

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**LUDMILA CRISTIANE PEDROSA**

**ÓLEOS ESSENCIAIS COMO TEMA CONDUTOR DE UMA SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA**

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2024**

**Ludmila Cristiane Pedrosa**

**ÓLEOS ESSENCIAIS COMO TEMA CONDUTOR DE UMA SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional – ProfQui, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**Orientadora:** Mayura Marques Magalhães Rubinger

**Coorientador:** Antonio Eustáquio Carneiro Vidigal

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

P372o  
2024

Pedrosa, Ludmila Cristiane, 1981-

Óleos essenciais como tema condutor de uma sequência didática para o ensino de química orgânica / Ludmila Cristiane Pedrosa. – Viçosa, MG, 2024.

1 dissertação eletrônica (135 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndices.

Orientador: Mayura Marques Magalhães Rubinger.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Química, 2024.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.265>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Química orgânica - Estudo e ensino. 2. Essências e óleos essenciais. 3. Didática (Ensino médio). 4. Jogos no ensino de química. I. Rubinger, Mayura Marques Magalhães, 1965-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Química. Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. III. Título.

CDD 22. ed. 547


**LUDMILA CRISTIANE PEDROSA**

**ÓLEOS ESSENCIAIS COMO TEMA CONDUTOR DE UMA SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional – ProfQui, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 15 de março de 2024.


Assentimento:

Documento assinado digitalmente  
 **LUDMILA CRISTIANE PEDROSA**  
Data: 24/07/2024 10:43:05-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Ludmila Cristiane Pedrosa


Autora

Documento assinado digitalmente  
 **MAYURA MARQUES MAGALHAES RUBINGER**  
Data: 24/07/2024 18:51:41-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Mayura Marques Magalhães Rubinger

Orientadora

Documento assinado digitalmente  
 **ANTONIO EUSTAQUIO CARNEIRO VIDIGAL**  
Data: 24/07/2024 11:50:17-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Antonio Eustáquio Carneiro Vidigal

Coorientador

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir estar onde estou.

Aos meus pais, Edna e Valdir pelo incentivo de sempre e dedicação de uma vida inteira. Por abrir mão de sonhos e do tempo de vocês por mim. Não há palavras que consigam expressar o quanto sou grata a Deus pela vida e pelo cuidado de vocês.

Às minhas irmãs Rejane, Amanda e Nathalia pelo cuidado e companheirismo de sempre. À minha sobrinha por ser essa pessoa tão especial, que tanto nos alegra! Aos sobrinhos emprestados que tenho como meus. Vocês família, deixaram essa etapa mais leve.

À minha orientadora Dra. Mayura M. M. Rubinger e ao meu coorientador Dr. Antonio Eustáquio Carneiro Vidigal, por cada auxílio, dedicação e atenção para comigo ao longo desta etapa. Tenho muita gratidão e admiração por vocês.

Aos mestres do Profqui pelos ensinamentos e dedicação ao longo do processo.

Aos amigos do mestrado pelos bons momentos vividos, pela amizade, boas risadas e pelas contribuições de cada um. Em especial agradeço a Ana Elisa, Cristiano, Tati Assis e Tati Ferraz. Sou muito grata a Deus pela vida de vocês, por Ele ter colocado vocês no meu caminho.

Aos amigos e familiares que de forma direta ou indireta me auxiliaram nesta jornada. Vocês são especiais.

Agradeço à direção e a equipe da escola SJCG. Em especial ao Giovani, Camilly e João pelo auxílio dado nesses tempos. Agradeço à equipe da EEISP, em especial à Juliana e a Silvania, por serem pessoas tão atenciosas e dedicadas. Vocês fazem a diferença onde estão. Às amigas da EEPAMA companheiras de longa data.

Agradeço à Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar o mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos. O presente trabalho foi realizado com apoio da CAPES – Código de Financiamento 001.

À Secretaria de Estado da Educação pela licença concedida.

## RESUMO

PEDROSA, Ludmila Cristiane, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2024. **Óleos essenciais como tema condutor de uma sequência didática para o ensino de química orgânica.** Orientadora: Mayura Marques Magalhães Rubinger. Coorientador: Antonio Eustáquio Carneiro Vidigal.

A presente dissertação trata da utilização da temática dos óleos essenciais como fio condutor para o ensino da Química Orgânica na educação básica. Além da importância econômica dos óleos essenciais, este tema permite uma contextualização que pode despertar o interesse dos estudantes, uma vez que sua aplicação se encontra em diversas áreas do cotidiano. Neste sentido, a pesquisa teve como objetivo final elaborar um e-book para professores do Ensino Médio com uma sequência didática a ser aplicada no ensino de Química Orgânica. Portanto, a investigação é de abordagem qualitativa e tem uma natureza bibliográfica e descritiva. Inclui uma revisão da literatura especializada sobre óleos essenciais, sugestões de atividades didáticas incluindo experimentos, uso de tecnologias da informação e comunicação, uso de modelos moleculares e jogos revisionais. A sequência didática foi aplicada em uma escola do Ensino Médio e foi avaliada positivamente pelos estudantes. A sequência didática proposta motivou a participação ativa dos estudantes nas aulas. O produto educacional foi organizado na forma de e-book, onde o primeiro capítulo aborda a constituição de óleos essenciais representativos e sua importância para a indústria, economia e interações ecológicas. A sequência didática é descrita no segundo capítulo e foi construída visando um ensino socioconstrutivista, com valorização para a abordagem experimental e com a utilização de recursos tecnológicos.

Palavras-chave: Óleos essenciais. Ensino de Química Orgânica. Sequência didática. Quizizz.Kahoot.

## ABSTRACT

PEDROSA, Ludmila Cristiane, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2024. **Essential oils as a guiding theme of a didactic sequence for teaching organic chemistry.** Adviser: Mayura Marques Magalhães Rubinger. Co-adviser: Antonio Eustáquio Carneiro Vidigal.

This dissertation proposes the theme of essential oils as a guiding thread for teaching Organic Chemistry in basic education. In addition to the economic importance of essential oils, this topic allows for a contextualization that may arouse the interest of students, since its application can be found in different areas of everyday life. In this sense, the research's final objective was to develop an e-book for high school teachers with a didactic sequence to be applied in the teaching of Organic Chemistry. Therefore, the investigation has a qualitative approach and has a bibliographic and descriptive nature. Includes a review of specialized literature on essential oils, suggestions for teaching activities including experiments, use of information and communication technologies, use of molecular models and review games. The didactic sequence was applied in a high school class and was positively evaluated by the students. The proposed didactic sequence motivated the active participation of students in classes. The educational product was organized in the form of an e-book, where the first chapter addresses the constitution of representative essential oils and their importance for industry, economy and ecological interactions. The didactic sequence is described in the second chapter and was built with a view to socio-constructivist teaching, with emphasis on the experimental approach and the use of technological resources.

Keywords: Essential oils. Teaching Organic Chemistry. Didactic sequence.

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

BNCC Base Nacional Comum CurricularCTS Ciência, Tecnologia e Sociedade

E-BOOK Livro eletrônico

EM Ensino Médio

LDB Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

PROFQUI Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional.

SEE-MG Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais

SD Sequência didática.

PIGES - Principiar, Intencionalmente, Gradualmente, Explicitamente e  
Sistematicamente

TIC Tecnologias da Informação e da Comunicação

TDIC Tecnologias Digitais de Informação e de Comunicação

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	8
2. OBJETIVOS .....	10
2.1 Objetivo Geral .....	10
2.2 Objetivos Específicos .....	10
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	11
3.1 Estado do Conhecimento sobre a questão proposta.....	11
3.2 O Novo Ensino Médio, Documentos Norteadores e o Ensino de Química .....	14
3.3 Óleos Essenciais.....	19
3.4 Construção do Conhecimento e Experimentação no Ensino .....	19
3.5 Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino .....	20
4. METODOLOGIA .....	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5.1 A Revisão da Literatura .....	23
5.2 A Elaboração da Sequência Didática .....	24
5.3 Aplicação e Avaliação da Sequência Didática .....	31
5.4 Preparação de um Livro para o Professor ( <i>e-book</i> ) .....	36
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
REFERÊNCIAS.....	40
APÊNDICE I – SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ENSINO COM A TEMÁTICA ÓLEOS ESSENCIAIS....	43
APÊNDICE II – ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – PRODUÇÃO DE OLEOS ESSENCIAIS .....	50
APÊNDICE III – ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – CARACTERIZANDO GRUPOS FUNCIONAIS...	53
APÊNDICE IV – LISTA DE QUESTÕES DO ENEM E DE VESTIBULARES PARA REVISÃO E FIXAÇÃO DE CONTEÚDO.....	58
APÊNDICE V – LISTA COM QUESTÕES DE VESTIBULARES PARA VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM .....	62
APÊNDICE VI – QUESTIONÁRIO APLICADO.....	65
APÊNDICE VII – E-BOOK: ÓLEOS ESSENCIAIS E O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA - UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO .....	68

## 1. INTRODUÇÃO

Óleos essenciais são substâncias orgânicas produzidas pelo metabolismo vegetal secundário e têm importantes papéis ecológicos para as plantas (Trancoso, 2011; Harborne, 1993). Têm como características serem voláteis e pouco solúveis em água, podendo ser extraídos de raízes, sementes, flores, frutos e caules. Wolffenbüttel (2007) aponta que os óleos têm ampla aplicabilidade industrial e importância econômica, podendo seus compostos químicos ser mobilizados para o ensino.

Isto se confirma no sentido de que, em razão das estruturas químicas dos constituintes dos óleos essenciais apresentarem diversas funções orgânicas, eles podem servir de ponto de partida para o estudo de uma série de tópicos da Química Orgânica no Ensino Médio, a saber: nomenclatura de substâncias orgânicas, funções, fórmulas, interações moleculares, entre outros. Cumpre destacar que, embora não seja objeto de estudo e proposição desta pesquisa, a temática dos óleos essenciais pode render projetos envolvendo outras disciplinas, a exemplo da biologia, história ou geografia, e que mesclam os saberes populares e da comunidade com relação à manipulação de espécies e extratos vegetais.

Com relação ao ensino de Química, tornar as aulas mais atraentes para os estudantes do EM é um desafio constante para os professores. No ensino convencional não há muito lugar para a externalização de significados, para a aprendizagem significativa (Moreira, 2012). A contextualização é fundamental para que o conteúdo a ser ministrado faça sentido para o aluno. Santos, Maia e Justi (2020) destacam que tal abordagem torna-se significativa se o contexto inserido como pano de fundo da atividade for relacionado ao ambiente em que os estudantes estão inseridos para que eles se sintam motivados a participar e a encontrar soluções para os problemas apresentados.

Para formar cidadãos críticos e conscientes é necessária uma alfabetização científica que permita a compreensão do processo de construção do conhecimento científico (Sasseron, Briccia e Carvalho, 2013). Mortimer (2010) *apud* Santos e Porto (2013) destaca a importância da linguagem científica para o aprendizado. A aprendizagem ocorre a partir da apropriação gradativa de significados. Assim, a linguagem científica pode se acrescentar à cotidiana.

Faz-se necessário inserir os educandos no contexto da resolução de problemas da atualidade, visando uma aprendizagem mais significativa. Assim, as atividades em uma sequência didática devem facilitar a apresentação de ideias, a discussão de resultados e a construção do conhecimento. De acordo com Sasseron, Briccia e Carvalho (2013) um contexto significativo é importante para a construção do conhecimento científico. Pensando assim, a temática “Óleos Essenciais” vem ao encontro do exposto, para atrair a atenção dos estudantes para o ensino de Química.

O ensino de Química aliado a uma temática que seja interessante para o aluno pode contribuir para a formação de cidadãos críticos e conscientes. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o EM (2018) indica que é desejável que o aluno seja capaz de:

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 (BRASIL, 2018, p. 556).

A partir do exposto, esse trabalho visa construir um *e-book* para professores da Educação Básica do Ensino Médio e demais interessados no assunto a partir da aplicação de uma Sequência Didática de Ensino a fim de engajar os estudantes do ensino médio nas aulas de Química Orgânica. Este material visa fornecer caminhos possíveis para auxiliar o aluno na construção de sua aprendizagem, sendo o professor um mediador nesse processo. A opção pela preparação de um material de apoio para o professor se justifica nas dificuldades encontradas pelos docentes atuando no EM para testar e preparar novas atividades investigativas para seus alunos, especialmente devido à carga excessiva de trabalho, como apontam vários pesquisadores (Andrade e Costa, 2016; Pereira e Silva, 2019).

No entendimento de Ludke e André (1986) é importante a inclusão de investigações científicas no ensino básico. Um destaque do tema escolhido é a possibilidade de realização de experimentos de baixo custo interessantes para a aprendizagem de Química Orgânica. Além disso, a temática Óleos Essenciais permite introduzir e aprofundar conceitos importantes como as estruturas, funções, nomenclatura e reações de compostos orgânicos, a composição de um determinado material, o que o diferencia de outros, etc. Esse tema é atraente visto que, além de

toda a importância dos óleos essenciais para a indústria, suas aplicações estão presentes no cotidiano das pessoas.

O tema de proposição da pesquisa encaminha para dois entendimentos principais: o primeiro com relação ao compromisso de um ensino contextualizado e crítico (Moreira, 2012), e o segundo por considerar que os óleos essenciais têm aplicação em diversas áreas industriais, além de implicações econômicas (Trancoso, 2011).

O conteúdo de Química Orgânica no EM pode ser vinculado ao tema dos óleos essenciais, com uma proposta mais ligada ao cotidiano e com um sentido relevante, capaz de abranger uma série de elementos teórico-práticos do ensino das Ciências Naturais. Por isto, a sequência didática construída a partir dessa pesquisa contempla atividades práticas de extração de óleos essenciais e sua caracterização com testes químicos simples. Essas atividades experimentais se encaixam em uma estratégia ativa de ensino, envolvendo pesquisa, debate e um jogo digital.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Elaborar um *e-book* para professores do Ensino Médio sobre o ensino de Química Orgânica a partir da temática dos óleos essenciais.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Levantar informações sobre óleos essenciais visando a seleção de conteúdo para a preparação de um material de apoio ao professor de Química no Ensino Médio; desenvolver uma sequência didática como uma estratégia ativa de ensino para o trabalho dos professores; desenvolver um jogo digital acerca do tema de óleos essenciais e sua interface com a Química Orgânica.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Estado do Conhecimento sobre a questão proposta

A presente seção objetiva descrever brevemente o estado de conhecimento sobre os temas desta dissertação, seguindo as orientações de Romanowski e Ens (2006). Foi realizada uma pesquisa inicial no site do PROFQUI (<https://profqui.iq.ufrj.br/dissertacoes/>), na aba que reúne todas as dissertações e produtos realizados pelos estudantes vinculados às 18 instituições públicas de ensino superior que oferecem esta modalidade de mestrado. Os termos de busca utilizados foram *Kahoot*, *Quizizz* e óleos essenciais. Tais palavras foram pesquisadas separadamente e entre aspas, com o intuito de colaborar com a filtragem. Foram escolhidas por representarem dois pontos teórico-metodológicos centrais do projeto: o tema condutor da sequência didática e duas possíveis plataformas para a preparação de um jogo didático a ser incluído na sequência. O levantamento foi realizado no mês de maio de 2023. Nessa busca não foram encontrados trabalhos relacionados a óleos essenciais.

Entretanto, durante esse levantamento, foram encontrados vários trabalhos que tratavam de outras interfaces relacionadas à Química Orgânica, como fitoterápicos e plantas medicinais, além de dissertações que descreviam o desenvolvimento de outras sequências didáticas, o uso de tecnologias digitais, a produção de e-books e o uso de jogos.

A partir desse apanhado, foram selecionadas para leitura três dissertações, de um total de 328, que tratam mais especificamente da temática do projeto. Segue, portanto, uma breve caracterização de cada trabalho.

A dissertação de Marcos Callegari (2021), defendida na UNESP, com o título “*Kahoot* nas aulas de química: um estudo sobre a influência motivadora do jogo na perspectiva da teoria da autodeterminação” descreve o uso dessa plataforma para o desenvolvimento de três jogos didáticos para avaliar essa estratégia de mobilização dos estudantes em prol da aprendizagem química. O pesquisador notou uma tendência de aumento da autonomia dos estudantes e que o jogo nessa plataforma foi um ótimo fator motivador.

A dissertação intitulada “Sequência didática para o ensino de funções orgânicas a partir da temática plantas medicinais: limites e possibilidades”, de

autoria de Leandro da Silva (2020), foi produzida na UFRPE. Embora os temas específicos não estivessem anunciados em seu título, a partir da análise do texto, foi possível identificar a utilização do jogo *Kahoot* com a temática de plantas medicinais e saúde. Dentro do tema das plantas medicinais, aparecem os conceitos de metabólitos secundários, funções orgânicas, testes químicos de identificação de grupos funcionais. Em publicação posterior (Silva *et al*, 2021), os autores concluem que a temática das plantas medicinais foi adequada para incentivar a aprendizagem de Química Orgânica.

Por fim, a dissertação de Solange Ledur (2021), defendida na UTFPR, denominada “Plantas medicinais e óleos essenciais: uma sequência didática para o tema funções orgânicas no ensino médio” foi o trabalho que mais se aproximou da nossa pesquisa. Em uma das unidades da sequência didática proposta por Ledur, foi sugerida a obtenção de óleos essenciais de plantas medicinais por hidrodestilação usando um equipamento alternativo composto por panela de pressão e caixa de isopor. Em outra unidade foi proposto um jogo de dados sobre funções e grupos funcionais orgânicos.

A ferramenta Quizizz utilizada para a construção do jogo proposto neste trabalho não figura entre as ferramentas descritas em trabalhos defendidos pelo PROFQUI. Entretanto, em uma busca na Plataforma de Teses e Dissertações da CAPES, foram encontrados três trabalhos a partir da utilização dos termos de busca “quizizz” e “quizziz”. Em relação ao termo “quizziz”, foi encontrado o trabalho de Fábio Predolim (2020) com o título “Gamificação no processo de ensino-aprendizagem em saúde” defendido no Programa de Pós-Graduação Profissional em Tecnologia, Gestão e Saúde Ocular da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), no nível de mestrado. Para o termo “quizizz” foram encontrados dois trabalhos. O primeiro de Elizabeth Silva (2019) com o título “Aplicativos digitais e ensino-aprendizagem de espanhol/le: um estudo com alunos do Instituto Federal do Maranhão”, defendido no Programa de Pós-Graduação em Cultura e Sociedade da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e a pesquisa de Deivyson P. A. Braz (2022) com o título “Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) na aprendizagem do estudante: experiência com o jogo Quizizz” realizada no Programa de Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE). A partir desses dados, mesmo as investigações não tendo relação com o ensino de química ou com óleos

essenciais, essas publicações sinalizam o potencial das ferramentas tecnológicas digitais para o ensino e a aprendizagem.

Foram encontrados mais 54 resultados para o termo “Kahoot” na plataforma CAPES de teses e dissertações. Destes, apenas a dissertação de Gustavo Canas (2019) se relacionava diretamente com a Química. Com o título “Alimentos funcionais e seu potencial antioxidante: contextualizando a química na escola”, a dissertação foi defendida no Programa de Ciências Químicas da Vida e da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande. A temática também foi relacionada com o ensino de Química Orgânica e a plataforma *Kahoot* é uma alternativa adequada para a realização de um jogo didático tipo *quiz*.

As plataformas Quizizz e Kahoot!, são ferramentas flexíveis que permitem a criação e o uso de quizzes dinâmicos e interativos, oferecendo opções gratuitas. Existe também, em ambas, a opção paga para quem desejar utilizar recursos adicionais. Para utilização das duas plataformas não é necessário ter conhecimento de programação para a criação dos questionários. Neles também os alunos fazem o acesso e a utilização de forma gratuita. Para utilização de ambas as plataformas não é necessário ter conhecimento de programação. Possuem fins educacionais, sendo estas duas ferramentas versáteis e de fácil utilização.

Os demais trabalhos encontrados no portal da CAPES se inseriam no ensino de outras disciplinas como Língua Portuguesa, Matemática ou Biologia. Embora a maioria dos trabalhos encontrados fosse em outras áreas do conhecimento, pode-se perceber que a ferramenta *Kahoot* é amplamente utilizada, indicando ser uma tecnologia potencialmente útil para o ensino e a aprendizagem.

Destarte, pode-se refletir que a temática do projeto é relevante e que poderá contribuir com o conhecimento científico no contexto do PROFQUI e colaborar com os professores da educação básica com uma sequência didática de fácil execução. Apesar do tema já ter sido tratado por outros pesquisadores, esta proposta é diferenciada pela abordagem da sequência didática e pelos produtos (livro e jogos) construídos.

### 3.2 O Novo Ensino Médio, Documentos Norteadores e o Ensino de Química

A contextualização e a interdisciplinaridade são apontadas por Zanon (2008) *apud* Santos e Porto (2013) como tendências atuais para o ensino de Química. Contextualizar o conteúdo facilita o entendimento e pode tornar as aulas mais atrativas para os estudantes.

Para a implantação do Novo Ensino Médio, a Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais publicou recentemente recomendações por meio do Currículo Referência de Minas Gerais (SEE-MG, [s.d.]). Segundo esse documento, das 16.151 escolas de Minas Gerais, 3.622 são estaduais, 8.751 municipais e 3.778 privadas. Há 4.032.949 estudantes matriculados, sendo que 86% deles na rede pública.

Em 2016, o Governo Federal implantou a Reforma do EM por Medida Provisória. Essa reforma foi convertida em Lei em 2017. Em 2018 o MEC divulgou uma nova BNCC do Ensino Médio e determinou prazos para sua efetivação nas escolas (SEE-MG, 2018).

O Novo EM é bastante mais flexível. O Currículo Referência de Minas Gerais traz direcionamentos sobre o conteúdo a ser trabalhado em sala de aula e propõe que os alunos possam buscar soluções para as problemáticas encontradas no dia a dia (SEE-MG, 2018). O Quadro 1 ilustra os objetivos a serem atingidos de acordo com o Estado de Minas Gerais, com a nova proposta.

Quadro 1 - Expectativas de aprendizagem para o ensino de Química

Definição de problemas	Observar o mundo a sua volta e fazer perguntas. Analisar demandas, delinear problemas e planejar investigações. Propor hipóteses.
Levantamento, análise e representação	Planejar e realizar atividades de campo (experimentos, observações, leituras, visitas, ambientes virtuais etc). Desenvolver e utilizar ferramentas, inclusive digitais, para coleta, análise e representação de dados (imagens, esquemas, tabelas, gráficos, quadros, diagramas, mapas, modelos, representação de sistemas, fluxogramas, mapas conceituais, simulações, aplicativos, etc.). Avaliar informação (validade, coerência e adequação ao problema formulado). Elaborar explicações e/ou modelos. Associar explicações e/ou modelos à evolução histórica dos conhecimentos científicos envolvidos. Selecionar e construir argumentos com base em evidências, modelos e/ou conhecimentos científicos. Aprimorar seus saberes e incorporar, gradualmente, e de modo significativo, o conhecimento científico. Desenvolver soluções para problemas cotidianos usando diferentes ferramentas, inclusive digitais.

Comunicação	Organizar e/ou extrapolar conclusões. Relatar informações de forma oral, escrita ou multimodais. Apresentar, de forma sistemática, dados e resultados de investigações. Participar de discussões de caráter científico com colegas, professores, familiares e comunidade em geral. Considerar contra-argumentos para rever processos investigativos e conclusões.
Intervenção	Implementar soluções e avaliar sua eficácia para resolver problemas cotidianos. Desenvolver ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental.

Quadro 1 - Fonte: SEE-MG (2018, p. 732).

Em consonância com essa expectativa, a BNCC também traz três competências a serem atingidas a partir da construção de habilidades a serem adquiridas ao longo do processo. O documento (Brasil, 2018) estabelece as competências a serem adquiridas pelos alunos ao longo do EM:

C.1 - 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.

C.2 - 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

C.3 - Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagem 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). (BRASIL, 2018, p. 555-558)

Neste trabalho um dos focos está no desenvolvimento das habilidades a seguir, que estarão presentes na sequência didática. São elas:

**EM13CNT301** - Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

**EM13CNT302** - Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

**EM13CNT303** - Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

EM13CNT307 - Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano. (BRASIL, 2018, p. 559)

Cumprido ressaltar que a própria caracterização da BNCC é entendida como:

[...] um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE). Este documento normativo aplica-se exclusivamente à educação escolar, tal como a define o § 1º do Artigo 1º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996), e está orientado pelos princípios éticos, políticos e estéticos que visam à formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva, como fundamentado nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN). (Brasil, 2018, p. 7).

Neste sentido, em consonância com o que propõe a BNCC, a proposta do *e-book* neste projeto está alinhada com as finalidades educativas:

[...] a Educação Básica deve visar à formação e ao desenvolvimento humano global, o que implica compreender a complexidade e a não linearidade desse desenvolvimento, rompendo com visões reducionistas que privilegiam ou a dimensão intelectual (cognitiva) ou a dimensão afetiva. Significa, ainda, assumir uma visão plural, singular e integral da criança, do adolescente, do jovem e do adulto – considerando-os como sujeitos de aprendizagem – e promover uma educação voltada ao seu acolhimento, reconhecimento e desenvolvimento pleno, nas suas singularidades e diversidades. (Brasil, 2018, p.16).

Com relação ao ensino de Ciências e de Química, considerando as disposições supracitadas, o uso dos óleos essenciais pode ser uma ferramenta de ensino bastante útil, pois permite explorar a composição química de substâncias e misturas, assim como suas propriedades, usos e aplicações. Além disso, conforme for abordado, o tema pode incentivar a participação ativa durante as aulas.

Santos, Maia e Justi (2020) salientam que é importante considerar o contexto no qual os estudantes estão inseridos para que a abordagem contextualizada se torne significativa. Lemke (2006) considera que o processo de educação científica deve ser bem aceito pelos alunos, de forma que haja engajamento emocional e intelectual a fim de formar cidadãos críticos em relação à possibilidade de uso tanto benéfico quanto maléfico do conhecimento.

Pozo e Crespo (2009) apontam a necessidade de transformação no ensino visto que este não tem sido atrativo para os alunos. Uma possibilidade de alcançar

um ensino transformador se dá através da adaptação dos professores às novas tecnologias, a fim de instigar o interesse dos estudantes, promovendo assim um envolvimento ativo durante as aulas.

Mesclar o alternativo com o tecnológico e moderno pode resultar em um programa de estudos mais atraente para a faixa etária do EM, com resultado positivo em termos de aprendizagem (Rubinger e Braathen, 2012). É importante que os professores estimulem a curiosidade dos alunos, que os incentivem a serem criativos e a buscar soluções para problemas. Desenvolver projetos, aulas lúdicas, atividades práticas e jogos servem de incentivo aos alunos para o estudo. Além disso, é importante que os professores busquem conhecer melhor os alunos, para que possam adequar suas aulas de acordo com as suas necessidades, habilidades e interesses.

Pretende-se com esta proposta salientar a importância de conhecer as concepções prévias trazidas para a sala de aula, para que a verdadeira contextualização se realize, pois como mencionado na introdução, o tema “Óleos essenciais” é relevante do ponto de vista econômico e interessante do ponto de vista didático. Porém, será um tema contextualizador se a proposta for capaz de motivar os alunos a saberem um pouco mais sobre esse assunto.

Assim, a abordagem envolve levantamento de conceitos pré-existentes sobre óleos essenciais. A sequência didática construída conta com apresentação de vídeo que aborda o tema, trabalho de pesquisa, proposta de criação de uma fábrica, aulas práticas, modelos, jogos didáticos e questionários, dentre os quais, um aborda questões do ENEM que tratam da temática óleo essencial. Tudo isso foi pensado a fim de envolver os alunos em aulas diferenciadas, dinâmicas, interessantes e atraentes.

### **3.3 Óleos Essenciais**

Os óleos essenciais são materiais de origem natural. Podem ser usados como ingredientes em cosméticos, sabonetes, perfumes, detergentes e produtos de limpeza, pois podem melhorar o aspecto e o odor dos produtos. São usados em aromatizantes e difusores de óleo para criar ambientes agradáveis. Alguns óleos essenciais também são usados em alimentos para dar sabor e aroma, além de apresentarem várias aplicações industriais importantes. Cerca de três mil óleos

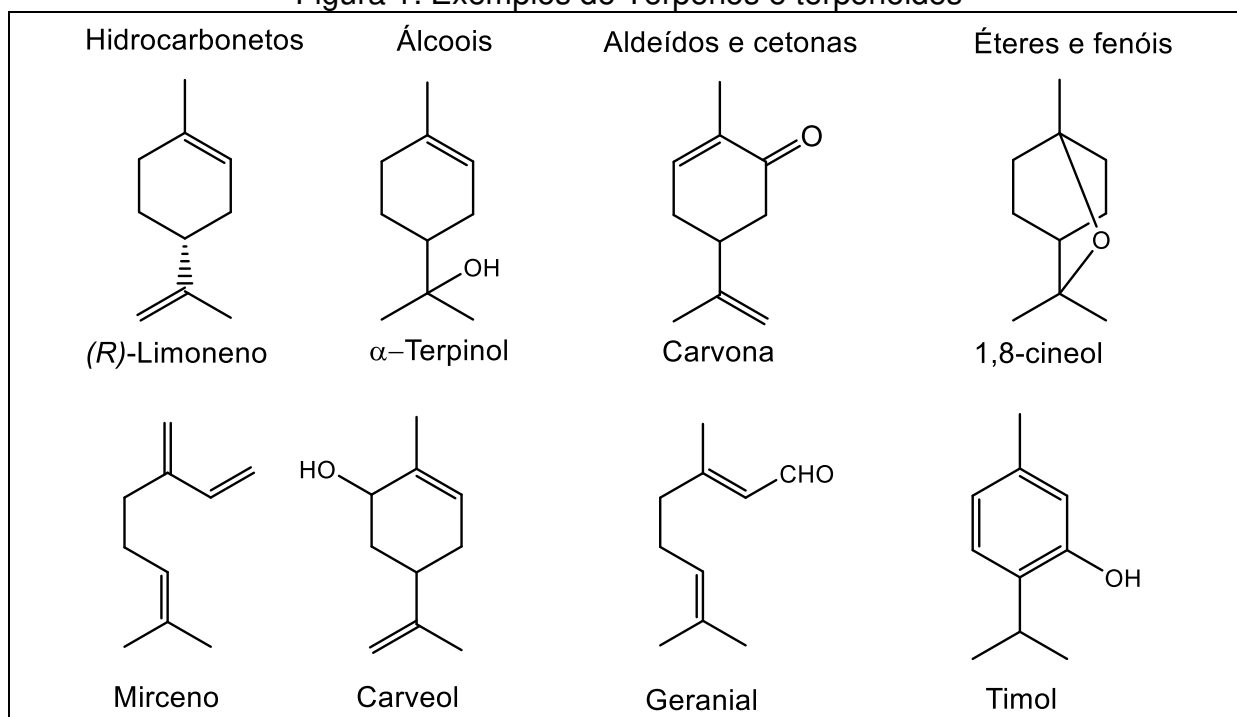
essenciais diferentes já foram produzidos a partir de mais de duas mil espécies de plantas. Desses, cerca de trezentos são importantes comercialmente (Raut e Karuppayil, 2014).

Presentes há milhares de anos na vida em sociedade, os óleos essenciais são citados em textos antigos, como a Bíblia e o Alcorão. Vários óleos essenciais já foram usados em odontologia e medicina por apresentarem princípios ativos com ação antibacteriana, antifúngica, antioxidante ou analgésica (Dagli *et al*, 2015).

Para Grossman (2005) *apud* Souza e Silva (2020) essências ou aromas são termos que incluem compostos químicos de origem natural ou sintética, enquanto que os óleos essenciais se referem apenas a extratos naturais de plantas.

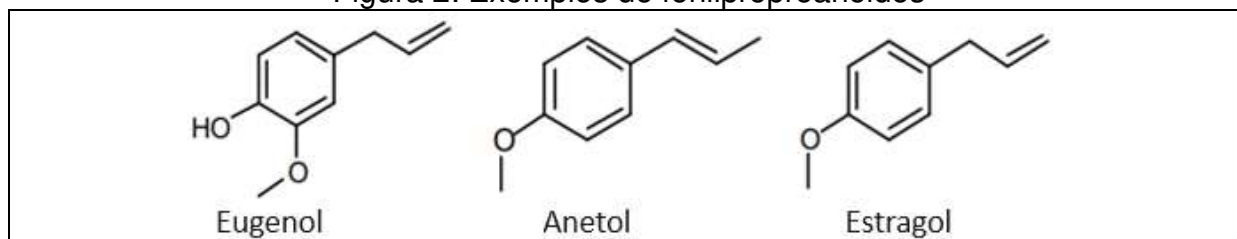
Os óleos essenciais são metabólitos secundários de plantas, sintetizados em fases específicas do crescimento ou durante períodos de estresse causado por agente externo (Camargo *et al*, 2020). Terpenóides (Figura 1) e fenilpropanóides (Figura 2) são os principais constituintes dos óleos essenciais (Raut e Karuppayil, 2014). Nessas estruturas, além de hidrocarbonetos, ocorrem várias funções orgânicas, como ésteres, álcoois, aldeídos, cetonas, fenóis e éteres. Assim, esta é uma temática bastante apropriada para o ensino de Química Orgânica no EM, especialmente quanto a hidrocarbonetos e funções oxigenadas.

Figura 1: Exemplos de Terpenos e terpenóides



Fonte: A autora (2023)

Figura 2: Exemplos de fenilpropanóides



Fonte: A autora (2023)

O mercado mundial de óleos essenciais movimentou cerca de US\$ 8 bilhões, em 2021, havendo projeções de crescimento para os anos seguintes. Em termos de valores, os maiores exportadores são a Índia, os EUA, a França, a China e o Brasil. (Bizzo e Rezende 2022). O Brasil é o quarto maior mercado consumidor global de produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos. Dentro desse setor, estão em alta os produtos com ingredientes de origem natural (Bruno e Almeida, 2021). Assim, este tema pode ser de grande relevância como motivação para a aprendizagem entre os jovens brasileiros.

