



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE  
NACIONAL**



**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ANTIOXIDANTES A PARTIR DO USO DE  
METODOLOGIAS ATIVAS**

**JAKLINE MARIA ALVES SOARES DA SILVA**

**RECIFE**

**2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Bibliotecária - Suely Manzi - CRB-4 809

S586s      Silva, Jakline Maria Alves Soares da  
              Uma sequência didática sobre antioxidantes a partir do uso de  
metodologias ativas / Jakline Maria Alves Soares da Silva. – 2025.  
78 f.: il.

              Orientadora: Joacy Vicente Ferreira.  
Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal  
Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Química  
em Rede Nacional, Recife, BR-PE, 2025.  
Inclui bibliografia e apêndice(s)

              1. Antioxidante 2. Inibidores químicos 3. Aprendizagem ativa  
4. Química – Ensino auxiliado por computador I. Ferreira, Joacy  
Vicente, orient. II. Título

CDD 540

JAKLINE MARIA ALVES SOARES DA SILVA

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ANTIOXIDANTES A PARTIR DO USO DE  
METODOLOGIAS ATIVAS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Química, conferido pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI, da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Professor Orientador: Dr. Joacy Vicente Ferreira

RECIFE

2025

JAKLINE MARIA ALVES SOARES DA SILVA

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ANTIOXIDANTES A PARTIR DO USO DE  
METODOLOGIAS ATIVAS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Química, conferido pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI, da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Professor Orientador: Dr. Joacy Vicente Ferreira

Aprovada em: 08/08/2025

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Joacy Vicente Ferreira (Orientador)  
Instituto Federal de Pernambuco - IFPE, Campus Belo Jardim

---

Prof. Dr. Luciano de Azevedo Soares Neto  
(Examinador interno)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

---

Prof. Dr. Márcio Vilar França Lima  
(Examinador externo)  
Instituto Federal de Pernambuco - IFPE, Campus Recife

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por seus grandes feitos em minha vida, reconheço que sem sua doce vontade, eu não teria chegado até aqui.

Ao programa PROFQUI e à coordenação do mesmo na UFRPE, pela oportunidade concedida e acolhida tão calorosa, agradeço também pelo direcionamento para comigo quanto estudante e pesquisadora.

Ao corpo docente deste programa que fomentaram a partir de suas aulas e empatia o desejo de ser uma profissional cada vez mais bem preparada e engajada ao ofício de ensinar.

Em especial ao professor Joacy, que me orientou neste processo, tornando a elaboração da dissertação e do produto educacional algo possível.

Aos queridos colegas de curso, vocês foram fundamentais nesta etapa da minha vida acadêmica, obrigada pela cumplicidade, e pelas generosas trocas ao longo desse processo, os levarei para sempre em minhas memórias.

Agradeço aos meus pais, Jaime e Ivanilda, por todos os ensinamentos, pelo suporte e apoio incondicional em todas as áreas de minha vida.

Ao meu esposo, Israel por toda compreensão e incentivo para não desistir, aos meus filhos, Isaac e Isabelly, pelo carinho e aconchego que sempre recebi ao retornar de cada aula. Dedico a estes, a minha busca incessante de me qualificar profissionalmente.

A Joselita, amiga e irmã de todas as horas, obrigada pelo encorajamento, conselhos e carinho, você acreditou em mim, mas que eu mesma, foste essencial nessa conquista.

Externo minha gratidão a gestão da escola Técnica Central Barreiros, na Pessoa de Klenio Vanderlei, pelo incentivo e conselhos para prosseguir independente das adversidades.

Agradeço a duas amigas especiais que o ofício de professora me presenteou, Letícia e Silvânia, obrigada por me ouvirem e acolherem sempre que necessário.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização desta dissertação, o meu muito obrigada.

## RESUMO

SILVA, Jakline Maria Soares Alves da. **Uma sequência didática sobre antioxidantes a partir do uso de metodologias ativas**. 2025. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2025.

O ensino de Química é fundamental para a compreensão da matéria e de seu impacto na evolução da humanidade como um todo. No entanto, muitos alunos enfrentam dificuldades no aprendizado de certos conceitos químicos, frequentemente devido a metodologias de ensino inadequadas e à falta de abordagens que contextualizem o conteúdo com as experiências vivenciadas no cotidiano do educando. Na busca por caminhos que possam sanar parte dessas dificuldades, esta pesquisa apresenta uma sequência didática que aborda a temática dos antioxidantes, associada aos conteúdos de estrutura molecular, utilizando metodologias ativas e ferramentas de química computacional. Consideramos que o uso dessas ferramentas possibilita o desenvolvimento de habilidades e competências que vão além do ambiente escolar, como o pensamento crítico, a curiosidade científica e a construção de uma aprendizagem mais significativa. Nesse sentido, proporcionar situações que envolvam os educandos a partir de interações com seu cotidiano promove maior engajamento e sentimento de pertencimento, facilitando a construção de novas conexões entre o conhecimento prévio e o científico. O objetivo desta pesquisa foi desenvolver uma sequência didática a ser validada, por meio de um questionário no Google Forms®, por professores de Química da educação básica. As vivências propostas neste recurso didático, desenvolvido com ênfase em metodologias ativas e no uso de recursos digitais, corroboram com o processo de aprendizagem, pois apresentam os conteúdos químicos de forma mais concreta, tornando o ensino menos abstrato, especialmente no que se refere aos conceitos relacionados à estrutura molecular. Como exemplo, destaca-se o uso do software PhET, por meio do qual os estudantes podem desenhar moléculas, visualizar e analisar suas geometrias em 3D, promovendo uma compreensão mais aprofundada sobre as estruturas moleculares dos antioxidantes, suas propriedades eletrônicas e seus benefícios à saúde, além de permitir a identificação de fontes alimentares desses compostos. O recurso desenvolvido nesta pesquisa é composto por quatro aulas planejadas, contendo tema, objetivos, conteúdos, metodologias e formas de avaliação, com sugestões de slides, vídeos e programas computacionais para atividades práticas relacionadas às moléculas estudadas. Portanto, o método adotado nesta pesquisa é qualitativo, na modalidade interventiva, buscando o envolvimento de todos os participantes, considerando que essa abordagem visa contribuir, de forma prática, para a solução de problemas reais.

**Palavras-chave:** Antioxidantes; Metodologias ativas; Química computacional.

## ABSTRACT

SILVA, Jakline Maria Soares Alves da. **A didactic sequence on antioxidants based on the use of active methodologies.** 2025. Dissertation (Professional Master's in National Network for Chemistry Education) – Federal Rural University of Pernambuco, Recife, 2025.

The teaching of Chemistry is essential for understanding matter and its impact on the evolution of humanity. However, many students face difficulties in learning certain chemical concepts, often due to inadequate teaching methodologies and a lack of approaches that contextualize the content with the students' everyday experiences. In the search for ways to address these difficulties, this research presents a didactic sequence that explores the theme of antioxidants, linked to molecular structure content, utilizing active methodologies and computational chemistry tools. We believe that the use of these tools enables the development of skills and competencies that extend beyond the school environment, such as critical thinking, scientific curiosity, and the construction of more meaningful learning experiences. In this regard, creating situations that engage students through interactions with their daily lives promotes greater engagement and a sense of belonging, thereby facilitating the construction of new connections between prior knowledge and scientific concepts. This research aimed to develop a didactic sequence for validation through a Google Forms questionnaire by high school Chemistry teachers. The activities proposed in this educational resource, developed with an emphasis on active methodologies and the use of digital tools, contribute to the learning process by presenting chemical content more concretely, making the teaching less abstract, especially regarding concepts related to molecular structure. An example is the use of PhET software, through which students can draw molecules, visualize and analyze their 3D geometry, promoting a deeper understanding of the molecular structures of antioxidants, their electronic properties, and their health benefits, as well as identifying food sources of these compounds. The resource developed in this research comprises four planned lessons, including topics, objectives, content, methodologies, and forms of assessment, along with suggested slides, videos, and computational programs for practical activities related to the studied molecules. Therefore, the method adopted in this research is qualitative, with an interventionist approach, aiming to involve all participants. This approach seeks to contribute, in a practical way, to solving real-world problems.

**Keywords:** Antioxidants; Active methodologies; Computational chemistry.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	(A) Ligação simples (sigma), (B) ligação dupla e (C) ligação tripla.....	23
<b>Figura 2 -</b>	(A) Geometria linear, (B) geometria angular, (C) geometria trigonal plana, (D) geometria piramidal, (E) geometria tetraédrica, (F) geometria bipiramidal e (G) geometria octaédrica.....	24
<b>Figura 3 -</b>	Ação dos antioxidantes sobre os radicais livres.....	25
<b>Figura 4 -</b>	Estrutura molecular do Ácido Gálico.....	26
<b>Figura 5 -</b>	Estrutura molecular do Ácido Cafeico.....	27
<b>Figura 6 -</b>	Estrutura molecular do Ácido Ascórbico.....	27
<b>Figura 7 -</b>	Estrutura molecular do Fenol.....	28



## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 -</b>	Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.....	14
<b>Quadro 2 -</b>	Habilidades relacionadas à competência 3.....	15
<b>Quadro 3 -</b>	As cinco fases do modelo 5E.....	32
<b>Quadro 4 -</b>	Intervenção pedagógica sobre a temática antioxidantes.....	33
<b>Quadro 5 -</b>	Respostas obtidas para a Questão 1.....	34
<b>Quadro 6 -</b>	Respostas obtidas para a Questão 2.....	35
<b>Quadro 7 -</b>	Respostas obtidas para a Questão 3.....	36
<b>Quadro 8 -</b>	Respostas obtidas para a Questão 4.....	37
<b>Quadro 9 -</b>	Respostas obtidas para a Questão 5.....	38
<b>Quadro 10 -</b>	Respostas obtidas para a Questão 6.....	39
<b>Quadro 11 -</b>	Respostas obtidas para a Questão 7.....	40
<b>Quadro 12 -</b>	Respostas obtidas para a Questão 8.....	41
<b>Quadro 13 -</b>	Respostas obtidas para a Questão 9.....	42
<b>Quadro 14 -</b>	Respostas obtidas para a Questão 10.....	43
<b>Quadro 15 -</b>	Respostas obtidas para a Questão 11.....	44
<b>Quadro 16 -</b>	Respostas obtidas para a Questão 12.....	45
<b>Quadro 17 -</b>	Respostas obtidas para a Questão 13.....	46
<b>Quadro 18 -</b>	Respostas obtidas para a Questão 14.....	47
<b>Quadro 19 -</b>	Respostas obtidas para a Questão 15.....	48

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>13</b>
3.1	CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA .....	13
3.2	METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA .....	17
3.3	SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	19
3.4	QUÍMICA COMPUTACIONAL .....	20
3.5	GEOMETRIA MOLECULAR.....	22
3.6	ANTIOXIDANTES.....	24
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>30</b>
4.1	CONTEXTO E PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	30
4.2	ETAPAS METODOLÓGICAS.....	31
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>33</b>
5.1	ANÁLISE DO RESULTADO DO QUESTIONÁRIO .....	34
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>50</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>51</b>
	<b>ANEXO A – PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Química é uma ciência fundamental, através da mesma é possível compreendermos a matéria e a evolução da humanidade em todos os seus aspectos. Como componente curricular, é oferecido no ensino médio. Porém, frequentemente ouvimos estudantes fazendo referência a disciplina de química como algo complexo e de difícil compreensão, o que é facilmente perceptível ao considerarmos o rendimento dos mesmos. Dentre os vários fatores que tentam explicar o baixo rendimento dos discentes em relação à aprendizagem dos conteúdos de química, está a metodologia utilizada nas aulas e a não relação dos conteúdos expostos, com o cotidiano dos estudantes. Pois, muitas vezes, o ensino de química é limitado à exposição teórica de conceitos, deixando de lado a aplicação prática de forma contextualizada.

Ao falarmos de contextualização no ensino de química, estamos nos referindo ao processo de relacionar o conteúdo e os conceitos ensinados em sala de aula com situações ou eventos da vida real (Wartha, Silva, Bejarano, 2013). Ensina-se estrutura molecular, sem associar ao cotidiano. Portanto, usaremos uma abordagem que visa tornar o aprendizado mais relevante e significativo, ao vincular o conhecimento teórico ao cotidiano dos alunos (Silva, 2007), que pode ser feito através de metodologias ativas.

Atualmente, muito se tem falado sobre o uso de metodologias ativas na promoção do estudante, como protagonista e responsável pelo seu processo de aprendizagem. O ensino tradicional, no qual o discente era apenas receptor de informações, das quais, quase não existia a possibilidade de associar o conteúdo com o cotidiano, é terminantemente ultrapassado (Rossi *et al.*, 2024).

As metodologias ativas surgiram como uma quebra de paradigmas, ao serem inseridas na sala de aula ou ambientes de aprendizagem, cria-se interações entre aluno, conteúdo e professor, sendo assim, os docentes atuam de forma inovadora, na elaboração de aulas significativas e de fácil interação com a realidade do estudante, despertando o engajamento dos mesmos e construindo uma forma efetiva de aprendizagem, com o envolvimento e participação de todos em atividades práticas, investigativas e colaborativas, permitindo-lhes explorar conceitos científicos de forma aplicável e relevante, o que conseqüentemente corrobora para o desenvolvimento de resultados satisfatórios no âmbito da aprendizagem (Bacich; Moran, 2018).

Neste sentido, destacamos que o uso de metodologias ativas, associado à contextualização com a temática dos antioxidantes, com ênfase no importante papel que estas

substâncias desempenham na proteção das células contra os efeitos nocivos dos radicais livres, promovendo a prevenção de doenças crônicas e o envelhecimento saudável, podem vir a contribuir significativamente para a aprendizagem dos estudantes (Camargo, Daros, 2018).

Essa abordagem dará aos alunos uma compreensão mais concreta do conceito de comprimento de ligação e geometria molecular através da análise das estruturas moleculares de substâncias antioxidantes, bem como, tornará o aprendizado mais significativo, estimulando o pensamento crítico e a curiosidade científica.

Com isso, espera-se que os alunos desenvolvam o despertar do interesse pela química, ajudando-os a ter uma visão mais ampla do simbolismo dos antioxidantes na saúde humana, bem como relacioná-los com situações reais.

Portanto, diante da necessidade de estratégias que possibilitem conexões entre o cotidiano do aluno e os conceitos químicos estudados, essa pesquisa visa criar uma sequência didática, contextualizada, estando relacionada ao dia a dia dos estudantes (Soares, Silva, 2021). Sendo a mesma norteadas a partir da seguinte questão: Quais contribuições uma sequência didática sobre antioxidantes pode proporcionar para o ensino de estrutura molecular, a partir do uso de metodologias ativas?

Essa abordagem se justifica porque o uso de metodologias ativas e química computacional, especialmente por meio de simulações interativas sobre antioxidantes, pode tornar conceitos abstratos, como comprimento de ligação e geometria molecular, mais tangíveis aos estudantes. Ao vincular a teoria a representações visuais e dinâmicas, cria-se uma ponte entre o conteúdo científico e a realidade do educando, potencializando a compreensão e a retenção do conhecimento.

