria não fazer consumo do mel *in natura*.

No segundo momento, através de uma aula expositiva com *slides*, foi apresentado aos estudantes o modo de vida das abelhas, bem como sua importância para a vida humana. Com a exposição de moléculas orgânicas relacionadas à composição do mel e à organização social das abelhas ao longo da apresentação, foi realizada uma revisão sobre as funções orgânicas, conteúdo que já havia sido estudado pela turma ao longo do ano de 2022. O professor e os alunos interagiram e houve discussões sobre o papel das abelhas no ecossistema e como elas se relacionam com a Química.

No terceiro momento da oficina temática, os alunos realizaram experimentos para caracterizar o mel produzido pelas abelhas, abordando novamente conteúdos de Química Orgânica, como as funções orgânicas e os carboidratos. De maneira geral, os estudantes tiveram êxito nas práticas, chegando aos resultados esperados e sendo, ao final, capazes de relacionar os diferentes açúcares presentes no mel, bem como suas características químicas.



Após esses três momentos, os alunos responderam um questionário final, que avaliou o conhecimento adquirido pelos alunos durante a oficina temática, a respeito das abelhas, do mel e de suas relações com a Química Orgânica, repetindo algumas perguntas do momento inicial e trazendo questões sobre a Química Orgânica relacionada às abelhas. Os resultados demonstraram que houve uma apropriação do conhecimento sobre as diferentes espécies de abelhas e suas características, sua importância para a agricultura e o meio ambiente, indo além da produção do mel. Os alunos demonstraram entender que os feromônios, o processo de produção do mel e o mel em si são constituídos por moléculas químicas e podem ser estudados por meio da Química Orgânica.

Esse questionário trouxe também questões de vestibular que abordavam os compostos químicos presentes no mel e nas abelhas e faziam correlação com as funções orgânicas presentes neles. Os resultados encontrados não foram satisfatórios, onde a maioria dos alunos não soube responder as perguntas. Isso pode ser relacionado ao próprio motivador dessa pesquisa, à estrutura do ensino tradicional da Química, bem como ao ensino remoto emergencial experienciado pelos alunos no 1º e 2º anos do ensino médio, durante a pandemia da Covid-19, que pode ter criado uma defasagem no seu aprendizado.

Ao final da oficina, os alunos foram avaliados a respeito de sua motivação para o aprendizado da Química. Os resultados indicaram que a motivação Intrínseca representa os sujeitos da investigação. Além disso, na percepção da turma, a oficina temática contribuiu para o aprendizado a respeito das abelhas, do mel e da Química Orgânica.

Ao fim dessa pesquisa, pode-se observar que a oficina temática trouxe contribuições relevantes para a aprendizagem dos estudantes, reforçando a importância da contextualização, da multidisciplinaridade e da significação dos conteúdos escolares para o ensino da Química e das Ciências da Natureza. Espera-se que essa pesquisa sirva como exemplo e base para outros professores que buscam também enriquecer sua sala de aula e transpor os obstáculos do ensino e da aprendizagem da Química.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E. C. S.; SILVA, M. F.C.; LIMA, J. P.; SILVA, M. L.; BRAGA, C. F.; BRASILINO, M. G. A. **Contextualização do ensino de química: motivando alunos de ensino médio.** In: Encontro de Extensão, 10, 2008, João Pessoa, p. 9.

ANJOS, L. F. R. **O desaparecimento das abelhas: uma temática para o ensino de ciências.** Dissertação de Mestrado da Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

ARAÚJO, U. F. **Temas transversais e a estratégia de projetos.** São Paulo: Editora Moderna, 2003.

BALL, D. W. The chemical composition of honey. **Journal of Chemical Education**, Cleveland, v. 84, n. 10, p. 1643-1646, out/2007. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/231267643\\_The\\_Chemical\\_Composition\\_of\\_Honey#:~:text=Honey%20is%20particularly%20rich%20in,sugars%20\(Ball%2C%202007\)%20.>](https://www.researchgate.net/publication/231267643_The_Chemical_Composition_of_Honey#:~:text=Honey%20is%20particularly%20rich%20in,sugars%20(Ball%2C%202007)%20.>). Acessado em: 15 mar. 2022.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** 1 ed. São Paulo, Editora Edições 70, 2015.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos.** 3. ed. São Paulo: Varela, 2003. 238p

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000:** Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018.

BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S.; ROCHA, T. R. da; FRIEDRICH, L. da S.; NARDY, F. C. A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar químico e histórico: uma abordagem interdisciplinar. **Revista Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 3-10, 2013.

CALLEGARI, M. A. **Kahoot! nas Aulas de Química:** um estudo sobre a influência motivadora do jogo na perspectiva da Teoria da Autodeterminação. Dissertação de Mestrado para Universidade Estadual de São Paulo. São Paulo, 2021.

COSTA, C. R.; PEREIRA, B. C.; BARBOZA, L. C.; ALVES, E. R. Uma proposta de atividade prática virtual para licenciandos em Química. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, XIII, 2021. **Anais**, Campina Grande: Editora Realize, 2021.

COSTA, J. A.; MACHADO, D. C. P.; COSTA, T. A.; ARAÚJO, F. C.; NUNES, J. C.; COSTA, H. T. S. Dificuldades enfrentadas durante o ensino remoto. **Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, Rio Largo, vol. 1, p. 80-85, 2021. Disponível em: <<https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/9/6>>. Acessado em: 03 nov. 2022.