Outras informações sobre a importância econômica dos óleos essenciais, métodos de extração, utilização na indústria, entre outros, podem ser obtidas de Vitti e Brito (2003); Bizzo, Hovell e Rezende (2009); Steffens (2010); Almeida (2016); Bueno *et al.*, (2021); Silva *et al.* (2021); Bieski *et al.* (2022); Bizzo e Rezende, (2022).

### 3.4 Construção do Conhecimento e Experimentação no Ensino

Colocar o estudante no universo das ciências para que haja uma construção do conhecimento a fim de que o estudante consiga organizar e buscar explicar os fenômenos ao seu redor se faz fundamental no ensino de Química. O Ensino de Ciências precisa ser planejado para ir além do trabalho com os conceitos e ideias científicas (Carvalho, 2011). Levando em consideração que a experimentação deve fazer parte de uma sequência didática para o ensino de química visando a construção do conhecimento científico, destaco a importância de se escolher um problema adequado para iniciar a abordagem de um determinado conteúdo.

Rubinger e Braathen (2012) apontam que muitos professores dão preferência a aulas teóricas em detrimento das aulas práticas, e que, por vezes, optam por eliminar a experimentação, o que resulta em uma aprendizagem pouco significativa e pouco duradoura. Uma aprendizagem mais mecânica dificulta a

aplicabilidade do que se aprende e mantém a qualidade do conhecimento bastante superficial. Estes autores enfatizam, portanto, o caráter experimental da Química a fim de tornar as aulas mais atraentes e o conhecimento mais útil.

Autores como Rubinger e Braathen (2012) orientam o trabalho do professor, trazendo práticas viáveis para o EM, sugerindo inclusive materiais alternativos para aulas diferenciadas. Entre os experimentos sugeridos, incluem a extração de óleos essenciais e o uso de testes químicos simples para sua identificação.

Pozo e Crespo (2009) nos mostram a importância de se retomar conceitos já estudados, conhecer a concepção prévia dos alunos, favorecer a construção do pensamento científico assim como a formação de um cidadão crítico e consciente do mundo em que vive. Os autores possuem um olhar construtivista vislumbrando um ensino motivador a fim de gerar uma aprendizagem significativa. Essas ideias são corroboradas por Sánchez Blanco e colaboradores (1997) e Carvalho (2011). Tenreiro-Vieira e Vieira (2021) acrescentam a importância de se promover o pensamento crítico e criativo por meio das propostas didáticas.

Diante do exposto e partindo do referencial teórico explicitado, considero a experimentação na construção do conhecimento muito relevante, pois, permite que o aluno elabore hipóteses, produza explicações para problemas reais, o que pode contribuir para formar senso crítico e habilidades para a resolução de problemas. Logo, a presente proposta caminha para essa direção, já que insere a experimentação em um contexto que aproxima o aluno da ciência permitindo essa proximidade com seu dia a dia.

### **3.5 Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino**

As tecnologias de informação e comunicação (TIC) disponibilizam ferramentas úteis para o processo de ensino e aprendizagem. Reis, Leite e Leão (2021) defendem a importância da utilização das TIC e também da formação continuada dos professores para a promoção de um ensino de qualidade. Os alunos tornam-se mais motivados, se dedicando mais ativamente às atividades. De acordo com Matias, Faria e Martins (2018), quando as aulas são lúdicas e interativas auxiliam no processo de ensino e aprendizagem onde os alunos se sentem mais engajados e motivados a participar.

Há de se levar em consideração as necessidades dos estudantes para a aprendizagem, as condições oferecidas pela escola e a capacidade do professor na utilização desses recursos para que a aprendizagem se torne significativa para o estudante. Moreno e Heidelmann (2017) apontam o desafio dos professores na utilização das TICs visto que muitos ainda mantêm um método tradicional de ensino. Os mesmos entendem que, para mudar essa realidade, é essencial a inclusão das TIC na formação dos professores, seja na formação inicial ou continuada.

Uma vez que as TIC sejam utilizadas corretamente dentro de uma sequência didática, é possível o desenvolvimento de habilidades cognitivas como argumentação, reflexão, raciocínio, dentre outros. Matias, Faria e Martins (2018) relatam que 80% dos alunos analisados em sua pesquisa disseram se sentir motivados quando o professor faz uso de recursos tecnológicos.

Para a construção da Sequência Didática neste trabalho foram consideradas as opções dos recursos tecnológicos “Quizizz” para avaliação do conhecimento adquirido pelo aluno em relação a funções orgânicas e reações orgânicas; “Sorteador” para sortear o óleo essencial para a pesquisa de cada grupo; “ACD/ChemSketch” para desenhar estruturas dos componentes principais do óleo essencial sorteado pelo grupo. Estes recursos tecnológicos têm características diversificadas e visam cobrir diferentes aspectos das demandas dos professores (Moreno e Heidelmann, 2017). Além dessas plataformas, foi incluída uma pesquisa inicial sobre os constituintes químicos de óleos essenciais, suas propriedades, aplicações em sites de busca da internet.

Moreno e Heidelmann (2017) consideram inovadores alguns recursos instrucionais para o ensino de Química, nos quais incluem-se os aplicativos para dispositivos móveis que podem ser utilizados para a realização de uma aula com maior envolvimento dos estudantes (Leite, 2020). Leite (2020) infere que a utilização de jogos no ensino de Química proporciona interação, divertimento, motivação, interação, pensamento crítico e promovem a autonomia e o protagonismo do aluno.

A escolha do Kahoot como uma alternativa ao Quizizz justifica-se a partir da pesquisa realizada por Leite (2020). No grupo analisado, 83,3% dos estudantes disseram que sentiram autonomia com a utilização do Kahoot e 95,8% se sentiram motivados e envolvidos com a utilização deste recurso tecnológico. A maioria dos estudantes (94,4%) afirmou não ter dificuldades para utilizar o recurso e 100% afirmaram aprender se divertindo. Já 90,2 % dos estudantes consideram o Kahoot

um recurso significativo a ser usado como estratégia didática no ensino de Química. Este resultado vem ao encontro do proposto para a inclusão desta ferramenta de ensino em nossa proposta. Sendo assim, acredito ter em Reis, Leite e Leão (2021), Moreno e Heidelmann (2017), Matias, Faria e Martins (2018) e Leite (2020) um referencial de apoio consistente e consonante com a proposta deste trabalho. Cumpre ainda ressaltar que, trabalhos como de Soares (2015), Soares e Rezende (2019) e Cunha (2012) retratam o histórico e a pertinência do uso de jogos no ensino de Química.

#### 4. METODOLOGIA

A construção do produto educacional se deu na forma de um *e-book* para professores do EM, abordando conceitos relacionados à Química Orgânica a partir da temática óleos essenciais. Para tal, a pesquisa foi realizada em quatro fases.

Na primeira, foi feita uma revisão de literatura a fim de coletar dados que sustentassem essa pesquisa de abordagem qualitativa e natureza bibliográfica e descritiva. Foram selecionados artigos de revisão sobre óleos essenciais, dados de produção, conteúdo químico e aplicações. No site do PROFQUI, também foi realizada uma busca por outras dissertações que tivessem utilizado essa temática. Foram buscados os termos óleos essenciais, *Kahoot* e *Quizizz*. Foi feito também um levantamento bibliográfico sobre os documentos norteadores do ensino de Química para escolher as abordagens mais adequadas para a sequência didática. Posteriormente, foi realizado levantamento bibliográfico sobre a construção do conhecimento e a experimentação no ensino que sustentasse a construção da sequência didática e, por fim, sobre as tecnologias de informação e comunicação no ensino, visto que disponibilizam ferramentas úteis para o processo de ensino e aprendizagem.

Na segunda fase, em buscas na Internet e em lojas e mercados locais foi verificado quais óleos essenciais e matérias primas estão disponíveis no comércio, sendo selecionados para a sequência didática aqueles que apresentavam baixo custo. Foi aprofundada a revisão bibliográfica sobre a constituição química dos óleos selecionados, processo de extração, usos e aplicações.

Na terceira fase, as informações coletadas foram utilizadas para a redação de um texto de apoio para o professor. Ao mesmo tempo, foi sendo planejada a

sequência didática. Para a inclusão de experimentos, foi testado o método de destilação por arraste de vapor, com botões de cravo-da-índia e casca de limão taiti, seguindo procedimentos descritos por Rubinger e Braathen (2012). Oito óleos essenciais selecionados para a sequência didática foram adquiridos e utilizados em testes químicos com permanganato de potássio (Teste de Baeyer) e com hidróxido de sódio, segundo metodologia descrita por Rubinger e Braathen (2012). Teste de identificação de ligações C=C foram feitos com tintura de iodo adquirida em farmácia. Todos esses experimentos foram realizados no Laboratório de Pesquisas Interdisciplinares do Departamento de Química da UFV, de forma a se encontrar a condição ideal para uma aplicação na escola.

Por fim, na quarta fase, a sequência didática foi aplicada em uma escola do Ensino Médio onde a pesquisadora é docente. O objetivo foi avaliar a adequação da proposta a uma turma da terceira série do Ensino Médio. Os resultados permitiram fazer ajustes na sequência didática e finalizar a produção do *e-book*.

O *e-book* foi organizado em dois capítulos. O primeiro incluiu informações sobre o mercado dos óleos essenciais, definições gerais sobre o tema e informações selecionadas da literatura sobre oito óleos essenciais, de forma a exemplificar a constituição, propriedades e aplicações desses produtos naturais. O segundo capítulo descreve a sequência didática e discute possíveis resultados e explicações.

Para a preparação do texto foram produzidas imagens autorais tanto das estruturas químicas, quanto das matérias primas e exemplos de produtos cotidianos contendo os óleos essenciais selecionados. Os desenhos foram feitos com o uso do programa *ACD/ChemSketch* (<<https://www.acdlabs.com/resources/free-chemistry-software-apps/chemsketch-freeware/>>), na versão gratuita.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 A Revisão da Literatura**

Proceder à revisão da literatura sobre um determinado tema vai além da leitura dos documentos que têm sido publicados, embora esta seja uma das etapas do processo (Cardoso, Alarcão, Celorico, 2013). Uma revisão de literatura visa fornecer uma visão geral das fontes de um determinado tema e tem as características de uma pesquisa científica, que deve ser sistemática e abrangente.

Para Azevedo (2017) o objetivo da revisão da literatura é coletar e sistematizar pesquisas anteriores. Nessa perspectiva, uma revisão de literatura ajuda a identificar um problema de pesquisa, auxilia na busca de novos rumos de investigação do problema que o pesquisador pretende investigar e evita abordagens infrutíferas (Brizola e Fantin, 2017).

Dentro da perspectiva metodológica apontada por Coutinho (2014), foi adotado o método qualitativo tendo como plano de investigação um estudo de caso, uma vez que o mesmo permite a análise de uma realidade específica, pela observação, coleta de dados, definição de problemas, planejamento de ações, execução e avaliação em conjunto (Moreira, 2003).

O levantamento bibliográfico permitiu selecionar material de estudo sobre os óleos essenciais, a sua importância para a sociedade, para a indústria e a economia, além dos aspectos químicos de produção, constituição e até relações entre as plantas e o ambiente, com vista a uma abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). Este estudo permitiu também levantar dados sobre importação e exportação dos óleos, assim como seus métodos de extração, pureza, rendimento, dentre outros. Tais informações vêm ao encontro da proposta da BNCC, que espera que os alunos sejam capazes de atingir a habilidade “EM13CNT307 - Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas)” (BNCC, p. 559, 2018, Adaptado).

O material selecionado a partir da revisão de literatura realizada encontra-se listado na seção 7 desta dissertação (Referências Bibliográficas) e no *e-book* disponível no Apêndice VII.

## **5.2 A elaboração da Sequência Didática**

A sequência didática de ensino que integra o *e-book* foi construída visando valorizar o protagonismo do aluno na construção de conhecimentos relacionados a conteúdos de Química Orgânica, desde reconhecimento de funções orgânicas oxigenadas chegando até o conteúdo de reações orgânicas, passando pelas propriedades dos compostos orgânicos.

Buscou-se que as atividades propostas permitissem a elaboração de hipóteses e o confronto de ideias, pois isso desenvolve o pensamento crítico e

criativo visto que segue critérios designados como PIGES por Tenreiro-Vieira e Vieira (2021): Princípios, Intencionalmente, Gradualmente, Explicitamente e Sistemáticamente.

Partindo do proposto por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) e por Sánchez Blanco e colaboradores (1997) foram valorizados três momentos pedagógicos: a problematização inicial, a organização dos conteúdos e a aplicação do conhecimento. A sequência didática considera, ainda, as metas de aprendizagem propostas pela Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEE-MG, 2018) e as competências e habilidades propostas pelo MEC (Brasil, 2018).

Carvalho (2011) considera que uma sequência de ensino investigativa permite criar condições no ambiente escolar para a construção do conhecimento científico, dentre as quais destacam-se: I) a importância de um problema inicial motivador; II) a ação manipulativa e a ação intelectual; III) a importância da tomada de consciência sobre o processo de construção do conhecimento e IV) as diferentes etapas das explicações científicas.

Sánchez Blanco e colaboradores (1997) apontam a necessidade de considerar o ensino como um processo de investigação na ação, assim como os princípios básicos da aprendizagem significativa. As situações de aprendizagem devem favorecer o desenvolvimento pessoal, o debate, a cooperação, o rigor e a honestidade, a criatividade, a crítica ponderada, as abordagens não dogmáticas, a satisfação em aprender (Sánchez Blanco e colaboradores, 1997).

A construção da sequência didática foi baseada no ensino sócio-construtivista, visto que este implica em transformar a mente de quem aprende, almejando que os alunos se apropriem dos produtos e processos culturais efetivamente e não apenas façam repetição e acúmulo de conhecimentos, enfim, que consigam ressignificar os conceitos aprendidos com os conhecimentos que já trazem do seu dia a dia (Pozo e Crespo, 2009).

As cinco tarefas propostas por Sánchez Blanco e colaboradores (1997) foram consideradas na construção desta sequência didática: 1º- A análise científica, onde se aponta o conteúdo conceitual a ser estudado; 2º- A análise didática, que leva em consideração a concepção prévia dos alunos; 3º- A seleção de objetivos, com a definição das habilidades a serem trabalhadas visando atingir o conhecimento procedimental e atitudinal; 4º- A seleção de estratégias didáticas buscando uma maior participação e engajamento dos alunos e, por fim, 5º- A avaliação com auxílio

de recursos tecnológicos, para verificar se houve aprendizagem ao fim da aplicação da sequência didática (na forma de jogo).

Para cada aula proposta, há informações como: o tema e objetivos da aula, a previsão de horas-aula necessárias, as habilidades a serem consolidadas de acordo com a BNCC (Brasil, 2018). No conjunto de aulas, são sugeridos vídeos, textos, experimentos, pesquisas, exercícios, jogos didáticos e outras atividades.

O Quadro 2 resume a sequência didática proposta. A sequência detalhada está descrita no Apêndice I. Os roteiros completos de aulas práticas estão disponíveis nos Apêndices II e III. Os exercícios de fixação, revisão e avaliação estão listados nos Apêndices IV e V.

Esta sequência didática é uma estratégia ativa de ensino-aprendizagem, criada a fim de aproximar o aluno ao conteúdo, de instigar o seu interesse. Atinge o objetivo geral deste trabalho que visou elaborar um *e-book* para professores do Ensino Médio, versando sobre o ensino de Química Orgânica a partir da temática dos óleos essenciais. O estudo de Química Orgânica está bastante relacionado aos produtos naturais e ao cotidiano, o que oportuniza aos estudantes fazer relação do seu conhecimento prévio com os conceitos trazidos pela Química.

Quadro 2 – Resumo da sequência didática baseada no tema “Óleos Essenciais”

AULA	CONTEÚDO	ATIVIDADES
1	Introdução ao tema dos óleos essenciais e proposição do projeto	Vídeo introdutório a fim de abordar o tema Óleos Essenciais.
2	Desenho e estudo de estruturas moleculares	Uso de programa de computador para desenhar estruturas de moléculas orgânicas; Sorteio dos temas de pesquisa para cada grupo. Orientações para a pesquisa.
3	Apresentação dos trabalhos em grupo sobre Óleos Essenciais	Apresentação das pesquisas, perguntas, debate e escolha dos óleos essenciais a serem produzidos pela nova fábrica hipotética.
4	Extração dos óleos essenciais	Produção de óleos essenciais de limão e cravo-da-índia pelo método de destilação por arraste a vapor.
5	Caracterização dos óleos essenciais	Caracterização dos óleos essenciais produzidos no laboratório e disponíveis no mercado com soluções de iodo, de hidróxido de sódio e de permanganato de potássio. Lista de exercícios com questões do ENEM envolvendo óleos essenciais, reconhecimento de funções orgânicas, reações orgânicas, processos de separação de misturas.
6	Jogo online	Aplicação de jogo online para avaliação da aprendizagem.

Fonte: A autora (2024)

A sequência didática foi alicerçada em atividades experimentais com abordagem na temática dos óleos essenciais. Esta abordagem dá aos alunos a oportunidade de aprender vários aspectos da Química Orgânica, como a extração de produtos naturais por destilação por arraste a vapor, estruturas das moléculas dos componentes de óleos essenciais, as funções orgânicas presentes nesses compostos, reações orgânicas de caracterização de algumas funções, princípios de ligação química, volatilidade, solubilidade, dentre outros. Ensinar Química Orgânica usando óleos essenciais também oferece aos alunos a oportunidade de desenvolver habilidades práticas, como a manipulação de equipamentos de laboratório, a realização de testes sensoriais e químicos.

A sequência didática valorizou a pesquisa, a divulgação da pesquisa, experimentos, a utilização de recursos tecnológicos e também os jogos online. Os experimentos são de fácil manuseio e não requerem um ambiente de laboratório sofisticado. Dependendo das condições da escola, os materiais usuais de laboratório podem ser substituídos por outros de fácil acesso, sem que a atividade deixe a desejar, pois, mesclar o alternativo com o tecnológico e moderno pode resultar em um programa de estudo interessante para a faixa etária do ensino médio, com resultados positivos em termos de aprendizagem (Rubinger e Braathen, 2012).

Para a **Aula 1**, o material elaborado é interdisciplinar e contém conceitos trazidos pela Biologia a fim de introduzir conceitos da Química a partir de uma concepção prévia do aluno. Objetivou-se conhecer de onde vêm os óleos essenciais e sua importância para a sociedade, tecnologia e meio ambiente. O tema é introduzido com um pequeno questionário a fim de instigar os alunos e trazer à tona os seus conhecimentos prévios sobre o tema. Na sequência, ainda nesta aula, é apresentado o vídeo “Litro de óleo de rosas da Índia pode custar mais de R\$30 mil” (Disponível em: <<https://globoplay.globo.com/v/4068378/?s=0s>>) que traz informações sobre a produção de um óleo essencial. Na sequência é proposto o projeto: Planejar a instalação de uma fábrica de óleos essenciais no bairro. Para iniciar os estudos nessa direção, a leitura de um artigo é sugerida e pode ser concluída extraclasse.

Óleos essenciais são considerados matérias primas importantes para indústrias alimentícias, farmacêutica, perfumaria, entre outras, conforme apresentado por diversos autores como: Almeida (2016); Bieski e colaboradores

(2022), Bizzo, Hovell e Rezende, 2009; Bizzo e Rezende (2022); Bueno e colaboradores (2021); Silva e Colaboradores (2019); Steffens (2010).

Mas, o que são óleos essenciais? Como são produzidos? Nessa primeira aula os estudantes iniciam a compreensão dessas questões. Óleos essenciais são metabólitos secundários de plantas, de composição diversa, voláteis e com baixa solubilidade em água. Podem ser produzidos nas folhas, caules, raiz, flores e frutos de algumas plantas. São responsáveis por várias interações ecológicas da planta com o ambiente e com outros seres vivos (Rubinger e Braathen, 2012).

Diferentemente dos metabólitos primários, que são produzidos para desenvolvimento, nutrição e crescimento da planta, a produção de metabólitos secundários pelas plantas pode ter como consequências: 1) a defesa e proteção da planta, inibindo a ação de potenciais consumidores, como insetos, por exemplo; 2) a proteção de plantas contra doenças causadas por fungos e bactérias; 3) a atração de polinizadores, influenciando assim a taxa de reprodução da planta e a sobrevivência dos animais polinizadores; 4) proteção da planta contra variações nas condições do ambiente, como luz ultravioleta, calor e frio excessivos, falta ou excesso de água.

Os constituintes dos óleos essenciais podem ser divididos em três grandes grupos, classificados como: Terpenos/terpenóides, fenilpropanóides ou compostos nitrogenados, sendo o primeiro grupo o majoritário. Conteúdos de Química Orgânica lecionados no ensino médio podem ser abordados a partir desses constituintes, o que faz com que a temática óleos essenciais para o ensino de química seja vasta e atraente, permitindo abordar conceitos diversos, como, fórmulas, nomenclatura, reações orgânicas, métodos de separação de misturas, interações intermoleculares, acidez e basicidade dos compostos orgânicos, isomeria, dentre outros.

Na introdução da **Aula 2** o conhecimento dos alunos sobre a importância dos óleos essenciais para a economia, para o meio ambiente assim como para a indústria é ampliado. Para dar continuidade ao projeto, propõe-se que cada grupo estude um óleo essencial de forma a verificarem a viabilidade e interesse em sua produção na nova fábrica a ser instalada. Foi proposta a divisão da turma em oito grupos de até cinco alunos. Para que fique mais divertido, o sorteio do tema de pesquisa para cada grupo é feito em um programa de sorteios da Internet. Como será necessário estudar as estruturas dos componentes dos óleos essenciais, há um destaque especial nesta aula para a utilização de recursos tecnológicos, com a

utilização do software ACD/ChemSketch para a construção de modelos de moléculas. Esta parte é realizada em laboratório de informática na escola.

Para a apresentação de trabalho pelos alunos foram escolhidos oito óleos essenciais (um por grupo), sendo eles de: Camomila, Canela, Citronela, Cravo-da-índia, Eucalipto, Hortelã-pimenta, Lavanda e Limão-Taiti. A escolha se deu pela facilidade de encontrar esses óleos no comércio. Também foi considerada a utilização pela indústria brasileira e o baixo custo das matérias primas para sua obtenção. Bizzo e Rezende (2009) apontam que o Brasil é um dos países que mais exporta óleos essenciais, competindo com a Índia, Estados Unidos, França e Indonésia, maiores produtores de óleos essenciais do mundo, conhecidos por sua qualidade e pureza.

Rubinger e Braathen (2012) nos alertam quanto à dosagem de óleo essencial consumida pelos seres humanos, podendo ser tóxicos e causar danos ao fígado, por exemplo. Assim, a pesquisa a ser realizada pelos estudantes também permitirá debater o mito de que tudo o que é natural não faz mal.

A realização de pesquisa para posterior apresentação permite aos alunos um estudo autônomo e também colaborativo, porém deve ser bem direcionada.

A **Aula 3** é dedicada à apresentação das pesquisas realizadas pelos estudantes. Nessa aula, cada grupo apresentará o conhecimento adquirido, trazendo informações sobre:

- 1º- Composição química do óleo essencial;
- 2º- Fórmula estrutural e molecular dos componentes principais, identificando as funções orgânicas presentes em suas estruturas.
- 3º- Onde e como o óleo essencial é usado e sua importância para a sociedade;
- 4º- A temperatura de ebulição, a densidade e a solubilidade em água dos componentes principais (quando puros);
- 5º- Valor comercial do óleo essencial e dos componentes principais puros;
- 6º- Outras informações que o grupo achar interessantes sobre o óleo essencial.

Em um debate mediado pelo professor, a turma poderá escolher, no final da aula, os óleos essenciais que seriam produzidos inicialmente na fábrica fictícia a ser instalada. A etapa seguinte seria estudar a produção desses óleos essenciais de forma prática. Como cascas de limão taiti e botões de cravo-da-índia são facilmente encontrados no comércio, esses são bons candidatos para uma aula prática na escola.

A **Aula 4** conta com experimento baseado em roteiro descrito no livro “Ação e reação: Ideias para aulas especiais de Química” de Rubinger e Braathen (2012).

A experimentação no ensino de Química, como dito anteriormente, é de fundamental importância para a construção de um conhecimento significativo. A valorização da experimentação na construção da sequência didática se deu a fim de tornar as aulas de Química mais atraentes e significativas.

O método escolhido é a destilação por arraste de vapor. A extração pode ser feita com materiais alternativos, caso a escola não disponha das vidrarias e equipamentos usuais de laboratório. Duas opções são apresentadas por Valentim e Soares (2018) e por Guimarães, Oliveira e Abreu (2000). Um vídeo disponível no canal Manual do Mundo (Thenório, 2019) ilustra bem um terceiro modo de obter óleos essenciais com materiais caseiros. Mesmo que o experimento no laboratório seja realizado da forma convencional, a sugestão desse vídeo para os estudantes pode ser interessante como complemento para a aprendizagem. O autor mostra desde a coleta dos materiais vegetais, até a produção dos óleos de lavanda, eucalipto, limão siciliano, pinheiro e citronela (Thenório, 2019).

Na aula prática, são produzidos óleos essenciais de cravo da Índia e de limão taiti. Este experimento permite a retomada de conceitos relacionados à composição química específica dos óleos essenciais, separação de misturas, mistura homogênea e heterogênea, interações intermoleculares, fórmulas químicas, pressão de vapor, entre outros. Os hidrolatos obtidos nesta aula são guardados em geladeira e utilizados nos experimentos da aula seguinte.

A **Aula 5** apresenta o segundo experimento que tem por objetivo a caracterização dos óleos essenciais produzidos, comparando-os com óleos comerciais. Este experimento utiliza tintura de  $I_2$ , tal como é comercializada em farmácias, que dá resultado positivo (desaparecimento da cor castanha do iodo) para os óleos cujos constituintes contenham ligações duplas entre carbonos, do tipo alceno. Outro ensaio é feito com solução de  $KMnO_4$ , conhecido como teste Bayer, que dá resultado positivo (desaparecimento da cor roxa da solução de permanganato e surgimento de um sistema marrom turvo pela formação de dióxido de manganês) para os óleos cujos constituintes contenham ligações duplas entre carbonos, do tipo alceno, ou grupos oxidáveis como aldeído e álcool primário ou secundário. O terceiro teste é feito com suspensões dos óleos essenciais em água que apresentarem duas fases ou turbidez. O teste consiste na adição de solução de

NaOH ao sistema turvo ou bifásico. Havendo componentes ácidos presentes, a reação química gerará sais solúveis e o sistema se tornará monofásico. Entre os óleos estudados, observa-se essa reação com o hidrolato do cravo-da-índia, devido à presença do eugenol, que é um fenol.

Após essa segunda aula prática é proposta a resolução de uma lista de exercícios com questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), envolvendo óleos essenciais, reconhecimento de funções orgânicas, reações orgânicas, processos de separação de misturas. A realização de exercícios com foco no ENEM incentiva a participação dos estudantes nesse exame, bem como a continuidade de estudos em nível superior. Para Pozo e Crespo (2009) um dos problemas enfrentados pela educação científica decorre da dificuldade de muitos estudantes na resolução de situações onde precisam tomar decisões e ter reflexões mais aprofundadas sobre o problema. Foram escolhidas questões que envolvessem a temática óleos essenciais aliada a conteúdos de Química Orgânica dentro de um período de dez anos, entre 2013 e 2023, a fim de observar a evolução e a forma de se abordar o conteúdo no ENEM dentro desse período.

Para a **Aula 6** foi utilizado um jogo digital construído na plataforma Quizizz para avaliar os conceitos formados a partir da aplicação da sequência didática, ou seja, para avaliar a construção de conhecimento do aluno tomando por base a realização de pesquisas, experimentos, análise e utilização de recursos tecnológicos, como o software *ACD/ChemSketch*. Além de avaliar a aprendizagem, este jogo também permite fixar e aprender brincando. Uma plataforma que também pode ser utilizada para este fim é a *Kahoot*. Optou-se por uma participação individual dos alunos nesse jogo. Caso o professor prefira uma avaliação coletiva, ou se a escola não dispuser de computadores suficientes para uma atividade individual, este jogo pode ser feito em grupo.

### 5.3 Aplicação e Avaliação da Sequência Didática

Sánchez Blanco e colaboradores (1997) propõem que, para a avaliação de uma sequência didática, deve-se levar em consideração a motivação alcançada pelo corpo discente a partir das atividades realizadas, o ganho de conhecimento pelos alunos, a adequação em relação ao tempo previsto para aplicação das atividades, a clareza e o entendimento das atividades.

Para avaliação da eficácia da sequência de ensino elaborada, as atividades propostas foram realizadas por mim, professora de Química e autora deste trabalho, em uma escola da rede SESI de ensino situada na cidade de Santa Luzia, região metropolitana de Belo Horizonte. A escola possui uma sala da terceira série do Ensino Médio em que as aulas são lecionadas no turno da manhã. A turma de 40 alunos com faixa etária entre 17 e 18 anos, é formada por estudantes participativos, curiosos e questionadores.

Nos meses de junho e julho de 2023 foram realizadas na escola as atividades da sequência didática. As atividades foram bem recebidas pela turma, o que já indicou ser um ponto positivo para nossa proposta.

A pesquisa para avaliar a sequência didática aqui construída foi realizada no mês de novembro de 2023. Um questionário (Apêndice VI) foi construído com o intuito de se avaliar a motivação dos alunos pelas diversas atividades da sequência didática. Foram propostas dez questões de caráter objetivo e uma questão dissertativa para que os alunos pudessem expressar seu parecer, impressões e até mesmo trazer sugestões sobre o conjunto de atividades adotado. Foi utilizada a escala Likert (Likert, 1932) que tem por objetivo avaliar opinião e/ou atitudes de um determinado grupo. O público avaliado contou com 39 respondentes de uma turma de 40 alunos.

Para análise das questões objetivas, foram somadas as respostas “muito relevante” e “extremamente relevante”, em razão de ambas demonstrarem um nível de satisfação elevado pelo público avaliador. A seguir são apresentados resultados obtidos.

Ao avaliarem a **Aula 1** (De onde vêm os óleos essenciais?), 79,5% dos respondentes consideraram essa aula muito ou extremamente relevante para a construção do seu conhecimento.

Esse resultado vem ao encontro do exposto por Sánchez Blanco e colaboradores (1997) que nos mostra que há de se fazer um diagnóstico das concepções prévias dos estudantes avaliando a evolução delas durante o andamento do conteúdo, avaliando se houve mudança ou evolução conceitual. Perceber esse conhecimento prévio para avançar em busca de novos conhecimentos parece ser sinônimo de motivação para os alunos. Porém, provavelmente o vídeo com imagens de um país interessante e diferente como a Índia e novidades a respeito da produção de óleos essenciais contribuiu para que os

estudantes considerassem a aula muito ou extremamente relevante. Pode-se supor que a proposta de projeto de produção de um óleo essencial por eles mesmos foi um bom fechamento para a aula. Para que o conteúdo faça sentido para o aluno o mesmo deve conversar com o seu cotidiano (Pozo e Crespo, 2009).

Em relação à **Aula 2** (Desenho e estudo de estruturas moleculares), 53,8% dos respondentes apontaram que a utilização do programa *ACD/ChemSketch* foi muito ou extremamente relevante para a construção do conhecimento, compreensão de fórmulas e reconhecimento das funções oxigenadas dos compostos orgânicos. Apesar de o software ter sido instalado previamente, alguns computadores disponíveis na escola apresentaram demandas como solicitação de senha para uso do equipamento dificultando o acesso ao aplicativo. Sendo assim, nem todos os alunos conseguiram acessar imediatamente, sendo necessário trocar de computador com outros colegas. Por fim, foi necessário solicitar aos alunos que possuíam computador em suas residências que baixassem o software para dar sequência na atividade em casa. Acredita-se ser esse o motivo de tal resultado, visto que os alunos normalmente se mostram interessados nas aulas com a utilização de recursos digitais.

Em relação à atividade de **pesquisa sobre óleos essenciais** que se seguiu à **Aula 2**, 87,1% dos respondentes consideraram que a atividade contribuiu para conhecer a importância dos óleos essenciais para a sociedade e para o meio ambiente, assim como para conhecer a composição e propriedades físico-químicas dos óleos essenciais.

Esse resultado reforça o quão importante é aproximar o tema e o conteúdo a ser estudado. Uma vez que os alunos aliam o conteúdo ao seu dia a dia, o mesmo passa a fazer mais sentido para o aluno provocando um aumento no interesse tanto pelo tema quanto pelo conteúdo a ser trabalhado. Ao pesquisarem um tema de seu interesse e serem conduzidos com boas estratégias de problematização, os estudantes atribuem mais significado aos estudos e informações, questionam o mundo em que vivem e os resultados encontrados, tornam-se mais investigativos e motivados a aprender (SEE-MG, 2018).

Para 76,9% dos respondentes os conhecimentos trazidos por cada grupo na **Aula 3** (Apresentação dos trabalhos em grupo sobre óleos essenciais) foram muito ou extremamente relevantes. Esse resultado reforça a reconhecida importância de se contemplar a intrincada relação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)

(Tenreiro-Vieira e Viera, 2021). Conhecer ou reconhecer a utilização de produtos comuns do dia a dia aliada ao ensino faz todo sentido e diferença no interesse e participação dos alunos durante as aulas. A atividade realizada na **Aula 3** pode ser considerada um seminário temático (Carvalho, 2016). Para a preparação da apresentação os estudantes tiveram que procurar informações, confrontá-las no grupo para a escolha do que seria apresentado. Essas ações têm potencial para o desenvolvimento de diversas habilidades, como análise crítica de dados, avaliação de fontes de informação, capacidade de síntese para seleção das informações mais relevantes. A preparação visual para apresentação na turma também gera aprendizagem. Os estudantes prepararam slides em casa e utilizaram computador e projetor disponíveis na escola para a apresentação. O caráter coletivo da atividade e a exposição oral das informações podem contribuir para o desenvolvimento de competências relacionadas à capacidade comunicativa oral e escrita. A importância dessa atividade para a aprendizagem foi percebida pela maioria dos participantes.

Para 89,7% dos respondentes, a **Aula 4** (aula prática para extração de óleos essenciais de limão e de cravo-da-índia) foi muito relevante ou extremamente relevante e 92,3% alegaram ter ficado muito satisfeitos ou extremamente satisfeitos produzindo um óleo essencial.