Desse modo, os alunos poderão estudar e usar as propriedades eletrônicas e moleculares na identificação de antioxidantes, usando química computacional e metodologias ativas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Construir uma sequência didática que atenda às necessidades de docentes de Química de maneira a vivenciar o conteúdo de estrutura molecular por meio da abordagem temática de antioxidantes com o uso de metodologias ativas

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Elaborar uma sequência didática com ênfase na estrutura molecular dos antioxidantes;
- b) Validar a sequência didática elaborada com professores da área, através de questionário via Google Forms®.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

A desmistificação dos conceitos de Química a partir da contextualização com foco em problemáticas ligadas a situações que fazem parte do cotidiano do estudante, é uma estratégia que pode vir a ser fundamental ao que tange a construção de significados e pertencimento, a começar pela percepção e fortalecimento das relações entre o conhecimento prévio e conhecimento científico, efetivando dessa forma uma aprendizagem mais robusta e sólida (Wartha; Silva; Bejarano, 2013).

Nesse sentido, o professor deve traçar caminhos que possibilitem a criação de conexões entre os conteúdos e a realidade do estudante, buscando o envolvimento, com ofertas de atividades que estimulem a se sentirem importantes personagens na assimilação e ressignificação de conceitos. Desse modo a contextualização dos objetos de conhecimento relativos à ciência, propicia que os estudantes possam se tornar indivíduos críticos, reflexivos e autônomos (Kurz *et al.*, 2022).

Para efetivação da contextualização no ensino de modo geral, faz-se necessário inovar, planejar e estruturar atividades que integrem os conteúdos curriculares com a realidade e experiências dos alunos. Dessa forma, é indispensável elaborar e trazer para os estudantes vivências, que englobam exemplos práticos, situações cotidianas e problemas reais, que despertem nos mesmos atitudes de reconhecimentos e pertencimento aos conceitos que estão sendo ensinados, para que estes se sintam motivados, ativos, críticos e bem-posicionados na busca de soluções inovadoras. Em consonância com essa afirmativa, Sousa e Ibiapina (2023), ressaltam que:

[...] a educação em química deve estar vinculada a interesses coletivos, como os de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade. Logo, trata-se de um conhecimento que contribui para uma formação e para a convivência em sociedade[...] (Sousa; Ibiapina, 2023, p. 02).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), descreve os direcionamentos para a contextualização, assim como as habilidades específicas a serem desenvolvidas na área de

Ciências da natureza e suas tecnologias, destacando a influência que a mesma tem sobre o modo como vivemos, pensamos e agimos. A BNCC (2018), relata que:

A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras (Brasil, 2018, p. 549).

Seguindo esse direcionamento, reforçamos que o ensino de Química a partir da contextualização, viabiliza a construção de aulas mais reflexivas, que por sua vez, contribuem para que o educando se desenvolva em maior plenitude em diversos segmentos, dentre estes destacamos a formação de cidadãos críticos e conscientes de seu papel no meio que estão inseridos (Órfão; Alvim, 2022).

No Quadro 1 estão apresentadas as Competências Específicas de Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia) e suas Tecnologias a serem desenvolvidas a partir das vivências dos conteúdos propostos pelo currículo nas aulas.

**Quadro 1.** Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

<b>Competência 1</b>	Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
<b>Competência 2</b>	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.
<b>Competência 3</b>	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).

Fonte: BNCC (2018).

Diante destas competências específicas, é perceptível a fundamental relevância da contextualização, principalmente ao analisarmos as dez habilidades, referente a essa área de conhecimento, que devem ser alcançadas na última etapa da educação básica. Dentro dessas perspectivas destacamos também a utilização de ferramentas digitais como recurso facilitador no processo de desenvolvimento das habilidades relacionadas à Competência 3 (BNCC, 2018), descritas no Quadro 2.

**Quadro 2.** Habilidades relacionadas à Competência 3.

<b>Habilidade</b> (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.
<b>Habilidade</b> (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.
<b>Habilidade</b> (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.
<b>Habilidade</b> (EM13CNT304)	Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
<b>Habilidade</b> (EM13CNT305)	Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.



**Quadro 2.** Habilidades relacionadas à competência 3 (continuação).

<b>Habilidade</b> (EM13CNT306)	Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.
<b>Habilidade</b> (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.
<b>Habilidade</b> (EM13CNT308)	Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.
<b>Habilidade</b> (EM13CNT309)	Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.
<b>Habilidade</b> (EM13CNT310)	Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

Fonte: BNCC (2018).

Portanto, consideramos que a presente proposta de pesquisa, converge diretamente com a BNCC. E neste sentido, inserir a temática antioxidantes correlacionada aos conteúdos de química, pode levar a vários direcionamentos, além de ser um conhecimento necessário para a promoção de saúde e do bem-estar.

Ao contextualizar determinados assuntos a partir do tema antioxidantes, eleva o leque de importância e corroboração para ações atitudinais que visa além do conhecimento, uma melhora na qualidade de vida.

### 3.2 METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA

Metodologias ativas de ensino são abordagens pedagógicas que incentivam a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem. Ao contrário do modelo tradicional de ensino, em que o professor desempenha um papel central na transmissão de conhecimento, as metodologias ativas envolvem os alunos de forma mais ativa e colaborativa, promovendo a construção do conhecimento de maneira significativa.

Essas abordagens enfatizam a resolução de problemas, a investigação, a discussão, a colaboração e a aplicação prática do conhecimento, buscando desenvolver habilidades cognitivas superiores, como análise crítica, resolução de problemas complexos, trabalho em equipe e autonomia. As metodologias ativas valorizam o aluno como protagonista do seu próprio aprendizado, buscam tornar o ensino mais dinâmico, contextualizado às demandas do mundo contemporâneo (Mota, Rosa, 2018).

Embora as metodologias ativas tenham ganhado popularidade nos últimos anos, sua origem remonta às décadas de 1960 e 1970. Elas foram influenciadas por teorias educacionais como o construtivismo de Jean Piaget e o sociointeracionismo de Lev Vygotsky, que defendem a ideia de que o conhecimento é construído ativamente pelo sujeito por meio confiante com o ambiente e com outras pessoas (Lovato *et al.*, 2018).

De acordo com a metodologia adotada neste trabalho, voltada para promover o protagonismo dos estudantes, observa-se consonância com as orientações da BNCC. O documento destaca que as Ciências da Natureza, deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, preparando os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. Tais diretrizes dialogam diretamente com a proposta aqui desenvolvida, ao enfatizar práticas e discussões relacionados ao cotidiano do aluno (BNCC, 2018, p. 111).

Dentro da perspectiva de instigar os estudantes a se engajarem na obtenção de novos conhecimentos, reforçamos que, a aprendizagem ativa é um conjunto de práticas educativo-pedagógicas, em que a aprendizagem é construída por meio de colaboração e protagonismo dos alunos no processo. Diferente dos processos clássicos de aprendizagem que se caracterizam predominantemente em aulas discursivas – professor ensinando e alunos, na expectativa, aprendendo (Lavor; Silva, 2020).

Neste sentido, a aprendizagem significativa, foi um termo proposto que é caracterizado por David Ausubel, e ganhou espaço na cultura digital com novas roupagens típicas das metodologias ativas e das tecnologias digitais para o ensino-aprendizagem (Oliveira, 2022).

Porém, para a Teoria da Aprendizagem Significativa, os conhecimentos prévios auxiliam no estabelecimento de relações com os conhecimentos novos e essas relações criam uma base para o desenvolvimento de novas aprendizagens favorecidas pela promoção de: atividades que despertem o interesse e estimulem a participação, colaboração, autonomia, iniciativa dos alunos, confiança entre professores e alunos; e aprendizagem como prática social contextualizada na realidade dos mesmos. Assim sendo, embora os termos aprendizagem e metodologia ativa sejam associadas diz Mill (2021).

A aprendizagem Ativa refere-se a um conjunto de práticas pedagógicas que consideram o estudante como protagonista do próprio processo de construção do conhecimento, que se desenvolve de modo mais autônomo, participativo, colaborativo e ativo. E as metodologias ativas são abordagens pedagógicas que tomam o estudante como agente central do seu próprio aprendizado (Mill, 2021, p.11-12).

O ensino baseado em metodologias ativas coloca o estudante no centro do processo de aprendizagem, priorizando suas necessidades, interesses e estilos individuais. Nessa abordagem, o professor assume o papel de mediador e facilitador, enquanto os alunos participam ativamente por meio de debates, projetos, resolução de problemas e trabalhos em grupo. Essas estratégias não apenas promovem a colaboração e o desenvolvimento de habilidades sociais e comunicativas, mas também conectam o conhecimento a situações reais, tornando o aprendizado mais significativo. Além disso, estimulam competências essenciais como pensamento crítico, criatividade, resolução de problemas e tomada de decisão (Bacich; Moran, 2018).

A seguir veremos algumas metodologias ativas que tem se tornado comum às salas de aula:

- I. Aprendizagem Baseada em Problemas: Os alunos são desafiados a resolver problemas complexos e reais, desenvolvendo habilidades de pesquisa, análise e síntese.
- II. Aprendizagem Baseada em Projetos: Os alunos trabalham em projetos de longo prazo que integram diversas áreas do conhecimento, promovendo uma aprendizagem interdisciplinar.

- III. Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom): Os alunos estudam o conteúdo teórico em casa, por meio de vídeos, textos e outros materiais, e utilizam o tempo de aula para atividades práticas e discussões.
- IV. Gamificação: Uso de elementos de jogos (como pontos, níveis, desafios) para tornar o aprendizado mais motivador e engajador.
- V. Aprendizagem Cooperativa: Os alunos trabalham em pequenos grupos, ajudando-se mutuamente e compartilhando responsabilidades para atingir objetivos comuns.

Corroborando com as metodologias ativas, temos as novas tecnologias digitais, que aproxima o abstrato do palpável, e traz significativas colaborações para o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos químicos, tornando o ensino dinâmico e envolvente para os educandos. Assim como nos aponta Siqueira e Castro (2024).

[...] as metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos, a gamificação e a sala de aula invertida, têm se mostrado promissoras para o ensino de disciplinas como a Química Orgânica. Essas abordagens permitem uma maior interação dos alunos com o conteúdo, promovendo a construção de conhecimento de forma colaborativa e dinâmica. A combinação dessas metodologias com as tecnologias digitais pode transformar a sala de aula em um ambiente mais estimulante e produtivo (Siqueira; Castro, 2024, p. 03).

Portanto, a combinação de metodologias ativas com tecnologias digitais não só aumenta a motivação dos alunos ao torná-los protagonistas de sua aprendizagem, como também desenvolve competências socioemocionais essenciais. Ao trabalhar em grupo e enfrentar desafios complexos, os estudantes cultivam habilidades como empatia, responsabilidade e resiliência - aspectos fundamentais para sua formação integral (Bacich; Moran, 2018).

### 3.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Sequência didática é um conjunto de atividades escolares organizadas, que existe para planejar o ensino de um conteúdo. São organizadas dentro de uma rede interligada de ações em busca da aprendizagem, maximizando as potencialidades de diferentes metodologias. Fazer uso de sequências didáticas possibilita o desenvolvimento de habilidades específicas em um determinado conteúdo, pois a mesma deve ser estruturada de forma lógica e progressiva com a finalidade de propiciar aos estudantes uma construção do conhecimento de forma gradual e contextualizada (Silva, 2018).

Na elaboração de uma sequência didática alguns aspectos são fundamentais, dentre eles destacamos a escolha da temática, os conteúdos e as atividades que serão trabalhados de acordo com a temática proposta, bem como, traçar estratégias que viabilizem a interação entre alunos, conteúdos e professor, para que de fato seja efetivada a troca satisfatória entre os pares. Em seu trabalho Ugalde (2020), enfatiza que:

[...] ao planejar uma sequência didática, também deve-se levar em conta os diálogos e relações interativas entre professor/aluno e aluno/aluno, observando as influências dos temas ou conteúdos nessas relações, bem como o papel de todos no desenvolvimento das atividades, na disposição dos conteúdos, no tempo e espaço, nos recursos didáticos e na avaliação, tudo tem que ser muito bem planejado e organizado para a obtenção do êxito na realização das atividades[...] (Ugalde, 2020, p.3).

Neste sentido, de acordo com Méheut (2005), devemos considerar duas dimensões que permeiam toda sequência didática e são elas: epistemológica ligada ao conhecimento científico e pedagógica ligada ao papel do professor e as interações no meio que o permeia (Méheut, 2005). Ao longo da vida adquirimos diversos tipos de conhecimentos, porém com a ausência da prática, a percepção da aplicabilidade destes discutidos em sala de aula são perdidas ao longo dos anos. Para que haja uma efetivação e compreensão dos mesmos, é necessário que o planejamento das aulas e todo os processos de sua elaboração sejam flexíveis e bem analisados.

### 3.4 QUÍMICA COMPUTACIONAL

O uso de tecnologias voltadas para o ensino de química cresce cada vez mais, e possibilita que professores façam abordagem de temas, a priori complexos para o entendimento do aluno, de forma clara e participativa. Esta é uma abordagem com inúmeras contribuições para o aprendizado dos conceitos químicos (Oliveira; Paschoal; Silva Paschoal, 2025).

Diante dessa perspectiva, a compreensão dos fenômenos químicos pode ser dividida em três níveis, e são eles: microscópico, macroscópico e experimental. Diante do supracitado, o uso de ferramentas computacionais, podem proporcionar um melhor entendimento dos conceitos químicos. Em consonância com essa afirmativa, Oliveira, Paschoal e Silva Paschoal (2025), nos afirmam que:

[...] conhecimento em química está contida no uso de diferentes ferramentas computacionais, onde o uso dos programas de química computacional permitirá

relacionar todos os níveis do conhecimento em química, com ênfase para a visualização dos sistemas estudados, a qual tem se mostrado efetiva na melhoria do desempenho dos estudantes, como consequência de uma melhor compreensão dos conceitos químicos abordados (Oliveira; Paschoal; Silva Paschoal, 2025, p. 02).

Dessa forma, o aprimoramento e inovação ligada aos computadores, hardware e software, apresentam um crescimento no que tange ao uso de ferramentas e programas computacionais nas aulas de química, com o objetivo de determinar propriedades dos sistemas atômicos e moleculares de forma ágil e precisa. Neste sentido, a Química Computacional ou modelagem molecular, é uma série de técnicas utilizadas na investigação de problemas químicos em um computador (Lewars, 2011).

Este campo vem crescendo muito nas últimas décadas devido aos grandes avanços dos hardwares de computadores e ao desenvolvimento eficiente de softwares de simulação (Atkins, Paula, 2009), fazendo com que os softwares de cálculos químicos fossem aplicados a outros campos da ciência, como no planejamento e síntese de fármacos, na química ambiental, nanotecnologia e ciência dos materiais, como um item complementar aos estudos realizados.

Conforme afirma Botelho (2021), a utilização dos modelos moleculares em sala de aula através de computadores ou em aplicativos no telefone, irão contribuir com a visualização das moléculas como também, irão ajudar no processo de aprendizagem das estruturas moleculares, possibilitando dessa forma o desenvolvimento perceptivo do aluno em relação ao arranjo espacial das estruturas (Botelho, 2021).