COSTA, T. M.; MADUREIRA, N. L. V.; SANTOS, G. G.; MOREIRA, P. P. F.; SANTOS, I. V. O processo de ensino e aprendizagem de química: percepções e possibilidades diante do ensino remoto. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 5, 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/23125>>. Acessado em: 30 out. 2022.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. 1 ed. São Paulo: Editora Cortez, 1990. 208 p.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 6 ed. São Paulo: Editora Cortez, 2018. 288 p.

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

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 de Mestrado da Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2018.

FELTRIN, B. C.; DRUCIAK, C. A.; SANTANDES, R.; OBARA, A. T. A relação do uso de agrotóxicos e o desaparecimento das abelhas nas práticas pedagógicas dos integrantes de um grupo de estudo e pesquisa de educação ambiental. **Revista Valore**, Volta Redonda, v. 6, p. 236-250, 2021. Disponível em: <<https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/803/556>> Acessado em: 16 mar. 2022.

FRANCISCO JR, W. E. Carboidratos: Estrutura, propriedades e funções. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 29, ago/2008.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 67 ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1987, 256 p.

GERHARDT, T. E., SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. 1ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009, 120 p.

GONZATTO, E. F. **Raios-x e radioterapia**: Uma oficina temática para abordar conceitos de radiações e radioatividade no ensino médio na perspectiva da contextualização. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

GUIMARÃES, S. E. R.; BORUCHOVITCH, E. O estilo motivacional do professor e a motivação intrínseca dos estudantes: uma perspectiva da teoria da autodeterminação. **Psicologia: Reflexão e crítica**, Porto Alegre, v. 17, p. 143-150, 2004.

LIANDA, R. L. P.; 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**, Araraquara, v. 13, p. 407-420, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/11435/7294>>. Acessado em: 06/10/2022.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, Bethel Park, v. 22, n. 140, p. 44-53, 1932.

LOHMANN, L. A. D.; 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 em Ciências e Tecnologia**, Curitiba, v. 15, n. 2, 2022.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o Ensino de Química: Oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Revista em Extensão**, Uberlândia, v.7, p. 67-77, 2008. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/20391/10861>>. Acessado em: 20 mar. 2022.

MARCONDES, M. E. R.; SILVA, E. L.; TORRALBO, D. AKAHOSHI, L. H.; CARMO, M. P.; SUART, R. C.; MARTORANO, S. A.; SOUZA, F. L. **Oficinas temáticas no ensino público: formação continuada de professores**. 1 ed. São Paulo: FDE, 2007. 108 p.

MARTINI, G. R. O ensino de química abordando a história da utilização de produtos apícolas. **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**, Curitiba, vol. 1, 2010.

MILDENHALL, P.; SHERRIFF, B.; COWIE, B. The honey bees game: engaging and inspiring the community with STEM. **Research in Science & Technological Education**, Perth, vol. 39, n. 2, p. 225-244, 2021.

MOREIRA, R. F. A.; MARIA, C. A. B. Glicídios no mel. **Química Nova**, São Paulo, vol. 24, n. 4, p. 516-525, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/sz3H5QFKkL7cSbjR7fwZVts/?format=pdf&lang=pt>>. Acessado em: 20 mar. 2022.

MOSKALIK, C. What's the buzz?: A hands-on, interdisciplinary, and fun way to learn about circuits, energy, engineering, bee communication, and pollination. **Science&Children**, Washington, p. 68-73, 2021.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 7 ed. Porto Alegre: Artmed, 2018. 1312 p.

PAZINATO, M. S. **Alimentos**: Uma temática geradora do conhecimento químico. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

PAZINATO, M. S., BRAIBANTE, M. E. F. Oficina Temática *Composição Química dos Alimentos*: Uma possibilidade para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 36, n° 4, p. 289-296, 2014.

PIRES, P. D. S. **Comunicação química mediada por voláteis envolvidos na atratividade e repelência de abelhas africanizadas, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae)**. p. 73, Dissertação de Mestrado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

RONDINI, C. A.; PEDRO, K. M.; DUARTE, C. S. Pandemia da Covid-19 e o ensino remoto emergencial: Mudanças na prática pedagógica. **Revista Interfaces Científicas**, Aracaju, v. 10, n. 1, p. 41-57, 2020. Disponível em: < <https://periodicos.set.edu.br/educacao/article/view/9085/4128>>. Acessado em: 25 out. 2022.

RODRIGUES, N. C.; SOUZA, N. R.; PATIAS, S. G. O; CARVALHO, E. T.; CARBO, L.; SANTOS, A. F. S. Recursos didáticos digitais para o ensino de Química durante a pandemia da Covid-19. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 4, 2021. Disponível em: < <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13978/12616>>. Acessado em: 05 nov. 2022.

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

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica humanística em uma perspectiva Freiriana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.1, n.1, p. 109-131, mar/2008. Disponível em: <

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37426/28747>>. Acessado em: 21 mar. 2022.

SANTOS, J. R.; ZABOROSKI, E. A. Ensino remoto e pandemia covid-19: Desafios e oportunidades de alunos e professores. **Revista Interações**, Santarém, v. 16, n. 55, p. 41-57, 2020. Disponível em: <<https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/20865>>. Acessado em: 05 nov. 2022.

SCHRODT, K.; WINTERS, J.; HUDDLESTON, T. A STEAM\_ed Bee: An integrated unit teaches second graders about the importance of pollination. **Science&Children**, Washington, vol. 58, n. 5, p. 86-90, 2021.