Rubinger e Braathen (2012) enfatizam que estudar Química sem experimentos não faz sentido para a maioria dos estudantes. Isto pôde ser percebido no alto índice de relevância referente à **Aula 4**, na opinião dos respondentes. O resultado demonstra o quão importante é a utilização da prática experimental visto que instiga os alunos a elaborarem hipóteses, debater ideias, aguça a curiosidade, auxilia na construção de conhecimento e também no despertar do interesse pelo conteúdo. Carvalho (2011) pondera que é preciso colocar o estudante no universo das ciências para que haja uma construção do conhecimento a fim de que o estudante consiga organizar e buscar explicar os fenômenos ao seu redor. Esta atividade permitiu o entendimento de como se dá a produção dos óleos essenciais na prática, conhecimento esse inédito para os alunos.

Em relação à **Aula 5** (Aula prática de caracterização os óleos essenciais produzidos comparando com os encontrados no mercado), 82% dos respondentes disseram que a realização deste experimento foi muito ou extremamente relevante para sua aprendizagem e 79,5% se sentiram muito ou extremamente motivados a realizá-lo.

Comparando as **Aulas 4 e 5**, a extração dos óleos essenciais foi mais motivadora para os estudantes que as reações de caracterização. Entretanto, do ponto de vista de aprendizagem, ambas são importantes e complementares.

O uso de tecnologia trazido por meio do jogo online em que os estudantes jogaram individualmente, competindo entre eles na **Aula 6** (aprender brincando) foi considerado por 77% dos respondentes muito ou extremamente relevante para avaliação e construção de conhecimento.

Reis, Leite, Leão (2021) destacam que existem diversas estratégias didáticas e deve-se considerar a era tecnológica, possibilitado as tecnologias serem incorporadas nas práticas pedagógicas. Pozo e Crespo (2009) reforçam que muitos alunos não aprendem a ciência que lhes é ensinada e uma forma de realizar essa mudança se dá na utilização de tarefas de avaliação adequadas. Criar condições para instigar o interesse dos alunos, para motivá-los à participação durante a aula é essencial.

Entretanto, apesar de 77% ser uma percentagem de aprovação alta, o resultado obtido foi aquém do esperado pela pesquisadora, resultado semelhante ao da apresentação dos trabalhos, mas inferior ao das demais aulas. De acordo com Leite (2019), além de serem recursos didáticos para o professor, as TICs atualmente são parte integrante da vida dos alunos. Em nossa percepção, de fato os alunos costumam sentir-se atraídos por recursos tecnológicos, em especial por jogos online. Nesse caso específico é preciso considerar um dado observacional, pois houve apreciável instabilidade da Internet durante aplicação do jogo, o que pode ter impactado a opinião dos alunos sobre a atividade.

Com os dados disponíveis, não é possível aprofundar mais as análises e encontrar causas para o maior ou menor apreço dos estudantes pelas atividades propostas. Entretanto, essa pesquisa cumpriu o objetivo de testar o desenvolvimento e a aplicabilidade da proposta em uma escola real. Considerando os resultados, foi possível concluir que a proposta é exequível e foi bem avaliada pelos estudantes. A partir dessas premissas, foi redigido o *e-book* com o objetivo de colaborar com colegas docentes, divulgando a sequência didática, bem como informações úteis para o preparo de aulas motivadoras.

#### 5.4 Preparação de um Livro para o Professor (*e-book*)

No terceiro momento da pesquisa, foi elaborado o produto educacional, sendo o mesmo um *e-book* com dois capítulos. O primeiro aborda a importância dos óleos essenciais, traz uma descrição dos constituintes, aplicações e outras características de oito óleos escolhidos para uso na sequência didática. O capítulo 2 descreve a sequência didática, inclui resultados esperados, explicações e possíveis respostas para questões propostas. No final são listadas referências para que o professor possa se aprofundar nos pontos de seu interesse. Em resumo, é um material de apoio para o professor para a aplicação e direcionamento da sequência didática.

Para cada aula proposta no capítulo 2, o professor tem acesso a informações como: o tema e objetivos da aula, a previsão de horas-aula necessárias, as habilidades a serem consolidadas de acordo com o BNCC (Brasil, 2018). No conjunto de aulas, são sugeridos vídeos, textos, experimentos, pesquisas, exercícios e jogos didáticos. Os experimentos contidos na sequência didática construída permitem a realização de reações orgânicas viáveis, a fim de caracterizar compostos presentes nos óleos essenciais.

A proposta é que o professor, ao adotar essa sequência didática, seja um mediador na construção do conhecimento, com participação ativa dos estudantes nesse processo. O professor pode adaptar ou alterar a proposta conforme a realidade de sua escola e peculiaridades da turma. Sugestões nesse sentido foram incluídas no decorrer da obra.

Instruções ou dicas sobre os recursos tecnológicos propostos foram incluídas, de forma a facilitar o uso e a escolha das ferramentas para desenho de estruturas moleculares (*ACD/ChemSketch* usado em computador ou *KingDraw* para celular), jogos online (nas plataformas *Quizizz* ou *Kahoot*) que tornam o processo mais dinâmico) e plataformas de sorteio online (*Sorteador* ou *Roleta online*).

O *e-book* está disponível no Apêndice VII.

## 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho com os óleos essenciais como tema condutor para o ensino de Química Orgânica elevou a motivação dos alunos a partir das atividades elaboradas, valorizando práticas experimentais e a utilização de recursos tecnológicos.

O uso da sequência didática permite aulas mais dinâmicas e atraentes, que contam com um maior interesse e participação dos alunos, além de possibilitar conexões com os conteúdos propostos no Novo Ensino Médio (NEM).

A utilização de experiências envolvendo a produção de óleos essenciais e de reações orgânicas é de grande relevância para a formação de conceitos estudados no Ensino Médio, buscando incentivar o protagonismo dos estudantes a fim de formar cidadãos críticos e conscientes.

Esta pesquisa além de contribuir para o ensino de Química Orgânica pode ir além da proposta aqui sugerida, podendo ser ampliada e aplicada em contextos de trabalhos interdisciplinares, feiras de ciências, construção de jogos didáticos elaborados pelos alunos, podendo também ser adaptado para a Educação de Jovens e Adultos (EJA) ou em outros anos do ensino médio. A temática dos óleos essenciais é extremamente atrativa, tanto pelo método de obtenção, constituição e aplicações variadas, quanto pelas experiências sensoriais que os odores dos óleos permitem.

Ao usar os óleos essenciais como tema condutor no ensino de Química Orgânica, foi possível promover uma estratégia ativa de ensino, com recursos didáticos variados com o intuito de motivar o interesse dos alunos pelas aulas de Química. Acredito que este trabalho contribui para elevar a qualidade das aulas e a participação dos alunos.

Durante a elaboração desse trabalho, destaca-se a importância da leitura dos documentos norteadores para um ensino de qualidade, dos artigos e livros sobre óleos essenciais, a experimentação e a utilização de recursos tecnológicos, assim como conhecimentos atuais sobre o tema. Essas leituras foram fundamentais para a formação para a pesquisa.

Os resultados mostraram que a sequência didática construída tem um bom potencial de, além de instigar o interesse do aluno ao promover uma maior participação nas aulas de Química, ser também aliada para a promoção do pensamento crítico e criativo do público envolvido.

A sequência didática é capaz de aproximar conteúdos de Química Orgânica com o dia a dia do aluno promovendo, de acordo com Freire (1987), uma aprendizagem relevante, significativa e acima de tudo transformadora.

A partir do olhar dos sujeitos envolvidos na pesquisa, a sequência didática se mostra eficiente para o objetivo proposto. A temática dos óleos essenciais como

tema condutor do ensino de Química Orgânica, permitiu a preparação de um material que provavelmente contribuirá para ampliar o conhecimento dos professores que vierem a ler o *e-book*, tanto em relação aos óleos essenciais, quanto para a prática docente.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N. A. Óleos essenciais e desenvolvimento sustentável na Amazônia: uma aplicação da matriz de importância e desempenho. **Reflexões Econômicas**, v. 2, n. 2, p. 136-158, 2016.

ANDRADE, T. Y. I.; COSTA, M. B. O Laboratório de Ciências e a Realidade dos Docentes. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 3, p. 208-214, 2016.

AZEVEDO, D. Revisão de literatura, referencial teórico, fundamentação teórica e framework conceitual em pesquisa—diferenças e propósitos. **Working paper**, 2016. Disponível em: [https://www.academia.edu/28212714/Revis%C3%A3o\\_de\\_Literatura\\_Referencial\\_Te%C3%B3rico\\_Fundamenta%C3%A7%C3%A3o\\_Te%C3%B3rica\\_e\\_Framework\\_Conceitual\\_em\\_Pesquisa\\_diferen%C3%A7as\\_e\\_prop%C3%B3sitos](https://www.academia.edu/28212714/Revis%C3%A3o_de_Literatura_Referencial_Te%C3%B3rico_Fundamenta%C3%A7%C3%A3o_Te%C3%B3rica_e_Framework_Conceitual_em_Pesquisa_diferen%C3%A7as_e_prop%C3%B3sitos) Acesso em: 03 de fev. de 2024.

BIESKI, I. G. C.; SANTOS, J. L. U.; FERREIRA, M. L.; GARCIA, P. C.; DOURADO, S. H. A.; JANUÁRIO, A. B.; MESSIAS, T. E.; APOLINARIO, J. M. S. S. Potencial econômico e terapêutico dos óleos essenciais mais utilizados no Brasil. **Revista Fitos**, v. 15, p. 125–137, 2022.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

BIZZO, H.; REZENDE, C. O mercado de óleos essenciais no brasil e no mundo na última década. **Química Nova**, v. 45, n. 8, p. 949-958, 2022.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. (BNCC). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc-etapa-ensino-medio> Acesso em: 29 de abr. 2023.

BRAZ, D. P. A. **Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICS) na aprendizagem do estudante: experiência com o jogo Quizizz**. Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, 2022.

BRIZOLA, J.; FANTIN, N. Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. **Revista de Educação do Vale do Arinos - RELVA**, v. 3, n. 2, p. 23-39, 2017.

BRUNO, C. M. A.; ALMEIDA, M. R. Óleos essenciais e vegetais: matérias-primas para fabricação de bioprodutos nas aulas de Química Orgânica experimental. **Química Nova**, v. 44, n. 7, p. 899–907, 2021.

BUENO, C.; DYNA, F.; OLIVEIRA, F.; SILVA, T.; LEMBI, M.; MORITZ, C.; SAKAI, O. Perfil da exportação e importação de óleos essenciais no Brasil, entre os anos de 2020 e 2021, e a predominância do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* no Paraná. **Research, Society and Development**. v. 10, n. 13, p. e560101321574, 2021.

CALLEGARI, M. **Kahoot nas aulas de química: um estudo sobre a influência motivadora do jogo na perspectiva da teoria da autodeterminação**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. Universidade do Estado de São Paulo, Bauru, 139p, 2021.

CAMARGO, K. C. BATISTA, L. R.; ALVES, E.; REZENDE, D. A. C. S.; TEIXEIRA, M.L.; BRANDÃO, R.M.; FERREIRA, V. R. F.; NELSON, D.L.; CARDOSO, M. G. Antibacterial action of the essential oil from *Cantinoa carpinifolia* benth. Against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* strains. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 35, n. 1, p. 99–106, 2020.

CANAS, G. J. S. **Alimentos funcionais e seu potencial antioxidante: contextualizando a química na escola**. Mestrado em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde (UFMS - FURG), 2019.

CARDOSO, T.; ALARCÃO, I.; CELORICO, J. MAECC@: um caminho para mapear investigação. **Indagatio Didactica**, v. 5, n. 2, p. 289-299, 2013.

CARVALHAL, J.B.A. Seminários temáticos: Técnica interdisciplinar de aprendizagem e desenvolvimento de competências. **Revista Internacional de apoio a la inclusión, logopedia, sociedad y multiculturalidad**, v. 2, n. 2, p. 1-12, 2016.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas – (SEI). In: LONGHINI, M. D. (org.). **O uno e o diverso na educação**. Uberlândia: EDUFU, 2011. p. 27-65.

COUTINHO, C. P. **Metodologias de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática**. 2. Ed. Coimbra: Edições Almedina, 2016.

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

DAGLI, N; DAGLI, R; MAHMOUD, RS; BAROUDI K. Essential oils, their therapeutic properties, and implication in dentistry: A review. **Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry**. v. 5, p. 335-340, 2015.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J A; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002. 364p.

FELIPE, L.; BICAS, J. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 2, p. 120-130, 2017.

- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GUIMARÃES, P. I. C.; OLIVEIRA, R. E. C.; ABREU, R. G. Extrairdo óleos essenciais de plantas. **Química Nova na Escola**, v.11, p. 45-46, 2000.
- HARBORNE, J. B. **Introduction to Ecological Biochemistry**. 4. ed. Cambridge: Academic Press, 1993. 384p.
- LEDUR, S. **Plantas medicinais e óleos essenciais: uma sequência didática para o tema funções orgânicas no ensino médio**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 147p, 2021.
- LEITE, B. Kahoot! e Socrative como recursos para uma Aprendizagem Tecnológica Ativa gamificada no ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 42, n. 2, p. 147-156, 2020.
- LEITE, B. S. Tecnologias no ensino de química: passado, presente e futuro. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 3, p. 326-340, 2019.
- LEMKE, J. L. Investigar para el futuro de la educación científica: Nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 24, n.1, p. 5-12, 2006.
- LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, v. 22, n. 140, p. 5-55, 1932.
- LÜDKE, M; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MATIAS, A. L. M; FARIA, A. V. G; MARTINS, A. P. Tecnologia em sala de aula: uma realidade urgente aos olhos dos alunos do século XXI. **Revista Crátilo**, v. 11, n. 2, p. 43-55, 2018.
- MOREIRA, M A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 28 de abr. 2023.
- MOREIRA, M. A. **Pesquisa em Ensino: aspectos Metodológicos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, 2003. Disponível em: < <http://moreira.if.ufrgs.br/pesquisaemensino.pdf>> Acesso em: 23 de abr. 2023.
- MORENO, E.; HEIDELMANN, S. Recursos Instrucionais Inovadores para o Ensino de Química. **Educação em Química e Multimídia**, v. 39, ed. 1, p. 12-18, 2017.
- PEREIRA, P. R. S.; SILVA, K. N. P. Trabalho docente e ensino de química no ensino médio integral. **Educação: Teoria e Prática**, v. 29, n. 61, p. 404-421, 2019.
- POZO, J.I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PREDOLIM, F. A. **Gamificação no processo de ensino-aprendizagem em saúde.** Mestrado Profissional em Tecnologia, Gestão e Saúde Ocular Instituição de Ensino: Universidade Federal de São Paulo, 2020. 124 p.

RAUT, J. S.; KARUPPAYIL, S. M. A status review on the medicinal properties of essential oils. **Industrial Crops and Products**, v. 62, p. 250-264, 2014.

REIS, R. M. S.; LEITE, B. S.; LEÃO, M. B. C. Estratégias Didáticas envolvidas no uso das TIC: o que os professores dizem sobre seu uso em sala de aula? **ETD - Educação Temática Digital**, v. 23, n. 2, p. 551–571, 2021.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em Educação. **Diálogo Educacional**, v. 6, n.19, p.37-50, 2006.

RUBINGER, M. M. M.; BRAATHEN, P. C. **Ação e Reação: Ideias para aulas especiais de química.** 1a. ed. Belo Horizonte: RHJ Livros, 2012. 292 p.

SÁNCHEZ-BLANCO, G.; PRO BUENO, A.; VALCÁRCEL-PÉREZ, M.V. La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: El estudio de las disoluciones en la educación secundaria. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 15, n.1, p. 35-50, 1997.

SANTOS, M.; MAIA, P.; JUSTI, R. Um Modelo de Ciências para Fundamentar a Introdução de Aspectos de Natureza da Ciência em Contextos de Ensino e para Analisar tais Contextos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, p. 581-616, 2020.

SANTOS, W.; PORTO, P. A. A Pesquisa em Ensino de Química como Área Estratégica para o desenvolvimento da Química. **Química Nova**, v. 36, n. 10, 1570-1576, 2013.

SASSERON, L. H.; BRICCIA, V.; CARVALHO, A. M. P. Aspectos da Natureza das Ciências em sala de aula: exemplos do uso de textos científicos em prol do processo de Alfabetização Científica dos estudantes. In: SILVA, C. C.; PRESTES, M. E. B. **Aprendendo Ciência e sua natureza: abordagens históricas e filosóficas.** São Carlos: Tipographia, 2013.

SEE-MG, Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, **Currículo Referência de Minas Gerais.** 2018 Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/curriculos\\_estados/documento\\_curricular\\_mg.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/curriculos_estados/documento_curricular_mg.pdf)> Acesso em: 30 de abr. 2023

SILVA, E. C. **Aplicativos digitais e ensino-aprendizagem de espanhol/le: um estudo com alunos do Instituto Federal do Maranhão.** 249 f. Mestrado em Cultura e Sociedade Instituição de Ensino: Universidade Federal do Maranhão, 2019.

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. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p. 265-277, 2021.

SILVA, L. **Sequência didática para o ensino de funções orgânicas a partir da temática plantas medicinais: limites e possibilidades.** Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 106p, 2020.

SOARES, M. H. F. B. **Jogos e atividades lúdicas para o ensino de química.** 2ª ed. Goiânia: Kelps, 2015.

SOARES, M. H. F. B.; REZENDE, F. A. de M. Análise Teórica e Epistemológica de Jogos para o Ensino de Química Publicados em Periódicos Científicos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, p. 747-774, 2019.

SOUZA, D. J.; SILVA, C. C. **Uma Sequência Didática Utilizando os Óleos Essenciais para o Ensino e Química Orgânica na Educação Básica.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática. Instituto Federal de Goiás, Campus Jataí. 146 p. 2020.

SOUZA, G. H. B.; MELLO, J. C. P.; LOPES, N. P. (Orgs.). **Revisões em processos e técnicas avançadas de isolamento e determinação estrutural de ativos de plantas medicinais.** Ouro Preto: Editora UFOP, 2011. 252 p.

STEFFENS, A. H. **Estudo da composição química dos óleos essenciais obtidos por destilação por arraste a vapor em escala laboratorial e industrial.** Orientador: Eduardo Cassel. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais (PGETEMA) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. Promover o pensamento crítico e criativo no ensino das ciências: propostas didáticas e seus contributos em alunos portugueses. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 26, n. 1, p. 70-84, 2021.

THENÓRIO, I. **Como guardar o cheiro das plantas.** Canal Manual do Mundo, YouTube, 2019. Vídeo, 20 min. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=RpoEDXPX\\_\\_g](https://www.youtube.com/watch?v=RpoEDXPX__g)> Acesso em: 29 de jan. 2024.

TRANCOSO, M.D. Projeto Óleos Essenciais: Importância e Aplicações no Cotidiano. **Revista Práxis**, v.5, n.9, p. 89-96, 2013.

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

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. **Óleo essencial de eucalipto.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo. Documentos Florestais, n. 17. 2003. 26p.

WOLFFENBÜTTEL, A. D. O que são Óleos Essenciais. **Informativo CRQ-V**, ano XI, n.105 p.6-7, 2007.

## APÊNDICE I – SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ENSINO COM A TEMÁTICA ÓLEOS ESSENCIAIS

A sequência didática a seguir foi construída com objetivo atingir a competência específica número 3 da BNCC, onde se espera que os alunos possam:

“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)” (Brasil, 2018, p. 558).

Sendo assim, com esta proposta didática, espera-se que os alunos tenham a possibilidade de conhecer e reconhecer a importância da Química no seu dia a dia. Esta sequência didática possibilita também que os alunos sejam participativos na construção do seu conhecimento, permitindo o letramento científico, a utilização de recursos tecnológicos aliados à aprendizagem e, também, que divulguem esse conhecimento adquirido para públicos diversos.

Para aplicação desta sequência didática o(a) professor(a) deve dispor de nove aulas. Porém, é possível adequá-la à sua realidade e aos recursos disponíveis na escola. A seguir, estão descritas as nove aulas propostas.

### **Aula 1 – De onde vêm os óleos essenciais?**

**Objetivo:** Esta aula tem por objetivo fazer um levantamento sobre o conhecimento prévio dos alunos em relação à função ecológica das plantas e introduzir os conceitos de metabólitos secundários, entre os quais se incluem os componentes dos óleos essenciais.

**Habilidades:** **EM13CNT301** – “Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.” **EM13CNT303** – “Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.”

O tema é iniciado com a proposta de questões aos estudantes:

1° - Ao que se devem os diferentes aromas que sentimos nas plantas?

2° - Qual a função ecológica do aroma que a planta exala?

3° - Por que as pessoas extraem e como utilizam essências de plantas?

4° - Qual a diferença entre essências, aromas e óleos essenciais?

Um objetivo dessas questões é verificar o conhecimento prévio dos alunos em relação aos óleos essenciais. Outro objetivo é suscitar curiosidade e interesse pelo tema.

Em seguida, a introdução ao tema “Óleos Essenciais, sua composição, importância econômica e ambiental” será realizada a partir apresentação do vídeo “Litro de óleo de rosas da Índia pode custar mais de R\$ 30 mil” (Disponível em: <<https://globoplay.globo.com/v/4068378/?s=0s>>. Acesso em: 06 abr. 2023).

Será indicada a leitura do artigo “Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais” de Felipe e Bicas (2017). Esta atividade pode ser feita em aula ou em casa, conforme o tempo disponível. O artigo abrange vias de produção dos compostos e aromas, além de trazer os principais constituintes de óleos essenciais e suas estruturas a fim de dar embasamento para a pesquisa a ser realizada pelos alunos.

Tempo necessário: 1h/a

## **Aula 2 – Pesquisa sobre óleos essenciais**

**Objetivo:** Esta aula tem por objetivo levar os alunos a pesquisarem sobre os óleos essenciais e sua produção, composição, importância econômica, social e ambiental. Além disso, visa-se também que aprendam construir modelos de moléculas usando o software ACD/ChemSketch.

**Habilidades:** **EM13CNT307** – “Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas)” (Adaptado). **EM13CNT302** – “Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a

participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.”

A segunda aula será iniciada com a apresentação de uma situação proposta pelo professor. Esta situação requer uma contextualização e pode ser adaptada à situação do município onde se encontra a escola. Por exemplo, esta sequência didática foi aplicada em uma escola de Santa Luzia, em Minas Gerais, uma região industrializada onde há aproximadamente 40 indústrias de grande e médio porte. Entretanto não estão presentes indústrias que produzem óleos essenciais. Assim, foi proposto aos alunos que uma nova indústria fosse instalada nesta cidade, a fim de produzir um óleo essencial específico. Portanto, os estudantes deveriam estudar sobre oito óleos essenciais, possíveis candidatos para iniciar a produção. Após a pesquisa a ser realizada pelos grupos de alunos, a turma escolheria o óleo essencial a ser produzido a partir da instalação dessa nova indústria.

Em sua pesquisa, os alunos deverão coletar informações sobre:

- 1º- Composição química do óleo essencial;
- 2º- Fórmula estrutural e molecular dos componentes principais, identificando as funções orgânicas presentes em suas estruturas.
- 3º - Onde e como o óleo essencial é usado e sua importância para a sociedade;
- 4º- A temperatura de ebulição, a densidade e a solubilidade em água dos componentes principais (quando puros);
- 5º- Valor comercial do óleo essencial e dos componentes principais puros;
- 6º- Outras informações que o grupo achar interessantes sobre o óleo essencial.

Para completar a pesquisa (iniciar ou concluir sob a supervisão do professor), será utilizada uma aula a ser realizada no laboratório de informática da escola. Serão organizados oito grupos de até 5 alunos. Será realizado um sorteio, através do site Sorteador (disponível em: <<https://sorteador.com.br/>>. Acesso em 02 mai. 2023), para atribuição da pesquisa sobre um determinado óleo essencial para cada grupo: cravo-da-índia, limão taiti, camomila, canela, citronela, eucalipto, hortelã pimenta e lavanda. Nesta aula, os alunos terão a oportunidade de conhecer o software ACD/ChemSketch, com o qual poderão desenhar as estruturas das moléculas dos componentes principais do óleo essencial sorteado para o grupo.

Tempo necessário: 1h/a

**Indicação de leitura:**

A pesquisa sobre o potencial econômico dos óleos essenciais pode ser realizada a partir dos artigos de Biesk *et al* (“Potencial econômico e terapêutico dos óleos essenciais mais utilizados no Brasil”, 2022) e de Bizzo e Rezende (“O mercado de óleos essenciais no Brasil e no mundo na última década”, 2022).

**Referências**

BIESKI, I. G. C.; SANTOS, J. L. U.; FERREIRA, M. L.; GARCIA, P. C.; DOURADO, S. H. A.; JANUÁRIO, A. B.; MESSIAS, T. E.; APOLINARIO, J. M. S. S. Potencial econômico e terapêutico dos óleos essenciais mais utilizados no Brasil. **Revista Fitos**, v. 15, p. 125–137, 2022.

BIZZO, H.; REZENDE, C. O mercado de óleos essenciais no Brasil e no mundo na última década. **Química Nova**, v. 45, n. 8, p. 949-958, 2022.

**Aula 3 – Apresentação em grupo dos trabalhos sobre óleos essenciais**

**Objetivo:** Esta aula visa a divulgação e o letramento científico, no qual os alunos explanam a pesquisa por eles realizada avaliando a importância dos óleos essenciais para a sociedade e para o meio ambiente, reconhecendo neste tema um aliado ao ensino da Química Orgânica.

**Habilidades: EM13CNT302** – “Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.”

Nesta aula haverá a apresentação dos trabalhos em grupo sobre os óleos essenciais, sua composição, aplicações, valor comercial. Ao final, escolherão um dos óleos essenciais para iniciar a produção em uma nova fábrica. Além dos aspectos apresentados, o docente poderá auxiliar na decisão levantando pontos como a facilidade de encontrar matéria prima e, não havendo unanimidade, organizar uma votação.

Tempo necessário: 2h/a

#### **Aula 4 – Extração de óleos essenciais de limão e de cravo-da-índia**

**Objetivos:** Esta aula tem por objetivo levar os alunos a terem contato com o ambiente do laboratório, manipular vidrarias e obter óleos essenciais a partir do processo de destilação por arraste a vapor a partir de Limão-Taiti e também de Cravo-da-Índia.

**Habilidades: EM13CNT301** – “Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica”.

Nesta aula haverá a produção de óleo essencial de casca de limão e de cravo-da-índia a ser realizada através de destilação por arraste de vapor no laboratório da escola. A escolha desses óleos se dá pela facilidade de encontrar no mercado os materiais necessários para a extração e, também, pela sua composição química.

Enquanto os alunos aguardam a destilação ocorrer, o professor explicará sobre o método de extração de óleos essenciais por arraste de vapor e/ou sobre a composição química específica desses óleos essenciais.

O roteiro de aula prática encontra-se disponível no apêndice II.

Tempo necessário: 2h/a

#### **Aula 5 – Caracterização dos óleos essenciais produzidos comparando com óleos comerciais**

**Objetivos:** Esta aula tem por objetivo caracterizar os óleos essenciais produzidos na aula anterior. Os alunos terão a oportunidade de fazer a comparação dos óleos produzidos por eles com os existentes no mercado. Poderão levantar hipóteses e discutir resultados referentes às reações dos óleos com soluções de iodo ( $I_2$ ), de hidróxido de sódio (NaOH) e de permanganato de potássio ( $KMnO_4$ ).

**Habilidades: EM13CNT301** – “Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar

conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.”

Nesta aula prática serão analisadas algumas propriedades dos óleos essenciais de limão e cravo-da-índia obtidos na aula anterior, comparando com amostras comerciais desses óleos. Serão incluídos nos testes os óleos de camomila, canela, citronela, eucalipto, hortelã pimenta e lavanda. Os testes serão os seguintes:

1º - Serão comparados os odores dos óleos essenciais de limão e de cravo-da-índia com as respectivas amostras comerciais.

2º - Será informada a constituição química (componentes principais de cada óleo essencial), para reconhecimento de fórmulas estruturais e funções orgânicas pelos alunos.

3º - Será realizado um teste químico com solução de iodo ( $I_2$ ), que dará resultado positivo para os óleos cujos constituintes contenham ligações duplas entre carbonos, do tipo alceno. Esse teste será feito com óleos essenciais de limão, de cravo-da-índia e demais óleos comerciais. As equações das reações de adição do iodo serão escritas.

4º - Será realizado um teste químico com solução de permanganato de potássio ( $KMnO_4$ ), que dará resultado positivo para os óleos cujos constituintes contenham ligações duplas entre carbonos, do tipo alceno, ou grupos oxidáveis como aldeído e álcool primário ou secundário. Esse teste será feito com óleos essenciais de limão, cravo-da-índia e demais óleos comerciais. As estruturas dos produtos de oxidação serão propostas.

5º - Será realizado um teste químico com solução hidróxido de sódio ( $NaOH$ ), que dará positivo para óleos cujos constituintes contenham grupos ácidos como o fenol do eugenol presente em cravo-da-índia, por exemplo. Esse teste será feito com suspensões aquosas dos óleos essenciais. As equações das reações ácido-base serão escritas.

6º- Após a aula prática será resolvida uma lista de exercícios do ENEM, envolvendo óleos essenciais, reconhecimento de funções orgânicas, reações orgânicas, processos de separação de misturas. Caso o tempo de aula não seja suficiente, este exercício poderá ser concluído extraclasse. A lista de exercícios encontra-se no Apêndice IV.

Tempo necessário: 2h/a

## Aula 6 – Aprender brincando

**Objetivo:** Esta aula tem por objetivo avaliar os conceitos formados a partir da aplicação da sequência didática, ou seja, avaliar a construção de conhecimento do aluno a partir da realização de pesquisas, experimentos, análise e utilização de recursos tecnológicos, como o software ACD/ChemSketch.

**Habilidades:** **EM13CNT301** – “Elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica” (adaptada).

A aula é realizada a partir da aplicação de jogo online (Construído na plataforma quizizz) a fim de que os alunos possam realizar a identificação de funções orgânicas e reações químicas com compostos orgânicos, com tema de fundo “Óleos essenciais”. O recurso tecnológico “Quizizz” está disponível em: <[https://quizizz.com/admin/quiz/64dc3df3d301fe0007e86574?source=quiz\\_share](https://quizizz.com/admin/quiz/64dc3df3d301fe0007e86574?source=quiz_share)>. Uma alternativa ao *Quizizz* é o aplicativo *Kahoot*, que propicia resultados semelhantes. A escolha do “quizizz” para esta atividade se deu pelo fato de permitir um grande número de caracteres nas questões e por ser possível adicionar comentários após cada questão. A lista com as questões encontra-se no Apêndice V.

Tempo necessário: 1h/a

## APÊNDICE II – ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – PRODUÇÃO DE OLEOS ESSENCIAIS

### Extração de óleos essenciais de limão e cravo-da-índia funções orgânicas, volatilidade e propriedades organolépticas (odor)

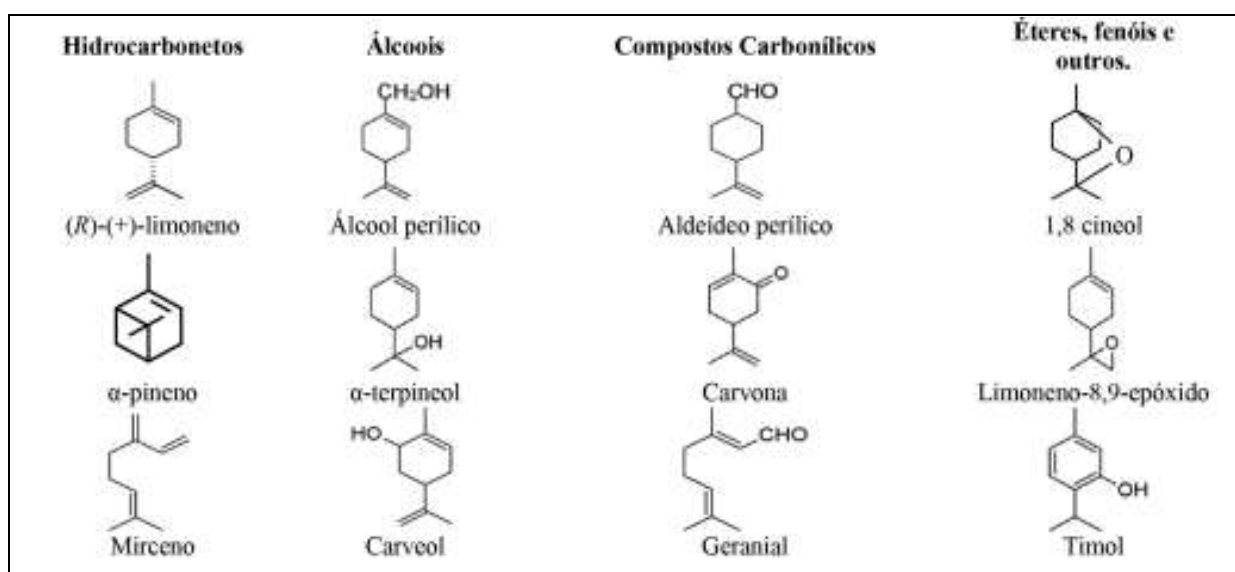
#### Primeira parte

#### Introdução

Óleos Essenciais (OE) são largamente usados na indústria alimentícia como aditivos, visto que possuem aromas atrativos e intensos. Além disso, são amplamente usados na fabricação de produtos de limpeza, cosméticos, e também na medicina, pois alguns apresentam propriedades medicinais como antissépticas e anti-inflamatórias, antimicrobianas, antifúngicas, antivirais, sedativas ou calmantes, entre outras.

Os OE podem ser obtidos por destilação por arraste de vapor, na qual se usam partes das plantas como folhas, raízes, flores, cascas e/ou sementes e água. Dentre os componentes principais dos óleos essenciais destacam-se terpenos/terpenóides (Figura 1) e fenilpropanoides (Figura 2), os quais são responsáveis pelo aroma dentre outras propriedades dos óleos essenciais.

Figura 1: Exemplos de Terpenos e terpenóides



Fonte: Felipe e Bicas (2017, p. 121).