Dentre os conteúdos químicos trabalhados fazendo uso da Química Computacional, destacamos a geometria molecular, considerando que o ensino da mesma, se apresenta de forma abstrata, se detendo apenas a prática de memorização de nomes e estruturas (Raupp, Serrano, Martins, 2013). Para sanar as limitações dos estudantes, relacionadas aos conceitos estudados neste conteúdo, nos é apresentado em contrapartida o uso de software e recursos digitais que, fomentam o engajamento e trazem promissoras contribuições para efetivação da aprendizagem (Oliveira; Guimarães; Vianna, 2024).

Considerando essas afirmações, utilizaremos softwares, que permitirão obter a estrutura molecular dos antioxidantes. A molécula poderá ser representada através de vários formatos, como por exemplo: linhas, bastões, esferas e cilindros, construídas a partir de comprimentos e ângulos de ligação da molécula. Pois, conforme Silva e Fonseca (2021), afirmam em sua pesquisa,

As concepções de estrutura atômica, ligações químicas e organização espacial das moléculas são essenciais para a construção de conhecimentos acerca da natureza sub microscópica e macroscópica da química. Assim, a utilização de representações é fundamental para alcançar uma compreensão satisfatória dos saberes químicos em seus diferentes níveis do conhecimento (Silva; Fonseca, 2021, p. 02).

Nesse contexto, destaca-se que a Química Computacional oferece uma abordagem tridimensional ao aprendizado, integrando compreensão teórica, aplicação prática e visualização molecular. Essa metodologia proporciona experiências imersivas que potencializam tanto a efetividade do ensino quanto a assimilação dos conceitos químicos pelos estudantes.

Um exemplo de ferramenta ligada a química computacional é o simulador digital, “Geometria Molecular PhET®”, sendo este um software educativo gratuito que permite a criação e a visualização de moléculas em 3D, no qual é possível observar as estruturas moleculares e seus respectivos ângulos e distâncias de ligação. Considerando as possíveis contribuições da ferramenta supracitada, e ressaltando a aprendizagem significativa, Santos e Cirino (2019) relatam os benefícios que a mesma promove ao potencializar os conhecimentos prévios associando aos novos conhecimentos de forma significativa (Santos; Cirino, 2019).

Outro exemplo de recurso ligado a Química Computacional, é o aplicativo Web “Mol View”, que funciona como banco de dados. Através dele é possível visualizar em 3D, a estrutura molecular de diversos compostos orgânicos, assim como dos antioxidantes, a partir do uso desta ferramenta digital também é possível obter o ângulo e a distância de ligação.

### 3.5 GEOMETRIA MOLECULAR

Geometria molecular é o estudo da forma tridimensional das moléculas, ou seja, como as moléculas se orientam no espaço. Determinada pela disposição espacial dos átomos que as compõem. A forma de uma molécula influencia diretamente nas suas propriedades físicas e químicas, incluindo polaridade, reatividade, estado físico, cor e atividade biológica (Shriver; Atkins, 2006).

Dentre os principais conceitos e teorias relacionadas à geometria molecular, destacam-se “as Ligações Químicas e a Teoria da Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência, elas servem para prever a geometria das moléculas com base na repulsão entre os pares de elétrons ao redor de um átomo central” (Conecte, 2014, p. 23).

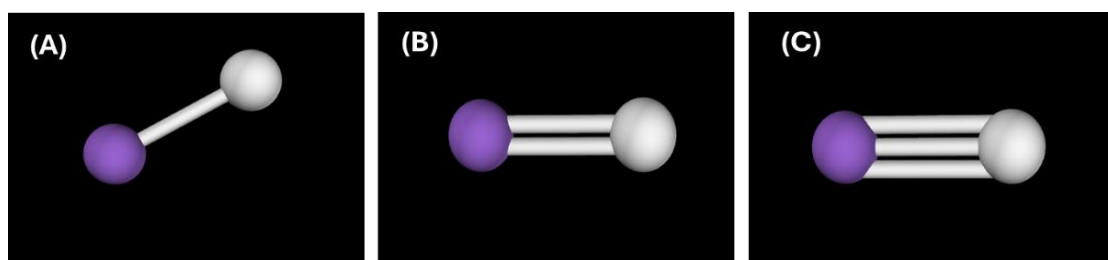
As ligações químicas são as forças que mantêm os átomos juntos nas moléculas, dentre os tipos de ligações estudadas no ensino médio, destacamos as ligações covalentes, as mesmas ocorrem quando dois átomos compartilham um ou mais pares de elétrons. Essa é a forma mais comum de ligação em moléculas orgânicas. Esse tipo de ligação pode ser simples, duplas ou triplas, dependendo do número de pares de elétrons compartilhados. Em consonância com essa teoria Craveiro (2016), afirma que:

A principal característica da ligação covalente é o compartilhamento de um ou mais pares de elétrons entre átomos, causando uma atração mútua entre eles, que mantêm a molécula resultante unida. Átomos tendem a compartilhar elétrons de modo que suas camadas eletrônicas externas sejam preenchidas e eles adquiram, desta forma, uma distribuição eletrônica mais estável (Craveiro, 2016, p. 98).

Para formular uma melhor explicação sobre esse tipo de ligação, Lewis, sugeriu uma maneira simplificada de representar os elétrons da camada de valência, denominada de Símbolos de Lewis, isto é, que representa os elétrons de valência por pontos. Neste tipo de ligação, os átomos compartilham seus elétrons da camada de valência tomando as características de um gás nobre segundo o princípio da regra do octeto, para se estabilizarem (Brown, Lemay, Bursten, 2007).

Para ilustrar as ligações simples (sigma), dupla e tripla, usamos o software gratuito PhET®, o uso dessa ferramenta digital possibilita ao usuário criar simulações de visualização em 3D. Na Figura 1 é possível visualizar as características dessas ligações.

**Figura 1.** Ligação simples (sigma), (B) ligação dupla e (C) ligação tripla.



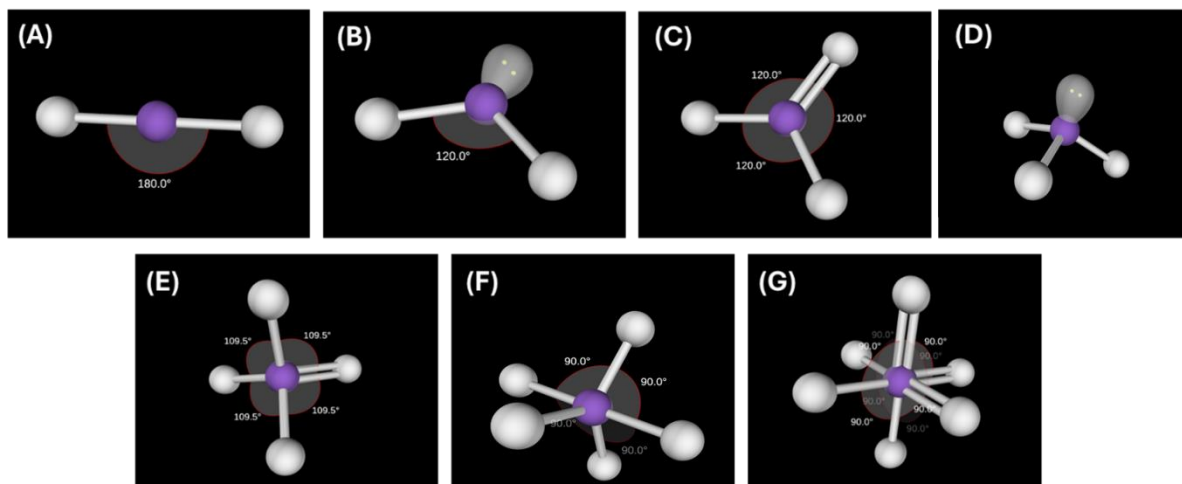
Fonte: Geometria Molecular PhET®.

As moléculas são formadas a partir de interações que ocorrem nas ligações covalentes. Os pares de elétrons, sejam eles ligantes (envolvidos em ligações) ou não ligantes (pares solitários), se organizam de forma a minimizar a repulsão entre si.

A partir da Figura 2, é possível fazermos uma observação mais detalhada das geometrias moleculares e seus respectivos ângulos de ligação, comumente estudados no ensino médio.



**Figura 2.** (A) Geometria linear, (B) geometria angular, (C) geometria trigonal plana, (D) geometria piramidal, (E) geometria tetraédrica, (F) geometria bipiramidal e (G) geometria octaédrica.



Fonte: Geometria Molecular PhET®.

Os conceitos de geometria molecular, comumente é ensinado para os 1º anos do ensino médio, assim como os conceitos de ligação covalente. Contudo por muitas vezes a explanação destes assuntos é feita de forma abstrata, a qual contribui para a dificuldade que os estudantes têm em fazer assimilação de diferentes aspectos de múltiplas representações, essas limitações prejudicam o entendimento da transição entre uma representação bidimensional e tridimensional. Entretanto, concepções equivocadas acerca da relação entre a disposição espacial e os princípios que a fundamenta, dificulta a aprendizagem destes conceitos químicos (Silva; Correia, 2023).

Os antioxidantes apresentam diferentes geometrias moleculares, essas por sua vez influenciam diretamente a característica da ação neutralizadora sobre os radicais livres. Portanto, a forma como os elétrons estão distribuídos afetam diretamente as interações entre as moléculas, propiciando desta forma a estabilidade, e evitando consequentemente que o antioxidante se torne um radical instável (Silva *et al.*, 2022).

A geometria molecular é determinante para as propriedades físico-químicas das substâncias, definindo sua hidrofiliicidade ou lipofiliicidade, características que influenciam diretamente sua atuação no organismo. Esse princípio fica evidente ao analisarmos antioxidantes naturais:

- A vitamina C, com sua estrutura molecular hidrofílica, é solúvel em meios aquosos como plasma e citoplasma, atuando como antioxidante nesses compartimentos.

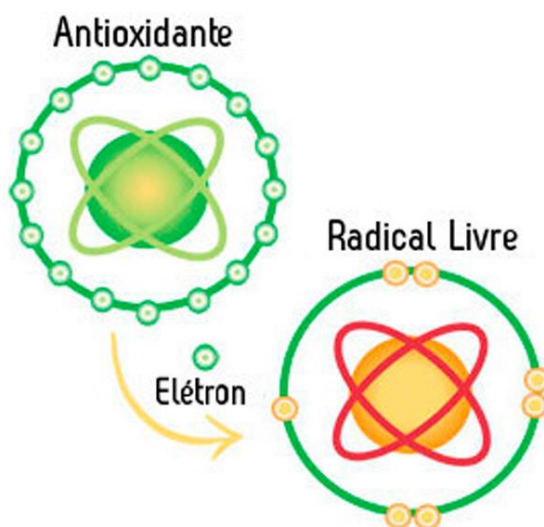
- Já a vitamina E, por sua geometria lipofílica, dissolve-se em lipídios e concentra-se nas membranas celulares, onde protege os componentes lipídicos contra a oxidação.

### 3.6 ANTIOXIDANTES

Antioxidantes são substâncias que ajudam a proteger as células do corpo contra os danos causados por radicais livres, que são moléculas instáveis e altamente reativas (Lobo *et al.*, 2010). Os radicais livres podem ser gerados por processos metabólicos normais no organismo, bem como por fatores externos, como poluição, radiação, tabagismo e exposição a produtos químicos (Scotti *et al.*, 2007).

Podemos resumir a atuação dos antioxidantes sobre os radicais livres de forma ilustrativa a partir da Figura 3.

**Figura 3.** Ação dos antioxidantes sobre os radicais livres.



Fonte: A autora (2025) adaptado de Camin (2024).

Os antioxidantes atuam na estabilidade e neutralização dos radicais livres, o que os impedem de causarem danos às células. Esse processo ajuda a prevenir ou retardar o estresse oxidativo, que está associado ao envelhecimento e a várias doenças crônicas, como câncer, doenças cardiovasculares, diabetes e doenças neurodegenerativas. Eles são apresentados na

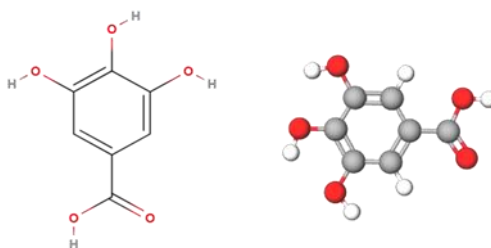
forma de vitaminas, selênio, zinco, flavonoide, betacaroteno, luteína e licopeno. Podem ser facilmente encontrados em produtos naturais como frutas, vegetais, sementes, grãos, algumas ervas aromáticas, especiarias, chás, cafés e cacau também fornecem boas quantidades dessas substâncias (Oliveira, 2009).

A atividade antioxidante de um composto é relacionada a sua estrutura molecular, a presença do grupo hidroxila e os efeitos de conjugação e ressonância. Grupos capazes de doar elétrons ou hidrogênio propiciam a neutralização dos radicais livres, prevenindo dessa forma o dano oxidativo. A principal característica estrutural desses compostos é a presença de anel aromático ligado ao grupo hidroxila, como por exemplo temos os flavonoides e ácidos fenólicos, no qual o grupo -OH pode doar um átomo de hidrogênio para estabilizar o radical livre, tornando a reação favorável e consequentemente o composto mais eficiente como antioxidante (Bendary *et al.*, 2013).

Diante do supracitado, faremos referência a três antioxidantes, estes são bastante estudados e facilmente encontrados em vegetais e frutas, são eles o ácido gálico, ácido cafeico e o ácido ascórbico. Suas estruturas químicas lhes permitem doar elétrons e hidrogênios, interrompendo reações em cadeia provocadas por espécies reativas.

O ácido gálico (Figura 4) fenólico comumente encontrado no reino vegetal. Ele tem aplicação na indústria como agente quelante e como aditivo antioxidante em algumas bebidas. Sua ação antioxidante se dá pela doação de hidrogênios dos grupos fenólicos neutralizando radicais livres e estabilizado por ressonância eletrônica (Nobre, 2019).

**Figura 4.** Estrutura molecular do ácido gálico

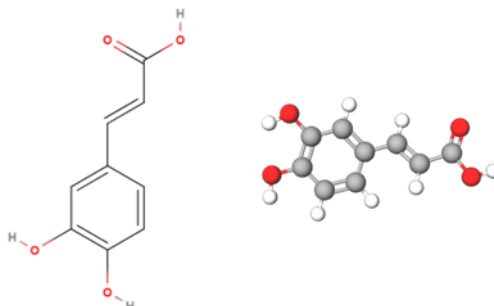


Fonte: Mol view®.

O ácido cafeico (Figura 5) é um composto fenólico encontrado em frutas, vegetais e grãos. Sua fórmula molecular apresenta um anel aromático com dois grupos hidroxila e uma cadeia lateral com um grupo carboxílico. Dentre os benefícios desse composto, destacamos seu

potencial anticancerígeno e neuroprotetor, atuando na prevenção de doenças neurodegenerativas (Manzar *et al.*, 2022).

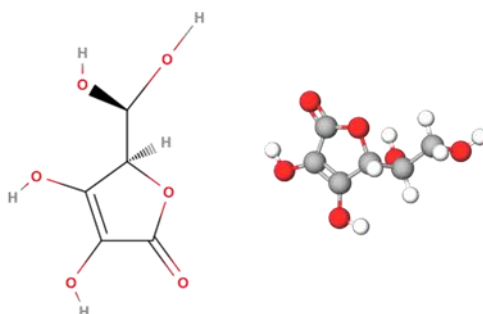
**Figura 5.** Estrutura molecular do ácido cafeico.