SCHÖNFELDER, M. L.; 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**, Perth, vol. 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 de Mestrado na Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

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

SILVA, G. S., BRAIBANTE, M. E. F., PAZINATO, M. S. Atividades experimentais para a abordagem do modelo atômico de Bohr. **33º EDEQ – UNIJUÍ**, Ijuí, 2013.

SILVA, L. S.; FREITAS FILHO, J. R.; SILVA, R. D.; FREITAS, K. C. S.; FREITAS, L. P. S. R.; FIRME, R. N. Sequência didática para o ensino de funções orgânicas a partir da temática plantas medicinais: limites e possibilidades em tempo de pandemia. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 16, n. 3, p. 403-420, 2021.

SILVA, W. P.; PAZ, J. R. L. Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica. **Natureza Online**, Santa Teresa, vol. 10, n. 3, p. 146-152. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Joicelene-Paz/publication/282861548\\_Abelhas\\_sem\\_ferrao\\_muito\\_mais\\_do\\_que\\_uma\\_importancia\\_economica/links/561fe47108aea35f267e10fa/Abelhas-sem-ferrao-muito-mais-do-que-uma-importancia-economica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Joicelene-Paz/publication/282861548_Abelhas_sem_ferrao_muito_mais_do_que_uma_importancia_economica/links/561fe47108aea35f267e10fa/Abelhas-sem-ferrao-muito-mais-do-que-uma-importancia-economica.pdf)>.

SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. O papel da problematização freireana em aulas de ciências/física: articulações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, vol. 21, n. 4, p. 911-930, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/G7RT7TN5Pdz58qNKG5WwRZk/?format=pdf&lang=pt>>. Acessado em: 21 mar. 2022.

SOUZA, D. C. **Apicultura: Manual do agente de desenvolvimento rural**. 2ª ed. Brasília: SEBRAE, 2007.

VARGAS, T. **Avaliação da qualidade do mel produzido na região dos campos gerais do Paraná**. p. 150, Dissertação de Mestrado na Universidade Federal de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2006.

WOLMANN, E. M. **A temática atmosfera como ferramenta para o ensino da Química**. Dissertação de Mestrado na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.



## APÊNDICE 1

### QUESTIONÁRIO INICIAL

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/comportamentais dela.
2. Você já ouviu falar sobre as abelhas sem ferrão? Se sim, saberia descrevê-las?
3. É possível estabelecer relações entre as abelhas e a agricultura? Você poderia apontar algumas?
4. É possível estabelecer relações entre as abelhas e a química orgânica? Você poderia apontar algumas?
5. É possível estabelecer relações entre o mel e a química orgânica? Você poderia apontar algumas?
6. O mel está presente no seu dia a dia?
7. Além do consumo *in natura*, você saberia dar exemplos de aplicações do mel?
8. Você já viu reportagens na tv, em jornais, em revistas ou posts nas redes sociais sobre abelhas e/ou mel? Se sim poderia descrever o que viu e em qual mídia?

## APÊNDICE 2

### APRESENTAÇÃO DA OFICINA TEMÁTICA “A QUÍMICA DAS ABELHAS”



#### Etapas da Oficina Temática A Química das Abelhas

- **Etapa 1:**
  - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
  - Questionário inicial
  - Discussão com o grande grupo
- **Etapa 2:**
  - Revisão sobre funções orgânicas e carboidratos
  - As abelhas e sua importância biológica, mel e suas características
- **Etapa 3:**
  - Experimentos de análise do mel
  - Questionário final
  - Avaliação

#### Etapa 1



Leitura da questão e anotação da resposta



É possível estabelecer relações entre as abelhas e o mel com química orgânica?



Você poderia apontar algumas?

#### Como nascem e organizam a comunidade?

- As abelhas *Apis mellifera* L. são insetos sociais que vivem em colônias organizadas onde os indivíduos se dividem em três castas, possuindo funções bem definidas que são executadas visando sempre à sobrevivência e manutenção do enxame.
- A abelha rainha (fêmea fértil) tem a função de manter a coesão do enxame através da liberação de **feromônios**, a cópula com o zangão durante o voo nupcial e a postura diária de milhares de ovos, garantindo o nascimento de novos indivíduos.

- A manutenção dos trabalhos da colmeia é realizada pelas abelhas operárias (fêmeas inférteis), que dividem as tarefas de acordo com sua idade fisiológica.
- Do 1º ao 3º dia de vidas, realizam a limpeza de quaisquer sujidades existentes na colônia.
- Do 4º ao 12º dia, cuidam da nutrição das larvas, produzem geleia real alimentando a rainha e providenciam a criação de novas rainhas, caso seja necessário.
- Do 13º ao 18º dia são responsáveis pela produção de cera e construção dos favos.

- Do 19º ao 20º dia ficam de guarda no alvado defendendo seu território contra qualquer invasão.
- E, finalmente, do 21º dia em diante as abelhas operárias fazem os serviços externos no campo, coletando néctar, pólen, resinas e água, os quais são recursos de manutenção dos enxames e tornam-se produtos importantes para a produção apícola (Wiese, 2005).