Figura 2: Exemplos de fenilpropanóides

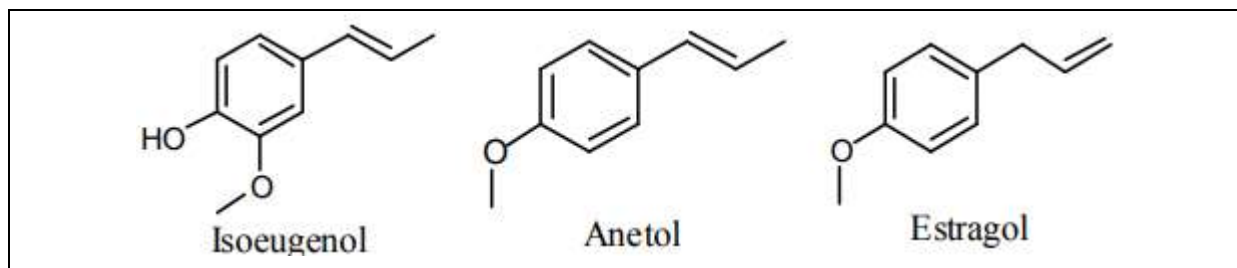


Figura 2 - Fonte: Souza, Mello e Lopes (2011, p. 19)

## Objetivos

Extrair óleo essencial de cravo da índia e de limão.

Conhecer o método de extração de óleos essenciais por arraste de vapor.

Comparar os odores dos óleos essenciais de limão e de cravo-da-índia obtidos com os respectivos produtos comerciais.

## Materiais

- 10 gramas de cravo da índia
- 2 limões Taiti (cascas)
- Balão de fundo redondo de 250 mL
- Balão de fundo redondo ou chato de 50 ou 100 mL, ou Erlenmeyers de 125 mL
- Bico de Bunsen
- Conjunto de destilação sendo: cabeça de destilação, condensador de Liebig, alonga, suportes e garras.
- Fósforos ou isqueiro
- Tela de amianto
- Termômetro 0-200°C

## Procedimentos

1. Pese 10 g de botões de cravo-da-índia e transfira para o balão de destilação e adicione água destilada até 2/3 da capacidade do balão.
2. Faça a montagem para a destilação por arraste de vapor conforme a figura apresentada.



Fonte: a Autora (2023)

3. Abra a torneira e regule o fluxo de água pelo condensador de forma que um filete de água escorra a partir da mangueira de saída.
4. Aqueça a mistura brandamente até a fervura.
5. Recolha 50 mL de destilado em um balão de 50 ou 100 mL.
6. Repita todo o procedimento substituindo o cravo-da-índia por cascas de dois limões. Ao descascá-los, evite a polpa da fruta e deixe o mínimo de parte branca (bagaço) junto à casca. Pique a casca logo antes de colocá-la no balão de destilação com a água.
7. Compare os odores dos destilados com aqueles de amostras comerciais dos óleos essenciais em estudo.

### Questões

- 1 – Desenhe as estruturas dos principais constituintes desses óleos essenciais.
- 2 – Identifique a(s) função(ões) orgânica(s) presentes nos componentes desses óleos essenciais.

## APÊNDICE III – ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – CARACTERIZANDO GRUPOS FUNCIONAIS

### Reações orgânicas, funções orgânicas

#### Segunda Parte

##### Introdução

Na aula anterior foram obtidos alguns óleos essenciais. Nesta aula serão realizados testes químicos para caracterização dos componentes dos óleos essenciais obtidos e de outros óleos comerciais. Faremos reações de adição, de oxirredução e ácido-base.

##### Objetivos

Identificar a presença de ligações duplas  $C=C$  em componentes dos óleos essenciais por meio da reação de adição com  $I_2$ .

Identificar a presença de ligações duplas  $C=C$  e de grupos oxidáveis por permanganato de potássio nas amostras de óleos essenciais.

Identificar a presença de grupos ácidos em componentes dos óleos essenciais na reação com hidróxido de sódio (NaOH).

##### Materiais e Reagentes

- Destilado de Cravo-da-índia
- Destilado de Limão
- Óleo essencial de Camomila
- Óleo essencial de Canela
- Óleo essencial de Citronela
- Óleo essencial de Cravo-da-índia
- Óleo essencial de Eucalipto
- Óleo essencial de Hortelã
- Óleo essencial de Lavanda
- Óleo essencial de Limão
- Pincel/caneta
- Conta gotas
- Solução de  $I_2$  (2%)
- Solução de NaOH (5%)
- Solução de  $KMnO_4$  (1%)
- Tubos de ensaio e estante

##### Procedimentos

###### 1ª Parte – Teste químico com solução de $I_2$

1. Coloque 1 mL de água em oito tubos de ensaio e acrescente uma ou duas gotas de cada óleo essencial comercial. Identifique os tubos.
2. Agite os destilados de limão ou de cravo da índia produzidos na aula prática anterior. Meça 2 mL e coloque em dois outros tubos de ensaio.
3. Prepare um tubo padrão para comparação com apenas 2 mL de água.

4. Adicione uma gota de solução de iodo a cada tubo e observe se ocorre o desaparecimento da cor característica do iodo. Se necessário, acrescente uma segunda gota e observe.
5. Use como padrão de comparação a coloração do iodo acrescentado ao tubo contendo água.

### **2ª Parte – Teste químico com solução de permanganato de potássio**

1. Coloque 1 mL de água em oito tubos de ensaio e acrescente uma ou duas gotas de cada óleo essencial comercial. Identifique os tubos.
2. Agite os destilados de limão ou de cravo da Índia produzidos na aula prática anterior. Meça 2 mL e coloque em dois outros tubos de ensaio.
3. Prepare um tubo padrão para comparação com apenas 2 mL de água.
4. Adicione uma gota de solução de permanganato de potássio a cada tubo e observe se ocorre o desaparecimento da cor característica do permanganato (Duas gotas devem ser suficientes). Use como padrão a coloração do permanganato acrescentado ao tubo contendo água.

### **3ª Parte– teste químico com solução de NaOH**

1. Coloque 2 mL do destilado obtido a partir do cravo-da-Índia em um tubo de ensaio. Este sistema deve estar turvo, pois trata-se de uma suspensão do óleo em água.
2. Acrescente gotas de solução de NaOH a 5%, até um máximo de 1 mL. Agite a cada adição e observe se houve formação de uma única fase límpida ou se a turbidez diminuiu.
3. Repita o procedimento utilizando duas gotas do óleo comercial em 2 mL de água. Agite e observe se o sistema está turvo, antes da adição da solução de NaOH.

## Resultados

**1ª parte** – Marque a coluna de acordo com o teste químico com solução de I<sub>2</sub>

<b>Amostra</b>	<b>Positivo Desaparece a cor castanha do I<sub>2</sub></b>	<b>Negativo Permanece a cor castanha do I<sub>2</sub></b>
Água		
Destilado de limão taiti		
Destilado de cravo-da-índia		
Óleo de camomila + água		
Óleo de canela + água		
Óleo de citronela + água		
Óleo de cravo-da-índia + água		
Óleo de eucalipto + água		
Óleo de hortelã pimenta + água		
Óleo de lavanda + água		
Óleo de limão + água		

**2ª parte** – Marque a coluna de acordo com o teste químico com solução de KMnO<sub>4</sub>

<b>Amostra</b>	<b>Positivo Desaparece a cor roxa do KMnO<sub>4</sub></b>	<b>Negativo Permanece a cor roxa do KMnO<sub>4</sub></b>
Água		
Destilado de limão taiti		
Destilado de cravo-da-índia		
Óleo de camomila + água		
Óleo de canela + água		
Óleo de citronela + água		
Óleo de cravo-da-índia + água		
Óleo de eucalipto + água		
Óleo de hortelã pimenta + água		
Óleo de lavanda + água		
Óleo de limão + água		

**3ª parte** – Anote o aspecto da mistura do óleo essencial em água antes e após a adição de solução de hidróxido de sódio

<b>Amostra</b>	<b>Antes da adição de NaOH</b>	<b>Após a adição de NaOH</b>
Destilado de limão taiti		
Destilado de cravo-da-índia		
Óleo de camomila + água		
Óleo de canela + água		
Óleo de citronela + água		
Óleo de cravo-da-índia + água		
Óleo de eucalipto + água		
Óleo de hortelã pimenta + água		
Óleo de lavanda + água		
Óleo de limão + água		

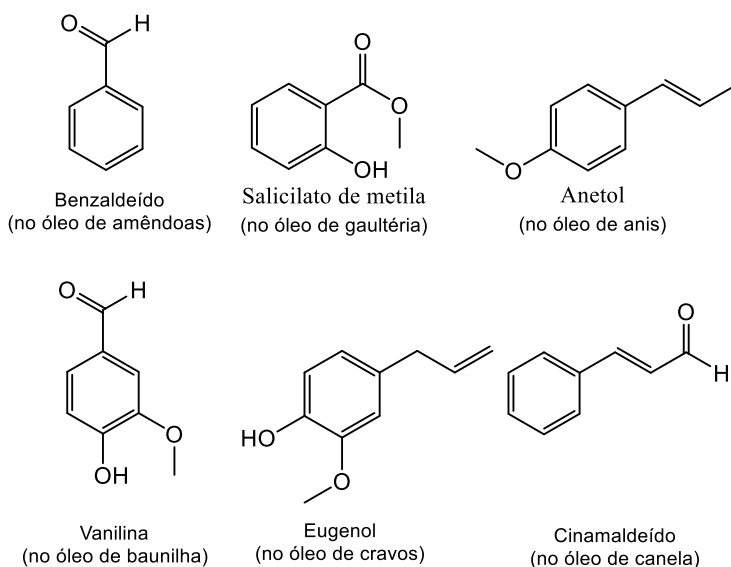
**Questão para relatório**

Represente a estrutura principal do óleo comercial e o produto de cada reação ocorrida nos testes de resultado positivo.

## APÊNDICE IV – LISTA DE QUESTÕES DO ENEM E DE VESTIBULARES PARA REVISÃO E FIXAÇÃO DE CONTEÚDO

### Questão 01 – (ENEM/2022)

De modo geral, a palavra “aromático” invoca associações agradáveis, como cheiro de café fresco ou de um pão doce de canela. Associações similares ocorriam no passado da história da Química Orgânica, quando os compostos ditos “aromáticos” apresentavam um odor agradável e foram isolados de óleos naturais. À medida que as estruturas desses compostos eram elucidadas, foi se descobrindo que vários deles continham uma unidade estrutural específica. Os compostos aromáticos que continham essa unidade estrutural tomaram-se parte de uma grande família, muito mais com base em suas estruturas eletrônicas do que nos seus cheiros, como as substâncias a seguir, encontradas em óleos vegetais.



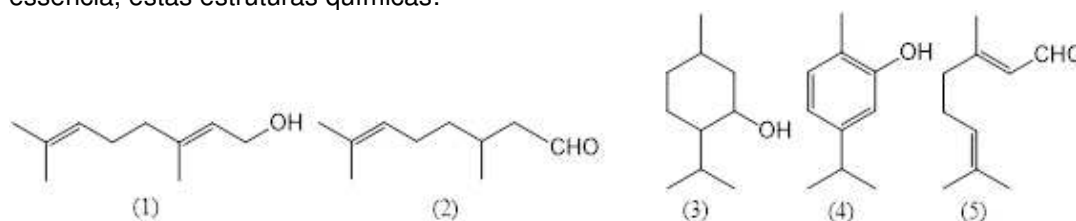
SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. Química Orgânica. Rio de Janeiro: LTC, 2009 (adaptado)

A característica estrutural dessa família de compostos é a presença de

- ramificações.
- insaturações.
- anel benzênico.
- átomos de oxigênio.
- carbonos assimétricos.

### Questão 02 – (ENEM/2020)

Um microempresário do ramo de cosméticos utiliza óleos essenciais e quer produzir um creme com fragrância de rosas. O principal componente do óleo de rosas tem cadeia poli-insaturada e hidroxila em carbono terminal. O catálogo dos óleos essenciais apresenta, para escolha da essência, estas estruturas químicas:



Qual substância o empresário deverá utilizar?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

**Questão 03 – (ENEM/2017)**

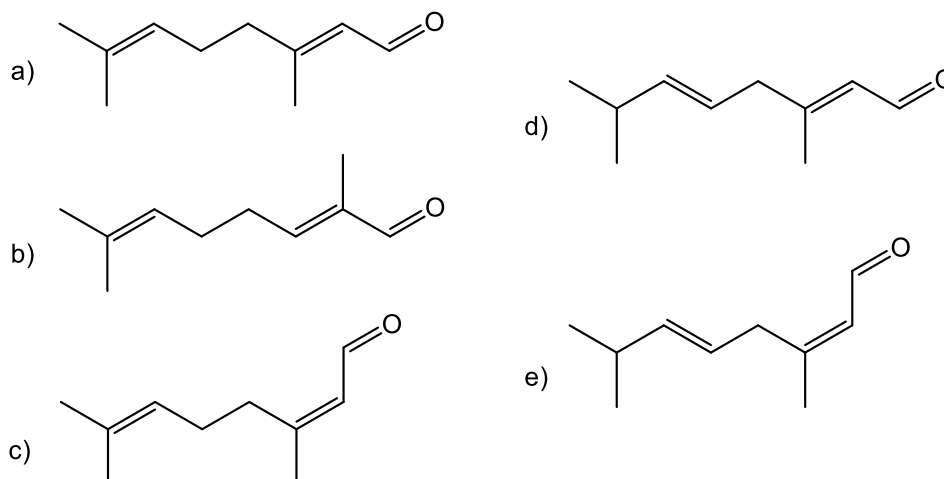
Na Idade Média, para elaborar preparados a partir de plantas produtoras de óleos essenciais, as coletas das espécies eram realizadas ao raiar do dia. Naquela época, essa prática era fundamentada misticamente pelo efeito mágico dos raios lunares, que seria anulado pela emissão dos raios solares. Com a evolução da ciência, foi comprovado que a coleta de algumas espécies ao raiar do dia garante a obtenção de material com maiores quantidades de óleos essenciais.

A explicação científica que justifica essa prática se baseia na

- a) volatilização das substâncias de interesse.
- b) polimerização dos óleos catalisada pela radiação solar.
- c) solubilização das substâncias de interesse pelo orvalho.
- d) oxidação do óleo pelo oxigênio produzido na fotossíntese.
- e) liberação das moléculas de óleo durante o processo de fotossíntese.

**Questão 04 – (ENEM/2013/Adaptada)**

O citral, substância de odor fortemente cítrico, é obtido a partir de algumas plantas como o capim-limão, cujo óleo essencial possui aproximadamente 80%, em massa, da substância. Uma de suas aplicações é na fabricação de produtos que atraem abelhas, especialmente do gênero *Apis*, pois seu cheiro é semelhante a um dos feromônios liberados por elas. Sua fórmula molecular é  $C_{10}H_{16}O$ , com uma cadeia alifática de oito carbonos, duas insaturações, nos carbonos 2 e 6 e dois grupos substituintes metila, nos carbonos 3 e 7. Esse composto possui um maior ponto de ebulição devido a maior intensidade das interações intermoleculares presentes entre as moléculas. Para que se consiga atrair um maior número de abelhas para uma determinada região, a molécula que deve estar presente em alta concentração no produto a ser utilizado é:



**Questão 05 – (UnB 2018/2)**

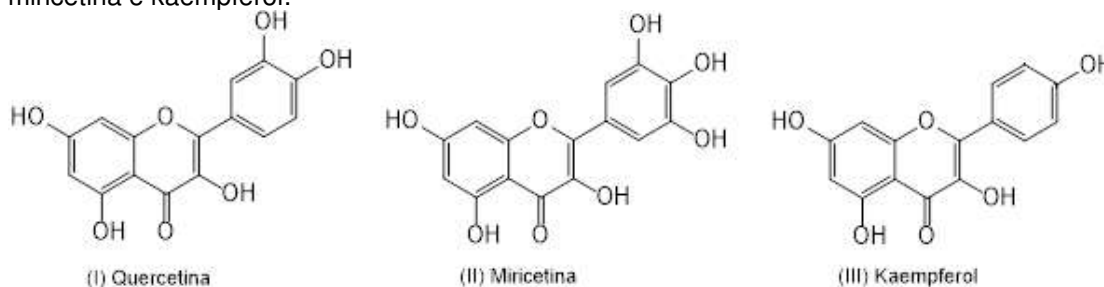
O filme *Perfume: a história de um assassino*, que se ambienta na Paris da primeira metade do século XVIII, apresenta estreita relação com a química, mais especificamente com os métodos empregados para a extração de óleos essenciais de plantas. A imagem precedente apresenta o protagonista do filme, Jean-Baptiste Grenouille, ao lado do equipamento utilizado para realizar a extração de óleos essenciais de plantas por meio da destilação por arraste a vapor. A técnica é empregada para destilar substâncias pouco solúveis em água que se decompõem próximo de seus pontos de ebulição. Para isso, a água contida em uma caldeira é vaporizada e seu vapor passa através do recipiente que contenha o material do qual o óleo deverá ser extraído, volatilizando e arrastando os óleos. Na sequência, os vapores são condensados ao longo de um tubo e coletados em um recipiente, onde os óleos são separados da fração aquosa.

Tendo como referência inicial o texto e a imagem precedentes e levando em consideração que Paris situa-se a uma altitude muito próxima do nível do mar, julgue o item e faça o que se pede. A separação dos óleos essenciais a partir da fase aquosa pode ser realizada por decantação.

- a) Certo  
b) Errado

**Questão 06 – (UFT/2019/Adaptada)**

Flavonóides são uma classe de metabólitos secundários comumente encontrados em diversos alimentos derivados de vegetais e frutos como maçãs, nozes, frutas vermelhas, chás, brócolis e vinho tinto. Dentre os flavonóides mais encontrados em vegetais tem-se a quercetina, miricetina e kaempferol:

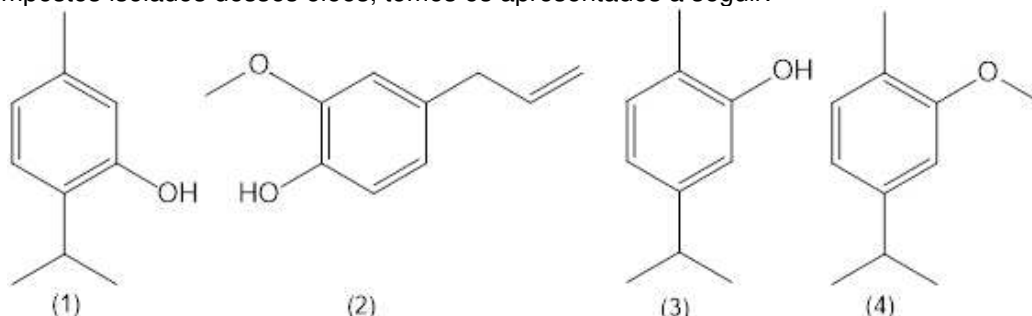


Sobre os flavonoides mencionados não se pode afirmar que:

- a) são compostos fenólicos.  
b) o grau de oxidação varia em função do número de hidroxilas presentes na estrutura.  
c) a miricetina pode ser sintetizada a partir do kaempferol através de uma reação de oxidação.  
d) possuem em sua estrutura um grupo funcional ácido carboxílico e um grupo funcional éster.  
e) são pigmentos naturais presentes na maioria das plantas, cuja síntese não ocorre na espécie humana.

**Questão 07 – (PLANEJATIVO/2023/Adaptada)**

Bioensaios com óleos essenciais de duas espécies de *Monarda* indicam que compostos presentes nesses óleos têm atividade repelente para o mosquito da febre amarela. Dentre os compostos isolados desses óleos, temos os apresentados a seguir:



Sobre os compostos apresentados, pode-se afirmar que:

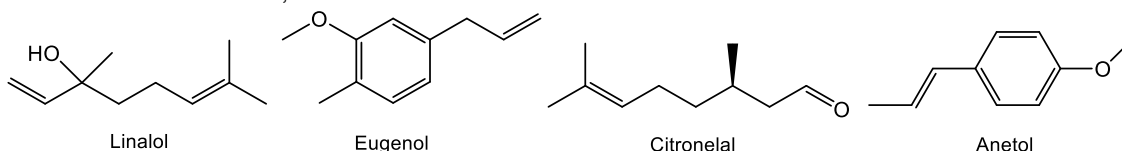
- Os compostos 1, 3 e 4 são isômeros.
- Os compostos 1, 2, 3 e 4 são fenóis.
- Apenas o composto 2 sofre reação de adição com HBr.
- O composto 2 apresenta uma as funções álcool e éster em sua estrutura.
- Os compostos 1, 3 e 4 devem apresentar pontos de ebulição e solubilidade em água muito similares.

**Questão 08 – (UEMG/2013/Adaptada)**

Óleos essenciais são compostos aromáticos voláteis extraídos de plantas aromáticas por processos de destilação, compressão de frutos ou extração com o uso de solventes. Geralmente, são altamente complexos, compostos às vezes de mais de uma centena de componentes químicos.

São encontrados em pequenas bolsas (glândulas secretoras) existentes na superfície de folhas, flores ou no interior de talos, cascas e raízes.

As fórmulas estruturais de alguns componentes de óleos essenciais, responsáveis pelo aroma de certas ervas e flores, são:



Em relação a esses compostos, pode-se afirmar que o(s)

- anetol pode ser classificado como um fenol.
- linalol é um álcool de cadeia carbônica não ramificada.
- linalol e o citronelal possuem mesma fórmula molecular.
- citronelal é um ácido carboxílico de cadeia carbônica saturada.
- óleos essenciais são compostos que possuem altas temperaturas de ebulição.

**GABARITO**

<b>Questão</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Resposta</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>C</b>

## APÊNDICE V – LISTA COM QUESTÕES DE VESTIBULARES PARA VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Esses exercícios tem o objetivo de verificar os principais conceitos relacionados à identificação das funções orgânicas, propriedades físico-químicas dos compostos orgânicos e reações orgânicas.

### Questão 01 – (UFF/2014/Adaptada)

Em vegetais, o metabolismo secundário origina compostos que não possuem uma distribuição universal, pois não são necessários para todas as plantas. No entanto, tais substâncias desempenham um papel importante na interação vegetal/meio ambiente. A seguir são citadas funções desempenhadas pelos metabólitos secundários, entre as quais NÃO se encontra a seguinte:

- interromper o desenvolvimento de larvas de insetos.
- inibir o crescimento de espécies competidoras.
- atrair polinizadores e dispersores de sementes.
- atuar como reserva energética.
- proteger contra a radiação U.V.

### Questão 02 – (UFV/2017/Adaptada)

Na oxidação de álcoois, o carbono que sofre oxidação é sempre aquele ligado à hidroxila. Dependendo do tipo de álcool que reage, a oxidação dos álcoois pode originar aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos ou gás carbônico e água.

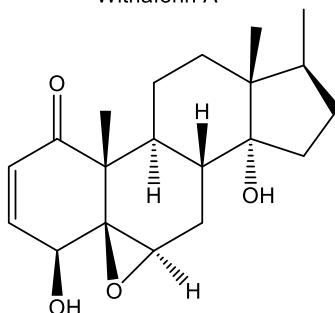
Enumere as colunas relacionando o composto com a(s) substância(s) produzidas na oxidação completa do álcool.

Coluna I	Coluna II
1. Etanol	( ) Cetona
2. Metanol	( ) Gás carbônico e água
3. Propan-2-ol	( ) Ácido carboxílico

### Questão 03 – (UFRGS/2017/Adaptada)

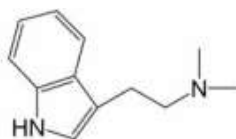
Um trabalho publicado na Nature Medicine, em 2016, mostrou que Withaferin A, um componente do extrato da planta *Withania somnifera* (cereja de inverno), reduziu o peso, entre 20 a 25%, em ratos obesos alimentados em dieta de alto teor de gorduras.

Withaferin A



Entre as funções orgânicas presentes na Withaferin A, estão

- ácido carboxílico e cetona.
- aldeído e éter.
- cetona e álcool.
- cetona e éster.
- éster e hidroxila fenólica.

**Questão 04 – (UNB/2022/Adaptada)**

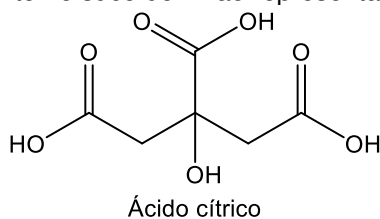
A dimetiltryptamina, cuja estrutura molecular é mostrada anteriormente, é uma substância psicodélica encontrada in natura em vários gêneros de plantas. Ela é um dos princípios ativos de uma mistura que, usada em rituais sagrados, é bem conhecida por índios brasileiros e da América do Sul em geral. Considerando essas informações, julgue o próximo item.

Na estrutura da dimetiltryptamina há, pelo menos, um grupo amida.

- a) Certo  
b) Errado

**Questão 05 – (SEED/2021/Adaptada)**

Quando entramos em um estabelecimento e nos dirigimos até a área de venda de peixes (“peixaria”) sentimos um odor característico que muitas vezes, principalmente quando a temperatura ambiente é elevada, desagradável. Este odor é provocado por uma substância denominada metilamina, cuja fórmula molecular é  $\text{H}_3\text{C-NH}_2$ . Tal composto é proveniente da decomposição de algumas proteínas presentes no peixe. A sabedoria popular diz que temos que colocar suco de limão no peixe para eliminar estes maus odores. Observe a fórmula estrutural do ácido cítrico presente no suco de limão representada abaixo.

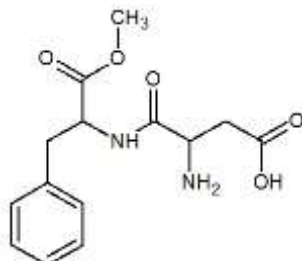


Assinale a alternativa que apresenta a classificação da reação ocorrida entre a metilamina e o ácido cítrico e o nome de outra substância que pode ser usada em substituição ao ácido cítrico nesta reação:

- a) Neutralização; cloreto de sódio  
b) Decomposição; ácido etanóico  
c) Neutralização; ácido acético  
d) Síntese; bicarbonato de sódio

**Questão 06 – (UFSCar/2003/Adaptada)**

O aspartame, estrutura representada a seguir, é uma substância que tem sabor doce ao paladar. Pequenas quantidades dessa substância são suficientes para causar a doçura aos alimentos preparados, já que é cerca de duzentas vezes mais doce do que a sacarose.

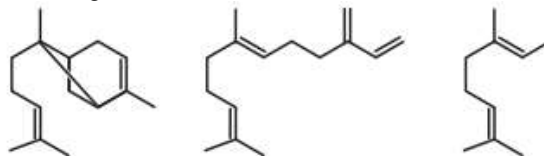


As funções orgânicas presentes na molécula desse adoçante são, apenas,

- a) éter, amida, amina e cetona.  
b) éter, amida, amina e ácido carboxílico.  
c) aldeído, amida, amina e ácido carboxílico.  
d) éster, amida, amina e cetona.  
e) éster, amida, amina e ácido carboxílico.

**Questão 07 – (ENEM/2021)**

Uma lagarta ao comer as folhas do milho, induz no vegetal a produção de óleos voláteis cujas estruturas estão mostradas a seguir:



A volatilidade desses óleos é decorrência do(a)

- elevado caráter covalente.
- alta miscibilidade em água.
- baixa estabilidade química.
- grande superfície de contato.
- fraca interação intermolecular.

**Questão 08 – (ENEM/2019)**

Em um laboratório de química foram encontrados cinco frascos não rotulados, contendo: propanona, água, tolueno, tetracloreto de carbono e etanol. Para identificar os líquidos presentes nos frascos, foram feitos testes de solubilidade e inflamabilidade. Foram obtidos os seguintes resultados:

Frascos 1, 3 e 5 contêm líquidos miscíveis entre si;

Frascos 2 e 4 contêm líquidos miscíveis entre si;

Frascos 3 e 4 contêm líquidos não inflamáveis.

Com base nesses resultados, pode-se concluir que a água está contida no frasco:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

**Questão 09 – (ENEM/2019)**

Os hidrocarbonetos são moléculas orgânicas com uma série de aplicações industriais. Por exemplo, eles estão presentes em grande quantidade nas diversas frações do petróleo e normalmente são separados por destilação fracionada, com base em suas temperaturas de ebulição. O quadro apresenta as principais frações obtidas na destilação do petróleo em diferentes faixas de temperaturas.

Fração	Faixa de temperatura (°C)	Exemplos de produto(s)	Número de átomos de carbono (hidrocarboneto de fórmula geral $C_nH_{2n-2}$ )
1	Até 20	Gás natural e gás de cozinha (GLP)	$C_1$ a $C_4$
2	30 a 180	Gasolina	$C_6$ a $C_{12}$
3	170 a 290	Querosene	$C_{11}$ a $C_{16}$
4	260 a 350	Óleo diesel	$C_{14}$ a $C_{18}$

SANTA MARIA, L. C. et al. Petróleo: um tema para o ensino de química. Química Nova na Escola, n. 15, maio 2002 (adaptado).

Na fração 4, a separação dos compostos ocorre em temperaturas mais elevadas porque

- suas densidades são maiores.
- o número de ramificações é maior.
- sua solubilidade no petróleo é maior.
- as forças intermoleculares são mais intensas.
- a cadeia carbônica é mais difícil de ser quebrada.

**GABARITO**

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Resposta	D	Coluna II = 3,2,1	C	A	C	E	E	C	E

## **APÊNDICE VI – QUESTIONÁRIO APLICADO**

Questionário para avaliação das atividades com óleos essenciais pelos estudantes.

Caro(a) estudante,

Este questionário tem por objetivo fazer um levantamento sobre a sequência de atividades utilizadas no estudo das funções oxigenadas, hidrocarbonetos insaturados e reações orgânicas. Desde já agradecemos a sua colaboração.

### **Aula 1 – De onde vêm os óleos essenciais?**

Caro(a) estudante, esta aula teve por objetivo fazer um levantamento sobre o seu conhecimento prévio em relação à função ecológica dos aromas das plantas, assim como introduzir os conceitos de metabólitos secundários, a obtenção e uso dos óleos essenciais no dia-a-dia. Vocês responderam três perguntas:

1°-Ao que se devem os diferentes aromas que sentimos nas plantas?

2°-Qual a função ecológica do aroma que a planta exala?

3°-Por que as pessoas extraem e como utilizam essências de plantas?

Na sequência, para introdução ao tema Óleos Essenciais, sua composição, importância econômica e ambiental foi apresentado o vídeo “Litro de óleo de rosas da Índia pode custar mais de R\$30 mil”.

Para você, qual foi a relevância desta aula para a construção do seu conhecimento?

Utilize a escala, sendo: 1 nada relevante; 2 pouco relevante; 3 relevante; 4 muito relevante; 5 extremamente relevante

### **Aula 2 – Pesquisa sobre óleos essenciais**

Nesta aula, você realizou uma pesquisa no laboratório de informática sobre óleos essenciais, sua produção, composição, importância econômica, social e ambiental. Além disso, esta aula teve por objetivo também construir moléculas com a utilização do software ACD/ChemSketch.

Na sua opinião, esta aula contribuiu para a conhecer sobre a importância dos óleos essenciais para a sociedade e para o meio ambiente, assim como também para conhecer sua composição e propriedades físico-químicas (como densidade, ponto de fusão e ebulição, solubilidade, dentre outros)?

Para avaliar essa aula, utilize a escala, sendo: 1 nada relevante; 2 pouco relevante; 3 relevante; 4 muito relevante; 5 extremamente relevante.

Como você considera a utilização de software como o ACD/ChemSketch para a construção do conhecimento, compreensão de fórmulas e reconhecimento das funções oxigenadas dos compostos orgânicos?

Para avaliar o uso do software para sua aprendizagem, utilize a escala, sendo: 1 nada relevante; 2 pouco relevante; 3 relevante; 4 muito relevante; 5 extremamente relevante.

### **Aula 3 – Apresentação dos trabalhos em grupo sobre óleos essenciais**

Nesta aula foram divulgadas as pesquisas realizadas pelos grupos sobre óleos essenciais.

Na sua opinião, os conhecimentos adquiridos a partir da explanação de cada grupo, foi: Utilize a escala, sendo: 1 nada relevante; 2 pouco relevante; 3 relevante; 4 muito relevante; 5 extremamente relevante.

### **Aula 4 – Aula prática para extração de óleos essenciais de limão e de cravo-da-índia**

Esta aula teve por objetivo obter óleos essenciais a partir do processo de destilação por arraste de vapor a partir de Limão-taiti e também de Cravo-da-Índia.

Na sua opinião, realizar a extração de óleos essenciais foi, para você: Utilize a escala, sendo: 1 nada relevante; 2 pouco relevante; 3 relevante; 4 muito relevante; 5 extremamente relevante.

Como você se sentiu produzindo um óleo essencial? Utilize a escala, sendo: 1 nada satisfeito(a); 2 pouco satisfeito(a); 3 satisfeito(a); 4 muito satisfeito(a); 5 extremamente satisfeito(a).

### **Aula 5 – Aula prática de caracterização os óleos essenciais produzidos comparando com os encontrados no mercado**

Esta aula teve por objetivo caracterizar os óleos essenciais produzidos na aula anterior a partir de reações com solução de iodo, solução de hidróxido de sódio e solução de permanganato de potássio.

No seu ponto de vista, a realização destes experimentos, foi: Utilize a escala, sendo: 1 nada relevante; 2 pouco relevante; 3 relevante; 4 muito relevante; 5 extremamente relevante.

Qual a sua percepção ao realizar os testes químicos? Você se sentiu: Utilize a escala, sendo: 1 nada motivado(a); 2 pouco motivado(a); 3 motivado(a); 4 muito motivado(a); 5 extremamente motivado(a).

**Aula 6 – Aprender brincando**

Esta aula teve por objetivo avaliar os conceitos formados a partir das atividades realizadas anteriormente. Foram usadas questões do ENEM e de outros vestibulares e a atividade foi realizada no espaço de robótica sendo realizada com o "Quizizz".

Na sua opinião a utilização de jogo didático para a avaliação desta atividade foi:

Utilize a escala, sendo: 1 nada relevante; 2 pouco relevante; 3 relevante; 4 muito relevante; 5 extremamente relevante.