Fonte: Mol view®.

O ácido ascórbico (Figura 6), é um composto hidrofílico com propriedades ácidas e redutoras. Sua estrutura é dos ácidos orgânicos, com função enol e lactona, atua no organismo protegendo lipídios e DNA dos danos oxidativos, melhora a saúde da pele, auxilia também na absorção de ferro. Comumente é encontrado presente em frutas cítricas (Carr; Maggini, 2017).

**Figura 6.** Estrutura molecular do ácido ascórbico.

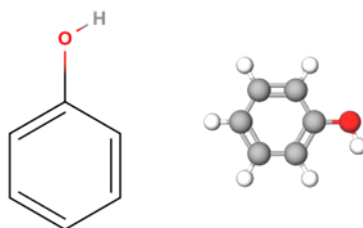


Fonte: Mol view®.

O ácido cafeico e o ácido ascórbico, são antioxidantes naturais que facilmente são encontrados, fazendo parte da ingestão da maioria dos indivíduos, e tem uma elevada produção agrícola no território brasileiro, além de preço acessível. O ácido ascórbico, popularmente conhecido como vitamina C, é encontrado num variado número de fontes naturais, como algumas frutas, dentre elas destacamos: laranja, abacaxi, limão e goiaba. Já o ácido cafeico é comumente encontrado em muitas plantas, como no café, no boldo baiano, na canela do Ceilão, no gengibre, no anís estrelado, no tomilho, na hortelã, no chá de mate e na semente de girassol.

Outro exemplo de antioxidante é o fenol (Figura 7). Ele é um composto orgânico, caracterizado pela presença de uma hidroxila ligada ao anel aromático, o mesmo tem a capacidade de doar átomos de hidrogênio, o que neutraliza radicais livres e impede reações em cadeia que poderiam danificar as células (Castellano *et al.*, 2012). Eles são bastante utilizados na indústria de conservantes de alimentos, medicamentos e cosméticos. A Figura 7 traz a ilustração do fenol obtida através da plataforma mol view (Shahidi; Ambigaipalan, 2015).

**Figura 7.** Estrutura molecular do fenol.



Fonte: Mol view®.

A deficiência de antioxidantes pode resultar de uma combinação de dieta inadequada, exposição a fatores ambientais prejudiciais e condições de saúde. Os sintomas da deficiência de antioxidantes podem ser sutis e nem sempre são facilmente percebidos. Alguns sinais que podem indicar a necessidade de aumentar a ingestão de antioxidantes incluem: fadiga frequente; dificuldade de cicatrização; envelhecimento precoce da pele; sistema imunológico fraco e suscetibilidade a doenças (Scotti *et al.*, 2007).

Aumentar a ingestão de alimentos ricos em antioxidantes, adotar um estilo de vida saudável e, se necessário, usar suplementos, são estratégias eficazes para suprir essa deficiência e proteger o organismo contra o estresse oxidativo. Para obter uma quantidade adequada de antioxidantes, é importante ter uma dieta balanceada rica em frutas como: mirtilo, framboesa, morango, amora, uvas, maçãs, cerejas, laranjas, limões, abacaxi, melancia, kiwi, romã; vegetais como: brócolis, espinafre, couve, tomate, pimentão, beterraba, cenoura, batata doce; nozes e sementes como: amêndoas, castanhas, linhaça, chia; grãos integrais como: aveia, quinoa, arroz integral. Suplementos antioxidantes também estão disponíveis, mas é geralmente preferível obter esses nutrientes diretamente dos alimentos, pois eles oferecem uma combinação de antioxidantes e outros nutrientes benéficos (Silva, 2010).

Corroborando com a importância dos antioxidantes na promoção da saúde e do bem-estar, o programa de Pós-Graduação em Biotecnologia do Centro Universitário UNIVATES, integra a visão socioambiental e econômica, relacionando os conteúdos com a realidade de todos. Com o objetivo, de disseminar o conhecimento científico e aproximar o ensino médio da realidade do ensino superior. Desta feita, foram criadas diversas oficinas, e uma delas com o tema: “Antioxidantes à Fonte da Juventude?”, a qual avaliou o potencial antioxidantes do suco de laranja seleta e de abacaxi pérola (Marmitt *et al.*, 2016).

Nesta mesma linha de pensamento, foi apresentado no Congresso Nacional de Educação (CONEDU) 2018, um trabalho que expôs a ação antioxidante da vitamina C, como temática trabalhada numa escola estadual do município de São Caetano-PE. Desta feita, os estudantes vivenciaram de forma investigativa a partir da análise visual do processo oxidativo de algumas frutas, e de como antioxidantes naturais como suco de limão retardar esse efeito. Sob a perspectiva de que traçar caminhos que viabilizem conexões entre os saberes possibilita uma melhor compreensão dos conceitos químicos (Correia *et al.*, 2018).

Reforçando as possíveis contribuições da temática antioxidantes, bem como, a versatilidade de experimentação a partir da mesma, Gonçalves (2024) nos afirma que:

A realização da atividade experimental, em sala de aula, culminou na motivação, curiosidade e participação dos alunos, corroborando a ideia de que a experimentação científica escolar é uma viável e potencial ferramenta didática, que pode contribuir para a assimilação e fixação dos conceitos, além de associar os conhecimentos químicos à realidade dos alunos (Goncalves *et al.*, 2024, p. 06).

Dentro desta perspectiva, observamos que essa temática é bastante explorada, do ponto de vista experimental, através de experimentos para laboratórios de química, porém pouco explorado por meio da experimentação a partir de ferramentas computacionais.

Contudo, é notória as contribuições que esses recursos promovem em relação a uma melhor compreensão de conceitos abstratos. Portanto, ao longo deste trabalho faremos uso da química computacional associada a temática antioxidantes, como viés de aproximação e desmistificação dos conceitos de geometria molecular.

## 4 METODOLOGIA

A caracterização da pesquisa é qualitativa, que conforme nos aponta Creswell (2007), trata-se de normalmente para explorar fenômenos complexos e entender significados e experiências humanas. Nosso foco foi norteado a partir do processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de propriedades eletrônicas e moleculares, direcionado pela temática de antioxidantes. Desenvolvemos essa pesquisa num cenário natural, usando instrumentos de coleta de dados e análise múltiplos e humanísticos, visando os fenômenos sociais e holísticos (Lüdke, André, 1986).

A pesquisa é na modalidade de caráter interventivo, na qual buscamos o envolvimento e desenvolvimento de todos os participantes. Para tal, elaboramos uma sequência didática com a perspectiva de que venha colaborar com aprendizagem ativa, sobre os conteúdos de propriedades moleculares a partir da temática antioxidantes. Tendo isso em vista, Gil (2010), afirma que, a pesquisa na modalidade interventiva denota possíveis contribuições para soluções de determinados problemas práticos. Desse modo, traçar novas estratégias torna possível o desenvolvimento da conscientização e aplicabilidade de novos conhecimentos a partir da valorização dos conhecimentos prévios (Gil, 2010).

Neste sentido, nos debruçamos sobre a perspectiva do envolvimento direto de todos que vierem a vivenciar essa experiência, na busca de soluções para problemas identificados, e caracterizados de participação ativa com co-criação de conhecimento de forma colaborativa, integradora e reflexiva com enfoque no papel de cada indivíduo, mediante suas ações e o impacto dessa intervenção, fazendo os ajustes necessários para melhor atender as necessidades dos participantes.

### 4.1 CONTEXTO E PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa contou com a participação de 12 professores da educação básica, os quais lecionam a disciplina de Química, na rede pública no estado de Pernambuco. A escolha dos participantes dessa pesquisa se deu pelo fato de que estes docentes têm como público-alvo estudantes que cursam o 1º ano do ensino médio. Considerando essas características necessárias, para subsidiar a análise de nossa sequência didática, que traz como conteúdo geometria molecular, sendo este um assunto comumente abordado nos 1º anos.

A realidade das escolas brasileiras, particularmente no ensino de Química, apresenta uma dualidade significativa. Por um lado, muitas instituições dispõem de infraestrutura adequada, incluindo laboratórios de ciências e recursos tecnológicos. Por outro, enfrenta-se o persistente desafio da insuficiência de carga horária para as disciplinas de Ciências da Natureza, situação que se mantém até 2024.

Esta contradição torna-se evidente ao se confrontar a extensão e complexidade do currículo prescrito com o tempo letivo disponível para sua abordagem. Tal cenário impõe aos docentes consideráveis desafios pedagógicos, exigindo estratégias didáticas eficientes para assegurar a aprendizagem dos conteúdos essenciais dentro das limitações estruturais existentes.

Os participantes desta pesquisa receberam uma sequência didática que comporta o micro, macro e experimental a partir de simulação, os conceitos de geometria molecular e distância de ligações dentro da temática antioxidantes, de forma integradora entre conhecimentos prévios, cotidiano e conhecimento científico, para ser avaliada e validada pelos mesmos. Posto isto, analisaremos de forma minuciosa o feedback dos professores que a receberam.

## 4.2 ETAPAS METODOLÓGICAS

A pesquisa foi desenvolvida em três etapas: a primeira, se deu pelo levantamento de arcabouços científicos sobre os referenciais teóricos, com a finalidade de trazer coerência e estruturada para elaboração da intervenção pedagógica.

O produto educacional, foi fundamentada no modelo teórico metodológico 5E, por se tratar de um modelo centrado no aluno, que enfatiza a construção ativa do conhecimento pelos alunos através de experiências e reflexões (Silva, 2018).

Na Quadro 3, as cinco fases do modelo 5E estão dispostas de forma esquematizada.



**Quadro 3.** As cinco fases do modelo 5E.

Engajamento	Apresentação inicial do tema aos alunos, de forma motivadora;
Exploração	Aprofundamento por parte do estudante nas questões fundamentais, a partir da relação com outros contextos;
Explicação	O professor apresenta novos elementos aos alunos, relacionados principalmente ao conhecimento científico;
Elaboração	Deve ocorrer a construção do conhecimento por parte dos estudantes;
Avaliação ( <i>Evaluation</i> , em inglês)	Avalia a construção realizada pelo aluno.

Fonte: A autora (2025).

Após aprofundamento do referencial teórico, passamos para a segunda etapa, que foi a construção do produto educacional, no caso uma sequência didática sobre antioxidantes a partir de metodologias ativas para o ensino de geometria molecular. Nela abordamos os conceitos químicos pré-definidos de forma contextualizada.

Na terceira etapa, foi realizada a avaliação da sequência didática por professores da área de química. Para tal, os participantes receberam o produto educacional no formato digital, juntamente com um link do Google Forms, sendo o mesmo composto por quinze perguntas discursivas, na qual os participantes tiveram a oportunidade de redigir suas respostas livremente. O questionário foi aplicado com anonimato garantido (sem coleta de IP, e-mail ou outros métodos), sem a necessidade de TCLE, conforme Art. 1º, §1º da Resolução 510/2016.

Em seguida, no Quadro 4, está a descrição da segunda etapa concernente a elaboração da sequência didática.

**Quadro 4.** Intervenção pedagógica sobre a temática de antioxidantes.

1º momento	Conteúdos	Situação didática	Procedimento metodológico	Avaliação
Apresentação da temática	O que são antioxidantes e quais os benefícios do mesmo para saúde;	Vídeos didáticos e debates.  Links: <u><a href="#">Os efeitos da beterraba no coração, cérebro e exercício</a></u> <u><a href="#">Antioxidantes são fundamentais para o bem-estar</a></u>	Aula expositiva e dialogada; Exposição de conteúdo.	Avaliação processual
2º momento	Quais são as principais fontes de Antioxidantes e quais os benefícios do mesmo para saúde;	Pesquisa direcionada sobre os diferentes tipos de antioxidantes e que funções desempenham no organismo	Estudo dirigido Diálogo e pesquisa	Aplicação de questionário
3º momento	Geometria Molecular	Exposição e vivência do conteúdo com suporte de Slide e datashow	Roda de conversa após exposição do conteúdo	Atividade gamificada
4º momento	Pesquisa e análise das estruturas de diversos antioxidantes	Aula prática de recriar a molécula do Ácido Cafeico através da química computacional	Uso de software e programas linkados a química computacional	Atividade prática de simular geometria molecular de alguns antioxidantes, fazendo comparações com a literatura científica.

Fonte: A autora (2025)

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A sequência didática foi distribuída entre 12 (doze) colegas, ambos professores da educação básica da área de química. Para ser avaliada e conseqüentemente validada, como um

bom produto educacional.

Destes, apenas 8 professores responderam às questões 1ª, 2ª, 4ª, 5ª, 6ª, 7ª, 8ª, 9ª, 11ª, e 13ª. Na 3ª pergunta, nove professores responderam. A 10ª e a 14ª, dez professores responderam. Já na questão 12ª, onze responderam e na questão 15ª todos os docentes responderam à pergunta do questionário.

As respostas do questionário disponibilizado para avaliar essa ferramenta pedagógica, foram minuciosamente analisadas de forma qualitativa, prezando pela integridade, singularidade e sugestões expostas nas mesmas.

## 5.1 ANÁLISE DO RESULTADO DO QUESTIONÁRIO

Os quadros do 5 ao 19 apresentam as descrições das respostas obtidas.

**Quadro 5.** Respostas obtidas para a Questão 1.

1ª	A sequência didática está apresentada de forma clara e fácil para uma possível implementação?
1-	Sim
2-	Sim
3-	Sim, bem contextualizada
4-	Sim, é um ótimo conteúdo de bioquímica e muito importante essa clareza de detalhes para facilitar a compreensão do estudante
5-	Sim, pode ser um projeto piloto
6-	Sim. A sequência didática é bem estruturada, com os objetivos gerais e específicos claramente definidos, público-alvo delimitado, e um plano detalhado de cada aula. As metodologias e recursos propostos são descritos de forma objetiva, facilitando a implementação por professores.
7-	Sim, apresenta-se de forma direta e bastante objetiva para ser aplicada.
8-	Sim a proposta está bem sintetizada e com uma linguagem de fácil compreensão

Fonte: A autora (2025) com os dados da pesquisa.

As respostas obtidas para a 1ª pergunta do questionário (Quadro 5), são de características bem favoráveis no que se refere a apresentação e implementação da sequência didática intitulada: Geometria Molecular a partir da temática Antioxidantes.

Aferimos a partir do feedback dos professores participantes da pesquisa (Quadro 5), que o produto educacional em análise, se apresenta de forma estruturada, objetiva e contextualizada. E essas combinações são fundamentais para uma melhor compreensão dos temas pelos estudantes. Assim como nos afirma Ugalde e Roweder (2020).

Entende-se, pois, que é possível organizar temas e conteúdos simples e fundamentais em uma sequência didática bem estruturada antes de abordar temas mais complexos, priorizando a sucessão lógica dos conteúdos que facilitam o entendimento do aluno, uma vez que o aprendizado segue uma sequência total das atividades que ocorrem de maneira progressiva, contribuindo para uma maior compreensão dos temas pelos educandos (Ugalde; Roweder, 2020, p. 03).

Neste sentido, o ato de pensar, planejar e decidir o roteiro e a execução de uma aula, é cada vez mais indispensável para o bom andamento da mesma, por parte de todos os sujeitos, inseridos nos ambientes de aprendizagem de forma ativa e protagonista.