### Como nascem e organizam a comunidade?



### FEROMÔNIOS

- Feromônios são substâncias químicas secretadas por um indivíduo e que permitem a sua comunicação com outros indivíduos da mesma espécie.
- A mensagem química transmitida pelos feromônios tem por objetivo estimular determinado comportamento nas abelhas.
- Feromônios produzidos pelas operárias de trilha, alarme, defesa.
- Feromônio produzido pelas crias.
- Feromônio produzido pelo zangão.
- Feromônios produzidos pela rainha.

- A abelha também usa feromônios específicos para indicar a localização de água ou a rota para ir até o néctar das flores e retornar para a sua colmeia sem se perder no caminho.
- Isso é especialmente importante porque as abelhas enxergam a uma distância muito curta.
- Em dias de chuva e vento, muitas abelhas acabam morrendo, pois esse feromônio é uma substância química volátil, muito diluída, de sinalização razoavelmente durável, que forma uma trilha.
- É por meio dessa trilha que fêmeas e machos podem retornar para as suas colméias.

- Em seu trono, no centro de uma colônia de abelhas, a rainha determina todos os aspectos de seu reino, da coleta de alimento pelas operárias à construção de novos favos de mel.
- Ela realiza essa façanha impressionante por meio de compostos químicos invisíveis chamados feromônios.
- Ao cuidar da rainha, os súditos assimilam moléculas ricas em informações e as circulam por toda a colônia.
- Transmítidos pelo ar, por terra e até pela água, esses chamados químicos da natureza enviam mensagens sobre a disposição sexual, o território e os melhores locais para encontrar alimento.

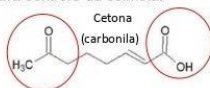
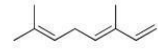
### FEROMÔNIO DE ATROFIA DAS OPERÁRIAS

É utilizado pela abelha rainha para controle da colmeia.



*Apis mellifera*

Hidrocarboneto insaturado.



ácido carboxílico (carboxila)



*Bombus terrestris*

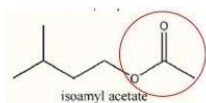
Hidrocarboneto saturado



DOI: 10.1126/science.1244899

### FEROMÔNIO DE ALARME

As abelhas que, quando ocorre algum perigo, exalam no ar um feromônio que serve de alerta para as outras abelhas fugirem. A seguir temos a estrutura do feromônio de alarme da *Apis mellifera*, que é um composto da função orgânica dos ésteres.



isoamyl acetate

Função éster

### O que fazem durante a vida?



### Polização

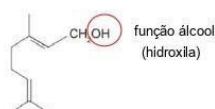
- Na polinização quando a abelha está próxima da flor, algo acontece: grãos de pólen depositados no centro da flor de repente pulam através do ar na abertura para os pelos da abelha. E quando ela pousa na flor, mais pólen adere ao seu pelo. Ela ainda não bebeu nenhum gole de néctar mais já está usando um casaco de DNA da planta. Por ela estar eletricamente carregada, isso ocorre porque alguns elétrons se deslocaram. Os elétrons da própria abelha flutuam nas extremidades de cada molécula de suas asas.
- A abelha fica com uma pequena carga positiva a carga, contudo, é bem pequena.
- Quando a abelha se aproxima da flor, atrai os elétrons negativamente carregados para a superfície e repele as cargas positivas.

- Quando está muito perto, mesmo ainda sem ter tocado a flor, a carga positiva da abelha exerce uma atração sobre a superfície do pólen intensa o bastante para puxar alguns grãos da flor pela abertura até seus pelos.
- Então o pólen adere aos pelos da abelha do mesmo jeito que um balão carregado com energia estática gruda na parede.
- Quando a abelha voa para a flor seguinte, o pólen vai junto.
- A polinização das abelhas também funcionaria sem a eletricidade estática, pois o pelo da abelha toca o pólen quando ela pousa na flor, e o pólen adere ao pelo por ser grudento.
- Mais o deslocamento de alguns elétrons soltos que permitem que o pólen pule pela abertura sem dúvida agilizam o processo.

### Como se guiam

- **A dança das abelhas é um importante meio de comunicação.**
- Por meio dela, as operárias podem *informar a distância e a localização exata de uma fonte de alimento*, um novo local para instalação do enxame, a necessidade de ajuda em sua higiene, além de *impedir que a rainha destrua as novas realeras* e se estimule a enxameação.

### Feromônio de trilha



- Orienta as operárias na localização do ninho e de fontes de alimento.

### Produtos produzidos pelas abelhas

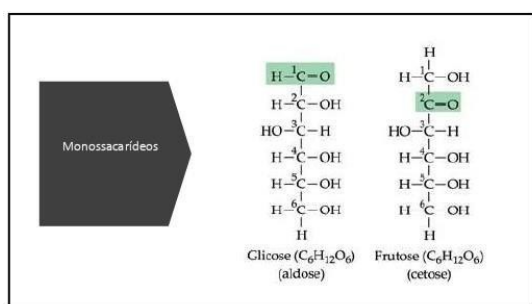
- Atualmente, além do mel, outros produtos também podem ser obtidos por meio da exploração racional apícola, como a própolis, o pólen, a geleia real, a cera e a aptoxina.
- A própolis é uma substância variada e complexa de composição resinosa e de textura peculiar advinda exclusivamente do trabalho realizado pelas abelhas (BRASIL, 2001):
- A composição química presente na própolis é formada por altos teores de compostos orgânicos, compostos com funções orgânicas como ácidos aromáticos, ésteres, cetonas, aldeídos e compostos como aminoácidos, hidrocarbonetos e polissacarídeos, (LUSTOSA et al., 2008)

Carboidratos

- **CARACTERÍSTICAS**
- Carboidratos são moléculas orgânicas formadas por carbono, hidrogênio e oxigênio, e estão muito presentes na nossa dieta diária, na forma de açúcares, fibras e amidos.