**APÊNDICE VII – E-BOOK**

Óleos Essenciais e o Ensino de Química Orgânica  
Uma Sequência Didática para o Ensino Médio  
*e-book*

LUDMILA CRISTIANE PEDROSA

## APRESENTAÇÃO

Prezado/a professor/a,

Este produto educacional faz parte da dissertação de Mestrado “Óleos essenciais como tema condutor de uma sequência didática para o ensino de química orgânica”, desenvolvida pela autora no Programa de Pós-Graduação Profissional em Química em Rede Nacional, na Universidade Federal de Viçosa (PROFQUI-UFV), sob orientação dos professores Mayura Rubinger e Antonio Vidigal. O *e-book* foi elaborado como uma contribuição para professores da área de Ciências da Natureza, visando o ensino de Química Orgânica de forma prática e interativa. O primeiro capítulo aborda a importância dos óleos essenciais para a sociedade, assim como a composição e outras características peculiares aos óleos essenciais escolhidos para a construção da sequência didática descrita no segundo capítulo.

O tema em destaque permite contextualizar o conteúdo de Química Orgânica, uma vez que a aplicação de óleos essenciais na indústria alimentícia, de cosméticos, farmacêutica e outras desperta a curiosidade e complementa os conhecimentos que os estudantes trazem do uso cotidiano desses produtos. A interdisciplinaridade com outras áreas do conhecimento é possível com o acréscimo de atividades com essa temática nas aulas de Biologia ou História, por exemplo, estendendo e ressignificando a aprendizagem.

A utilização de estratégias ativas empreende um movimento amplo de reflexão dos processos de ensino e aprendizagem na contemporaneidade (Berbel, 2011). Assim, a sequência didática proposta é um conjunto sistematizado de atividades que permite a interação e a ampla participação dos estudantes como protagonistas de sua aprendizagem (Dolz, Noverraz e Schneuwly, 2004). Entre essas estratégias incluem-se pesquisas, experimentos e jogos didáticos. Neste sentido, o trabalho é orientado de forma que o professor seja o mediador do processo de construção do conhecimento e, o estudante, o principal sujeito da aprendizagem (Freire, 2004).

A parte experimental descrita nesse *e-book* envolve a extração de óleos essenciais a partir de matérias primas de baixo custo e fácil aquisição e a sua comparação com outros óleos disponíveis comercialmente. São propostas, ainda, reações simples de caracterização dos compostos orgânicos presentes em cada extrato. Esta parte prática é importante e permite abordar e aprofundar conceitos de funções orgânicas, reações e propriedades físicas de compostos orgânicos.

Autores como Libâneo (2015) e Candau (2014) retratam uma crise na profissão docente pela dificuldade em atender a crescente demanda pelo uso de tecnologias digitais de informação e comunicação (TICs). Isto pode acarretar certo desinteresse dos estudantes pela escola. Considerando a possibilidade desse panorama, foram incluídas atividades utilizando TICs na sequência didática: Busca e seleção de informações na Internet, uso de programas de desenho de estruturas moleculares e de plataformas de jogos didáticos. Além de contribuir para a aprendizagem, jogos digitais educativos podem auxiliar os professores na avaliação de sua prática pedagógica.

Convidamos os leitores à reflexão sobre a prática docente e esperamos trazer dicas e opções de abordagens úteis para o ensino da Química Orgânica.

Bom trabalho a todos/as!

A autora

## CAPÍTULO 1 - ÓLEOS ESSENCIAIS

### Objetivos do capítulo

Este capítulo não pretende ser um tratado completo sobre óleos essenciais. A ideia é apresentar conceitos básicos sobre o tema, descrever a composição, propriedades físico-químicas, fórmulas estruturais e a importância econômica e social dos extratos que serão estudados por meio da sequência didática proposta no capítulo dois.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular, BNCC, é necessário que o conhecimento adquirido na escola seja útil e possa ser aplicado pelos estudantes na análise e solução de situações problemas. Para tanto, é importante o desenvolvimento de certas habilidades, em especial aquelas descritas pelo código EM13CNT307, que sugere que os alunos sejam capazes de “Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano” (Brasil, 2018).

Para a construção da sequência didática que aborda os conteúdos de reconhecimento das funções orgânicas oxigenadas, compostos insaturados e reações orgânicas a partir da temática dos óleos essenciais foram escolhidos os óleos de camomila, canela, citronela, cravo-da-índia, eucalipto, hortelã-pimenta, lavanda e limão-taiti, devido à facilidade de encontrar esses produtos no mercado, pela extensa utilização na indústria brasileira ou também pela importância na economia do Brasil, um dos países exportadores de óleos essenciais, especialmente de cítricos.

Óleos essenciais são metabólitos secundários de plantas, de composição variada, voláteis e com baixa solubilidade em água. Podem ser produzidos principalmente nas folhas, caules, raízes, flores ou frutos. Diferentemente dos metabólitos primários, que são utilizados no desenvolvimento, nutrição e crescimento da planta, a produção de metabólitos

secundários pode ter como objetivos principais: 1) inibir a ação de consumidores, como insetos e outros animais; 2) proteger as plantas contra doenças causadas por fungos e bactérias; 3) atrair polinizadores, influenciando assim as interações entre as plantas e o ambiente; 4) competir por território, água, luz e nutrientes com outras espécies de plantas inibindo sua germinação ou crescimento; 5) proteger a planta da variação de condições ambientais, como frio e calor excessivos, raios ultravioleta, aumento de concentração salina ou de outros compostos químicos danosos.

Metabólitos secundários possuem também valores relevantes para o ser humano. Podem ser matéria prima para diferentes setores industriais, como para indústrias farmacêutica, alimentícia, de produtos de limpeza, perfumaria e cosméticos. Como muitos produtos naturais fazem parte dos sistemas de defesa das plantas, uma aplicação comercial para alguns óleos essenciais se dá na área dos defensivos agrícolas.

No Brasil, as pesquisas com plantas aromáticas cresceram a partir da década de 1940, mas foi a partir dos anos 80 que a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) expandiu o estudo e cresceu o uso dos óleos essenciais no país, tanto para produção e comercialização de óleos essenciais quanto na área da pesquisa científica.

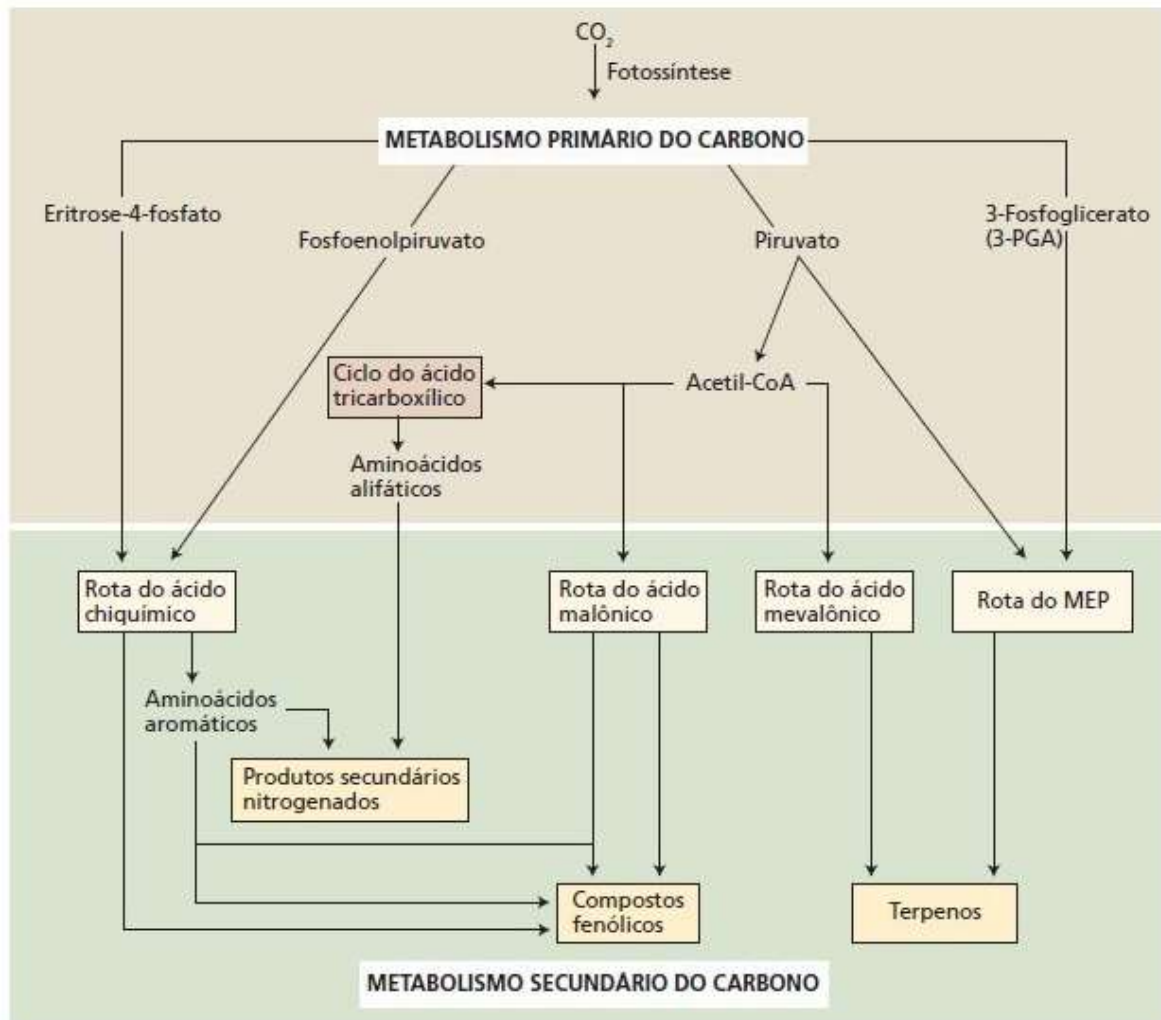
Óleos essenciais contêm metabólitos secundários de plantas, que podem ser classificados a partir de suas fórmulas estruturais e rotas biossintéticas. Os principais componentes dos óleos essenciais são:

- Terpenos/terpenóides – São formados nas células pela união de duas ou mais unidades de pirofosfato de isopentenila (IPP) e pirofosfato de dimetilalila (DMAPP), ambas contendo 5 carbonos. O IPP e o DMAPP podem se formar nas rotas do ácido mevalônico ou do metileritritol fosfato (MEP), como mostrado na Figura 1. Terpenóides são compostos oxigenados, contendo funções álcool, aldeído, cetona ou éter. Os terpenos são os hidrocarbonetos resultantes da perda desses átomos de oxigênio em reações subseqüentes nas rotas biossintéticas na planta.

Neste *e-book* o destaque será para os monoterpenos/monoterpenóides, com 10 carbonos em sua estrutura, e os sesquiterpenos/sesquiterpenóides, com 15 carbonos. Terpenos com 20 ou mais átomos de carbono podem estar presentes, mas são mais raros nos óleos essenciais, por sua menor volatilidade. Estarão em grande quantidade em outros produtos vegetais como resinas, ou até como longas moléculas de borracha no látex de algumas plantas. Exemplos de terpenos e terpenóides podem ser vistos na Figura 2.

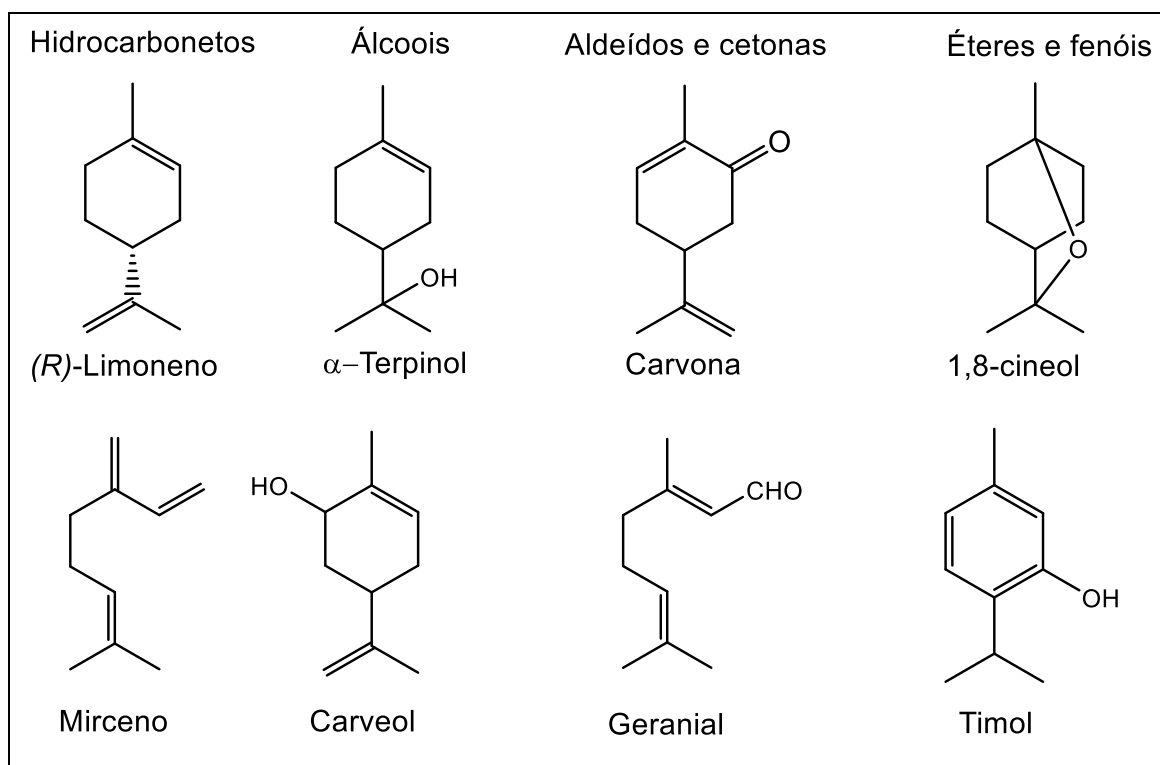
- Fenilpropanóides – As plantas produzem compostos aromáticos por várias rotas biossintéticas, sendo uma delas a via do ácido chiquímico (Figura 1). Essa rota também produz aminoácidos e alcalóides. Muitos produtos da via do ácido chiquímico apresentam um anel aromático ligado a uma cadeia alifática de três carbonos. Grupos hidroxila podem estar presentes no anel, formando fenóis. Por isso esses compostos são chamados de fenilpropanóides (Figura 3). Outras funções comuns em fenilpropanóides são aldeído, cetona e éter.

Figura 1. Principais rotas biossintéticas de metabólitos secundários em plantas



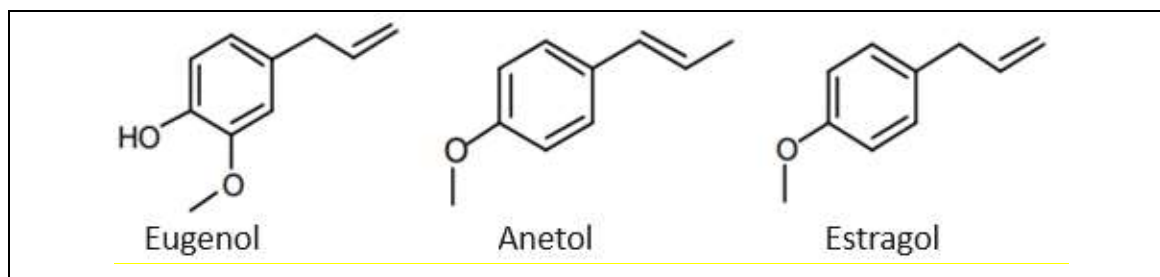
Fonte: Disponível em: <http://www.ledson.ufla.br/metabolismo-secundario/> (Acesso em 19 jul. 2023)

Figura 2: Exemplos de terpenos e terpenóides



Fonte: A autora (2023)

Figura 3: Exemplos de fenilpropanóides



Fonte: A autora (2023)

Compostos nitrogenados e sulfurados de estruturas variadas também podem estar presentes em óleos essenciais de plantas, porém são mais raros que hidrocarbonetos e compostos oxigenados.

A química de produtos naturais é um estudo muito interessante visto a gama de produtos que os seres vivos produzem. Atualmente mais de 300 óleos essenciais possuem relevância comercial e sua obtenção pode ser feita por um método simples de extração por arraste de vapor, que será utilizado no capítulo

2 deste *e-book*. Entretanto, outros métodos podem ser usados para a extração, como a prensagem a frio, a extração com solventes orgânicos, a extração por dióxido de carbono e a extração a frio (Bieski *et al*, 2022).

Dados de importação e exportação dos óleos essenciais podem ser encontrados no portal Comex Stat do governo federal disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br>>. Bieski e colaboradores (2022) analisaram alguns desses dados e verificaram que as importações de óleos essenciais superam as exportações pelo Brasil:

“a exportação total dos 22 produtos foi de 25.549 toneladas, sendo eucalipto (49%) e limão (45%) as maiores quantidades dos últimos 10 anos. Já a importação total foi de 32.978 toneladas, sendo menta japonesa (42%) e eucalipto (17%) as maiores quantidades dos últimos 10 anos. Em relação à balança comercial do período pesquisado, foram exportados US\$ (Free on Board - FOB) 309 milhões contra US\$ (FOB) 583 milhões em importações.” (Bieski *et al*, 2022, p. 128).

Assim, há bastante espaço para crescimento da produção nacional nessa área. Segundo Bizzo e Rezende (2022), o Brasil é o quinto maior exportador de óleos essenciais considerando valores, sendo a Índia e os Estados Unidos os primeiros colocados. Entretanto, considerando a quantidade exportada (em toneladas), o Brasil está em primeiro lugar, especialmente por conta do óleo de laranja, como subproduto da indústria de suco (Bizzo e Rezende, 2022).

A importância desse tema não se restringe à balança comercial. Óleos essenciais têm ampla utilização como insumos industriais e também no dia-a-dia das pessoas. Portanto, é um tema interessante para a construção de uma sequência didática no ensino de Química Orgânica.

Para a sequência didática, foram escolhidos os óleos essenciais de camomila, canela, citronela, cravo-da-índia, eucalipto, hortelã, lavanda e limão. Algumas informações sobre esses óleos estão listadas a seguir.

## 1.1 - ÓLEO ESSENCIAL DE CAMOMILA



Fonte: A autora (2023)


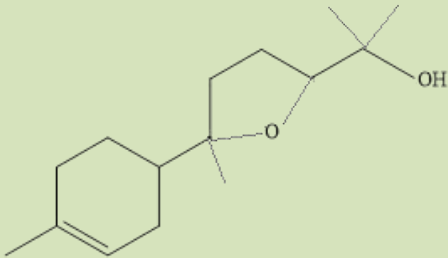
Várias plantas diferentes recebem o nome popular de camomila. A espécie *Matricaria recutita* é oriunda da Europa, do norte da África e oeste da Ásia, podendo ser cultivada também nas Américas. Outros nomes para essa mesma espécie são: *Matricaria chamomilla*, *Chamomilla chamomilla* e *Chamomilla recutita*. É uma planta usada em tratamentos populares, especialmente na forma de chá, embora muitas alegações de uso não tenham sido confirmadas cientificamente.

O óleo essencial é usado na fabricação de aromatizantes, sabonetes, xampus e outros produtos de cuidado pessoal, contribuindo também para sabores agradáveis de alimentos e bebidas na indústria alimentícia (Amaral et al., 2012). O óleo essencial é obtido das flores frescas ou parcialmente secas, incluindo os talos. O rendimento varia com a forma de obtenção, sendo que a destilação por arraste de vapor rende de 0,3 a 1% m/m (Stanojevic et al., 2016). A composição varia conforme a forma de extração, a origem e o cultivo da planta (Borsato et al., 2008; Oliveira, 2012; Amaral et al., 2012). Entre dezenas de constituintes, os principais componentes normalmente são terpenóides derivados do bisabolol, além do beta-farneseno e do camazuleno. Este último é uma substância bicíclica aromática, que apresenta coloração azulada. O óleo essencial tem ação ansiolítica, antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória, entre outras (Santos et al., 2019; Stanojevic et al., 2016; Oliveira, 2012; Parsaeimehr, Yi-Feng e Elmira, 2014).

O Brasil produz esse óleo essencial, especialmente na região sul. Plantações de camomila atraem polinizadores, o que contribui para a conservação da biodiversidade local. Informações sobre a importância econômica do óleo essencial de camomila podem ser encontradas no artigo “Análise socioeconômica da produção de capítulos florais e óleo essencial de cultivares de camomila” por Matsushita, Deschamps e Corrêa Júnior (2018).

O Quadro 1 lista algumas características do óleo essencial da camomila.

Quadro 1: Propriedades e características do óleo essencial da camomila.

Óleo essencial	Camomila
Nome científico	<i>Matricaria chamomilla</i>
Composição	Óxido de bisabolol B (27%), óxido de bisabolol A (17%), $\alpha$ -bisabolol (11%), cariofileno (9%), camazuleno (5) e outros (Amaral et al., 2012)
Exemplo de aplicação	 <p>Fonte: A autora (2023)</p>
Destaque na composição	 <p>Óxido de bisabolol B 2-[5-metil-5-(4-metilcicloex-3-em-1-il)oxolan-2-il]propan-2-ol Estrutura desenhada pela autora com o programa ACD/ChemSketch (2023)</p>
Fórmula	$C_{15}H_{26}O_2$
Funções orgânicas	Éter, álcool
Densidade	0,917-0,957
Solubilidade	80-95% em álcool

## 1.2 - ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA



Fonte: A autora (2023)

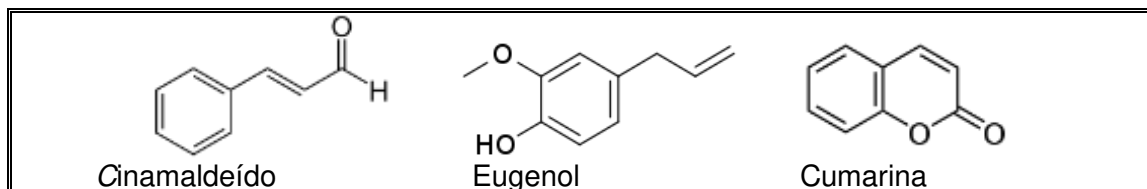
A canela é uma especiaria obtida da casca de algumas espécies de árvores do gênero *Cinnamomum*. A canela “verdadeira” é a *Cinnamomum verum*, mas a *Cinnamomum cassia* também é comercializada com o nome de canela. A origem dessas plantas é asiática, mas hoje são cultivadas no mundo todo. A maior parte da produção de *Cinnamomum verum* vem do Sri Lanka. Comerciantes portugueses buscavam ali essa especiaria, desde o século XVI, quando o país ainda era chamado Ceilão. Já a *Cinnamomum cassia* é proveniente da China, por isso o condimento assim obtido é chamado de canela da china.

A própria casca de canela, ou seu pó, é usada como condimento em culinária, especialmente em alimentos doces e bebidas. O óleo essencial é muito usado em perfumaria, medicamentos e em alimentos industrializados.

A composição do óleo essencial de canela depende da espécie de origem, do modo e local de cultivo e do método utilizado para a extração. O óleo da casca da canela possui em sua composição principal o cinamaldeído (65-90%) e pequenas quantidades de eugenol, ambos exemplos de produtos naturais do tipo fenilpropanóides (Figura 4). Apesar de ser constituinte minoritário na casca, o eugenol é mais abundante nas folhas (Castro *et al.*, 2020). O óleo essencial de canela inibe o crescimento bacteriano e age como antioxidante, antifúngico (Andrade *et al*, 2012; Bansode, 2012). O consumo excessivo de canela pode causar danos ao fígado, principalmente pela

presença de um constituinte minoritário (0-8%, segundo Torres e Simões, 2020), a cumarina (Figura 4).


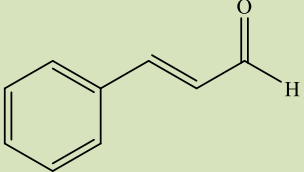
Figura 4. Estruturas de fenilpropanóides presentes na canela



Fonte: A autora (2023)

O Quadro 2 lista algumas características do óleo essencial de canela.

Quadro 2: Propriedades e características do óleo essencial de canela.

Óleo essencial	Canela
Nome científico	<i>Cinnamomum verum</i>
Composição	Principal fenilpropanóide (na casca): Cinamaldeído (91%) (Torres e Simões, 2021)
Exemplo de aplicação	 Fonte: Autora (2023)
Estrutura do componente principal	 Cinamaldeído <i>Trans</i> -3-fenilprop-2-enal Estrutura desenhada pela autora com o programa ACD/ChemSketch (2023)
Fórmula	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O
Função Orgânica	Aldeído
Ponto de ebulição	248°C
Densidade	1,0497 g/mL
Solubilidade	Pouco solúvel em água, solúvel em éter, miscível com etanol

### 1.3 - ÓLEO ESSENCIAL DE CITRONELA




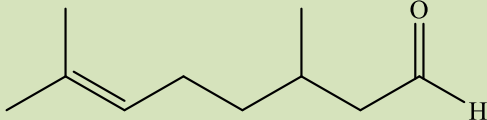
Fonte: A autora (2023)

Capim citronela é um nome comum para algumas espécies de *Cymbopogon* originárias da Ásia como a *Cymbopogon nardus* e a *Cymbopogon winterianus*. Já a *Cymbopogon citratus*, conhecida no Brasil como capim-limão, capim-santo ou capim-cidreira, não pode ser classificada como citronela. A *Cymbopogon citratus* também é confundida com a erva cidreira verdadeira (*Melissa officinalis*), uma planta de outro gênero.

O óleo essencial de citronela é constituído majoritariamente pelos monoterpenóides citronelal, geraniol e citronelol (Andrade *et al.*, 2012; Scherer *et al.*, 2009). Pode ser obtido das folhas de *C. nardus* ou *C. winterianus* por arraste de vapor e é muito conhecido por sua ação repelente contra insetos, sendo usado em sprays e velas contra mosquitos. Também possui propriedades bactericida e fungicida (Scherer *et al.*, 2009) e é usado na indústria de produtos de limpeza, perfumaria, entre outras.

O Quadro 3, Lista algumas características do óleo essencial de citronela.

Quadro 3: Propriedades e características do óleo essencial de citronela.

<b>Óleo essencial</b>	Citronela
<b>Nome científico</b>	<i>Cymbopogon nardus</i> e <i>Cymbopogon winterianus</i>
<b>Composição</b>	<p><i>C. nardus</i>: citronelal (47%), geraniol (19%), e citronelol (11%) (Andrade <i>et al.</i>, 2012).</p> <p><i>C. winterianus</i>: citronelal (45%), geraniol (21%) e citronelol (15%) (Scherer <i>et al.</i>, 2009)</p>
<b>Exemplo de aplicação</b>	 <p>Fonte: A autora (2023)</p>
<b>Estrutura do componente principal</b>	 <p>Citronelal 3,7-dimetiloct-6-enal Estrutura desenhada pela autora com o programa ACD/ChemSketch (2023)</p>
<b>Fórmula</b>	$C_{10}H_{18}O$
<b>Função orgânica</b>	Aldeído
<b>Temperatura de ebulição</b>	206-207° C
<b>Densidade</b>	0,855 g/mL
<b>Solubilidade</b>	Pouco solúvel em água, solúvel em etanol

#### 1.4 - ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO-DA-ÍNDIA



Fonte: A autora (2023)


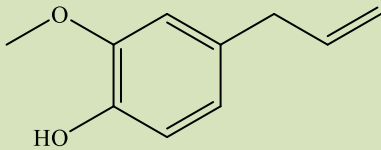
Após secas ao sol, as flores de *Syzygium aromaticum* são comercializadas com o nome de cravo-da-índia, uma especiaria da culinária desde tempos remotos. Um sinônimo utilizado para o nome científico dessa árvore originária da Indonésia é *Eugenia caryophyllata* Thunb.

O óleo essencial de cravo-da-índia apresenta ação antioxidante e antimicrobiana comprovadas, sendo um antisséptico, com leve ação anestésica. Por esse motivo, seu uso odontológico também é antigo, estando presente em produtos como enxaguantes bucais, dentifrícios e outros produtos ligados à saúde bucal. Por exemplo, um cimento à base de óxido de zinco e eugenol é muito utilizado por dentistas para a obturação de canais radiculares (Moura, Rabello e Pereira, 2013; Freires *et al.*, 2015).

O principal componente do óleo essencial do cravo-da-índia é o eugenol. Outro fenilpropanóide também presente, porém em menor quantidade, é o acetato de eugenol. O  $\beta$ -cariofileno e  $\alpha$ -humuleno são componentes minoritários da classe dos sesquiterpenos (Scherer *et al.*, 2009; Silvestri *et al.*, 2010; Jairoce *et al.*, 2016). Em 2018 o Brasil exportou aproximadamente 2500 toneladas desse óleo, de acordo com Bizzo e Rezende (2022), principalmente para a produção de fragrâncias e aromatizantes.

O Quadro 4 lista características do óleo essencial de cravo-da-índia.

Quadro 4: Propriedades e características do óleo essencial de cravo-da-índia.

<b>Óleo essencial</b>	Cravo-da-índia
<b>Nome científico</b>	<i>Syzygium aromaticum</i> ou <i>Eugenia caryophyllata</i> Thunb
<b>Composição</b>	Eugenol (84%), $\beta$ -cariofileno, com (11%), $\alpha$ -humuleno (1%) (Scherer et al., 2009). <i>Eugenol (63%), <math>\beta</math>-cariofileno (18%), acetato de eugenol (16%) e outros</i> (Jairoce et al., 2009).
<b>Exemplo de aplicação</b>	 <p>Fonte: A autora (2023)</p>
<b>Estrutura do componente principal</b>	 <p>Eugenol 4-ailil-2-metoxifenol Estrutura desenhada pela autora com o programa ACD/ChemSketch (2023)</p>
<b>Fórmula</b>	$C_{10}H_{12}O_2$
<b>Funções orgânicas presentes</b>	Fenol e éter
<b>Ponto de ebulição</b>	254°C
<b>Densidade</b>	1,06 g/cm <sup>3</sup>
<b>Solubilidade</b>	Pouco solúvel em água, miscível com etanol

## 1.5 - ÓLEO ESSENCIAL DE EUCALIPTO

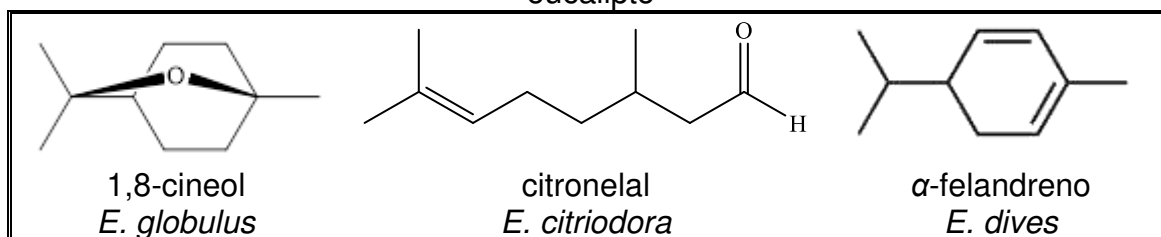


Fonte: A autora (2023)

Atualmente são conhecidas mais de 700 espécies de eucalipto havendo, portanto, uma composição muito diversificada de óleos voláteis dessa classe de plantas. O *Eucalyptus* é um gênero de árvores originárias da Oceania. Em 2018 foi o terceiro tipo de óleo essencial mais comercializado internacionalmente (Bizzo e Rezende, 2022).

Várias espécies, como a *Eucalyptus globulus*, são ricas em 1,8-cineol (Figura 5) e seu óleo essencial é indicado para uso medicinal. Outras não podem ser usadas para esse fim, mas produzem óleos essenciais úteis para a perfumaria, por exemplo. É o caso do óleo de *Eucalyptus citriodora*, muito popular em produtos de limpeza. Este apresenta em sua composição o citronelal (Figura 5) como componente principal. Algumas espécies, como o *Eucalyptus dives*, produzem óleos com alto teor de felandreno (Figura 5), um bom solvente industrial (Vitti e Brito, 2003).

Figura 5. Estruturas dos principais componentes de diferentes espécies de eucalipto


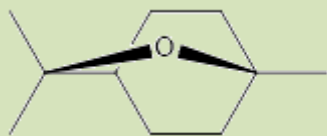


Fonte: A autora (2023)

Neste *e-book* vamos enfatizar a espécie *E. globulus*. Esta árvore é cultivada como fonte de madeira, carvão e para a indústria de papel e celulose. Das folhas é produzido o óleo essencial utilizado pela indústria farmacêutica, visto que possui ação antisséptica e expectorante, além de auxiliar no alívio de dores musculares, tendo ação bactericida, anti-inflamatória e antioxidante (Mota, Turrine e Poveda, 2015; Elangovan e Mudgil, 2023). Mas, também é usado pela indústria alimentícia como flavorizante, pelo efeito refrescante e dilatador de brônquios, semelhante ao da menta. O monoterpenóide 1,8-cineol, também conhecido por eucaliptol, constitui entre 50% e 86% da composição do óleo essencial (Elangovan e Mudgil, 2023; Harkat-Madouri *et al.*, 2015).

O Quadro 5 lista algumas características do óleo essencial do eucalipto *globulus*.

Quadro 5: Propriedades e características do óleo essencial de eucalipto.

<b>Óleo essencial</b>	Eucalipto
<b>Nome científico</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>
<b>Composição</b>	1,8-cineol (até 86%) (Elangovan e Mudgil, 2023)  1,8-cineol (55%), isovaleraldeído (10%), espatulenol (7%), $\alpha$ -pineno (5%), $\alpha$ -terpineol (5%), (Harkat-Madouri <i>et al.</i> , 2015).
<b>Exemplo de aplicação</b>	 Fonte: Autora (2024)
<b>Estrutura do componente principal</b>	 1,8-cineol ou eucaliptol 1,3,3-trimetil-2-oxabicyclo[2.2.2]octano Estrutura desenhada pela autora usando o programa ACD/ChemSketch (2023)
<b>Fórmula</b>	$C_{10}H_{18}O$
<b>Função orgânica</b>	Éter
<b>Ponto de ebulição</b>	175°C
<b>Densidade</b>	0,922 g/mL
<b>Solubilidade</b>	Pouco solúvel em água, solúvel em etanol

## 1.6 - ÓLEO ESSENCIAL DE HORTELÃ-PIMENTA



Fonte: A autora (2023)


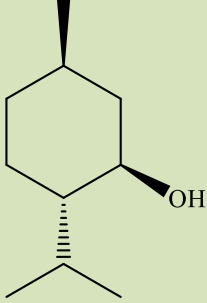
Pertencente ao gênero *Mentha piperita* L., conhecida por hortelã-pimenta, essa planta da família *Lamiaceae* é originária do Mediterrâneo.