**Quadro 6.** Respostas obtidas para a Questão 2.

2 <sup>a</sup>	<b>A sequência didática proporciona uma abordagem adequada para a temática antioxidantes?</b>
1-	Sim
2-	Sim, devido a contextualização com o dia a dia dos estudantes, apresentando o laboratório da casa de cada um: a cozinha deles.
3-	Sim, de forma simples e direta, o conteúdo está sendo exposto para facilitar a compreensão de qualquer estudante a ver como a química é importante para nossa saúde.
4-	Sim.
5-	Sim. A abordagem combina conceitos químicos fundamentais com aspectos do cotidiano, com alimentação e saúde, conectando a teoria à prática. A utilização de temas como a geometria molecular de antioxidantes e seus benefícios na dieta contribui para uma compreensão contextualizada. Uma observação, poderia incluir uma breve introdução histórica sobre a descoberta dos antioxidantes e suas aplicações industriais, o que ampliaria a visão dos alunos sobre o tema.
6-	Sim. Uma linguagem bem acessível para o tema tendo em vista o público-alvo.
7-	No meu ponto de vista sim! A relação dos antioxidantes com a alimentação demonstra de forma contextualizada a importância dessas substâncias na regulação da vida humana.
8-	Sim, principalmente pelos vídeos sugeridos

Fonte: A autora (2025) com os dados da pesquisa.

As respostas obtidas na 2<sup>a</sup> pergunta do questionário, quanto à adequação da abordagem exposta, apresentaram parecer satisfatório, a qual reafirma a relevância do tema para diferentes segmentos tais como educação, saúde e alimentação.

A partir das respostas, os professores relatam a percepção que tiveram em relação a simplicidade na forma que a mesma foi explanada, o que corrobora para uma melhor

compreensão. Além da fácil conexão entre conhecimento empírico e científico, conectando teoria e prática, colaborando para uma aprendizagem significativa.

Ao permitir que os estudantes manipulem materiais do cotidiano. Considerando que a fácil manipulação e execução dos mesmos, associados ao dia a dia dos estudantes, podem se tornar importantes ferramentas didáticas e visam uma melhor compreensão dos conceitos de Química no Ensino Médio (Junior *et al.*, 2010).

**Quadro 7.** Respostas obtidas da Questão 3.

3ª	A sequência didática ajuda a entender o conceito de antioxidantes?
1-	Sim
2-	Sim, com muita precisão e dinamismo.
3-	Sim, é falado mais de uma vez a importância, o papel dos antioxidantes no nosso organismo seja de forma geométrica através das suas ligações ou pela exposição de vitaminas presentes em alimentos.
4-	Pela aula em si, não é possível porque ele faz o link para plataformas de vídeos, mas se tiver sido pensado no âmbito de ler pela leitura pode ver, não é possível.
5-	Sim.
6-	Sim. A progressão das atividades, desde introduções teóricas a análise práticas e computacionais, permite uma construção gradual do conceito. O uso de detalhes e vídeos reforça a fixação dos conceitos iniciais
7-	Sim. A forma em que as ações foram desenvolvidas ajudam no entendimento do conceito chave
8-	Sim. A sequência traz todas as possibilidades para o entendimento do conceito, mesmo sendo apenas o tema da contextualização.
9-	Sim, pois o conteúdo é esclarecedor e a dinâmica nas aulas são bem interessantes.

Fonte: A autora (2025) com os dados da pesquisa.

Em relação às respostas obtidas a partir da 3ª pergunta do questionário (Quadro 7), quanto à colaboração para o entendimento do conceito de antioxidantes a partir da sequência didática, foi apontada de forma aceitável a ajuda que a mesma proporciona no que se refere ao entendimento do objeto em estudo, pois a mesma se apresenta de forma precisa e dinâmica, reforçando o papel dos antioxidantes nos nossos organismos.

Dessa forma ela proporciona a compreensão por se tratar de um tema interessante, na qual o estudante tem acesso a construção do conhecimento de forma gradativa.

A sequência didática também conta com sugestões de vídeos como material pedagógico, associando teoria e prática na promoção de uma aprendizagem gradual dos conceitos expostos.

**Quadro 8.** Respostas obtidas da Questão 4.

4ª	<b>Os objetivos de aprendizagem estão bem definidos e alinhados com o conteúdo geometria molecular a partir da contextualização dos antioxidantes?</b>
1-	Sim
2-	Sim
3-	Sim. Pois o estudo das formas presentes na natureza e das propriedades que essas formas possuem, com contextualização apresentada
4-	Estão
5-	Sim. É possível compreender como cada substância partir das suas geometrias e interação com os pares ligantes e não ligantes.
6-	Sim, os objetivos estão claramente articulados e conectados ao conteúdo de geometria molecular. As aulas 3 e 4 exploram diretamente as estruturas moleculares de antioxidantes, estabelecendo a relação entre a química e o tema principal. Entretanto, na Aula 3, é necessário falar para os estudantes as formas de representar uma cadeia carbônica e sobre a tetravalência do carbono, apenas para que o estudante consiga identificar melhor os carbonos e como eles se organizam na formação das geometrias das moléculas.
7-	Sim. Engloba a teoria alinhada ao conceito de antioxidantes de forma clara.
8-	Sim. Quando o ensino de qualquer conteúdo é contextualizado com o cotidiano dos estudantes permite que a aprendizagem seja mais significativa.

Fonte: A autora (2025) com os dados da pesquisa.

Em relação às respostas obtidas a partir da 4ª questão (Quadro 8), é possível averiguar que os objetivos foram bem definidos e claramente explorados a parte da sequência didática, estando estes bem articulados fazendo conexões entre a temática e o conceito químico exposto. Assim, quando os objetivos de uma aula estão explícitos, torna-se possível uma melhor compreensão do conteúdo por parte dos alunos.

Em umas das respostas, nos foi dada a sugestão de acrescentar informações sobre o carbono, como por exemplo sua característica tetravalente. Consideramos essa sugestão bastante pertinente, considerando que o aluno terá uma melhor compreensão de como se dá a formação e os arranjos moleculares.

Contudo, na educação, o ato de decidir e delimitar os objetivos de aprendizagem, é

proporcionar de forma pensada, mudanças atitudinais em *prol* de uma formação trans dimensional, já que, estes funcionam como guias para o ensino (Ferraz; Belhot, 2010).

**Quadro 9.** Respostas obtidas da Questão 5.

5ª	<b>Você julga que, as sugestões dos recursos e materiais utilizados serão eficazes para facilitar o aprendizado dos alunos?</b>
1-	Sim
2-	Facilitam
3-	São eficazes. O melhor caminho é simplificar ao máximo para facilitar a compreensão e só após explorar temas mais complexos.
4-	Sim, pois permitem a diversificação de materiais de apoio, e a pesquisa em fontes diversas além do Livro didático e o que é escrito no quadro.
5-	Sim. Recursos como vídeos, atividades gamificadas, e softwares de química computacional são ferramentas eficazes para o aprendizado ativo e significativo. Esses materiais estimulam a participação e auxiliam na visualização de conceitos abstratos.
6-	Sim acredito que estão alinhadas a proposta da sequência didática.
7-	A utilização de recursos computacionais no ensino da geometria e arranjos moleculares é uma excelente ferramenta para minimizar a abstração do conteúdo.
8-	Sim, além de ser dinâmico o uso do simulador faz com que os alunos tenham mais interesse pelo conteúdo.

Fonte: A autora (2025) com os dados da pesquisa.

Na descrição das respostas obtidas na 5ª questão (Quadro 9), aferimos que as sugestões de materiais e recursos utilizados são eficazes, para efetivação da aprendizagem. Pois partindo do simples para o mais complexo de forma diversificada, tal como fazer uso de vídeos, atividades gamificadas e softwares ligados a química computacional, propicia a desmistificação de conceitos até então abstratos para os estudantes.

Para tal, faz-se necessário que o professor além de organizar as atividades de acordo com a diversidade das demandas de como seus estudantes aprendem. Ele também estará familiarizado com os recursos digitais, assim como nos aponta Santos *et al.* (2022).

[...] a formação do professor não pode estar fora do compasso da dinâmica social perante as tecnologias, o que implica o uso dos recursos informacionais e digitais em sua ação profissional. Essa demanda de formação docente torna-se a cada dia mais necessária, haja vista as mudanças referentes ao perfil dos alunos, que, embora nascidos na era digital, precisam desenvolver competência para lidar com todo o aparato tecnológico[...] (Santos *et al.*, 2022, p. 06).

Dessa forma, o dinamismo e o domínio na utilização de recursos variados, são estratégias que aproximam o conteúdo do aluno, o que conseqüentemente vai aumentar o interesse do mesmo, corroborando para uma melhor compreensão e aquisição de novos saberes.

**Quadro 10.** Respostas obtidas da Questão 6.

<b>6ª</b>	<b>Você considera que essa sequência didática propicia o engajamento e interesse dos alunos durante as atividades propostas?</b>
1-	Sim
2-	Sim, pois as metodologias ativas proporcionam essa vivência e muito mais
3-	Sim. O tema gera bastante atenção ao estudante por ser de um conteúdo fácil de verificar no seu cotidiano.
4-	Sim. Porque não fica engessado ao quadro, traz a vídeo aula, a discussão do tema e a exploração de laboratório virtual que permite a visualização e construção de compostos orgânicos.
5-	Sim, uma sequência dinâmica e contextualizada pode engajar os alunos.
6-	Sim. As atividades propostas são dinâmicas e envolventes, com forte potencial para captar o interesse dos alunos. O uso de metodologias ativas, como pesquisa em grupo, análise prática de rótulos e simulação computacional, incentiva o protagonismo dos estudantes
7-	Com plena certeza os alunos vão perceber a teoria muito mais engajadora no que diz respeito ao ensino da temática geometria molecular.
8-	Sim. Entendo que a contextualização e o recurso computacional irão promover uma maior participação dos estudantes.

Fonte: A autora (2025) com os dados da pesquisa.

As respostas obtidas para a 6ª pergunta do questionário (Quadro 10) nos apontam que, para os professores esse recurso analisado proporciona aos alunos um maior engajamento e participação dos estudantes durante as atividades propostas.

Os professores também reforçaram a afirmativa que o uso das metodologias ativas, propicia a construção do conhecimento de maneira autônoma, responsável e interativa, o que fomenta o engajamento do estudante no processo educacional. Assim como o uso de recursos digitais como a simuladores computacionais, que fazem os estudantes ativos no processo de ensino e aprendizagem

Dessa forma, os alunos têm a possibilidade de adquirir mais do que conhecimento, eles estarão propícios aos desenvolvimentos de novas competências e habilidades, que os



capacitam para tomar decisões e criar soluções para problemas reais (Scarpin *et al.*, 2025).

**Quadro 11.** Respostas obtidas para a Questão 7.

7ª	As atividades práticas incluídas na sequência didática contribuíram para a compreensão do tema?
1-	Sim
2-	Sim
3-	Contribuem
4-	Sim. É importante explorar novos métodos que aproximem o estudante das novas tecnologias e assim o tirem do método tradicional de ensino.
5-	Sim, as atividades práticas, como a análise de rótulos e a construção de moléculas com softwares, conectam a teoria à prática de maneira eficiente. Essa abordagem reforça o aprendizado e a compreensão dos conceitos.
6-	Elas serão o ponto chave da proposta na minha humilde opinião. Associando a uma linguagem bem mais atrativa.
7-	Com certeza! A experimentação é um recurso didático que permite aproximar o abstrato do concreto colaborando numa melhor compreensão.
8-	Sim, permite ao estudante ter uma visão maior e comparar com seu cotidiano.

Fonte: A autora (2025) com os dados da pesquisa.

As respostas coletadas a partir da 7ª pergunta (Quadro 11), nos mostra de forma favorável que as atividades práticas presentes no produto educacional analisado, traz contribuições para o tema em estudo. Pois a mesma, se apresenta de maneira atrativa e simples, proporcionando aos estudantes explorar significativamente o macro, micro e experimental do conteúdo proposto.

Segundo os participantes dessa pesquisa, as atividades propostas, oportuniza sair do tradicional, trazendo mais interações para uma melhor compreensão, a partir da contextualização. Ressaltaram também que os alunos terão a oportunidade de explorar as estruturas moleculares a partir de novas tecnologias, entendendo como essas estruturas químicas estão presentes em nosso cotidiano.

Além de propor incentivos à investigação, como a análise de rótulos e a construção de moléculas com softwares, conectam a teoria à prática e cotidiano de maneira eficiente.

**Quadro 12.** Respostas da Questão 8.

<b>8ª</b>	<b>O tempo dedicado à sequência didática é suficiente para cobrir todos os tópicos planejados?</b>
1-	Sim
2-	Sim
3-	Sim. Da forma que foi elaborado, deve ser suficiente para 50 minutos.
4-	Parcialmente. A sequência prevê 4 aulas de 50 minutos, o que é um tempo razoável, mas pode ser desafiador para explorar profundamente temas como geometria molecular e antioxidantes.
5-	Ajustes podem ser necessários dependendo do ritmo da turma.
6-	Sim... acredito que no atual contexto das aulas reduzidas das disciplinas de ciência da natureza, a logística é aplicável sem maiores ajustes.
7-	O tempo em sala de aula é muito relativo! Porém, acredito que 4 aulas sejam suficientes para aplicar toda a sequência. Poderia acrescentar mais 1 aula para que os alunos e professores pudessem provar diferentes alimentos que contenham os antioxidantes. kkk
8-	É suficiente. Dependendo do interesse e engajamento dos estudantes.

Fonte: A autora (2025) com os dados da pesquisa.

A análise feita nas respostas da 8ª questão (Quadro 12) nos mostra que, o tempo utilizado para aplicação da sequência didática é suficiente para explorar os tópicos planejados, segundo a opinião da maioria dos professores que responderam ao questionário.

Mesmo considerando que até 2024 as disciplinas de ciências da natureza foram reduzidas no Novo Ensino Médio, e nesse contexto as turmas dos 1º anos tinha apenas 2 aulas de química, ou seja, os conteúdos eram vivenciados de forma sucinta e abreviados para que o currículo fosse explorado ao máximo, apesar de ter poucas horas aulas para tal.

Contudo, alguns professores julgaram que seria necessário adequações, quanto ao tempo estimado para ser gasto na aplicação desse recurso didático, considerando que o tempo pedagógico é muito relativo e depende da interação e disponibilidade de todos os sujeitos presentes no ambiente de aprendizagem.

Neste sentido, o aprendizado não é dado apenas pela existência de interações entre os sujeitos, mas também da reflexão destas e do interesse dos discentes, os quais estejam engajados e motivados, para que possam entender a importância do que vai ser abordado (Partyka, Lima, Lama, 2021)

**Quadro 13.** Respostas da Questão 9.

<b>9ª</b>	<b>Haverá oportunidades suficientes para você discutir e esclarecer dúvidas com os alunos durante a sequência didática?</b>
1-	Sim
2-	Sim, pois o professor tem autonomia.
3-	Sim. Acredito que durante a apresentação já haverão questionamentos para o docente dialogar com os estudantes
4-	Para o que se pede dentro do currículo escolar, acredito que atende as expectativas.
5-	Sim. A abordagem dialogada e o tempo dedicado a debates em grupo oferecem oportunidades para esclarecimento de dúvidas e discussões aprofundadas.
6-	Penso que se não houver intercorrências durante a aplicação o tempo para discussão é viável sim
7-	Sim. Em cada momento da sequência existem oportunidades para o diálogo, discussão e debate.
8-	Eu mencionei a resposta na pergunta anterior.