Etapa 2:  
Carboidratos

- **Monossacarídeos**
- Os monossacarídeos são carboidratos simples, não sofrem hidrólise, como a glicose, a frutose. São encontrados, principalmente, em frutas, e no mel.
- Os monossacarídeos são os principais responsáveis pelo sabor doce dos alimentos.



GLICOSE

Estrutura molecular da glicose

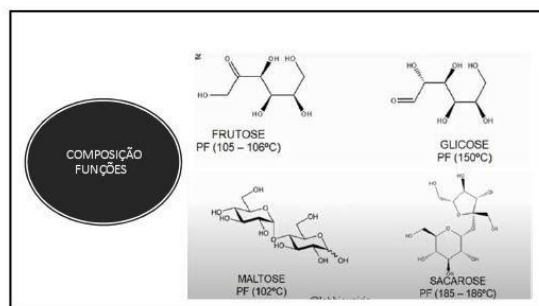
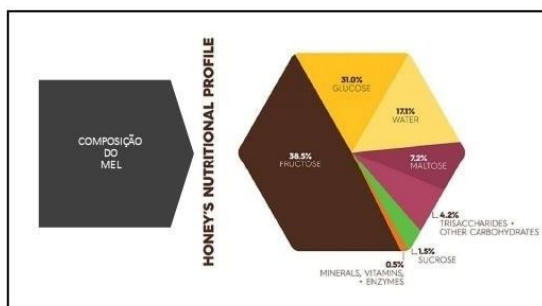
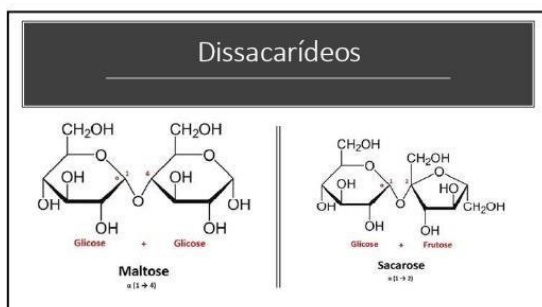
aplicar no sangue, glicemia, nível glicêmico

YouTube/EDU com Fundação Lemann



Etapa 2:  
Carboidratos

- **Dissacarídeos**
- Os dissacarídeos também chamados de oligossacarídeos são carboidratos simples, resultado da ligação entre dois monossacarídeos.
- Os principais são:
- **Sacarose:** união da glicose com a frutose, presente no açúcar de mesa e alguns adoçantes;
- **Maltose:** união de suas moléculas de glicose, extraída de cereais, como a cevada, germinados;



### A QUÍMICA DO MEL

#### COMO AS ABELHAS FAZEM O MEL

Quando as abelhas colhem néctar, ela é armazenado em uma bolsa, separada do seu estômago normal. O néctar é misturado com enzimas que quebram os açúcares maiores no néctar, como a sacarose, nos açúcares menores glicose e frutose.

A abelha regurgita e re-bebe o néctar sobre um Período de 20 minutos, quebrando os açúcares maiores.

O néctar é depositado no favo de mel, e as abelhas ventilador-lo para apressar evaporação de água, até que o concentração de água cai para cerca de 17%.

SUCROSE  
primary sugar in plants

GLICOSE

FRUTOSE





**A QUÍMICA DO MEL**

**PORQUE O MEL NÃO ESTRAGA**

- O mel tem um teor tão baixo de água, que tira água de seu entorno ambiente, o que significa que pode desidratar bactérias, evitando assim a deterioração.
- O ácido gluconico é o ácido dominante no mel, produzido pela ação das abelhas secreções sobre glicose. Ele, e outros ácidos, dão mel um pH baixo entre 3 e 4;
- peróxido, torna-o muito hostil para o crescimento bacteriano.



OCC(O)C(O)C(O)C(=O)O  
 GLUCONIC ACID

HO-O-H  
 HYDROGEN PEROXIDE

Abelhas nativas sem ferrão (Urbanas)



**ABELHAS: MUITO ALÉM DO MEL**

Desaparecimento das abelhas



**Etapa 3**

- Questionário final
- Estudando experimentalmente algumas propriedades dos carboidratos
- Testando a solubilidade
- Reação de Selivanoff
- Pesquisa de sacarídeos redutores (teste de Benedict)
- Pesquisa de polissacarídeos (teste do iodo)
- Pesquisa de corantes

## REFERÊNCIAS

BALL, D. W. The chemical composition of honey. **Journal of Chemical Education**, Cleveland, v. 84, n. 10, p. 1643-1646, out/2007. Disponível em: < [CLIMATEMPO METERELOGIA. A extinção das abelhas poderia acabar com a vida na Terra. Vídeo digital. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=jqsy--8gDQE>>. Acesso em: 16 fev. 2022.](https://www.researchgate.net/publication/231267643_The_Chemical_Composition_of_Honey#:~:text=Honey%20is%20particularly%20rich%20in,sugars%20(Ball%2C%202007)%20.> https://www.researchgate.net/publication/231267643_The_Chemical_Composition_of_Honey#:~:text=Honey%20is%20particularly%20rich%20in,sugars%20(Ball%2C%202007)%20.>. Acessado em: 20 fev. 2022.</p>
</div>
<div data-bbox=)

FELTRE, R. **Química** – Química Orgânica. 7 ed. Recife: Moderna, 2011. 560 p.