As folhas de hortelã-pimenta são populares como condimento na culinária. Os principais componentes do óleo essencial são os monoterpenóides mentol e mentona, estando presentes em menores quantidades o acetato de mentila, 1,8-cineol, limoneno,  $\beta$ -pineno,  $\beta$ -cariofileno e a pulegona (Schmidt *et al.*, 2009). O mentol deve estar presente em maior quantidade para que o óleo seja considerado de qualidade. O mentol tem ação contra bactérias causadoras da cárie dental (Freires *et al.*, 2015). Ele se liga a receptores sensoriais de frio na pele e mucosas, causando sensação refrescante (Limpanuparb, Lopaiboon e Chinsukserm, 2019). Por isso é usado em produtos que provocam esse tipo de sensação.

Para a produção de um litro de óleo essencial de hortelã-pimenta, são necessários cerca de 60 kg da planta. O mentol puro é sólido e precipita com o resfriamento do óleo e pode ser assim separado por filtração. O óleo essencial diluído é usado na indústria alimentícia e tem vasta aplicação em perfumaria, produtos farmacêuticos e em enxaguantes bucais. O óleo concentrado normalmente não é usado em medicamentos, pois há produtos minoritários prejudiciais à saúde, como a pulegona (Jabba e Jordt, 2019).

O Quadro 6 lista características do óleo essencial de hortelã pimenta.

Quadro 6: Propriedades e características do óleo essencial de hortelã pimenta.

<b>Óleo essencial</b>	Hortelã Pimenta
<b>Nome científico</b>	<i>Mentha piperita L.</i>
<b>Composição</b>	Mentol (41%), mentona (23%), 1,8-cineol (5%), acetato de mentila (4%), isomentona (4%), mentofurano (4%), limoneno (3%), neomentol (3%), pulegona (2%), $\beta$ -pineno (1%), $\beta$ -cariofileno (2%), e compostos traço (Schmidt <i>et al</i> , 2009).
<b>Exemplo de aplicação</b>	 <p>Fonte: Autora (2023)</p>
<b>Estrutura do componente principal</b>	 <p>Mentol (1<i>R</i>,2<i>S</i>,5<i>R</i>)-2-isopropil-5-metilciclohexan-1-ol Estrutura desenhada pela autora usando o programa ACD/ChemSketch (2023)</p>
<b>Formula</b>	$C_{10}H_{20}O$
<b>Ponto de fusão</b>	42–45 °C
<b>Ponto de ebulição</b>	212 °C
<b>Densidade</b>	0,89 g/cm <sup>3</sup> (sólido)
<b>Solubilidade</b>	Ligeiramente solúvel em água

## 1.7 - ÓLEO ESSENCIAL DE LAVANDA



Fonte: A autora (2023)

As lavandas ou alfazemas são plantas originárias do mediterrâneo, pertencentes ao gênero *Lavandula*, família das *Lamiaceae*. A *Lavandula angustifolia*, anteriormente denominada *L. officinalis*, é conhecida como lavanda inglesa ou lavanda verdadeira, muito usada em jardins por suas flores de cor lilás e odor agradável. A lavanda inglesa é usada como condimento em culinária, para massas, saladas, sobremesas, chás e bebidas.

Para o comércio internacional, “óleo essencial de lavanda” é aquele obtido de flores frescas de *Lavandula angustifolia* Mill, por destilação a vapor (Bizzo e Rezende, 2022). Esse óleo é rico nos terpenóides acetato de linalila e linalol. Óleos de outras espécies de *Lavandula* recebem diferentes designações no rótulo.


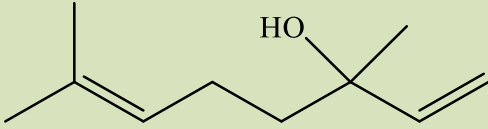
O óleo essencial de lavanda é amplamente usado em perfumaria e produtos de limpeza, sendo o linalol um fixador de essências.

Como outros óleos essenciais de plantas, o de lavanda apresenta atividades biológicas, uma vez que faz parte do sistema de defesa da planta. Por exemplo, inibe a germinação de esporos de fungos fitopatogênicos e tem ação contra bactérias. Isto não significa que o óleo seja efetivo como antibiótico para doenças em seres humanos. Vários usos em aromaterapia têm sido estudados, mas muitas vezes a ação proposta popularmente não se confirma

experimentalmente (Cavanagh e Wilkinson, 2005). Entretanto, estudos confirmam ações biológicas dos constituintes do óleo de lavanda. Por exemplo, o linalol tem efeitos antidepressivo e ansiolítico (Kasper *et al.*, 2014).

O Quadro 7 lista características do óleo essencial de lavanda.

Quadro 7: Propriedades e características do óleo essencial de lavanda.

<b>Óleo essencial</b>	Lavanda
<b>Nome científico</b>	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill
<b>Composição</b>	Linalol (36%), acetato de linalila (22%), terpinen-4-ol (7%), cânfora (6%), 1,8-cineol (4%), $\beta$ -farneseno (4%), cariofileno (3%), borneol (3%), $\beta$ -ocimeno (2%), acetato de lavandulila (2%), limoneno (1%), $\alpha$ -bisabolol (1%) e outros (Porto, Decorti e Kikic, 2009)
<b>Exemplo de aplicação</b>	 <p>Fonte: a Autora (2023)</p>
<b>Estrutura do componente principal</b>	 <p>Linalol 3,7-dimetilocta-1,6-dien-3-ol Estrutura desenhada pela autora usando o programa ACD/ChemSketch (2023)</p>
<b>Fórmula</b>	$C_{10}H_{18}O$
<b>Função orgânica</b>	Álcool
<b>Ponto de ebulição</b>	198°C
<b>Densidade</b>	0,858 g/cm <sup>3</sup>
<b>Solubilidade</b>	1,589 g/L em água

## 1.8 - ÓLEO ESSENCIAL DE LIMÃO TAITI



Fonte: A autora (2023)

O *Citrus latifolia* (ou *Citrus aurantiifolia* var. *latifolia*) tem origem tropical e pertence à família das *Rutaceae*. Apesar de ser conhecido no Brasil como limão taiti (ou tahiti), é na verdade classificado como uma lima ácida. Um exemplo de limão “verdadeiro” encontrado nos mercados brasileiros é o chamado siciliano, cuja espécie é *Citrus limon* (Teixeira, Marques e Figueiredo, 2013; Bizzo e Rezende, 2022).

O Brasil é um dos maiores produtores do limão taiti, sendo colhidas anualmente cerca de 1,1 milhões de toneladas por ano. Minas Gerais, Bahia e São Paulo estão entre os maiores produtores deste fruto (Prevideli e Almeida, 2020).



O óleo essencial obtido por hidrodestilação ou destilação por arraste de vapor de cascas de *C. latifolia* rende aproximadamente 1% m/m. Esse óleo apresenta cerca de 50% do monoterpene limoneno e outros monoterpenos e monoterpênóides em menores quantidades (Simas *et al*, 2015).

O óleo essencial de limão taiti tem ação antifúngica contra *Candida*, sendo também antioxidante (Toscano-Garibay *et al*, 2017). É usado na indústria alimentícia, conferindo odor e sabor aos alimentos, sendo usado também na indústria farmacêutica, de cosméticos e de produtos de limpeza. Este óleo tem potencial de crescimento na produção de ração para animais. Por exemplo, um estudo da adição do óleo à dieta de filhotes do peixe tambaqui mostrou que é benéfico para o crescimento e a qualidade do peixe adulto (Lopes *et al*, 2020).

Em 2020 o Brasil exportou aproximadamente 183 toneladas de óleo de limão taiti, gerando uma receita superior a três milhões de dólares (Bizzo e Rezende, 2022). Com isso é possível perceber a importância desse produto para o mercado brasileiro.

O Quadro 8 lista algumas características do óleo essencial de limão.

Quadro 8: Propriedades e características do óleo essencial de limão.

<b>Óleo essencial</b>	Limão Taiti
<b>Nome científico</b>	<i>Citrus latifolia</i>
<b>Composição</b>	Limoneno (52%), $\gamma$ -terpineno (13%), $\beta$ -pineno (10%), $\beta$ -bisaboleno (3%), $\alpha$ -terpineol (2%), $\alpha$ -pineno (2%), geranial (2%), neral (2%), mirceno (1%), sabineno (1%) e outros (Simas <i>et al</i> , 2015)
<b>Exemplo de aplicação</b>	 <p>Fonte: Autora (2023)</p>
<b>Estrutura do componente principal</b>	 <p>limoneno 1-metil-4-(prop-1-en-2-il)cicloex-1-eno Estrutura desenhada pela autora usando o programa ACD/ChemSketch (2023)</p>
<b>Fórmula</b>	$C_{10}H_{16}$
<b>Função orgânica</b>	Hidrocarboneto
<b>Ponto de ebulição</b>	176° C
<b>Densidade</b>	0,84 g/cm <sup>3</sup>
<b>Solubilidade</b>	Baixa solubilidade em água

## CAPÍTULO 2 - ÓLEOS ESSENCIAIS NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA

### Objetivos do capítulo

Este capítulo tem por objetivo apresentar uma sequência didática que valoriza o conhecimento prévio dos alunos, assim como a experimentação e a utilização de recursos tecnológicos para a construção do conhecimento.

A utilização da temática sobre óleos essenciais para o estudo de funções orgânicas é uma estratégia de contextualização, associando a vida cotidiana dos alunos da educação básica com a aprendizagem de Química Orgânica. Além disso, é uma oportunidade de interdisciplinaridade com outras áreas do conhecimento permitindo que os alunos possam associar a química na construção da aprendizagem de outras disciplinas na escola.

A utilização de recursos tecnológicos é um ponto destacado neste capítulo, visto que as TICs motivam a participação dos alunos nas aulas, tornando-as mais dinâmicas e atraentes. Para esse fim propõe-se a utilização do *software* ACD/ChemSketch em sua versão gratuita, que permite desenhar estruturas moleculares em 2D e 3D, auxiliando a compreensão das funções orgânicas e fórmulas estruturais dos compostos orgânicos. Também se propõe a inclusão de um jogo *online* a fim de tornar o aprendizado divertido e interativo. Pesquisas na Internet complementam os estudos, visando coletar dados para o debate e a escolha dos óleos essenciais a serem utilizados nos experimentos e na construção do projeto de pesquisa da turma.

A experimentação é um ponto importante para melhor assimilação e compreensão do conteúdo. A sequência didática traz dois experimentos que aguçam o interesse e a participação dos alunos. O primeiro aborda a extração de óleos essenciais pelo método de destilação por arraste de vapor. Um segundo experimento envolve testes químicos com os óleos essenciais comerciais e também aqueles obtidos em aula. A ênfase é o estudo de reações orgânicas, em especial as de oxidação, halogenação e neutralização.

Acredita-se que a utilização deste material tornará as aulas de Química Orgânica mais interessantes e relevantes a fim de motivar a participação dos

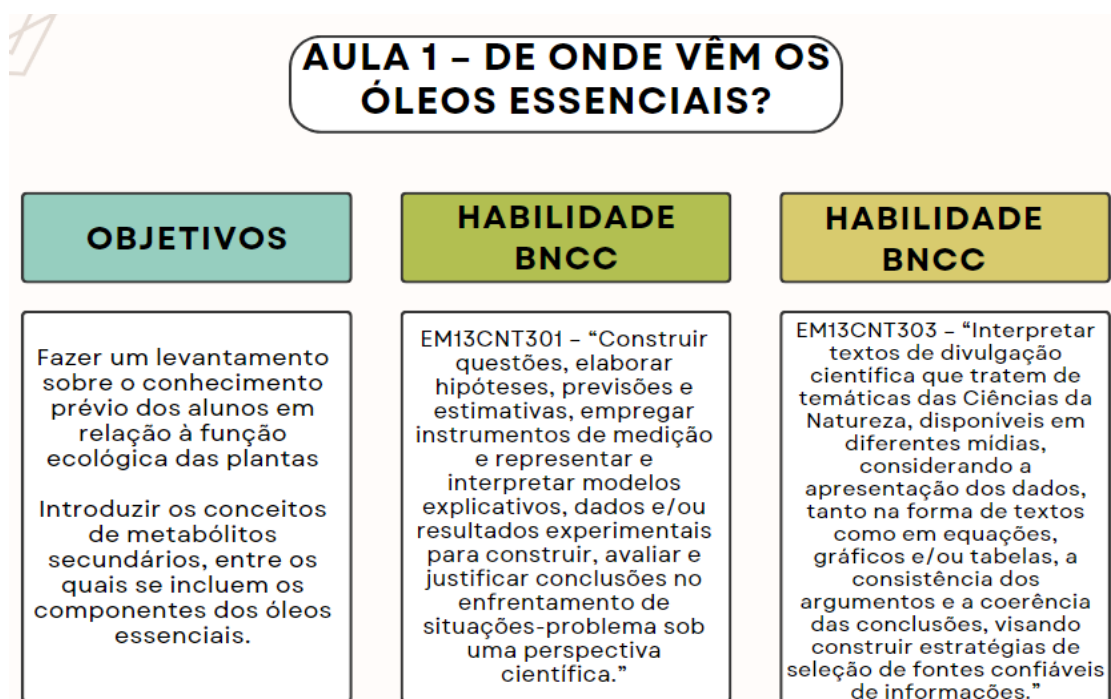
alunos nas aulas de Química. Além disso, a sequência didática foi construída com objetivo de atingir a competência específica número 3 da BNCC, onde se espera que os alunos possam:

“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)” (Brasil, 2018, p. 558).

Sendo assim, com esta proposta didática, espera-se que os alunos tenham a possibilidade de conhecer e reconhecer a importância da Química no seu dia a dia. Esta sequência didática possibilita também que os alunos sejam participativos na construção do seu conhecimento, permitindo o letramento científico, a utilização de recursos tecnológicos aliados à aprendizagem e, também, que divulguem esse conhecimento adquirido para públicos diversos.

Para aplicação desta sequência didática são necessárias nove aulas. Porém, é possível adequá-la à sua realidade e aos recursos disponíveis na escola. A seguir, estão descritas as aulas propostas.

## 2.1 – CONHECENDO A TEMÁTICA DOS ÓLEOS ESSENCIAS



Fonte: A autora (2023)

Essa aula tem por objetivo introduzir a temática dos Óleos Essenciais e levantar o conhecimento prévio da turma referente a esse assunto. A aula é iniciada com a proposta de questões aos estudantes:

- 1° - A que se devem os diferentes aromas que sentimos nas plantas?
- 2° - Qual a função ecológica do aroma que a planta exala?
- 3° - Por que as pessoas extraem e como utilizam essências de plantas?
- 4° - Qual a diferença entre essência/aroma e óleo essencial?

Caso os estudantes tenham informações sobre o tema, algumas respostas possíveis são as seguintes:

1° - Os diferentes aromas se devem a substâncias orgânicas voláteis produzidas a partir do metabolismo secundário das plantas.

2° - A liberação desses compostos voláteis pode ter consequências ecológicas diversas: atrair polinizadores, inibir o ataque de herbívoros, proteger a planta de patógenos, entre outras.

3° - A extração de óleos essenciais acontece visando a obtenção de materiais ou substâncias úteis para a indústria farmacêutica, de cosméticos, de produtos de limpeza, de alimentos, entre outras. A partir desses óleos podem ser produzidos perfumes, essências, flavorizantes para alimentos, componentes de medicamentos, repelentes de insetos e outros materiais importantes comercialmente.

4° - Óleos essenciais são substâncias extraídas de plantas. A extração pode ser feita por vários métodos, entre eles a destilação por arraste a vapor. Já essências e aromas podem ser substâncias sintéticas, sendo elas semelhantes ao aroma natural das plantas.

Em seguida, a introdução ao tema “Óleos Essenciais, sua composição, importância econômica e ambiental” pode ser apresentada à classe, por exemplo, com a projeção de um vídeo curto. Uma opção é o episódio apresentado no programa Globo Repórter:

“Litro de óleo de rosas da Índia pode custar mais de R\$ 30 mil”

(<https://globoplay.globo.com/v/4068378/?s=0s>).

O vídeo dura menos de quinze minutos e mostra a produção de óleos essenciais na Índia. O fato de apresentar situações e imagens de outro país também é interessante como enriquecimento cultural. Além disso, a Índia é um dos maiores exportadores de óleos essenciais do mundo (Bizzo e Rezende, 2022).

Alternativamente, você pode apresentar uma aula expositiva sobre o tema ou utilizar outro vídeo de sua preferência. Duas opções são mostradas em destaque a seguir.

“Aprenda a fazer óleo essencial caseiro de laranja”  
([https://youtu.be/mKm1pU-XMYs?si=gRdv-9l1t6ZY\\_WeC](https://youtu.be/mKm1pU-XMYs?si=gRdv-9l1t6ZY_WeC))

e

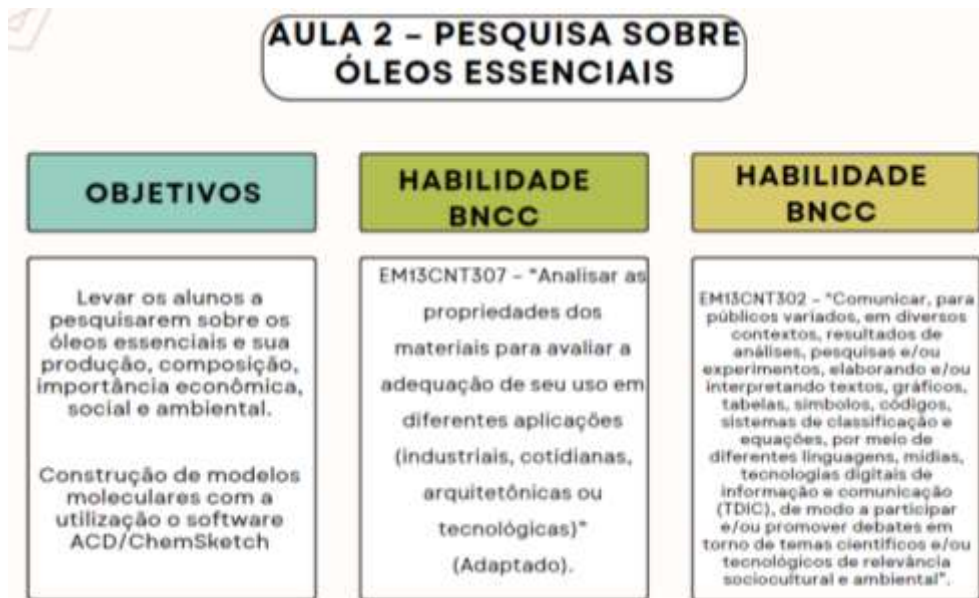
“Como guardar o cheiro das plantas”  
([https://www.youtube.com/watch?v=RpoEDXPX\\_\\_g](https://www.youtube.com/watch?v=RpoEDXPX__g))

O primeiro vídeo listado acima tem duração de cerca de dois minutos e é apresentado por Bela Gil, no canal do YouTube “Faça Você Mesmo”. Fala sobre o óleo de laranja, o que é interessante, pois este é o principal óleo essencial produzido no Brasil (Bizzo e Rezende, 2022). No segundo vídeo, que dura vinte minutos, o apresentador do canal Manual do Mundo, Iberê Thenório, demonstra como produzir óleos essenciais com equipamentos caseiros. O vídeo é interessante, pois mostra desde a coleta dos materiais vegetais até a produção dos óleos de lavanda, eucalipto, limão siciliano, pinheiro e citronela.

Como a maior parte dos componentes de óleos essenciais são terpenos ou terpenóides, para finalizar a aula, pode ser indicada a leitura do artigo “Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais” de Felipe e Bicas (2017). Este artigo abrange vias de produção dos produtos naturais, além de trazer os principais constituintes de óleos essenciais e suas estruturas a fim de dar embasamento para a pesquisa a ser realizada pelos alunos. Além disso, apresenta interdisciplinaridade com a biologia diferenciando metabolismo primário do metabolismo secundário de plantas onde são produzidos os óleos essenciais. A leitura pode ser realizada em casa.

**Tempo necessário para esse conjunto de atividades:** 1h/a

## 2.2 – CONHECENDO A IMPORTÂNCIA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS PARA A SOCIEDADE E PARA O MEIO AMBIENTE



Fonte: A autora (2023)

A segunda aula é iniciada com a apresentação e proposta de projeto. Após pesquisar sobre a situação econômica e produtiva do município ou região em que a escola se insere, você pode criar uma situação que instigue os alunos a aprofundarem a pesquisa, a fim de avaliar a possibilidade de instalação de uma indústria de produção de um determinado óleo essencial. Um exemplo está mostrado em destaque a seguir.

Santa Luzia, em Minas Gerais, está em uma região onde há aproximadamente 40 indústrias de grande e médio porte. Há empresas que comercializam óleos essenciais no município, mas nenhuma indústria local produz esses insumos.

Após breve discussão sobre o tema, pode-se propor uma pesquisa de aprofundamento do assunto. O ideal é que a pesquisa seja feita em grupo. O tema de cada grupo será um óleo essencial específico e pode ser atribuído por sorteio. Uma forma divertida de realizar o sorteio é fazê-lo através do site *Sorteador*, disponível em: <<https://sorteador.com.br/>>, ou da *Roleta online*, que pode ser acessada em <<https://pt.piliapp.com/random/wheel/>>.

Em sua pesquisa para apresentação, os alunos deverão coletar ao menos as seguintes informações sobre a planta sorteada para o grupo:

- 1°- Composição química do óleo essencial;
- 2°- Fórmula estrutural e molecular dos componentes principais, identificando as funções orgânicas presentes em suas estruturas;
- 3°- Onde e como o óleo essencial é usado e sua importância para a sociedade;
- 4°- A temperatura de ebulição, a densidade e a solubilidade em água dos componentes principais (quando puros);
- 5°- Valor comercial do óleo essencial e dos componentes principais puros;
- 6°- Outras informações que o grupo achar interessantes sobre o óleo essencial.

A pesquisa pode ser realizada em casa, se os estudantes dispuserem de computador e internet, ou no laboratório de informática da escola (em horário de aula ou extraclasse, conforme as características da escola e o número de aulas disponíveis). Orientações sobre sites e fontes confiáveis podem ser passadas antes e no decorrer do projeto. Referências poderão ser fornecidas aos estudantes, se necessário. Para tanto, em relação aos itens (1) a (4) do quadro da página anterior, dicas foram dadas no capítulo 1 deste *ebook*. Referências úteis estão listadas no final do livro.

Para a questão (5), os estudantes podem pesquisar preços na internet ou em empresas locais como farmácias, supermercados ou lojas especializadas. Uma pesquisa de preço realizada em duas empresas na cidade de Belo Horizonte em 2023 está resumida no quadro 9, a seguir.

Quadro 9: Pesquisa de preço de óleos essenciais em duas empresas de Belo Horizonte, MG, em julho de 2023.

Óleo Essecial	Phytoterápica	doTERRA
Camomila	39,90 – 10 ml	405,00 – 5 ml
Canela	61,90 – 10 ml	148,00 – 15 ml
Citronela	24,90 – 10 ml	99,00 – 15 ml
Cravo da Índia	47,90 – 10 ml	129,00 – 15 ml
Eucalipto	42,90 – 10 ml	125,00 – 15 ml
Hortelã Pimenta	57,90 – 10 ml	177,00 – 15 ml
Lavanda	34,90 – 10 ml	197,00 – 15 ml
Limão Taiti	42,00 – 10 ml	92,00 – 15 ml

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Em relação ao item (6), cada óleo essencial tem suas particularidades. Algumas observações foram feitas no capítulo 1 deste ebook. O que os estudantes vão trazer como curiosidades dependerá de seu interesse pessoal e das fontes de pesquisa utilizadas.

Uma inclusão útil nessa segunda aula da sequência didática seria uma prática no laboratório de informática, ensinando a usar um programa que possibilite desenhar estruturas químicas, para a preparação dos trabalhos a serem apresentados após a pesquisa. Embora este seja o objetivo momentâneo, essa estratégia trata de incrementar os estudos e observações sobre as estruturas de compostos orgânicos, sua interpretação e formas de representação.

Um programa útil para isto é o *ACD ChemSketch*. A plataforma oferece uma versão para *download* grátis (<https://www.acdlabs.com/resources/free-chemistry-software-apps/chemsketch-freeware/>), que funciona muito bem em PCs e notebooks. Além de permitir o desenho de estruturas em 2D, o programa corrige os desenhos atribuindo a conformação mais estável da substância e permite criar versões em 3D úteis para estudo posterior de estereoisomeria. Ainda, podem-se obter nomes IUPAC (em Inglês) para as estruturas e outras informações sobre as substâncias. Há vários tutoriais no YouTube, ensinando a

usar esse programa. (Um exemplo: <https://www.youtube.com/watch?v=7OTyw5nP6TM>). Os alunos também podem utilizar através do próprio celular ou notebook o aplicativo *KingDraw* (<https://www.kingdraw.com/indexen?name=download>). No link <https://www.youtube.com/watch?v=308VvwHaRnk> há um tutorial sobre como utilizar esse aplicativo.

Para completar a pesquisa, poderá ser acrescentada uma aula a ser realizada no laboratório de informática da escola, para ter a ajuda do(a) professor(a) para seleção das informações mais precisas e adequadas ao problema pesquisado.

Cada grupo deverá preparar uma apresentação sobre sua pesquisa. O formato é livre. Pode ser um cartaz, apresentação oral, um vídeo. Como você achar mais interessante para os seus estudantes.

**Tempo necessário para esse conjunto de atividades: 1h/a**

### 2.3 – DIVULGANDO O CONHECIMENTO ADQUIRIDO

**AULA 3 - APRESENTAÇÃO EM GRUPO DOS TRABALHOS SOBRE ÓLEOS ESSENCIAIS**

OBJETIVO	HABILIDADE BNCC
Divulgação e o letramento científico em que os alunos explanam a pesquisa por eles realizada avaliando a importância dos óleos essenciais para a sociedade e para o meio ambiente, reconhecendo neste tema um aliado ao ensino da Química Orgânica.	EM13CNT302 – “Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.”

Fonte: A autora (2023)

Dependendo do formato escolhido e do tamanho da turma, esta aula será mais ou menos longa. Cada grupo deverá apresentar seus dados sobre um determinado óleo essencial e, após perguntas e discussão, a turma deverá escolher um ou mais óleos como candidatos a iniciar a produção na nova

fábrica. Um fator importante a considerar é a disponibilidade de matéria prima no mercado local. Isto facilitará a escolha dos materiais para a aula prática.



Nesta aula haverá a apresentação dos grupos sobre os óleos essenciais, sua composição, aplicações, valor comercial. Ao final, escolherão um dos óleos essenciais para iniciar a produção em uma nova fábrica em Santa Luzia. Além dos aspectos apresentados, o(a) docente poderá auxiliar na decisão levantando pontos como a facilidade de encontrar matéria prima e, não havendo unanimidade, organizar uma votação.



Fonte: A autora (2023)

**Tempo necessário para esse conjunto de atividades: 1 a 2 h/a**

## 2.4 – EXTRAINDO ÓLEOS ESSENCIAIS

**AULA 4 – AULA PRÁTICA PARA EXTRAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE LIMÃO E DE CRAVO-DA-ÍNDIA**

OBJETIVO	HABILIDADE BNCC
<p>Esta aula tem por objetivo levar os alunos a terem contato com o ambiente do laboratório, manipular vidrarias e obter óleos essenciais a partir do processo de destilação por arraste a vapor a partir de Limão-Taiti e também de Cravo-da-Índia.</p>	<p>EM13CNT301 – “Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica”.</p>


Fonte: A autora (2023)

Nesta aula prática haverá a extração de óleo essencial de casca de limão taiti e de cravo-da-índia a ser realizada através de destilação por arraste de vapor no laboratório da escola. A indicação desses óleos considera a facilidade de encontrar no mercado os materiais necessários para a extração e, também, sua composição química diferenciada. Como o processo de destilação por arraste de vapor demora aproximadamente 1 hora o(a) professor(a) pode utilizar esse tempo explicando sobre o método de extração por arraste de vapor e discutindo a composição química específica desses óleos essenciais. Alternativamente, podem ser utilizados modelos moleculares de mão, se disponíveis, para a construção das estruturas dos principais constituintes pelos alunos, enquanto aguardam o final do experimento. Outra observação interessante a se discutir pode ser a baixa solubilidade dos componentes dos óleos essenciais em água, uma vez que, especialmente no caso do destilado de cravo-da-índia, obtêm-se uma mistura turva. Se o hidrolato for deixado em repouso até a aula seguinte, deverá ser possível observar a separação de fases, após esse tempo de decantação.

Caso a escola não disponha da vidraria e equipamentos convencionais, os artigos e o vídeo listados abaixo têm dicas de como realizar o experimento com materiais alternativos.

#### **Materiais alternativos para a extração de óleos essenciais**

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a10.pdf>

[https://www.ufmg.br/mhnbj/ceplamt/wp-content/uploads/2014/02/pag\\_1\\_pag\\_18-1.pdf](https://www.ufmg.br/mhnbj/ceplamt/wp-content/uploads/2014/02/pag_1_pag_18-1.pdf)

[https://www.youtube.com/watch?v=RpoEDXPX\\_\\_g](https://www.youtube.com/watch?v=RpoEDXPX__g)

As imagens a seguir (Figuras 6, 7 e 8) resumem o procedimento experimental. Caso o laboratório disponha de manta de aquecimento, esta pode substituir o bico de Bunsen e a tela de amianto. Após a coleta dos óleos

essenciais, serão comparados os odores dos hidrolatos de limão taiti e de cravo-da-índia obtidos com as respectivas amostras comerciais.

Figura 6. Objetivos do experimento e materiais necessários para a extração de óleos essenciais



Fonte: A autora (2023)

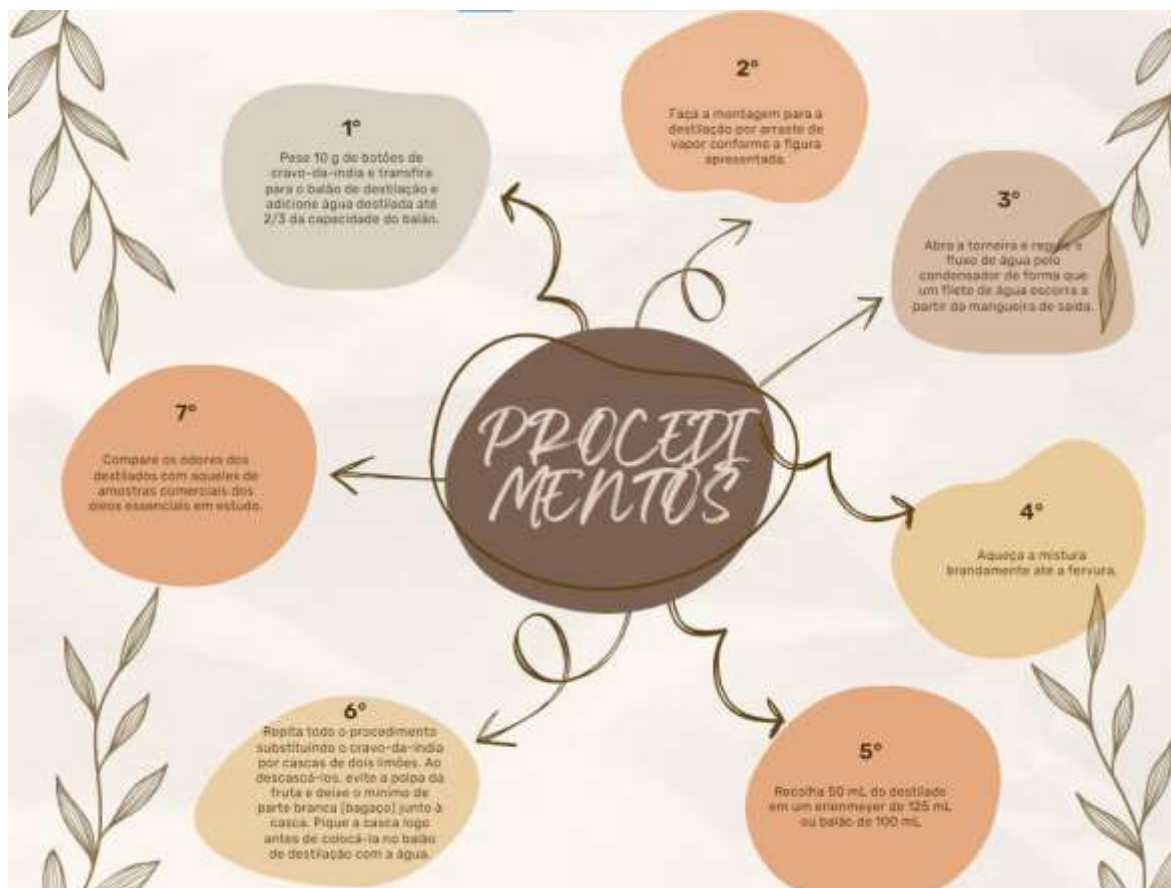
Figura 7. Imagem do sistema de destilação montado



Fonte: A autora (2023)

A Figura 8 resume os procedimentos para a extração dos óleos essenciais de limão taiti e de cravo-da-índia.

Figura 8. Resumo do procedimento para a extração de óleos essenciais



Fonte: A autora (2023)

O(a) professor(a) poderá propor questões para discussão ou para relatório, como estas em destaque a seguir.

### Questões

- 1 – Desenhe as estruturas dos principais constituintes desses óleos essenciais
- 2 – Identifique as funções orgânicas presentes nos componentes desses óleos essenciais
- 3 – Compare os odores dos hidrolatos obtidos com os de óleos essenciais comerciais correspondentes. O que é possível concluir sobre a constituição dessas amostras?