Fonte: A autora (2025) com os dados da pesquisa.

As respostas obtidas para a 9ª questão (Quadro 13), mostram que durante a aplicação da sequência didática, é viável que haja oportunidades de discutir e esclarecer dúvidas referente a vivência do recurso didático, e que o mesmo se faz necessária, pois a abordagem a partir do diálogo, oferece oportunidades de aprofundamento e consequentemente, aprimoramento da aprendizagem.

Também foi ressaltado nas respostas a importância da troca entre os pares, algo que é muito presente no uso das metodologias ativas, na qual o estudante é instigado e motivado a interagir com o objeto de estudo, assim como nos afirma Gallo *et al.* (2024).

“Metodologias ativas” são abordagens pedagógicas que colocam o estudante no centro do processo de aprendizagem, promovendo sua participação ativa, reflexão e autonomia. Essas estratégias vão além da tradicional transmissão de conhecimento pelo professor, incentivando a construção ativa do saber pelo aluno [...] (Gallo, *et al.*, 2024, p. 03).

Neste sentido, reafirmamos que o uso de metodologias ativas colabora para o desenvolvimento de habilidades para além do ambiente escolar.

**Quadro 14.** Respostas da Questão 10.

10ª	Você recomendaria essa sequência didática para outros professores que ensinam sobre Geometria Molecular?
1-	Sim
2-	Sim, pois elaboração e distribuição do conteúdo foi bem planejada e definida
3-	Sim
4-	Sim. Pretendo usar tanto nas aulas de geometria quanto nas de bioquímica.
5-	Sim. Recomendo.
6-	Sim, com algumas adaptações
7-	Sim, a sequência é bem planejada, alinhada a metodologias ativas e promove uma integração efetiva entre ciência e contexto cotidiano.
8-	Sim. Completamente.
9-	Sim. Inclusive irei utilizar nas minhas turmas.
10-	Com certeza.

Fonte: A autora (2025) com os dados da pesquisa.

A descrição das respostas da 10ª pergunta (Quadro 14), revela que, o produto educacional em análise será recomendado para professores que ministram aula de geometria molecular, pois o mesmo conta com um bom planejamento no que se refere a elaboração e organização do conteúdo abordado.

Nesse processo, é essencial que professor e alunos atuem como parceiros iguais na construção do conhecimento. Ao respeitar e valorizar os saberes e experiências dos alunos, promovemos seu empoderamento, o que os incentiva a se envolver de maneira mais ativa e crítica no processo de aprendizagem.

Esse tipo de abordagem não apenas enriquece a experiência educativa, mas também permite que os estudantes ampliem e reconfiguram seus conhecimentos pré-existentes (Santos *et al.*, 2024).

**Quadro 15.** Respostas da Questão 11.

<b>11<sup>a</sup></b>	<b>A sequência didática facilita o desenvolvimento de habilidades práticas relacionadas ao tema?</b>
1-	Sim
2-	Sim
3-	Sim
4-	Sim. Vai facilitar a memorização desse tema por estar associado a gamificação
5-	Sim. Atividades como recriar moléculas com softwares de química computacional e análise de rótulos promovem o desenvolvimento de habilidades práticas e investigativas
6-	Com certeza... acredito que a proposta valoriza essa característica. Tendo em vista a inclusão de uma contextualização tão pertinente atualmente.
7-	Sim, quando as atividades são organizadas e estruturadas podem auxiliar os estudantes na compreensão dos conceitos teóricos que em seguida serão utilizados na prática.
8-	_____

Fonte: A autora (2025) com os dados da pesquisa.

O feedback obtido a partir da questão 11<sup>a</sup> (Quadro 15), nos traz como a afirmativa que sim, a sequência didática aqui analisada, facilita o desenvolvimento de habilidades práticas relacionadas ao tema. Pois ela foi construída a partir da contextualização de uma temática que faz parte do cotidiano dos estudantes.

Além disso, utilizar ferramentas digitais, possibilita uma maior aproximação entre o objeto de estudo e os sujeitos inseridos no ambiente de aprendizagem. Assim como Gonçalves (2025), ressalta em sua pesquisa.

[...] Os instrumentos tecnológicos e culturais podem fazer parte da explicação do conteúdo de forma que os alunos sejam parte integrante das aulas, despertando o interesse pelas temáticas abordadas, o que colabora para uma aprendizagem efetiva e duradoura (Gonçalves, 2025, p. 13).

Dessa forma, aproximar o conhecimento científico do conhecimento prévio que os alunos têm consigo, oportunizando a estes, práticas a partir do uso de recursos digitais, fomentando o pertencimento que os mesmos estão desenvolvendo em relação à temática.

**Quadro 16.** Respostas da Questão 12.

<b>12<sup>a</sup></b>	<b>Como você avalia o tempo dedicado à sequência didática?</b>
1-	Bom
2-	Bom
3-	Tempo bom, embora algumas precisem de mais tempo e outras possam ser em menor tempo.
4-	É o suficiente.
5-	Acho que a distribuição de aulas da pela carga horária do componente curricular atende a abordagem esperada.
6-	Sim
7-	O tempo parece adequado, mas pode ser ajustado dependendo da complexidade das discussões e do nível de familiaridade dos alunos com os conceitos abordados.
8-	Suficiente. A ressalva é que no ambiente escolar imprevistos podem alterar a dinâmica e que posteriormente podem ser reestruturados.
9-	Bom, como foi mencionado nas questões anteriores, o tempo em sala de aula é bem relativo. Tudo depende do engajamento dos estudantes na sequência aplicada.
10-	Suficiente.
11-	Adequado

Fonte: A autora (2025) com os dados da pesquisa.

As respostas coletadas referente a questão 12<sup>a</sup> (Quadro 16), quanto a avaliação do tempo dedicado a sequência didática é relativamente boa, considerando a flexibilidade do planejamento e as possíveis adequações necessárias, que ficam a depender das características de cada docente e corpo discente.

Neste sentido, fica claro que o tempo pedagógico vai depender de como o professor abordará a temática e a complexidade da realidade de cada sala de aula em relação e familiaridade com o conteúdo estudado.

O planejamento nesse sentido, atua como roteiro a ser seguido, com tópicos bem definidos, dentre eles destacamos: tempo de aula, objetivos, eixo temático/ objeto de estudo, metodologia e avaliação (Leite, 2024).

Contudo, ressaltamos que o planejamento deve ser flexível para que adequações sejam feitas, visando a melhora do entendimento e a solidez do aprendizado.

**Quadro 17.** Respostas da Questão 13.

13 <sup>a</sup>	<b>Você se sente preparado(a) para aplicar o conhecimento sobre geometria molecular de forma contextualizada a partir da temática antioxidantes, após a sequência didática?</b>
1-	Sim
2-	Facilita bastante.
3-	Sim. Contextualizar o conteúdo com essa temática facilita por apresentar substâncias que possuem mais de uma geometria.
4-	A partir da utilização da sequência é possível sim em poucas aulas abordar a temática de maneira prática e interativa.
5-	Sim. A sequência oferece suporte teórico e prático suficiente para que professores contextualizem a geometria molecular com a temática antioxidantes.
6-	Acredito que seria importante ampliar o leque de informações a partir do material proposto. Porém o embasamento é suficiente para uma boa aula. Tudo depende do empenho e dedicação depositados em quem vai aplicar tal proposta.
7-	Sim. A sequência proposta me motivou muito
8-	Sim, a sequência didática é excelente

Fonte: A autora (2025) com os dados da pesquisa.

Com base nas respostas obtidas para a 13<sup>a</sup> pergunta (Quadro 17), consideramos que foram bastante favoráveis, quanto aos professores se sentirem preparados para aplicar os conhecimentos, sobre geometria molecular a partir da experiência obtida com a sequência didática.

Eles ressaltam que, a contextualização facilita a abordagem do conteúdo de geometria molecular, por tratar de uma temática, com substâncias que apresentam mais de uma geometria. Eles também relataram a motivação que sentiram a partir da análise da mesma.

Dentre as respostas, relataram a possibilidade de ampliar o leque de informações a partir do material proposto. Neste sentido, como já mencionamos antes, o planejamento e a execução do mesmo pode e deve ser flexíveis.

**Quadro 18.** Respostas da Questão 14.

14 <sup>a</sup>	A sequência didática atende às suas expectativas de direcionamento para o ensino de Geometria Molecular dos antioxidantes?
1-	Sim
2-	Sim, de acordo com a BNCC, é preciso proporcionar engajamento, tomada de decisão, iniciativa... e essa sequência didática traz tudo isto.
3-	Sim.
4-	Sim.
5-	Sim. Porque ela explora a temática de maneira que haja um esclarecimento aprofundado sobre os objetos de conhecimento.
6-	Falta abordar melhor os grupos funcionais
7-	Sim. A proposta aborda os conceitos esperados de forma contextualizada e utiliza metodologias que favorecem a aprendizagem significativa.
8-	Sim. De forma clara e objetiva levando-se em consideração o público-alvo da aplicação.
9-	Sim. Nas minhas aulas eu sempre utilizei o recurso de programa computacional para uma melhor visualização por parte dos estudantes. Mas, nunca utilizei uma contextualização para esse conteúdo, achei muito interessante utilizar os antioxidantes como tema para a contextualização.
10-	Sim, completamente.

Fonte: A autora (2025) com os dados da pesquisa.

A descrição das respostas referentes a questão 14<sup>a</sup> do questionário (Quadro 18), aponta que a sequência didática atende as expectativas, no que tange ao direcionamento para o ensino de geometria molecular dos antioxidantes.

Diante da análise deste produto educacional, alguns professores ressaltaram a forma como houve uma contextualização para abordagem da temática, bem como a utilização de metodologias que corroboram para aprendizagem significativa.

Justificamos, que não abordamos os grupos funcionais, pois este conteúdo é comumente abordado no 3º ano do ensino médio. Desta forma, nos restringimos ao conteúdo químico de geometria molecular, assunto este estudado no 1º ano do ensino médio, já que um de nossos objetivos referente a esta pesquisa, foi construir uma sequência didática sobre geometria molecular a partir dos antioxidantes.



Quadro 19. Respostas da Questão 15.

15 <sup>a</sup>	Você acredita que essa sequência didática pode ser aprimorada? Se sim, como?
1-	Sabemos que sempre podemos melhorar uma estratégia de ensino, seja com uma proposta de estudo de caso, com um experimento criativo, com uma competição de grupos... porém essa sequência foi muito bem contextualizada e com os conceitos e conteúdos bem claro, que seria muito fácil os estudantes compreenderem e amar a química.
2-	Acredito que os ajustes dependem da realidade de cada profissional dentro da sala de aula.
3-	Pode ser, dependendo do grupo de estudante.
4-	Tudo pode ser melhorado, mas para essa sequência didática, é preciso aplicá-la para verificar se o tempo e as atividades desenvolvidas foram realizados de forma exitosa, caso não sendo, deve se modificar.
5-	Sim, um material de aprofundamento para aqueles estudantes com perfil de exatas ou da área de saúde, caso haja interesse.
6-	Sim. Deixar mais claro como a sequência didática entra no currículo de Pernambuco. Adicionar o princípio da sala invertida pode ser mais uma proposta de aula. Pode ser inserida a parte plantas medicinais, fitoterapia.
7-	<p>Acredito que pode que está bom pode ser melhorado, algumas recomendações:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Incluir mais atividades experimentais simples. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimentos simples em laboratório, como testes de ação antioxidante, a medição do potencial antioxidante em alimentos, poderia enriquecer ainda mais o aprendizado.</li> </ul> </li> <li>2) Incorporar estudos de caso reais para reforçar a aplicabilidade dos conceitos.</li> <li>3) Disponibilizar materiais complementares, como artigos científicos simplificados, para enriquecer o debate.</li> <li>4) Ampliar o uso de gamificação. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acrescentar formulários do kahoot como formas de avaliação</li> <li>- Google Forms para fazer um levantamento de dúvidas dos estudantes</li> <li>- Adicionar mais elementos competitivos ou desafios baseados em gamificação pode tornar as atividades ainda mais atraentes</li> </ul> </li> </ol> <p>Na Aula 2, quando se fala em “atividade prática” da ideia que algo experimental, mas na verdade os estudantes irão fazer uma pesquisa. E se irão fazer uma pesquisa, seria interessante comentar como/onde eles irão fazer essa pesquisa, em sala, no celular, no laboratório de informática, na biblioteca, com todos os pontos que estão pra ser discutidos nessa aula 2, o tempo de 50min será mesmo suficiente?</p> <p>No mais, sua sequência está excelente e irei fazer uso da mesma em minhas aulas. Parabéns!</p>
8-	Sim, ampliando os conceitos através das referências bibliográficas.

**Quadro 19.** Respostas da Questão 15 (continuação).

<b>15<sup>a</sup></b>	<b>Você acredita que essa sequência didática pode ser aprimorada? Se sim, como?</b>
9-	Acredito que tudo que é desenvolvido pode ser aprimorado... é só olhar ao nosso redor... a sequência apresenta ótima estrutura...se existir a possibilidade da inclusão de vídeos curtos sobre a atuação dos antioxidantes no dia a dia poderia ser interessante. No mais o trabalho é excelente.
10-	Sim. Acredito que tudo o que realizamos pode ser melhorado! Uma sugestão seria incluir um momento com uma dinâmica em grupo, onde os estudantes pudessem trazer para a sala de aula alimentos consumidos por eles que contenham antioxidantes.
11-	Para mim está ótima.
12-	Sim. Depende do nível que é aplicado, no médio ou fundamental.

Fonte: A autora (2025) com os dados da pesquisa.

Em relação à descrição das respostas coletadas na questão 15<sup>a</sup> (Quadro 19), podemos considerar possíveis melhorias, mas que as mesmas, podem ser realizadas a depender de quem vai aplicá-la, vale ressaltar que, todo plano de aula pode e deve ser flexível para atender de forma mais ampla as necessidades e realidades dos educadores e dos educandos.

Neste sentido, consideramos que as sugestões feitas pelos colegas, foram bastante pertinentes, destacamos as dicas de utilização de: estudos de casos; atividades com experimentos simples; testes de ação antioxidante; medição do potencial antioxidante em alimentos; fazer uso de formulários do Kahoot® e Google Forms® como formas de atividades gamificada e avaliação. Pois, estas ações poderiam enriquecer o aprendizado.

Contudo acreditamos que a partir das respostas obtidas, esta sequência didática em análise foi bem avaliada e considerada um bom produto educacional, e que o mesmo pode ser facilmente replicado nas aulas de geometria molecular.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temática antioxidante nos abriu um leque de possibilidades para ser usada na contextualização do ensino de química. Reforçamos ainda, o quanto é importante para nós, professores da educação básica, nos utilizamos de métodos e metodologias que aproximem os conceitos científicos da realidade do aluno, para que de fato haja uma efetivação de novos conhecimentos.

Consideramos também a interdisciplinaridade que pode ser explorada através deste produto educacional, como por exemplo o estudo sobre a origem de alguns medicamentos e cosméticos que derivam de plantas medicinais, reconhecendo a importância das interações entre a química e a biologia na saúde humana (Perin, 2021).