JERRY SEINFELD. *Bee Movie* - A história de uma abelha. Trecho do filme disponível digitalmente. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=PLnG-SqP6G4>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

KHAN ACADEMY BRASIL Estrutura molecular da frutose | Macromoléculas | Biologia | Khan Academy. Vídeo digital. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=9haxtiyaG6g>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

KHAN ACADEMY BRASIL. Estrutura molecular da glicose | Macromoléculas | Biologia | Khan Academy. Vídeo digital. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=x6pmOtxOqTo>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

MANUAL DO MUNDO. Como é “feito” o mel #Boravê. Vídeo digital. Disponível em: < [https://www.youtube.com/watch?v=T8\\_5B6V6D-Y](https://www.youtube.com/watch?v=T8_5B6V6D-Y)>. Acesso em: 10 fev. 2022.

MCMURRY, J. **Química orgânica** - Combo. 1 ed. São Paulo: Cengage CTP, 2011. 1280 p.

MEGA CURIOSO. Como o fim das abelhas pode acabar com a humanidade. Vídeo digital. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=kD8kWCZAa5s>>. Acesso em: 16 fev. 2022.



### APÊNDICE 3

#### EXPERIMENTOS DE CARACTERIZAÇÃO DO MEL - CARBOIDRATOS

Todos os experimentos propostos são rápidos e de fácil condução.

Cuidados especiais são necessários no manejo dos ácidos e durante etapas de aquecimento.

Em relação ao descarte dos reagentes, não há grandes problemas, apenas é recomendável a diluição dos ácidos.

<b>Materiais necessários</b>		
<b>AMOSTRAS (Carboidratos)</b>	<b>REAGENTES</b>	<b>VIDRARIAS EQUIPAMENTOS</b>
Amido	Sulfato de cobre	Pipeta 1 mL
Frutose	Citrato de sódio	Pipeta 5 mL
Glicose	Carbonato de sódio	Tubos de ensaio
Karo (Glucose de milho)	Solução de Lugol ou Tintura de iodo	Bico de Bunsen
Mel de abelha Melato (Flor de Bracatinga)	Ácido sulfúrico 5%	Banho maria
Mel de abelha Monofloral (Flor Maria-mole)	Ácido clorídrico concentrado	Becker de 200 mL
Mel de abelha Polifloral (Flores silvestres)	Água destilada	Espátula
Sacarose	Reagente de Seliwanoff	Grampo de madeira
	Reagente de Benedict A + B	
	Hidróxido de Sódio 1 mol/L	

OBS: Para todos os ensaios, utilizar água como branco e amostras de sacarose, amido, glicose, frutose, mel de melato, mel de abelha silvestre e mel monofloral, exceto a pesquisa de corantes, que só utilizará amostras dos méis.

Nos testes que requerem volume de amostras, dissolva uma espátula da amostra em 200 mL de água.

Para o amido, use o sobrenadante da solução.

### **Testando a solubilidade (1)**

#### ***Procedimento***

Em diferentes tubos de ensaio, colocar aproximadamente 0,5 g (suficiente para cobrir o fundo côncavo do tubo de ensaio) de cada uma das amostras de açúcares e adicionar 1,0 mL de água.

Agitar e observar. Repetir os testes com água quente e ácido sulfúrico diluído quente.

#### ***Questões***

Por que alguns carboidratos são solúveis em água e outros não?

Descreva o que ocorreu.

### **Reação de Seliwanoff (distinguir aldoses e cetoses) (2)**

**Reagente de Seliwanoff** é uma mistura composta por cerca de 0,5% de resorcinol ( $C_6H_6O_2$ ) em HCl 3 mol/L.

#### ***Procedimento***

Colocar aproximadamente 0,2 mL das amostras de açúcares e do branco (água) em tubos de ensaio.

Em seguida adicionar a cada tubo 0,8 mL do reagente de Seliwanoff colocar os tubos em banho-maria fervente por três minutos e transferi-los para um recipiente contendo água fria. Deixar o tubo contendo glicose no banho-maria fervente e observar a diferença.

#### ***Questões***

Qual(is) o(s) açúcar(es) presente(s) no mel de abelha?

Qual a diferença estrutural entre cetoses e aldoses?

Descreva o que ocorreu?

### Pesquisa de polissacarídeos (teste do iodo) (3)

#### *Procedimento*

Adicionar em diferentes tubos de ensaio 2,0 mL de cada amostra e 2,0 mL de água como branco.

Adicionar em cada tubo 5 gotas de solução de lugol (tintura de iodo).

Por fim, adicione 5 gotas de hidróxido de sódio (NaOH) 1 mol/L e 5 gotas de ácido clorídrico (HCl) concentrado.

#### *Questões*

Descreva o que ocorreu?

### Pesquisa de corantes (4)

#### *Procedimento*

Pesar 1g de mel e dissolver em 10 ml de água destilada;

Adicionar cerca de 2 ml de solução de ácido sulfúrico a 5%.