O Quadro 10, a seguir, traz parte das respostas esperadas para as questões 1 e 2. Foram incluídas informações sobre oito óleos essenciais, para o caso de a escolha da turma não ter sido o limão ou o cravo-da-índia. Desenhos de algumas das estruturas e as fontes dos dados apresentados no Quadro 10 podem ser encontrados no capítulo 1 deste *e-book*. Em relação à questão 3, espera-se que os odores percebidos para os hidrolatos sejam parecidos com os dos produtos comerciais, indicando terem composições químicas semelhantes.

Quadro 10: Componentes principais de alguns óleos essenciais

Óleo essencial	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Camomila	óxido de bisabolol-B (27%)	óxido de bisabolol A (17%)	$\alpha$ -bisabolol (11%)
Função orgânica presente	Éter, álcool, alceno	Éter, álcool, alceno	Álcool, alceno
Canela	( <i>E</i> )-cinamaldeído (78%)	acetato de ( <i>E</i> )-cinamila (6%)	1,8-cineol (5%)
Função orgânica presente	Aldeído, alceno	Éster, alceno	Éter
Citronela	citronelal (47%)	geraniol (19%)	citronelol (11%)
Função orgânica presente	Aldeído, alceno	Álcool, alceno	Álcool, alceno
Cravo-da-índia	eugenol (84%)	$\beta$ -cariofileno (11%)	$\alpha$ -humuleno (1%)
Função orgânica presente	Fenol, éter, alceno	Alceno	Alceno
Eucalipto	1,8-cineol (55%)	$\alpha$ -pineno (5%)	$\alpha$ -terpineol (5%)
Função orgânica presente	Éter	Alceno	Álcool, alceno
Hortelã-pimenta	mentol (41%)	mentona (23%)	acetato de mentila (4%)
Função orgânica presente	Álcool	Cetona	Éster
Lavanda	linalol (36%)	acetato de linalila (22%)	terpinen-4-ol (7%)
Função orgânica presente	Álcool, alceno	Éster, alceno	Álcool, alceno
Limão taiti	D-limoneno (52%)	$\gamma$ -terpineno (13%)	$\beta$ -pineno (10%)
Função orgânica presente	Alceno	Alceno	Alceno


Fonte: Elaborado pela autora (2023)

**Tempo necessário para esse conjunto de atividades: 2h/a**

## 2.5 – ABORDANDO REAÇÕES ORGÂNICAS

**AULA 5 – AULA PRÁTICA DE CARACTERIZAÇÃO OS ÓLEOS ESSENCIAIS PRODUZIDOS COMPARANDO COM ÓLEOS COMERCIAIS**

OBJETIVO	HABILIDADE BNCC
<p>Caracterizar os óleos essenciais produzidos na aula anterior.</p> <p>Comparar os óleos produzidos com os existentes no mercado.</p> <p>Levantar hipóteses e discutir resultados referentes às reações dos óleos com soluções de iodo, de hidróxido de sódio e de permanganato de potássio.</p>	<p>EM13CNT301 – "Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica".</p>



Fonte: A autora (2023)

Nesta aula prática serão analisadas algumas propriedades dos óleos essenciais de limão taiti e cravo-da-índia obtidos na aula anterior, comparando com amostras comerciais desses óleos. Podem ser incluídos nos testes óleos comerciais de outras plantas como a camomila, canela, citronela, eucalipto, hortelã pimenta e lavanda. A Figura 9 resume os objetivos dessa aula e lista os materiais necessários para os experimentos.

Antes de iniciar o experimento, é interessante lembrar ou informar a constituição química (componentes principais de cada óleo essencial), para reconhecimento de fórmulas estruturais e funções orgânicas pelos alunos. Para tanto é necessário quadro e pincel ou giz. Alternativamente, as estruturas impressas podem ser distribuídas para análise durante a aula.

Figura 9. Objetivos e materiais necessários para testes químicos com os óleos essenciais



Fonte: A autora (2023)

### TESTE COM IODO

O primeiro teste será feito com os hidrolatos de limão e de cravo-da-índia obtidos na aula anterior e com os óleos comerciais disponíveis. Para o teste, basta adicionar 1 gota de tintura de iodo a cada tubo contendo cerca de 1 mL do hidrolato do óleo essencial ou duas gotas do óleo comercial em cerca de 1 mL de água. Use um tubo controle com 1 mL de água para comparar a coloração. A Figura 10 resume o procedimento experimental.

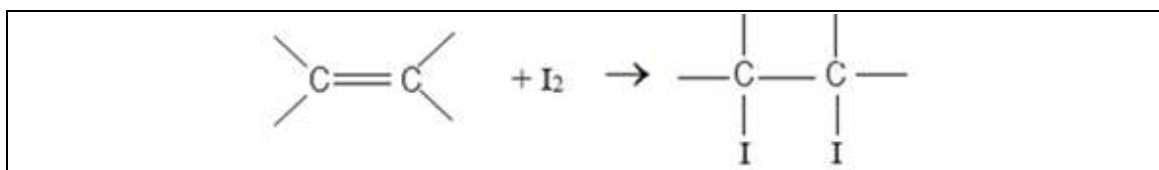
Figura 10. Esquema dos procedimentos para o teste químico com iodo



Fonte: A autora (2023)

Além dos desenhos das estruturas químicas dos principais componentes de cada óleo essencial, os estudantes podem receber uma tabela pré-elaborada, para anotação dos resultados, como ilustra a Figura 11.

O teste químico com solução de I<sub>2</sub>, dará resultado positivo para os óleos cujos constituintes contenham ligações duplas entre carbonos, do tipo alceno. No tubo com água, forma-se uma solução colorida (castanha) com a adição de 1 gota de tintura de iodo. Onde houver compostos com ligações C=C a mistura ficará incolor (ou branca, se estiver turva). Isto ocorre porque o I<sub>2</sub> é consumido na reação, se adicionando aos carbonos de alceno:



Fonte: A autora (2023)

Pode-se solicitar que os alunos escrevam as equações das reações de adição do iodo às estruturas dos compostos presentes em cada óleo essencial, ou selecionar uma estrutura por grupo, como exercício. Na verdade, nas amostras diluídas em água, ocorrerá a formação da haloidrina (adição de um I e um OH em vez de dois átomos de iodo), mas talvez não seja necessário entrar nesse detalhe, conforme o momento de aprendizagem da turma.

Figura 11. Tabela para registro dos resultados do teste com o iodo.

<b>Resultados</b>		
<b>1ª parte – Marque a coluna de acordo com o teste químico com solução de I<sub>2</sub></b>		
<b>Amostra</b>	<b>Positivo Desaparece a cor castanha do I<sub>2</sub></b>	<b>Negativo Permanece a cor castanha do I<sub>2</sub></b>
Água		
Destilado de limão taiti		
Destilado de cravo-da-índia		
Óleo de camomila + água		
Óleo de canela + água		
Óleo de citronela + água		
Óleo de cravo-da-índia + água		
Óleo de eucalipto + água		
Óleo de hortelã pimenta + água		
Óleo de lavanda + água		
Óleo de limão + água		

Fonte: A autora (2023)

A maioria dos óleos essenciais contém substâncias com ligações C=C em sua composição. Assim, é possível que se observe resultado positivo em quase todos os casos. Os hidrolatos de cravo-da-índia e limão taiti descoram a solução de iodo imediatamente. O óleo essencial de eucalipto (glóbulos) e de hortelã-pimenta têm como componentes principais compostos que não contém ligações C=C. Entretanto, componentes minoritários podem reagir com o iodo,

apresentando alteração na coloração. O Quadro 11 resume os resultados esperados.

Quadro 11: Resultados (X) dos testes químicos com solução de I<sub>2</sub>

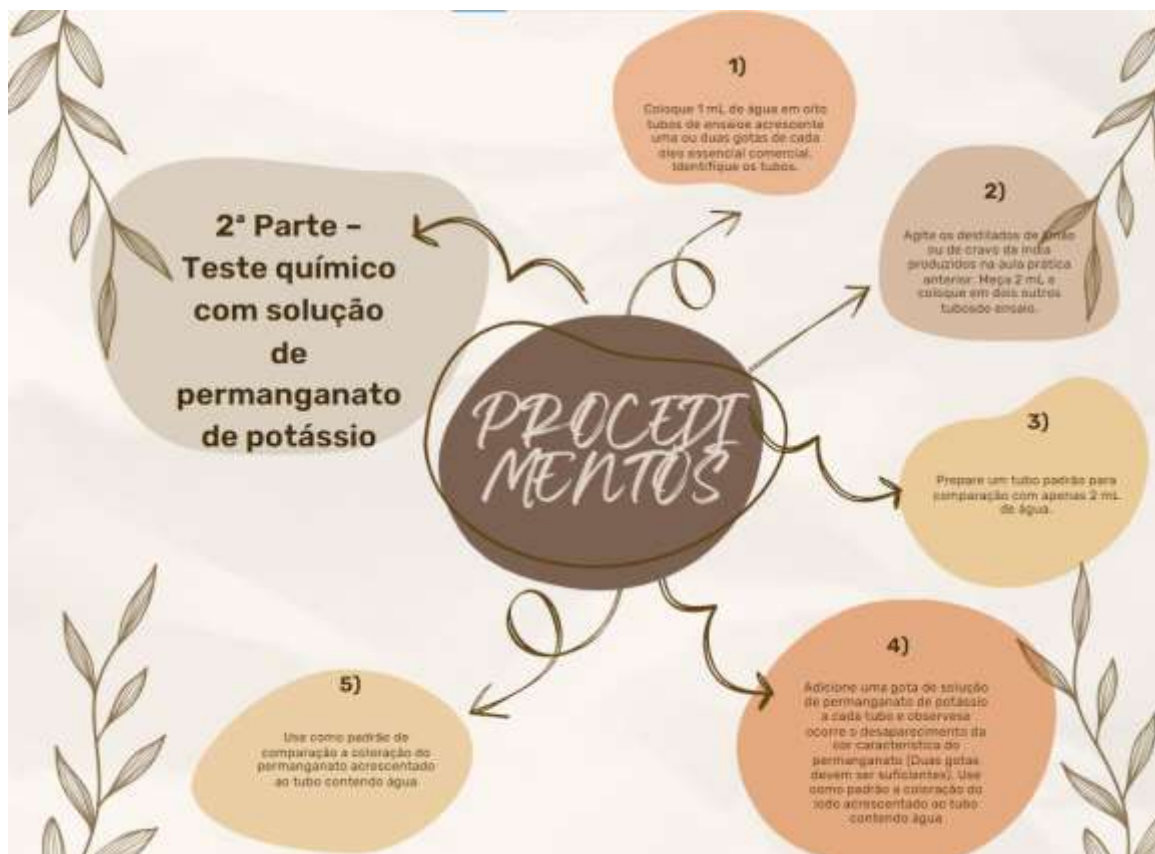
<b>Amostra</b>	<b>Positivo Desaparece a cor castanha do I<sub>2</sub></b>	<b>Negativo Permanece a cor castanha do I<sub>2</sub></b>
Água		<b>X</b>
Destilado de limão taiti	<b>X</b>	
Destilado de cravo-da-índia	<b>X</b>	
Óleo de camomila + água	<b>X</b>	
Óleo de canela + água	<b>X</b>	
Óleo de citronela + água	<b>X</b>	
Óleo de cravo-da-índia + água	<b>X</b>	
Óleo de eucalipto + água		<b>X</b>
Óleo de hortelã pimenta + água		<b>X</b>
Óleo de lavanda + água	<b>X</b>	
Óleo de limão + água	<b>X</b>	

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

### **TESTE COM PERMANGANATO DE POTÁSSIO**

O segundo teste será feito com os hidrolatos de limão e de cravo-da-índia obtidos na aula anterior e com os óleos essenciais comerciais disponíveis. O procedimento é idêntico ao anterior: Usar um tubo controle com 1 mL de água. Acrescentar 1 gota da solução roxa de permanganato (a 1%*m/v*) a cada tubo (contendo 1 mL do hidrolato ou 2 gotas do óleo comercial em 1 mL de água). A Figura 11 resume esse procedimento.

Figura 11. Esquema do procedimento para o teste com permanganato de potássio



Fonte: A autora (2023)

A Figura 12 ilustra uma proposta de organização dos dados que pode ser sugerida aos estudantes. Neste caso, também é útil terem em mãos as estruturas químicas dos componentes das amostras em análise.

O teste químico com solução aquosa de  $\text{KMnO}_4$  também dará resultado positivo para os óleos cujos constituintes contenham ligações duplas entre carbonos, como os alcenos. Mas, esse teste também dá resultado positivo para outros grupos oxidáveis como aldeído e álcool primário ou secundário. A cor característica do íon permanganato não se altera (apenas clareia pela diluição) quando é adicionado ao tubo com água. Nos demais casos, havendo reação, a cor roxa desaparece e é substituída por uma coloração turva marrom, devida ao dióxido de manganês que se forma.

Figura 12. Tabela para registro dos resultados do teste com o permanganato de potássio.

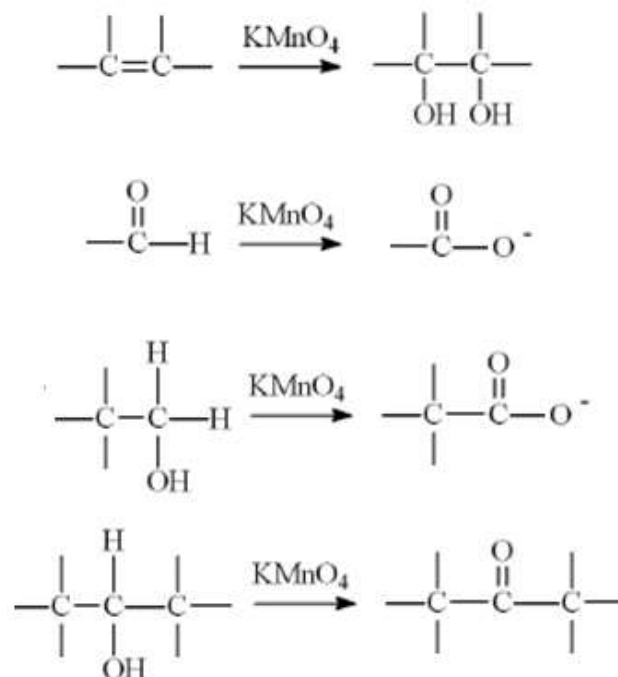
**2ª parte** – Marque a coluna de acordo com o teste químico com solução de  $\text{KMnO}_4$

Amostra	Positivo Desaparece a cor roxa do $\text{KMnO}_4$	Negativo Permanece a cor roxa do $\text{KMnO}_4$
Água		
Destilado de limão taiti		
Destilado de cravo-da-índia		
Óleo de camomila + água		
Óleo de canela + água		
Óleo de citronela + água		
Óleo de cravo-da-índia + água		
Óleo de eucalipto + água		
Óleo de hortelã pimenta + água		
Óleo de lavanda + água		
Óleo de limão + água		

Fonte: A autora (2023)

Nos compostos com duplas ligações entre carbonos (presentes na maioria dos óleos em teste), ocorre a quebra da ligação dupla e formação de diol. Já nos compostos com grupo aldeído (presente em componentes dos óleos essenciais de canela, citronela e de cravo-da-índia) ou com a função álcool primário (como em componentes do óleo de citronela) ocorre formação de sal de ácido carboxílico. Os álcoois secundários (como em componentes dos óleos de camomila e hortelã) são oxidados a cetonas. Hidroxilas de álcoois terciários (como em componentes dos óleos de camomila, eucalipto e lavanda) não são oxidadas pelo permanganato.

Figura 13. Produtos de oxidação de alguns grupos funcionais pelo permanganato



Fonte: A autora (2023)

Exceto pelo óleo de *Eucalypto globulos*, todos os demais contêm componentes principais que reagem com o permanganato (Quadro 10). Mas, mesmo o óleo de eucalipto pode apresentar alguma reação, dependendo da percentagem de componentes minoritários oxidáveis ( $\alpha$ -pineno e  $\alpha$ -terpineol) na amostra comercial. Assim, pode ser que todos os resultados sejam positivos, como descreve o Quadro 12.

Quadro 12: Resultados (X) dos testes químicos com solução de  $\text{KMnO}_4$ 

<b>Amostra</b>	<b>Positivo Desaparece a cor roxa do <math>\text{KMnO}_4</math></b>	<b>Negativo Permaneço a cor roxa do <math>\text{KMnO}_4</math></b>
Água		<b>X</b>
Destilado de limão taiti	<b>X</b>	
Destilado de cravo-da-índia	<b>X</b>	
Óleo de camomila + água	<b>X</b>	
Óleo de canela + água	<b>X</b>	
Óleo de citronela + água	<b>X</b>	
Óleo de cravo-da-índia + água	<b>X</b>	
Óleo de eucalipto + água	<b>X</b>	
Óleo de hortelã pimenta + água	<b>X</b>	
Óleo de lavanda + água	<b>X</b>	
Óleo de limão + água	<b>X</b>	

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

### **TESTE COM HIDRÓXIDO DE SÓDIO**

O terceiro teste químico é um ensaio com solução de  $\text{NaOH}$ , que dará positivo para os óleos cujos constituintes contenham grupos ácidos como o fenol do eugenol presente em cravo-da-índia, por exemplo. Esse teste será feito com suspensões aquosas dos óleos essenciais. A Figura 14 resume o procedimento a ser realizado.

O hidrolato do óleo essencial de cravo-da-índia apresenta-se turvo assim que é produzido na destilação por araste de vapor. O aspecto leitoso indica que microgotas do óleo incolor estão dispersas na água.

Só faz sentido realizar o teste se a mistura do óleo com a água for bifásica ou turva. Assim, é preciso adicionar uma quantidade de óleo suficiente à água para que se possa perceber a existência de duas fases. Se as duas gotas indicadas no item (3) da Figura 14 não forem suficientes para visualizar

que o sistema é bifásico, adicione mais gotas do óleo essencial antes de acrescentar o NaOH.

Figura 14. Resumo do procedimento para o teste químico com hidróxido de sódio



Fonte: A autora (2023)

A Figura 15 ilustra uma proposta de organização dos dados que pode ser fornecida aos estudantes.

Haverá reação com o óleo essencial de cravo-da-índia, visto que o eugenol tem um grupo ácido (fenol). Forma-se o sal de sódio correspondente, que é solúvel em água. Assim, a turbidez desaparece, formando uma solução límpida. A equação iônica da reação ácido-base está mostrada na Figura 16.

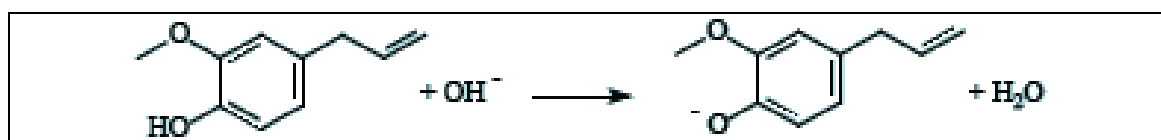
Figura 15. Tabela para registro dos resultados do teste com o hidróxido de sódio.

**3ª parte** – Anote o aspecto da mistura do óleo essencial em água antes e após a adição de solução de hidróxido de sódio

Amostra	Antes da adição de NaOH	Após a adição de NaOH
Destilado de limão taiti		
Destilado de cravo-da-índia		
Óleo de camomila + água		
Óleo de canela + água		
Óleo de citronela + água		
Óleo de cravo-da-índia + água		
Óleo de eucalipto + água		
Óleo de hortelã pimenta + água		
Óleo de lavanda + água		
Óleo de limão + água		

Fonte: A autora (2023)

Figura 16. Equação química da reação do eugenol com o ânion hidróxido.



Fonte: A autora (2023)

Esse teste pode ser realizado com o hidrolato e com o óleo comercial de cravo-da-índia. Como os demais óleos essenciais não contêm componentes ácidos, não seria observada reação com hidróxido de sódio. Entretanto, resultados experimentais negativos podem ser interessantes para a aprendizagem. Assim, se houver tempo e material suficiente, vale a pena incluir. É importante lembrar que a quantidade do óleo na água deve ser suficiente para a percepção de que o sistema em análise é bifásico. O Quadro 13 resume os resultados esperados para todos os casos em análise.

Quadro 13: Aspecto das misturas do óleo essencial em água antes e após a adição de solução de hidróxido de sódio

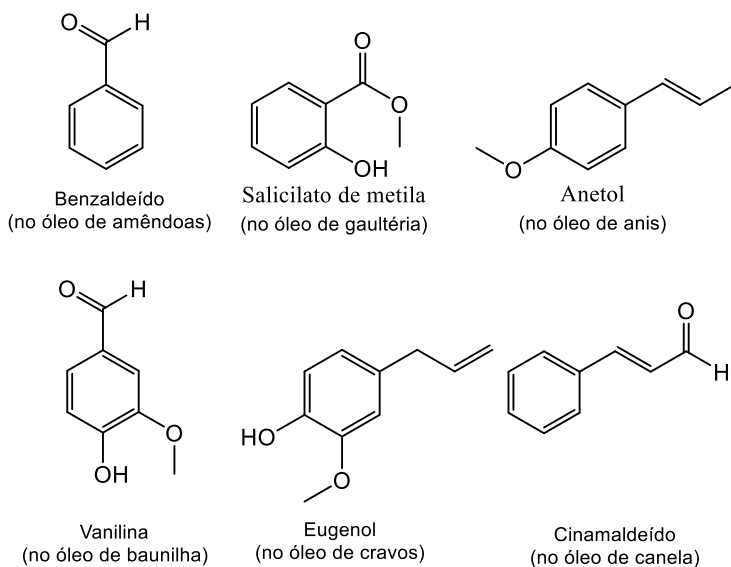
<b>Amostra</b>	<b>Antes da adição de NaOH</b>	<b>Após a adição de NaOH</b>
Destilado de limão taiti	<i>bifásico</i>	<i>bifásico</i>
Destilado de cravo-da-índia	<i>turvo, leitoso</i>	<i>límpido, monofásico</i>
Óleo de camomila + água	<i>bifásico</i>	<i>bifásico</i>
Óleo de canela + água	<i>bifásico</i>	<i>bifásico</i>
Óleo de citronela + água	<i>bifásico</i>	<i>bifásico</i>
Óleo de cravo-da-índia + água	<i>bifásico</i>	<i>límpido, monofásico</i>
Óleo de eucalipto + água	<i>bifásico</i>	<i>bifásico</i>
Óleo de hortelã pimenta + água	<i>bifásico</i>	<i>bifásico</i>
Óleo de lavanda + água	<i>bifásico</i>	<i>bifásico</i>
Óleo de limão + água	<i>bifásico</i>	<i>bifásico</i>

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Após a aula prática poderá ser resolvida uma lista de exercícios, envolvendo óleos essenciais, reconhecimento de funções orgânicas, reações orgânicas, processos de separação de misturas. Caso o tempo de aula não seja suficiente, os exercícios poderão ser concluídos extraclasse. A seguir, são sugeridos alguns exercícios.

#### **Questão 01 – (ENEM/2022)**

De modo geral, a palavra “aromático” invoca associações agradáveis, como cheiro de café fresco ou de um pão doce de canela. Associações similares ocorriam no passado da história da Química Orgânica, quando os compostos ditos “aromáticos” apresentavam um odor agradável e foram isolados de óleos naturais. À medida que as estruturas desses compostos eram elucidadas, foi se descobrindo que vários deles continham uma unidade estrutural específica. Os compostos aromáticos que continham essa unidade estrutural tomaram-se parte de uma grande família, muito mais com base em suas estruturas eletrônicas do que nos seus cheiros, como as substâncias a seguir, encontradas em óleos vegetais.



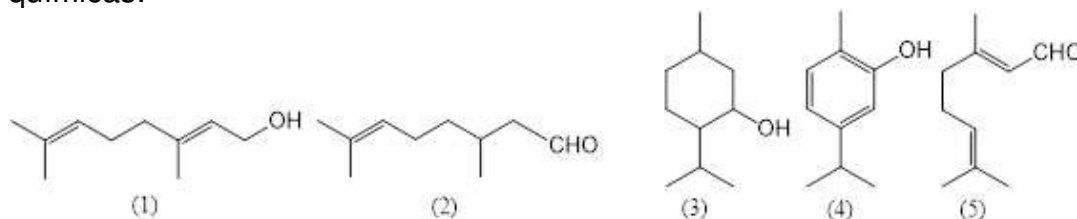
SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. Química Orgânica. Rio de Janeiro: LTC, 2009 (adaptado)

A característica estrutural dessa família de compostos é a presença de

- ramificações.
- insaturações.
- anel benzênico.
- átomos de oxigênio.
- carbonos assimétricos.

### Questão 02 – (ENEM/2020)

Um microempresário do ramo de cosméticos utiliza óleos essenciais e quer produzir um creme com fragrância de rosas. O principal componente do óleo de rosas tem cadeia poli-insaturada e hidroxila em carbono terminal. O catálogo dos óleos essenciais apresenta, para escolha da essência, estas estruturas químicas:



Qual substância o empresário deverá utilizar?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

**Questão 03 – (ENEM/2017)**

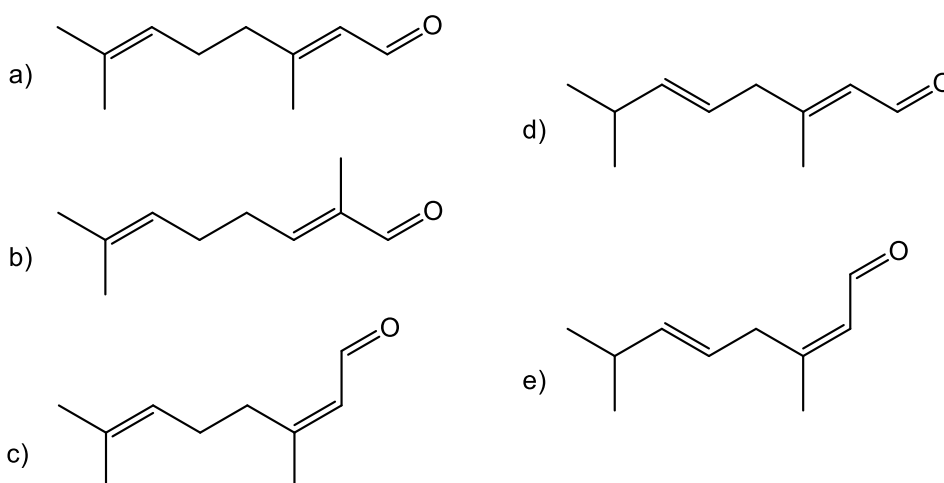
Na Idade Média, para elaborar preparados a partir de plantas produtoras de óleos essenciais, as coletas das espécies eram realizadas ao raiar do dia. Naquela época, essa prática era fundamentada misticamente pelo efeito mágico dos raios lunares, que seria anulado pela emissão dos raios solares. Com a evolução da ciência, foi comprovado que a coleta de algumas espécies ao raiar do dia garante a obtenção de material com maiores quantidades de óleos essenciais.

A explicação científica que justifica essa prática se baseia na

- volatilização das substâncias de interesse.
- polimerização dos óleos catalisada pela radiação solar.
- solubilização das substâncias de interesse pelo orvalho.
- oxidação do óleo pelo oxigênio produzido na fotossíntese.
- liberação das moléculas de óleo durante o processo de fotossíntese.

**Questão 04 – (ENEM/2013/Adaptada)**

O citral, substância de odor fortemente cítrico, é obtido a partir de algumas plantas como o capim-limão, cujo óleo essencial possui aproximadamente 80%, em massa, da substância. Uma de suas aplicações é na fabricação de produtos que atraem abelhas, especialmente do gênero *Apis*, pois seu cheiro é semelhante a um dos feromônios liberados por elas. Sua fórmula molecular é  $C_{10}H_{16}O$ , com uma cadeia alifática de oito carbonos, duas insaturações, nos carbonos 2 e 6 e dois grupos substituintes metila, nos carbonos 3 e 7. Esse composto possui um maior ponto de ebulição devido a maior intensidade das interações intermoleculares presentes entre as moléculas. Para que se consiga atrair um maior número de abelhas para uma determinada região, a molécula que deve estar presente em alta concentração no produto a ser utilizado é:



**Questão 05 – (UnB 2018/2)**

O filme **Perfume: a história de um assassino**, que se ambienta na Paris da primeira metade do século XVIII, apresenta estreita relação com a química, mais especificamente com os métodos empregados para a extração de óleos essenciais de plantas. A imagem precedente apresenta o protagonista do filme, Jean-Baptiste Grenouille, ao lado do equipamento utilizado para realizar a extração de óleos essenciais de plantas por meio da destilação por arraste a vapor. A técnica é empregada para destilar substâncias pouco solúveis em água que se decompõem próximo de seus pontos de ebulição. Para isso, a água contida em uma caldeira é vaporizada e seu vapor passa através do recipiente que contenha o material do qual o óleo deverá ser extraído, volatilizando e arrastando os óleos. Na sequência, os vapores são condensados ao longo de um tubo e coletados em um recipiente, onde os óleos são separados da fração aquosa.

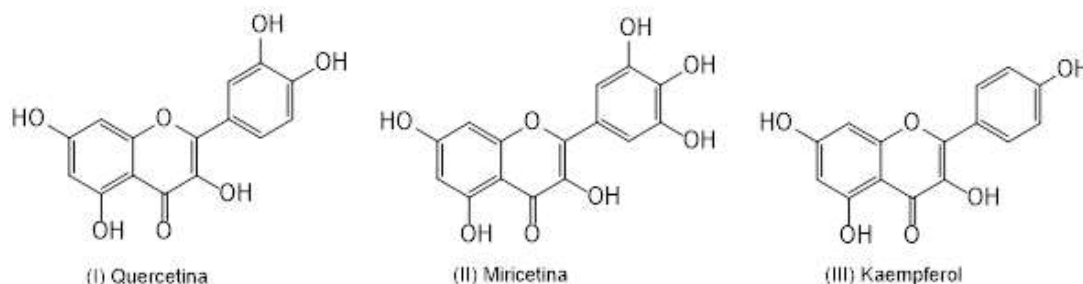
Tendo como referência o texto e a imagem precedentes julgue a afirmativa:

A separação dos óleos essenciais a partir da fase aquosa pode ser realizada por decantação.

- a) Certo
- b) Errado

**Questão 06 – (UFT/2019/Adaptada)**

Flavonóides são uma classe de metabólitos secundários comumente encontrados em diversos alimentos derivados de vegetais e frutos como maçãs, nozes, frutas vermelhas, chás, brócolis e vinho tinto. Dentre os flavonóides mais encontrados em vegetais tem-se a quercetina, miricetina e kaempferol:

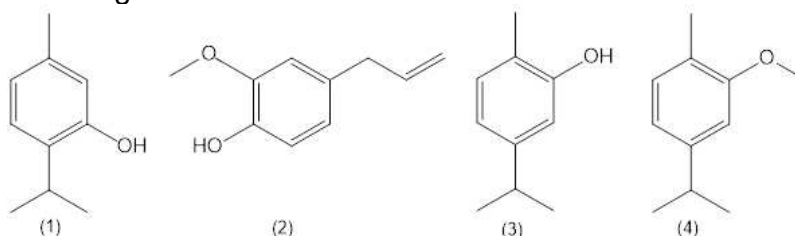


Sobre os flavonóides mencionados não se pode afirmar que:

- são compostos fenólicos.
- o grau de oxidação varia em função do número de hidroxilas presentes na estrutura.
- a miricetina pode ser sintetizada a partir do kaempferol através de uma reação de oxidação.
- possuem em sua estrutura um grupo funcional ácido carboxílico e um grupo funcional éster.
- são pigmentos naturais presentes na maioria das plantas, cuja síntese não ocorre na espécie humana.

#### Questão 07 – (PLANEJATIVO/2023/Adaptada)

Bioensaios com óleos essenciais de duas espécies de *Monarda* indicam que compostos presentes nesses óleos têm atividade repelente para o mosquito da febre amarela. Dentre os compostos isolados desses óleos, temos os apresentados a seguir:



Sobre os compostos apresentados, pode-se afirmar que:

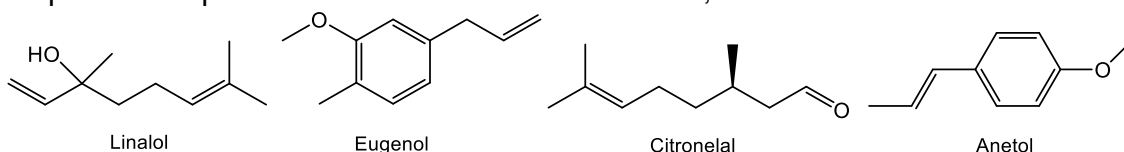
- Os compostos 1, 3 e 4 são isômeros.
- Os compostos 1, 2, 3 e 4 são fenóis.
- Apenas o composto 2 sofre reação de adição com  $\text{Br}_2$ .
- Os compostos 1, 2 e 3 apresenta a função álcool em suas estruturas.
- Os compostos 1, 3 e 4 apresentam pontos de ebulição e solubilidade em água muito similares.

#### Questão 08 – (UEMG/2013/Adaptada)

Óleos essenciais são misturas de compostos aromáticos voláteis extraídos de plantas aromáticas por processos de destilação, compressão de frutos ou extração com o uso de solventes. Geralmente, são altamente complexos, compostos às vezes de mais de uma centena de componentes químicos.

São encontrados em pequenas bolsas (glândulas secretoras) existentes na superfície de folhas, flores ou no interior de talos, cascas e raízes.

As fórmulas estruturais de alguns componentes de óleos essenciais, responsáveis pelo aroma de certas ervas e flores, são:



Em relação a esses compostos, pode-se afirmar que o

- anetol pode ser classificado como um fenol.
- linalol é um álcool de cadeia carbônica não ramificada.
- linalol e o citronelal possuem mesma fórmula molecular.
- citronelal é um ácido carboxílico de cadeia carbônica saturada.
- óleos essenciais são compostos que possuem altas temperaturas de ebulição.

**Tempo necessário para esse conjunto de atividades: 1h/a**

## 2.6. – A UTILIZAÇÃO DE JOGOS ON-LINE NO ENSINO DE QUÍMICA

The infographic is titled "AULA 6 - APRENDER BRINCANDO". It is divided into two main sections: "OBJETIVO" and "HABILIDADE BNCC".

**OBJETIVO:** Esta aula tem por objetivo avaliar os conceitos formados a partir da aplicação da sequência didática, ou seja, avaliar a construção de conhecimento do aluno a partir da realização de pesquisas, experimentos, análise e utilização de recursos tecnológicos, como o software ACD/ChemSketch.