Ressaltamos ainda que, o uso de metodologias ativas e os recursos digitais incluso na mesma, são ferramentas de suma importância para que, alunos sejam motivados, e se engajem nos seus respectivos processos de aprendizagem, desenvolvendo habilidades para além do ambiente escolar, como o senso crítico e responsável em busca de soluções de problemas reais.

Ademais, o produto educacional desenvolvido ao longo desta pesquisa, foi cuidadosamente planejado com um objetivo central de fornecer aos docentes de química e áreas afins um recurso didático que estimule nos estudantes uma reflexão crítica e profunda sobre geometria molecular a partir dos antioxidantes, assim como o incentivo a prática de uma alimentação saudável.

Desta forma, buscamos incentivar o olhar científico dos assuntos expostos, para que o discente saiba identificar as características das geometrias moleculares, bem como, os tipos de ligações químicas observadas em cada estrutura estudada.

Em relação a avaliação da sequência didática por professores da área, podemos aferir que a mesma foi bem avaliada quanto produto educacional a ser implementado nas aulas de geometria molecular.

## REFERÊNCIAS

- ATKINS, P.W.; PAULA, J. D. **Physical Chemistry**. 8. ed. Oxford: Oxford University Press, 2009.
- BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso Editora, 2018.
- BENDARY, E.; FRANCIS, R. R.; ALI, H. M. G.; SARWAT, M. I.; EL HADY, S. Antioxidant and structure-activity relationships (SARs) of some phenolic and anilines compounds. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 58, p. 173–181, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: [https://basenacionalcomum.mec.gov.br/8-versaofinal\\_site.pdf](https://basenacionalcomum.mec.gov.br/8-versaofinal_site.pdf). Acesso em: 23 jun. 2025.
- BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: a ciência central**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- CAMARGO, F.; DAROS, T. A. **A sala de aula inovadora-estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo**. Porto Alegre: Penso Editora, 2018.
- CARR, A. C.; MAGGINI, S. Vitamin C and immune function. **Nutrients**, [s. l.], v. 9, n. 11, p. 1211, 2017.
- CASTELLANO, G.; MEDIALDEA, J.; TORRENS, F. Classification of phenolic compounds by chemical structural indicators and its relation to antioxidant properties of Posidonia Oceanica (L.) Delile. **Communications in Mathematical and in Computer Chemistry**, [s. l.], v. 67, n. 1, p. 231-250, 2012.
- CONECTE, Q. **Caderno de revisão**. São Paulo: Saraiva, 2014. p. 175.
- CORREIA, K. K.; SANTOS, C. M.; SILVA, I. P.; RAIMUNDO L. H. **Estratégia de ensino da ação antioxidante da vitamina c na escola estadual PIO XII no município são Caetano-PE**. Anais V CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/47329>. Acesso em: 14 abr 2025.
- CRAVEIRO, A. C. Ligação Covalente. In: CRAVEIRO, A. C. **Química Geral e Orgânica**. 1. ed. Fortaleza: RDS Editora, 2016. p. 98.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3 ed. Porto Alegre: ARTMED, 2007.
- FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & produção**, São Carlos, v. 17, p. 421-431, 2010.
- GALLO, S. A. *et al.* Metodologias ativas e tecnologia na educação. **Revista Ilustração**, São

Paulo, v. 5, n. 1, p. 27-36, 2024.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2010

GONÇALVES, A. P. **Um panorama sobre a utilização de ferramentas digitais como mediadoras da aprendizagem de “Química Orgânica” na educação básica**. 2025.

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização Método e Técnicas de Ensino - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2025.

GONCALVES, J. P. *et al.* Conhecimento dos Alunos e a Avaliação e uma Sequência Didática sobre Radicais Livres, Antioxidantes e Compostos Fenólicos no Ensino Básico. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 02-08, 2024.

KURZ, D. L. *et al.* A metodologia dicamba e a contextualização no ensino de química. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 230-245, 2022.

LEITE, B. S. Análise da inteligência artificial ChatGPT na proposição de planos de aulas para o ensino da química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [s. l.], v. 23, n. 3, p. 473-497, 2024.

LEWARS, E. G. **Computational Chemistry: Introduction to the Theory and Applications of Molecular and Quantum Mechanics**. 2. ed. New York: Springer, 2011.

LOBO, V.; PATIL, A.; PHATAK, A.; CHANDRA, N. Free Radicals, Antioxidants and Functional Foods: Impact on Human Health. **Pharmacognosy Reviews**, [s. l.], v. 4, n. 8, p.118–126, 2010.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; SILVA, C.B; LORETO, E. L. S. Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 1-8, 2018.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARMITT, D. J. *et al.* Oficinas de Biotecnologia para o Ensino Médio: Antioxidantes, a Fonte da juventude? **Revista de Ensino de Bioquímica**, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 46-56, 2016.

MANZAR, A. *et al.* Implicações terapêuticas do ácido cafeico no câncer e em doenças neurológicas. **Frontiers in oncology**, [s. l.], v. 12, p. 860508, 2022.

MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. *In*: BOERSMA, K. *et al.* (Ed.). **Research and quality of science education**. Dordrecht: Springer, 2005. p. 195-207.

MILL, D. **Reflexões sobre aprendizagem ativa e significativa na cultura digital**. São Carlos: SEaD-UFSCar, 2021.

MOTA, A. R.; ROSA, W. C. T. da. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. **Revista Espaço Pedagógico**, Passo Fundo, v. 25, n. 2, p. 261-276, 2018.

NOBRE, T. S. **Perfil antioxidante de ácidos fenólicos naturais com potencial aplicação em emulsões cosméticas**. 2019. Trabalho de conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2019.

OLIVEIRA, A. C. de; VALENTIM, I. B.; GOULART, M. O. F.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; TREVISAN, M. T. S. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p.689 -702, 2009.

OLIVEIRA, D. C. B. de. Reflexões sobre aprendizagem ativa e significativa na cultura digital. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 23, p. 234-346, 2022.

OLIVEIRA, A. A.; GUIMARÃES, A. R.; VIANNA, C. A. F. J. Ensino de geometria molecular utilizando software: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa. **Revista Ciências & Ideias**, Rio de Janeiro, v. 1, p. e24152444-e24152444, 2024.

OLIVEIRA, J. P. C.; PASCHOAL, C. R. S.; SILVA PASCHOAL, P. D. F. Metodologias Alternativas no Ensino de Química: O Uso do Software Avogadro para Compreensão de Propriedades Químicas no Ensino Superior. **Revista Virtual de Química**, São Paulo, v. 17, n. 1, 2025.

ÓRFÃO, L. G.; ALVIM, M. H. Análise da perspectiva sobre a contextualização no ensino de química e a ruptura com o paradigma positivista. **Revista Brasileira de Ensino Superior**, Rio Grande do Sul, v. 6, n. 1, p. 39-54, 2022.

PARTYKA, R. B; LIMA, C. E.; LANA, J. Quanto tempo destinar para as discussões ao ensinar com casos para ensino? **Administração: Ensino e Pesquisa**, [s. l.], v. 22, n. 3, p. 1-19, 2021.

PERIN, A. L. B. **Interdisciplinaridade entre química e biologia**: uma proposta de sequência didática entre fisiologia vegetal e cromatografia. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vila Velha, 2021.

PISOSCHI, A. M.; POP, A. O papel dos antioxidantes na química do estresse oxidativo: uma revisão. **Revista Europeia de Química Medicinal**, [s. l.], v. 97, p. 55-74, 2015.

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MARTINS, T. L. C. A evolução da química computacional e sua contribuição para a educação em Química. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 9, n. 12, p. 13–22, 2013.

ROSSI, M. *et al.* Refletindo sobre o ensino tradicional: uma revisão narrativa. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar**, v. 5, n. 3, p. e535088-e535088, 2024.

SANTOS, G. M. *et al.* Uso de recursos educativos digitais por educadores das séries iniciais do ensino fundamental. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Minas Gerais, v. 27, n. 2, p. 355-376, 2022.

SANTOS, A. C. L.; CIRINO, M. M. Ensino de Geometria Molecular com app de simulação digital: possíveis contribuições para uma aprendizagem significativa. **Ensino e**

**Multidisciplinaridade**, Maranhão, v. 5, n. 2, p. 36-52, 2019.

SANTOS, A. C. L. **Ensino de geometria molecular com aplicativo de simulação digital: possíveis contribuições para uma aprendizagem significativa**. 2024. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

SILVA, E. L. **Contextualização no ensino de química: ideias e proposições de um grupo de professores**. 2007. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ensino de Ciências) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SILVA, E. P. *et al.* O papel dos compostos fenólicos no metabolismo e seu potencial antioxidante. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 11, n. 10, p. e297111031750-e297111031750, 2022.

SILVA, F. C. de M. **Proposta de sequência didática sobre a função álcool orgânico com foco na prevenção do uso abusivo de bebidas alcoólicas: análise a partir de aspectos da Teoria da Atividade de Leontiev**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Departamento de Química, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.

SILVA, K. S.; CORREIA, P. R. M. Estratégia para identificar erros conceituais de química: incompreensões em torno da aprendizagem de geometria molecular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, p. e42082-21, 2023.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M.G.B. **Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais**. Seminário de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-681, 2010.

SILVA, M. E.; JÚNIOR, G. G. Interdisciplinaridade na investigação dos princípios do STEM/STEAM education: definições, perspectivas, possibilidades e contribuições para o ensino de química. **Scientia naturalis**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 1-12, 2019.

SIQUEIRA, N. K; CASTRO, N. P. Novas tecnologias digitais no ensino de química orgânica. **ARACÊ**, Espírito Santo, v. 6, n. 4, p. 17474-17488, 2024.

SOARES, da S. K.; SILVA, da F. L. Neurociência e educação: estratégias multissensoriais para a aprendizagem de geometria molecular. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 26, n. 1, 2021.

SOUSA, J. A.; IBIAPINA, B. R. S. Contextualização no Ensino de Química e suas Influências para a Formação da Cidadania. **Revista Ifes Ciência**, Espírito Santo, v. 9, n. 1, p. 01-14, 2023.

SCARPIN, E. J. *et al.* Aprendizagem que inspira: metodologias ativas em ação. **ARACÊ**, Espírito Santo, v. 7, n. 2, p. 7892-7909, 2025.

SCOTTI, L.; SCOTTI, M. T.; CARDOSO, C.; PAULETTI, P.; CASTRO-GAMBOA, I.; BOLZANI, V. S.; VELASCO, M. V. R.; MENEZES, C. M. de S.; FERREIRA, E. I.

Modelagem molecular aplicada ao desenvolvimento de moléculas com atividade antioxidante visando ao uso cosmético. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 153–166, 2007.

SHRIVER, D. F.; ATKINS, P.W. **Química inorgânica**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

SHAHIDI, F.; AMBIGAIPALAN, P. Fenólicos e polifenólicos em alimentos, bebidas e especiarias: Atividade antioxidante e efeitos na saúde – Uma revisão. **Journal of functional foods**, [s. l.], v. 18, p. 820-897, 2015.

UGALDE, M. C. P; ROWEDER, C. Sequência didática: uma proposta metodológica de ensino-aprendizagem. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Amazonas, v. 6, p. e99220-e99220, 2020.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. da; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química nova na escola**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.



## ANEXO A – PRODUTO EDUCACIONAL



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO PRÓ-REITORIA DE  
PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL  
EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL



Jakline Maria Alves Soares da Silva

## PRODUTO EDUCACIONAL

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE  
ANTIOXIDANTES A PARTIR DO USO DE  
METODOLOGIAS ATIVAS**

The diagram illustrates a didactic sequence on antioxidants using active methodologies. It begins with a puzzle of four colored pieces (blue, red, yellow, green) being assembled by people. This leads to a chemical diagram showing an 'Antioxidante' (Antioxidant) reacting with a 'Radical livre' (Free radical). The diagram shows the antioxidant donating an electron to the free radical, neutralizing it. This process is then linked to a group of people silhouettes, representing the application of active methodologies in the classroom.

Recife  
2025

## SUMÁRIO

### 1. APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

#### 1.1. Objetivo Geral

#### 1.2. Objetivo específico

### 2. INTRODUÇÃO AOS ANTIOXIDANTES

#### 2.1. Plano de aula 1

#### 2.2. Slides da aula 01

### 3. EXPLORANDO ANTIOXIDANTES

#### 3.1. Plano de aula 2

#### 3.2. Slides da aula 02

### 4. ESTRUTURA MOLECULAR DOS ANTIOXIDANTES: ÁCIDO ASCÓRBICO E ÁCIDO CAFEICO.

#### 4.1. Plano de aula 3

#### 4.2. Slides da aula 03

### 5. ESTRUTURA MOLECULAR DOS ANTIOXIDANTES

#### 5.1. Plano de aula 4

#### 5.2. Slides da aula 04

### 6. SUGESTÃO DE QUESTIONÁRIOS

### 7. SUGESTÃO DE PRÁTICA EXPERIMENTAL

### 8. DIRECIONAMENTO DE COMO APLICAR A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

## APRESENTAÇÃO

### **Uma sequência didática sobre antioxidantes a partir do uso de metodologias ativas**

Este produto trata de uma sequência didática sobre a temática antioxidantes a partir do uso de metodologias ativas, elaborada com base na aprendizagem significativa tendo como suporte a contextualização, visando contribuir para construção e efetivação de conceitos químicos ligados a geometria molecular e distância de ligações, tomando como subsídio o arranjo molecular dos antioxidantes. O tema se mostra bastante relevante no que tange possíveis contribuições para o ensino de química, considerando que a contextualização alinhada às estratégias didáticas, possam traçar novos caminhos que propiciem uma aprendizagem efetiva integrando conhecimento empírico e científico, para formação interdimensional dos estudantes do ensino médio.

A temática antioxidantes é bem rica e pode levar a vários direcionamentos, além de ser um conhecimento necessário para a promoção de saúde e do bem estar, pois ao contextualizar determinados assuntos a partir do tema antioxidantes, como por exemplo: o que são antioxidantes, quais as principais fontes, os benefícios que os mesmo promove no organismo, geometria molecular do ácido cafeico, distância de ligação do ácido ascórbico, etc., eleva o leque de importância e corroboração para ações atitudinais que visa além do conhecimento uma melhora na qualidade de vida.

Ao alinharmos a temática proposta de forma contextualizada, tendo como suporte o uso de metodologias ativas, para que o estudante seja protagonista e ativo no seu processo de aprendizagem, com a finalidade de desenvolver a percepção da proximidade que existe entre os conceitos químicos e o cotidiano, traçando uma melhor compreensão por parte dos mesmos, considerando que estes possam linkar os conhecimentos prévios aos novos conhecimentos de forma significativa, tomando como ponto de partida a sensação de pertencimento ao que está sendo exposto e vivenciado nas aulas de química, trará contribuições valiosas para além da sala de aula, vislumbramos como o exemplo a formação de cidadãos críticos, esclarecidos e bem posicionados, conhecedores do seu papel no meio a qual está inserido.