#### *Questões*

Amostras	Cor inicial	Cor após solução	Resultado
Karo			
Mel Melato			
Mel Monofloral			
Mel Polifloral			

### Pesquisa de sacarídeos redutores (teste de Benedict) (5)

Preparo do reativo de Benedict: inicialmente, devem ser preparadas duas soluções, em separado, a saber:

#### **Solução A**

173g de citrato de sódio

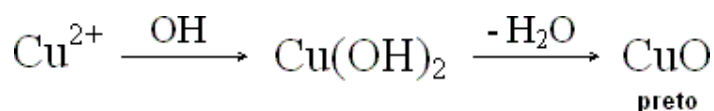
( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

90g de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

600 ml de água destilada quente ( $\sim 80^\circ\text{C}$ )

} Dissolver com agitação, filtrar e completar o volume para 850 ml, com água destilada.

O íon  $\text{Cu}^{2+}$  também reage com o meio alcalino, segundo o esquema abaixo:



Para evitar que essa reação aconteça, mascarando o teste para açúcares redutores, é adicionado o citrato de sódio, que mantém o  $\text{Cu}^{2+}$  em solução, através da formação de um complexo.

### **Solução B**

Solução 17,3% de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) em água destilada. Dissolver por agitação.

Para preparar o reagente de Benedict, coloque a solução A em um balão volumétrico de 1000ml; em seguida, adicione a solução B sob agitação constante e complete o volume com água destilada.

### **Procedimento**

Em diferentes tubos de ensaio, adicionar 1,0 mL de cada amostra de carboidratos.

Em seguida, adicionar a cada tubo 2,0 mL do reagente de Benedict

Aquecer os tubos em banho-maria fervente por cinco minutos e deixá-los esfriarem.

A presença de um precipitado vermelho tijolo ou solução amarelo-esverdeada indica a redução do cobre.

### **Tabela. Resultado da reação de Benedict antes e após aquecimento**

Amostras/carboidratos	Antes de aquecer	Após aquecer
Amido		
Frutose		
Glicose		
Karo		
Mel de abelha Melato		
Mel de abelha Monofloral		
Mel de abelha Polifloral		
Sacarose		

Descreva o que ocorreu?

### **REFERÊNCIAS**

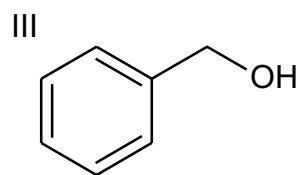
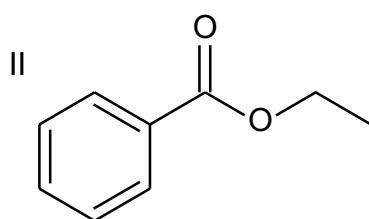
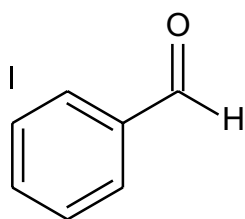
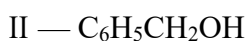
FRANCISCO JR, W. E. Carboidratos: Estrutura, propriedades e funções. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 29, ago/2008.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 7 ed. Porto Alegre: Artmed, 2018. 1312 p.

## APÊNDICE 4

### QUESTIONÁRIO FINAL

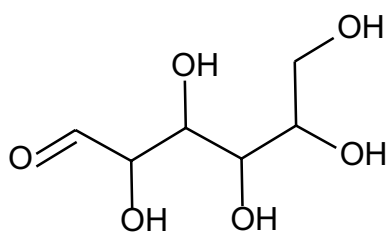
1. Você saberia diferenciar as abelhas africanas das abelhas jataí? Indique através de um desenho e/ou descreva as principais características físicas/comportamentais dela.
2. É possível estabelecer relações entre as abelhas e a agricultura? Você poderia apontar algumas?
3. É possível estabelecer relações entre as abelhas e a química orgânica? Você poderia apontar algumas?
4. É possível estabelecer relações entre o mel e a química orgânica? Você poderia apontar algumas?
5. Além do consumo in natura, você saberia dar exemplos de aplicações do mel?
- 6.(UFRJ - 1998) A própolis, material resinoso coletado pelas abelhas, possui propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes. A própolis contém mais de 200 compostos identificados até o momento; entre esses compostos, alguns são de estrutura simples, como os apresentados a seguir:



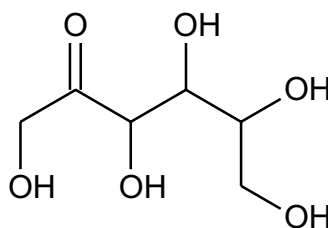
Identifique as funções orgânicas dos compostos I, II e III.

- 7.(UFPEL-RS - 2008) O mel é a substância viscosa, aromática e açucarada obtida a partir do néctar das flores e/ou exsudatos sacarínicos que as abelhas melíferas produzem. Seu aroma, paladar, coloração, viscosidade e propriedades medicinais estão diretamente relacionados com a fonte de néctar que o originou e também com a espécie de abelha que o produziu. apesar de o mel ser basicamente uma solução aquosa de açúcares, seus outros

componentes, aliados às características da fonte floral que o originou, conferem-lhe um alto grau de complexidade.