**HABILIDADE BNCC:** EM13CNT301 - "Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica".

At the bottom of the infographic, there are two illustrations: one showing various computer peripherals (keyboard, mouse, headphones, etc.) and another showing a person sitting at a desk using a computer.

A aula é realizada a partir da aplicação de um jogo online, a fim de que os alunos possam realizar a identificação de funções orgânicas e reações químicas com compostos orgânicos, com tema "Óleos essenciais". Você pode

acessar o jogo construído pela autora deste *ebook* no seguinte endereço:  
[https://quizizz.com/admin/quiz/64dc3df3d301fe0007e86574?source=quiz\\_share](https://quizizz.com/admin/quiz/64dc3df3d301fe0007e86574?source=quiz_share)

O recurso tecnológico “Quizizz” possibilita o uso desse jogo, já disponível na plataforma, ou você poderá criar seu próprio jogo. Uma alternativa ao *Quizizz* é o aplicativo *Kahoot*, que propicia resultados semelhantes. A escolha do “quizizz” para esta atividade se deu pelo fato de permitir um grande número de caracteres nas questões e por ser possível adicionar comentários após cada questão.

### **2.6.1 – CONSTRUINDO O JOGO**

Este guia fornecerá uma descrição de forma breve para a criação de jogos com ênfase para o Quizizz e o Kahoot. Com a utilização destas plataformas tem-se a oportunidade de preparar de forma lúdica uma aula diferenciada, divertida e interativa.

É importante para o processo de criação de jogos primeiramente definir qual o objetivo do jogo, ou seja, quais os objetos de aprendizagem ou habilidades que se deseja alcançar para em seguida escolher o tipo de pergunta. A adição de imagens, vídeos, gráficos, dentre outros recursos multimídia torna o jogo mais atraente e interessante.

Para construir o jogo on-line “Quizizz” o usuário deve acessar o site <<https://quizizz.com>> e criar uma conta na opção “inscrever-se”. Você deverá responder se pretende usar o Quizizz para escola, trabalho ou uso pessoal. Escolha a opção “escola” e, na sequência escolha a opção “um docente” que se refere a sua área de atuação. Na sequência será questionado sobre o acesso que os seus alunos possuem em sala de aula e você escolhe a opção que melhor couber à sua realidade.

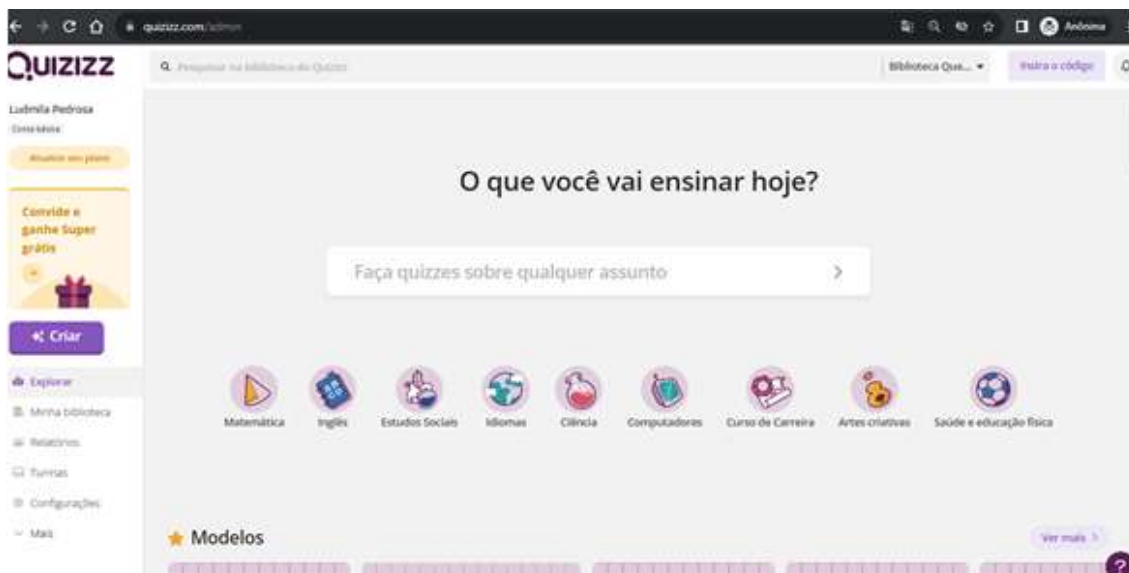
Figura 17. Tela da plataforma Quizizz sobre o acesso a dispositivos em aula



Fonte: A autora (2023)

Na página seguinte que dará acesso à construção do jogo on-line, você terá a opção de criar um novo Quizizz, na caixa em destaque na tela à esquerda a partir do ícone **✦ Criar**. Você pode optar por usar um Quizizz que já esteja pronto, bastando digitar o tema à sua escolha na caixa de diálogo contida no centro da tela (Figura 18).

Figura 18. Tela inicial da plataforma Quizizz para criar um quiz

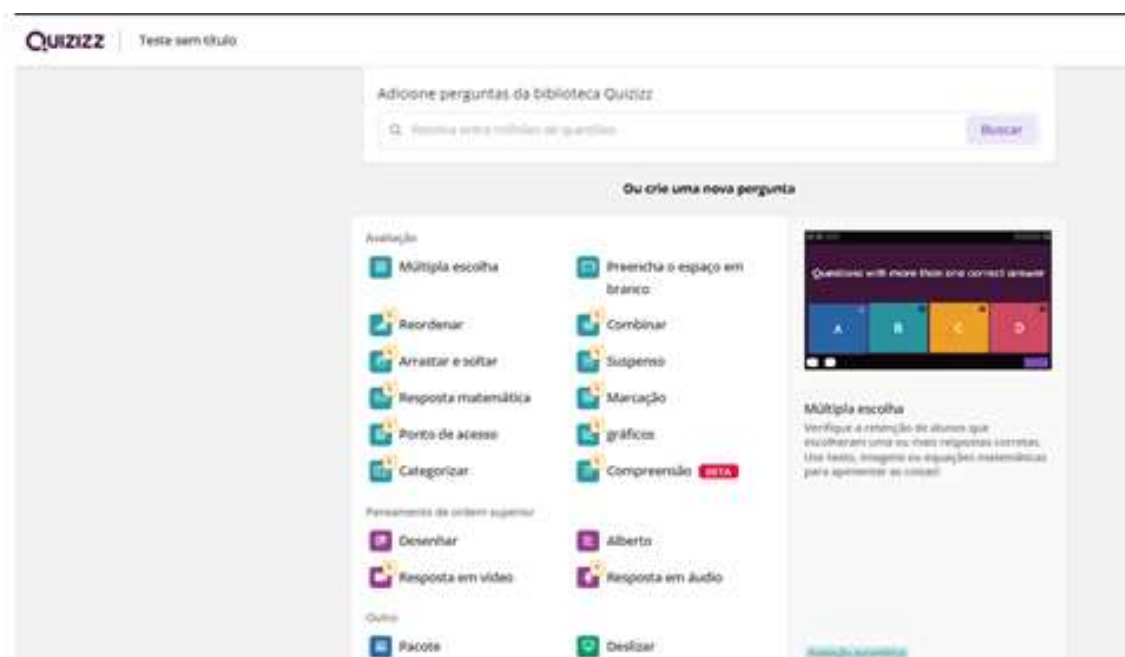


Fonte: A autora (2023)

Nesta etapa seleciona-se a opção “criar” para começar a criação de um novo jogo. Caso você já tenha um formulário Google pronto é possível importá-

lo para o Quizizz. Após clicar na opção “criar” o site perguntará o que você gostaria de criar. A opção “Quiz” te permitirá fazer avaliações e motivar os alunos com perguntas interativas. Em seguida clique na opção “criar do zero”. Assim você poderá utilizar questões que estão dentro do Quizizz, de acesso livre ou adicionar suas próprias questões.

Figura 19. Tela da plataforma Quizizz para adicionar questões



Fonte: A autora (2023)

Na aba mostrada na Figura 19, se você selecionar a opção “Multipla Escolha”, terá a condição de colocar mais de uma alternativa correta nas respostas, usar textos, imagens e também equações matemáticas. As outras opções marcadas com um raio amarelo, são acessos pagos, em um plano especial oferecido pela plataforma. Vamos nos ater aqui às opções gratuitas a que a plataforma dá acesso.

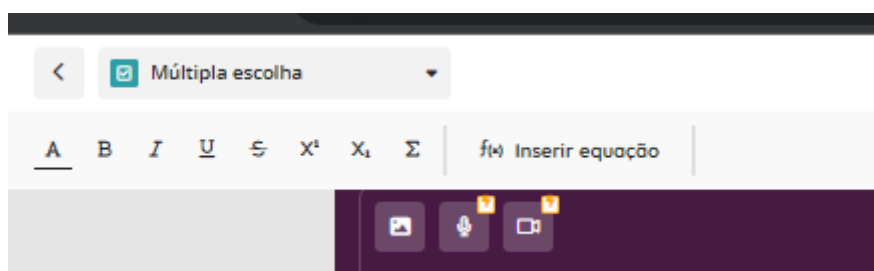
Clicando, então, na opção “Multipla Escolha” (Figura 19), o usuário é direcionado à tela para inserção da pergunta. Nesta o usuário pode adicionar uma imagem do seu arquivo pessoal na opção “carregar” ou pode adicionar uma imagem de acesso livre na opção “buscar”. Existe um limite de 10 imagens diárias gratuitas para o usuário montar o quiz. A utilização da imagem

estimula o cérebro tornando mais fácil a compreensão do tema abordado, além de estimular o aluno a recordar informações adquiridas durante as aulas, visto que fazem associações da imagem com o tema, tornando mais envolvente e interessante a atividade.

Nas alternativas, o usuário tem a opção de adicionar mais uma resposta a partir do sinal de “+” à direita das alternativas. Em cada resposta você pode adicionar imagens na figura que se encontra no canto esquerdo de cada alternativa. Você deve indicar a resposta certa no círculo no canto superior direito do quadro de respostas.

No canto superior esquerdo você tem as opções de alterar a cor do texto, colocar em negrito, em itálico, sublinhar, tachar e utilizar as opções de subscripto e sobrescrito em fórmulas químicas e outros, além de adicionar símbolos para as questões de termoquímica, por exemplo. Com esses ícones, o usuário tem a opção de inserir símbolos matemáticos, em grego, em latim, moeda ou até mesmo emoticons, o que torna a questão ainda mais atraente para os alunos. Segue imagem dos ícones citados.

Figura 20. Alguns ícones de construção de questões na plataforma Quizizz




Fonte: A autora (2023)


No canto inferior direito da tela, você pode escolher a opção de uma resposta correta ou de várias respostas corretas.

Já no canto superior direito da tela, o usuário seleciona a pontuação de cada questão, o tempo que o aluno tem para responder a questão, e é possível salvar a pergunta feita. Na aba abaixo do ícone “salvar a pergunta” você pode incluir uma explicação sobre a questão, podendo adicionar também uma

imagem além do texto com a explicação. Feito isto, basta salvar e você será direcionado para a tela inicial do seu quiz.

Abaixo da questão feita, você tem a opção de “criar uma nova pergunta”, adicionando quantas questões achar necessário.

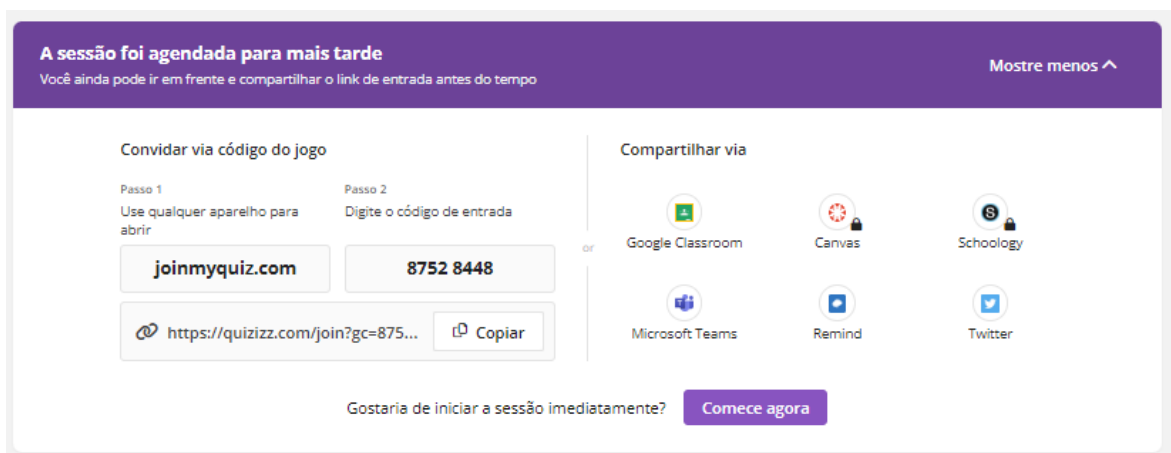
Terminado o seu questionário você tem a opção de “visualizar o teste” clicando no ícone  que se encontra no canto superior direito da sua tela.

Estando tudo conforme o desejado basta clicar em . Você será direcionado para escolher dentre as opções “iniciar um teste ao vivo” no qual o professor será o mediador na atividade. Escolhendo essa opção o professor pode usar o “modo clássico” em que os alunos respondem no próprio ritmo e o professor vê os resultados em um painel ao vivo, ou o professor pode selecionar a opção “no ritmo do instrutor” em que o professor pode controlar o tempo para que todos avancem em cada pergunta, juntos.

Além da opção “iniciar um teste ao vivo” pode-se optar por “atribuir lição de casa”. Nesse caso, você poderá: 1º definir um horário para o início das atividades; 2º escolher quantas vezes o participante pode realizar o teste; 3º escolher o prazo em que a atividade poderá ficar disponível. É importante atentar para o fato que a opção gratuita libera a atividade por até 14 dias corridos. Para prazos maiores o docente tem a opção de, próximo à data de vencimento do Quiz, prorrogar o prazo, ou então aderir ao plano disponibilizado pela plataforma, que dá acesso a vários outros recursos; 4º atribuir a atividade através do Classroom, Teams, Twitter ou Remind; podendo fazê-lo também através de *link* com um código de acesso.

Com o link disponível o aluno faz login usando um email pessoal e adiciona na sequência o código de acesso. Veja as opções na Figura 21.

Figura 21. Alguns ícones de construção de questões na plataforma Quizizz



Fonte: A autora (2023)

Após a aplicação do jogo, o usuário deve voltar à tela inicial do Quizizz e, na lateral esquerda, acessar a aba **Relatórios** e verificar na opção “participantes” a precisão, pontuação e quantidade de questões certas e erradas de cada estudante. Já na aba “questões” é possível verificar a quantidade de acertos e erros por questão, permitindo a análise das questões que os alunos tiveram mais dificuldade, possibilitando o retorno ao conteúdo a fim de sanar possíveis dúvidas. Ainda nesta aba, em “visão geral” é possível analisar o maior número de erros e acertos por questão e por aluno ao mesmo tempo. Por fim, o usuário pode baixar o arquivo com os resultados do quiz aplicado que permitirá analisar, além dos dados anteriormente citados, o tempo gasto em cada questão pelo aluno.





Com essa facilidade de acesso, o Quizizz é considerado uma excelente alternativa de estímulo para os estudantes e engajamento nas tarefas visto que permite a adição de questões completas, sem limite de palavras, disponibiliza relatório do jogo aplicado, sendo dinâmico e de fácil acesso. Além de criar o seu próprio Quizizz, o usuário pode utilizar outros já disponibilizados na plataforma, fazendo alterações de acordo com sua realidade.

Uma alternativa de jogo on-line que pode ser utilizado nas aulas de Química, é a plataforma on-line Kahoot. O Kahoot permite uma competição entre os alunos, individualmente ou por equipes. Apesar de ser muito atraente

e promover a competição entre os alunos de forma amistosa, o Kahoot tem limite de número de palavras por questão, sendo esta considerado pela autora deste *e-book* a única desvantagem encontrada nesta plataforma.

Assim como no Quizizz, o Kahoot possibilita que a aplicação do jogo seja feita de forma presencial ou à distância, podendo o usuário liberar o link para que o acesso seja feito de casa ou outro local à escolha do aluno. O jogo pode ser acessado através do celular, computador, tablet, ficando a critério de quem irá jogar. O Kahoot permite também que, além de criar a questão, o usuário utilize questões disponibilizadas na plataforma, assim como usar jogos inteiros prontos.

Para criar o seu jogo no Kahoot você deverá acessar o site <https://kahoot.com/> onde se deparará com o conteúdo em inglês, que pode ser facilmente traduzido para o português clicando com o botão direito do mouse e selecionando a opção “traduzir”. Na tela inicial o usuário irá clicar em “inscrever-se” e escolher o tipo de conta selecionando a opção “professor”. Em seguida selecione a opção referente ao seu local de trabalho e, na sequência, coloque seu email. Adiante serão mostrados os valores dos planos que a plataforma oferece. Você pode descer até o final da página com o mouse e selecionar o plano “Básico”, que é gratuito e permite até 40 participantes jogarem ao mesmo tempo. Nesse caso, clique na opção “continuar de graça”.

Na página seguinte o usuário tem a possibilidade de criar o seu próprio jogo Kahoot na opção **Criar** no canto superior direito da tela. Já no canto esquerdo da tela o usuário tem as opções: \*  **Descobrir** em que pode acessar jogos já prontos sobre um determinado tema; \*  **Biblioteca** onde é possível criar ou acessar os seus próprios Kahoots; \*  **Relatórios** onde poderá acessar os dados coletados dos participantes, a partir da aplicação do jogo; \*  **Grupos** onde poderá criar grupos para que os alunos possam compartilhar conteúdos e aprender juntos, além de se divertir. Esses ícones são os mais úteis para a criação dos jogos.

Então, para dar início à elaboração do jogo clique em **Criar** e selecione a opção Kahoot. Selecione a opção “tela em branco” para começar um Kahoot do zero. Porém, se desejar fazer a partir de um modelo já pronto selecione “modelos”.

No canto superior da tela vá em “configurações” e insira o título do seu jogo e coloque uma breve descrição. Escolha o vídeo e a música de entrada, não sendo essas etapas obrigatórias. Em seguida, selecione o idioma e a visibilidade desejada. Se optar por “público” o seu jogo ficará disponível para que outras pessoas vejam. Se escolher a opção “privado”, apenas você poderá visualizá-lo. Clique em “pronto” e retorne a tela inicial. Selecione “temas” e escolha o que lhe convier.

À esquerda da tela serão adicionadas as perguntas por você elaboradas. Já no canto direito da tela, você, primeiramente selecionará o tipo de pergunta a ser feito, podendo ser “questionário” em que terá a opção de colocar alternativas ou “verdadeiro/falso”. É viável utilizar as duas modalidades de perguntas para que o jogo fique mais dinâmico. Em seguida selecione o “limite de tempo” que o aluno terá para responder, podendo ser entre 20 segundos e 4 minutos por questão. Na sequência, em “pontos” selecione a pontuação por questão e, em seguida, clique em “opções de resposta”. Como o acesso é gratuito é preciso escolher “seleção simples” em que o estudante terá apenas uma opção de resposta, diferentemente do Quizizz em que é possível criar questões com mais de uma resposta correta na versão gratuita.

Para criar as questões, no centro da tela o usuário deve adicionar perguntas diretas que contenham no máximo 120 caracteres. Assim que você começar a digitar irão aparecer acima as opções de negrito, itálico, sobrescrito e subscrito. Você poderá adicionar símbolos e fórmulas, caso necessários. No centro, você pode adicionar imagens, *gifs*, vídeos e áudios, tudo isso para deixar o jogo mais dinâmico, animado e interativo. Na opção vídeo, você pode utilizar informação disponível em um vídeo do YouTube, por exemplo, ou usar apenas um trecho do filme, pois a plataforma permite colocar o tempo inicial e final a ser usado do vídeo. O usuário tem a opção também de carregar vídeo

ou imagem do seu arquivo pessoal. Após adicionar a pergunta, a imagem, o *gif* e/ou o vídeo, adicione as alternativas. É interessante que se tenha uma caixa de som para deixar o ambiente ainda mais animado.

Pelo acesso gratuito, a plataforma disponibiliza quatro alternativas de resposta. Após a digitação de cada questão, irá aparecer um círculo em que o usuário deve clicar selecionando a resposta correta dentre as quatro alternativas. Acrescente outras questões clicando no ícone “adicionar perguntas” no canto esquerdo da tela. Ao final, clique em “visualizar” para verificar como as questões serão visualizadas pelos alunos. Irá aparecer na tela, no canto esquerdo o tempo que eles terão para responder, e no canto direito quantos alunos já responderam a questão. Salve o seu Kahoot. Caso haja algo em desacordo o Kahoot informará o que deve ser corrigido. Na sequência clique em “pronto”.

Antes de iniciar o jogo com os alunos, clique na opção “iniciar” e escolha a opção “modo clássico” para que a competição ocorra de forma individual ou “modo equipe”. Adiante, no canto inferior direito clique na engrenagem que dará a opção de algumas configurações. Caso o usuário tenha disponível uma TV ou projetor, deixe a opção “mostrar perguntas e respostas” em configurações, pois assim a pergunta irá aparecer na tela projetada por você e no celular do aluno irá aparecer apenas a imagem referente às respostas alternativas.

Em seguida você tem a opção dos alunos escolherem o seu próprio personagem, momento em que eles podem usar sua criatividade. Mais abaixo, você tem a opção de escolher o tema, a música, e selecionar a organização do jogo. Em “segurança e privacidade” é interessante selecionar a opção “entrada em duas etapas”. Caso o professor queira que o aluno seja identificado escolha a opção “gerador de apelidos”. Oriente os alunos a adicionar os nomes corretamente. Caso haja algum inconveniente o professor pode excluir nomes adicionados de forma indevida e/ou maldosa.

Para dar início ao jogo, os alunos devem acessar o site <https://kahoot.it/> e inserir o link disponibilizado pelo professor. Outra forma é fazer o acesso

através do QRcode gerado. A partir do momento em que o primeiro aluno entrar no jogo, o próximo terá até 15 segundos para conseguir logar antes do jogo iniciar, dando tempo assim para que todos alunos acessem.

Iniciado o jogo, no canto esquerdo aparecerá na tela o tempo que o aluno tem para responder a questão e no canto direito a quantidade de alunos que já responderam. Ganha mais pontos quem responder corretamente e em menor tempo. Ao final de cada questão aparece um pódio com os três primeiros lugares e isso estimula o participante a estar no pódio e se manter lá. Ao final do jogo, aparece o pódio com os três primeiros lugares e, em seguida, aparece a opção para que o professor possa baixar o relatório do jogo, que dará acesso a números de erros e acertos, dentre outros dados relevantes, assim como no Quizizz.

Caso seja opção do usuário, a tarefa pode ser realizada em casa ou outro ambiente fora da escola. Para isso o professor deve ir em “biblioteca” na tela inicial do Kahoot, selecionar o jogo, clicar na opção “atribuir”, selecionar as opções desejadas e disponibilizar o jogo através de um QRcode, ou pelo pin, que o aluno utilizará no site <https://kahoot.it>. Outra opção é fazer o acesso através da URL disponibilizada pela plataforma. Nesta mesma aba, logo acima do título do seu jogo Kahoot, o professor tem a opção de baixar o relatório com os dados dos alunos que jogaram o Kahoot.

A utilização de jogos on-line no processo de ensino aprendizagem é um método atrativo, dinâmico e eficiente que busca promover uma aula diferenciada a partir de uma estratégia de ensino ativa. Através destas plataformas então é possível construir jogos digitais tanto acerca do tema de óleos essenciais e sua interface com a Química Orgânica quanto qualquer outro tema relacionado às suas aulas.

Tutoriais sobre a construção de jogos no Quizizz e no Kahoot podem ser encontrados em:

Quizizz < <https://youtu.be/m5hW7zQzOOA?si=Q9wi1idpFHDiYohp> >

Kahoot < [https://youtu.be/w\\_lr73e7A1Y?si=FpN55S-giejTcln3](https://youtu.be/w_lr73e7A1Y?si=FpN55S-giejTcln3) >

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, W.; DESCHAMPS, C.; MACHADO, M. P.; KOEHLER, H. S.; SCHEER, A. P.; COCCO, L.; YAMAMOTO, C. Avaliação de germoplasma de camomila e densidade de sementeira na produção e composição do óleo essencial. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.2, p.195-200, 2012.
- ANDRADE, M.; CARDOSO, M.; BATISTA, L.; MALLET, A.; MACHADO, S. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e antibacteriana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, v. 2, p. 399-408, 2012.
- BANSODE, V. J. A review on pharmacological activities of *Cinnamomum cassia* Blume. **International Journal of Green Pharmacy** v.6, p. 102-108, 2012.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.
- BIESKI, I. G. C.; SANTOS, J. L. U.; FERREIRA, M. L.; GARCIA, P. C.; DOURADO, S. H. A.; JANUÁRIO, A. B.; MESSIAS, T. E.; APOLINARIO, J. M. S. S. Potencial econômico e terapêutico dos óleos essenciais mais utilizados no Brasil. **Revista Fitos**, Supl. (1), p. 125–137, 2022.
- BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.
- BIZZO, H. R.; REZENDE, C. M. O mercado de óleos essenciais no Brasil e no mundo na última década. **Química Nova**, v. 45, n. 8, p. 949-958, 2022.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. (BNCC). Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio/file>> Acesso em: 29 de abr. 2023.
- BORSATO, A. V.; DONI-FILHO, L.; MIGUEL, O. G.; PAGLIA, E. C. Propriedades físico-químicas do óleo essencial de camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] submetida à secagem em camada fixa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 10, n. 3, p. 24-30, 2008.
- CANDAU, V. M. (org.). **Rumo a uma nova didática**. Petrópolis: Vozes, 2014. 208p.
- CASTRO, C.; SILVA, A.; FRANCO, C.; SIQUEIRA, G.; CASCAES, M.; NASCIMENTO, L. Caracterização química do óleo essencial das folhas, galhos e frutos de *Cinnamomum verum* J. Presl (Lauraceae). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 41320-41333, 2020.
- CAVANAGH, H. M. A.; WILKINSON, J. M. Lavender essential oil: a review. **Australian Infection Control**, v. 10, n. 1, p. 35-37, 2005.
- DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: DOLZ, J.; SCHNEUWLY, B. e colaboradores. **Gêneros orais e escritos na escola**. Trad. e Org. de Roxane Rojo e Gláís Sales Cordeiro. Campinas, SP: Mercado das Letras, 2004.
- ELANGOVAN, S.; MUDGIL, P. Antibacterial Properties of *Eucalyptus globulus* Essential Oil against MRSA: A Systematic Review. **Antibiotics** v. 12, p. 474, 2023. 18p.
- FELIPE, L. O.; BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 2, p. 120-130, 2017.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2004. 144 p.
- FREIRES, I. A.; DENNY, C.; BENSO, B.; ALENCAR, S. M.; ROSALEN, P. L. Antibacterial activity of essential oils and their isolated constituents against cariogenic bacteria: A systematic review. **Molecules**, v. 20, p. 7329-7358, 2015.

- HARKAT-MADOURI, L.; ASMA, B.; MADANI, K.; SAID, Z. B. S.; RIGOU, P.; GRENIER, D.; ALLALOU, H.; REMINI, H.; ADJAOUD, A.; BOULEKBACHE-MAKHLLOUF, L. Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of essential oil of *Eucalyptus globulus* from Algeria. **Industrial Crops and Products**, v. 78, p. 148-153, 2015.
- JABBA, S. V.; JORDT, S. E. Risk analysis for the carcinogen pulegone in mint- and menthol-flavored e-cigarettes and smokeless tobacco products. **JAMA Internal Medicine**, v. 179, n. 12, p. 1721-1723, 2019.
- JAIROCE, C. F.; TEIXEIRA, C. M.; NUNES, C. F. P.; NUNES, A. M.; PEREIRA, C. M. P.; GARCIA, F. R. M. Insecticide activity of clove essential oil on bean weevil and maize weevil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 72-77, 2015.
- KASPER, S.; GASTPAR, M.; MÜLLER, W. E.; VOLZ, H.P.; MÖLLER, H.J.; SCHLÄFKE, S.; DIENEL, A. Lavender oil preparation Silexan is effective in generalized anxiety disorder – a randomized, double-blind comparison to placebo and paroxetine, **International Journal of Neuropsychopharmacology**, v. 17, n. 6, p. 859–869, 2014.
- LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, adeus professora? Novas exigências educacionais e profissão docente**. São Paulo: Cortez, 2015. 104 p.
- LIMPANUPARB, T.; LORPAIBOON, W.; CHINSUKSERM, K. An in silico investigation of menthol metabolism. **PLoS ONE**, v. 14, n. 9, p. e0216577, 2019.
- LOPES, J. M.; MARQUES, N. C.; SANTOS, M. D. M. C.; SOUZA, C. F.; BALDISSERA, M. D.; CARVALHO, R. C.; SANTOS, L. L.; PANTOJA, B. T. S.; HEINZMANN, B. M.; BALDISSEROTTO, B. Dietary limon Citrus × latifolia fruit peel essential oil improves antioxidant capacity of tambaqui (*Colossoma macropomum*) juveniles. **Aquaculture Research** v. 51, p. 4852–4862, 2020.
- MATSUSHITA, M. S.; DESCHAMPS, C.; CORRÊA JÚNIOR, C. Análise socioeconômica da produção de capítulos florais e óleo essencial de cultivares de camomila. **Informe GEPEC**, v. 21, n. 2, p. 122–130, 2018.
- MOTA, V. S.; TURRINI, R. N. T.; POVEDA, V. B. Atividade antimicrobiana do óleo de *Eucalyptus globulus*, xilitol e papaína: estudo piloto. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 15, n. 1, p. 216-220, 2015.
- MOURA, I. R.; RABELLO, T. B.; PEREIRA, K. F. A influência do eugenol nos procedimentos adesivos. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 70, n. 1, p. 28-32, 2013.
- OLIVEIRA, B. **Teor e composição química do óleo essencial em amostras comerciais de camomila (*Matricaria chamomilla* L.)**. Dissertação (Pós-graduação em Agroquímica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2012, 52 p.
- ORAV, A.; RAAL, A.; ARAK, E; Content and composition of the essential oil of *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert from some European countries. **Natural Products Research**, v. 24, n. 1, p. 48-55, 2010.
- PARSAEIMEHR, A.; YI-FENG, C.; ELMIRA, S. Bioactive Molecules of Herbal Extracts with Anti-Infective and Wound Healing Properties (Chapter 12) in **Microbiology for Surgical Infections**, Kateryna Kon, Mahendra Rai, Eds. Academic Press, p. 205-220, 2014.
- PORTO, C.; DECORTI D.; KIKIC I. Flavour compounds of *Lavandula angustifolia* L. to use in food manufacturing: comparison of three different extraction methods. **Food Chemistry**, v. 112, p. 1072–1078, 2009.
- PREVIDELI, F. D.; ALMEIDA, M. M. Y. O mercado “in natura” do limão Tahiti. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 409–416, 2020.
- SANTOS, A. R. F. C.; CRUZ, J. H. A.; GUÊNES, G. M. T.; OLIVEIRA FILHO, A. A.; ALVES, M. A. S. G. *Matricaria chamomilla* L.: propriedades farmacológicas. **Archives of Health Investigation**, v. 8, n. 12, p. 846-852, 2019.

SCHERER, R.; WAGNER, R.; DUARTE, M. C. T.; GODOY, H. Y. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 4, p. 442-449, 2009.

SCHMIDT, E.; BAIL, S.; BUCHBAUER, G.; STOILOVA, I.; ATANASOVA, T.; STOYANOVA, A.; KRASTANOV, A.; JIROVETZ, L. Chemical composition, olfactory evaluation and antioxidant effects of essential oil from *Mentha x piperita*. **Natural Product Communications**, v. 4, n.8, p. 1107-1112, 2009.

SIMAS, D. L. R.; AMORIM, S. H. B. M.; OLIVEIRA, J. M.; ALVIANO, D. S.; SILVA, A. J. R. Caracterização dos óleos essenciais de frutas cítricas. **Citrus Research & Technology**, v. 36, n. 1, p. 15-26, 2015.

SILVESTRI, J. D. F.; PAROUL, N.; CZYEWski, E.; LERIN, L.; ROTAVA, I.; CANSIAN, R. L.; MOSSI, A.; TONIAZZO, G.; OLIVEIRA, D.; TREICHEL, H. Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.). **Revista Ceres**, v. 57, n. 5, p. 589-594, 2010.

STANOJEVIC, L. P.; MARJANOVIC-BALABAN, Z. R.; KALABA, V. D.; STANOJEVIC, J. S.; CVETKOVIC, D. J. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of chamomile flowers essential oil (*Matricaria chamomilla* L.). **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 19, n. 8, p. 2017-2028, 2016.

TEIXEIRA, J. P. F.; MARQUES, M. O. M.; FIGUEIREDO, J. O. Composição química de óleos essenciais de quinze genótipos de limão em duas épocas de colheita. **Citrus Research & Technology**, v. 34, n. 2, p. 65-74, 2013.

TORRES, A.; SIMÕES, J. Extração do óleo essencial da canela em casca em sistemas aquosos e orgânicos visando a obtenção de cinamaldeído. Separata de: PANIAGUA, C. (org.). **Trabalhos nas áreas de fronteira da química**. Ponta Grossa - PR: Atena, 2021. v. 2, cap. 3, p. 24-33.

TOSCANO-GARIBAY, J. D.; ARRIAGA-ALBA, M.; SÁNCHEZ-NAVARRETE, J.; MENDOZA-GARCÍA, M.; FLORES-ESTRADA, J. J.; MORENO-EUTIMIO, M. A.; ESPINOSA-AGUIRRE, J. J.; GONZALES-ÁVILA, M.; RUIZ-PÉREZ, N. J. Antimutagenic and antioxidant activity of the essential oils of *Citrus sinensis* and *Citrus latifolia*. **Scientific Reports**, v. 7, p. 11479, 2017. 7p.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. Óleo essencial de eucalipto. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo. **Documentos Florestais**, n. 17. 2003. 26p.