Glicose



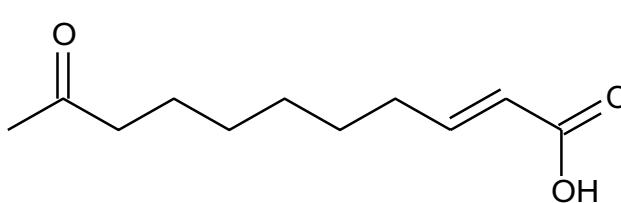
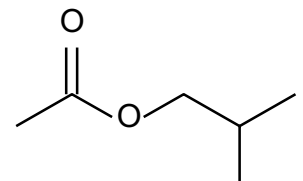
Frutose

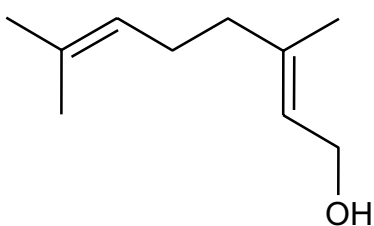

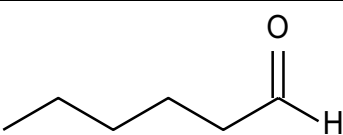
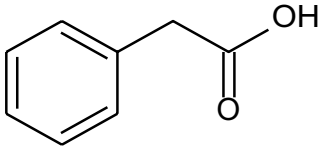
A composição química do mel é bastante variável, com predominância de açúcares do tipo monossacarídeos, principalmente a glicose e a frutose. Na estrutura da glicose e da frutose podem ser identificados os grupos funcionais \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_, que representam as funções orgânicas \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ na glicose, e \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ na frutose.

Indique a alternativa que completa correta e respectivamente a frase anterior.

- hidroxila; carbonila; fenol; cetona; ácido carboxílico; álcool.
- hidroxila; carbonila; álcool; aldeído; álcool; cetona.
- carboxila; hidroxila; álcool; aldeído; fenol; cetona.
- carboxila; amino; ácido carboxílico; amina; éster; hidrocarboneto.
- amino; carbonila; amina; éster; hidrocarboneto; aldeído

8. (Cefet-MG — mod. - 1998) Veja na tabela a seguir, as fórmulas estruturais de alguns feromônios de insetos e indique as funções orgânicas presentes em cada substância.

Substância	Inseto	Função
I 	Abelha	Feromônio que atrofia o seco das operárias e é utilizado pela abelha rainha para o controle da colmeia.
II 	Abelha	Feromônio de alarme que serve de sinal para ataque coletivo no caso de presentirem perigo.

III		Abelha	Feromônio de trilha que facilita o retorno das abelhas para a colmeia.
IV		Formiga	Feromônio de trilha das formiguinhas de jardim
V		Formiga	Feromônio de alarme da formiga ao pressentir perigo de morte
VI		Formiga	Protege o fungo, que servirá de alimento para a formiga <i>Ata texana</i> , contra doenças bacterianas.

(Texto adaptado da revista *Química Nova na Escola*, n. 7, maio de 1998)

## REFERÊNCIAS

FELTRE, R. **Química** – Química Orgânica. 7 ed. Recife: Moderna, 2011. 560 p.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**: ensino médio. 2 ed. São Paulo: Scipione, 2013

USBERCO & SALVADOR. **Química** – Volume único. 9 ed. São Paulo: Saraiva Didáticos, 2019. 816 p.

## APÊNDICE 5

### AVALIAÇÃO DA OFICINA E DA MOTIVAÇÃO DOS ALUNOS

**ESCOLA:**

**NOME:**

**TURMA:**

<b>AVALIAÇÃO DA OFICINA DIDÁTICA E DE SUA PRÓPRIA APRENDIZAGEM</b>					
<b>Afirmações</b>	<b>Discordo totalmente</b>	<b>Discordo parcialmente</b>	<b>Indiferente</b>	<b>Concordo parcialmente</b>	<b>Concordo totalmente</b>
<b>1. O trabalho contribuiu para o desenvolvimento dos meus conhecimentos a respeito das abelhas.</b>					
<b>2. O trabalho contribuiu para o desenvolvimento dos meus conhecimentos a respeito do mel.</b>					
<b>3. O trabalho contribuiu para o desenvolvimento dos meus conhecimentos a respeito da química orgânica.</b>					



<b>AVALIAÇÃO MOTIVACIONAL</b>					
<b>Afirmações</b>	<b>Discordo totalmente</b>	<b>Discordo parcialmente</b>	<b>Indiferente</b>	<b>Concordo parcialmente</b>	<b>Concordo totalmente</b>
<b>4. Não sei por que realizamos a oficina temática “A Química das Abelhas” e não ligo para isso.</b>					
<b>5. Estudo química porque o diploma de ensino médio pode me ajudar a conseguir um emprego que pague um salário bom.</b>					
<b>6. Estou satisfeito(a) porque me senti completamente envolvido(a) com o conteúdo apresentado na oficina temática “A Química das Abelhas”.</b>					
<b>7. Fiz as atividades propostas na oficina temática “A Química das Abelhas” porque me sinto culpado(a) se não entrego uma</b>					

atividade de química.					
8. Gostaria que não existissem aulas de química.					
9. Fico contente quando entendo onde a química está no meu dia a dia.					
10. Particpei da oficina temática “A Química das Abelhas” pois pode ser importante para minha aprovação na escola.					
11. Não tenho interesse em entender sobre a relação entre a química e as abelhas.					
12. Sinto satisfação em estudar coisas que nunca tinha visto antes, como é o caso do que foi apresentado na oficina temática “A Química das Abelhas”.					

13. Não gosto da química do jeito que ela é apresentada na escola.					
14. Experimento momentos de satisfação quando falo sobre química com meus amigos e familiares.					
15. Vim para essa aula somente porque sabia que haveria uma atividade diferente.					

## REFERÊNCIAS

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 de mestrado da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2014.