Neste sentido, de acordo com Méheut (2005), devemos considerar duas dimensões que permeiam toda sequência didática e são elas: Epistemológica ligada ao conhecimento científico e pedagógica ligada ao papel do professor e as interações no meio que o permeia. Pois ao longo da vida adquirimos diversos tipos de conhecimentos, porém com a ausência da prática, a percepção da aplicabilidade destes discutidos em sala de aula são perdidas ao longo dos anos. Para que haja uma efetivação e compreensão dos mesmos, é necessário que o planejamento das aulas e todo os processos de sua elaboração sejam flexíveis e bem analisados.

Neste sentido, consideramos para construção da sequência didática o modelo metodológico 5E, por se tratar de um modelo centrado no aluno, que enfatiza a construção ativa do conhecimento pelos alunos através de experiências e reflexões. Descrevemos na tabela a seguir as cinco fases do modelo 5E.

**Tabela 1.** As cinco fases do modelo 5E.

Engajamento	Apresentação inicial do tema aos alunos, de forma motivadora;
Exploração	Aprofundamento por parte do estudante nas questões fundamentais, a partir da relação com outros contextos;
Explicação	O professor apresenta novos elementos aos alunos, relacionados principalmente ao conhecimento científico;
Elaboração	Deve ocorrer a construção do conhecimento por parte dos estudantes;
Avaliação (Evaluation, em inglês)	Avalia a construção realizada pelo aluno.

Considerando o supracitado, este produto é composto por quatro aulas planejadas com tema, objetivos, conteúdos, metodologias e avaliação. Com sugestões de slides, vídeos, e programa computacional para atividades práticas sobre as moléculas estudadas. Desse modo, a sequência didática é apresentada de forma sistemática a seguir.

### Sequência Didática

#### Objetivo Geral:

Compreender sobre o que são antioxidantes e relacionar as propriedades eletrônicas dos antioxidantes e seus efeitos na saúde.

**Objetivo Específicos:**

- Identificar fontes de antioxidantes na alimentação;
- Explorar os benefícios dos antioxidantes para o organismo;
- Explorar a estrutura molecular de diferentes antioxidantes.

Público-Alvo: Alunos do Ensino Médio.

Duração: 4 aulas.

**Aula 1: Introdução aos Antioxidantes**

**Tempo: 50 min.**

1º momento	Apresentação da temática
Conteúdos	O que são Antioxidantes e quais os benefícios do mesmo para saúde;
Situação didática	Vídeos didáticos e debates.  Links: <a href="#">Os efeitos da beterraba no coração, cérebro e exercício</a> <a href="#">Antioxidantes são fundamentais para o bem-estar</a>
Procedimento metodológico	Aula expositiva e dialogada; Exposição de conteúdo.
Avaliação	Avaliação processual

**SLIDES DA AULA 1**

# Aula 1



# ANTIOXIDANTES



## O que são Antioxidantes?

Quais os benefícios que os antioxidantes trazem para a saúde?



**Acesse aos  
links para  
mais  
informações**

### O que são Antioxidantes?

<https://www.youtube.com/watch?v=RcWR84wAt6sr>



### Benefícios do consumo de antioxidantes

[https://www.youtube.com/watch?v=dTlj\\_nhl9Zk](https://www.youtube.com/watch?v=dTlj_nhl9Zk)



## Dialogando sobre o objeto de conhecimento



### Aula 2: Explorando Antioxidantes

**Tempo: 50 min.**

Tipos de Antioxidantes

Recapitulação da aula anterior.

Exploração mais detalhada dos tipos de antioxidantes (vitaminas C e E, carotenoides, flavonoides, etc.).

Atividade prática: pesquisa em grupo sobre os diferentes tipos de antioxidantes e suas funções no corpo humano.

Debate em grupo, direcionado pela pergunta norteadora:

Como podemos incorporar mais antioxidantes na nossa alimentação diária?

2º momento	Aprofundamento de acordo com a temática
Conteúdos	Quais são as principais fontes de antioxidantes. Como elevar o nível de consumo de antioxidantes de forma saudável.
Situação didática	Pesquisa direcionada sobre os diferentes tipos de antioxidantes e que funções



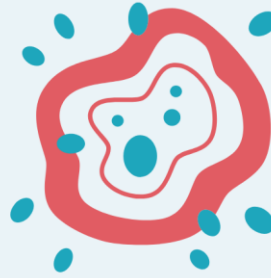
	desempenham
Procedimento metodológico	Estudo dirigido Diálogo e pesquisa
Avaliação	Aplicação de questionário

## **SLIDES DA AULA 2**



## Antioxidantes

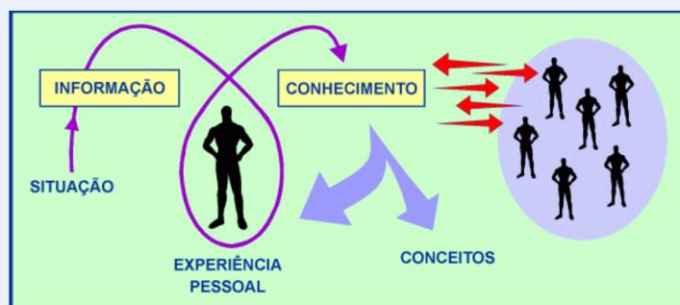
- São substâncias que ajudam a proteger as células do corpo contra os danos causados por radicais livres, que são moléculas instáveis e altamente reativas.



**Pesquise sobre quais são as principais fontes de antioxidantes?**



## Vamos de atividade!



### Aula 3: Estrutura Molecular dos Antioxidantes: Ácido Ascórbico e Ácido Cafeico

**Tempo: 50 min.**

Apresentação da estrutura molecular dos ácidos ascórbico e ácido cafeico;

Análise do arranjo espacial dos antioxidantes em estudo;

Atividade prática: análise de rótulos de alimentos para identificar a presença de antioxidantes e discutir seu papel na dieta.

Debate em grupo: norteado a partir das características e semelhanças e singularidades das geometrias moleculares estudadas.

3º momento	Aprofundamento da temática Antioxidante alinhado aos conceitos de Geometria molecular
Conteúdos	Geometria Molecular do Ácido ascórbico e do Ácido cafeico
Situação didática	Exposição e vivência do conteúdo com suporte de Slide e datashow
Procedimento metodológico	Estudo dirigido Diálogo e pesquisa

Avaliação

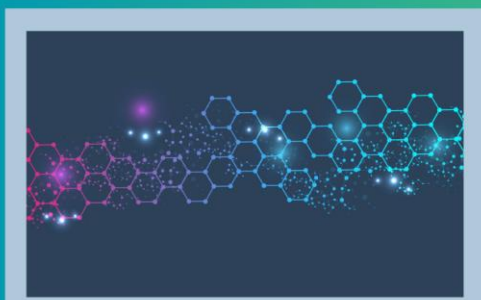
Atividade gamificada

**SLIDES DA AULA 3**

## Aula 3



## Geometria Molecular



Geometria molecular é o estudo da forma tridimensional das moléculas, ou seja, como as moléculas se orientam no espaço. Determinada pela disposição espacial dos átomos que as compõem. A forma de uma molécula influencia diretamente suas propriedades físicas e químicas, incluindo polaridade, reatividade, estado físico, cor e atividade biológica.

## Principais geometrias moleculares

Geometria Linear: 

Geometria angular: 

Geometria trigonal: 

Geometria piramidal: 

## Principais geometrias moleculares

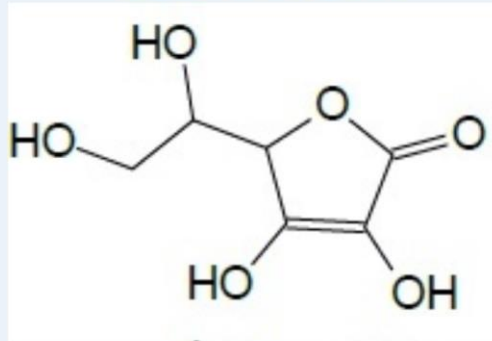
Geometria tetraédrica: 

Geometria bipiramidal: 

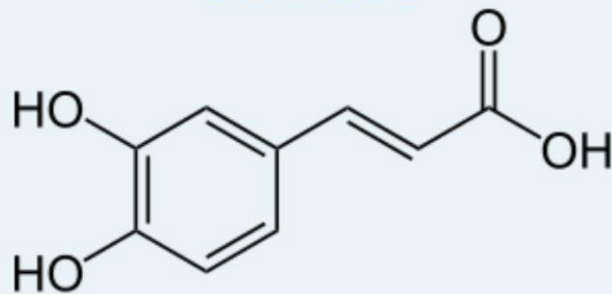
Geometria octaédrica: 



## Estrutura molecular do ácido ascórbico



## Estrutura molecular do ácido cafeico



## Vamos de atividade!



### Aula 4: Estrutura Molecular dos Antioxidantes

**Tempo: 50 min.**

Exploração da estrutura molecular de diferentes antioxidantes, incluindo compostos como, vitamina E, carotenoides e flavonoides.

Discussão sobre como as ligações químicas e a distribuição de elétrons na molécula influenciam suas propriedades antioxidantes.

4º momento	Pesquisa e análise das estruturas de diversos antioxidantes
Conteúdos	Estruturas molecular de diversos antioxidantes
Situação didática	Aula prática de recriar as moléculas de alguns antioxidantes com uso química computacional
Procedimento metodologico	Uso de software e programas linkados a química computacional
Avaliação	Atividade prática de simular geometria molecular de alguns antioxidantes, a partir do simulador <u>PHET</u> fazendo comparações com a literatura científica.
Link do programa PHET	<a href="https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/</a>

	build-a-molecule
--	------------------

### SLIDES DA AULA 4

## Aula 4



## Química Computacional





## Química Computacional

A Química Computacional ou modelagem molecular, é uma série de técnicas utilizadas na investigação de problemas químicos em um computador. A partir do uso de objetos digitais linkadas a química computacional é possível desenhar estruturas moleculares de diversos compostos.



A partir do uso de objetos digitais, pesquise a geometria molecular dos antioxidantes listado a seguir.

**vitamina E**

- Tocoferóis
- Tocotrienóis

**Minerais**

- Selênio
- Zinco

**Fitoquímicos**

- Flavonoides
- Polifenóis
- Carotenoides

## **Vamos de atividade!**



**Utilize o simulador PHET para redesenhar as moléculas pesquisadas, fazendo comparação com a literatura científica.**

### **link de acesso ao simulador:**

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/molecule-shapes](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/molecule-shapes)

### **Sugestão de Questionário sobre Antioxidantes**

Questão 1- O que são antioxidantes e qual é a sua principal função no organismo?

Questão 2- Cite três exemplos de alimentos ricos em antioxidantes e explique como eles ajudam a combater os radicais livres.

Questão 3- Explique a diferença entre antioxidantes naturais e sintéticos. Quais são as vantagens e desvantagens de cada um?

Questão 4- Qual é o papel da vitamina C como antioxidante? Como ela se comporta no organismo?

Questão 5 - Descreva como os antioxidantes podem influenciar o processo de envelhecimento e o desenvolvimento de doenças crônicas.

XX

### **Sugestão de Questionário sobre Geometria Molecular**

Questão 1- O que é geometria molecular e por que é importante para entender as propriedades das moléculas?

Questão 2- Explique o modelo VSEPR (Teoria da Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência) e como ele ajuda a prever a geometria de uma molécula.

Questão 3- Qual é a geometria molecular da água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e como essa geometria influencia suas propriedades físicas?

Questão 4- Dê um exemplo de uma molécula com geometria linear e descreva suas características.

Questão 5- Como as forças intermoleculares estão relacionadas à geometria molecular? Explique com um exemplo.

XX

### **Sugestão de Prática Experimental**

## Determinação de Vitamina C em Alimentos

Objetivo: O enfoque agora é determinar a quantidade de vitamina C em diferentes tipos de alimentos através do teste do complexo iodo-amido.

### Materiais

- 1 colher de chá de amido de milho
- 1 comprimido efervescente de 1g de Vitamina C;
- Tintura de iodo a 2% (comercial);
- Sucos de frutas variados;
- 5 Seringas descartáveis;
- 1 fonte de calor (aquecedor, lamparina);
- 6 béquer de vidro (ou copos);
- 1 Conta-gotas-Gotas;
- 1 Garrafa de refrigerante de 1L;
- 1 recipiente de vidro de 500ml (meio litro).

### Procedimentos

A) Prepare a mistura de amido de milho com água do seguinte modo: Aqueça 200ml (mais ou menos um copo) de água num recipiente com capacidade para meio litro. Aqueça até 50°C (verifique a temperatura com termômetro). Em seguida, adicione 1 colher de chá de amido de milho na água aquecida. Agite bastante até que adquira a temperatura ambiente.

B) Prepare uma solução de vitamina C. Em uma garrafa de refrigerante de 1L adicione mais ou menos meio litro de água filtrada. A seguir adicione um comprimido de vitamina C. Agite e complete com água até atingir um litro.

C) Numere 6 copos de vidro e coloque em cada um deles 20mL da mistura de (amido +água).

D) No copo 2 adicione 5 mL da solução de vitamina C.

E) Nos copos 3, 4, 5 e 6 adicione 5 ml de cada suco disponível.

F) A seguir, pingue, gota a gota, a solução de iodo no copo 1, agitando até que apareça a coloração azul. Anote o número de gotas.

G) Repita o procedimento nos outros copos e anote os resultados.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

## DIRECIONAMENTO DE COMO APLICAR A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Inicialmente a temática antioxidantes pode ser apresentada através da exibição de dois vídeos disponíveis nos links: ([https://www.youtube.com/watch?v=dT1j\\_nhI9Zk](https://www.youtube.com/watch?v=dT1j_nhI9Zk)) e (<https://www.youtube.com/watch?v=RcWR84wAt6s>), com o objetivo de despertar os estudantes sobre a relevância dessa temática na promoção da saúde e do bem estar. Os respectivos vídeos relatam sobre os que são antioxidantes, fazendo referências a algumas fontes naturais de antioxidantes e os benefícios dos mesmo para melhoria da saúde e estética.

Após a exposição dos vídeos, os estudantes serão instigados a fazerem pesquisa de forma direcionada com a finalidade de encontrar respostas sobre as seguintes questões: Quais alimentos do seu cotidiano são fontes naturais de antioxidantes? Exemplos de diferentes tipos de antioxidantes; Listagem de suas respectivas funções no corpo humano. Em seguida, pode ser compartilhada as ideias a partir das respostas obtidas através da pesquisa.

Dando seguimento, pode ser abordado o conteúdo geometria molecular, direcionando os conceitos de forma aplicável na observação dos arranjos de alguns antioxidantes previamente estudados, com a pretensão de que os alunos se mantenham engajados, é possível a aplicação de um questionário dinâmico fazendo uso da metodologia ativa gamificação.

Sequencialmente pode se realizar aulas práticas de desenhar as geometrias moleculares de alguns antioxidantes, tendo como suporte a química computacional, destacamos as ferramentas PhET e Mol view®, por se tratarem de plataformas gratuitas e de fácil manuseio, que contemplam esses conteúdos químicos.

O processo avaliativo é processual, analisando e pontuando a autonomia, envolvimento, desenvolvimento de conhecimentos por parte dos alunos.

A instrumentalização ocorrerá por meio de aulas expositivas e dialogadas, fazendo uso de Metodologias Ativas e Química computacional, na explanação e vivências dos conceitos de geometria molecular, destacando a Teoria da Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência e o ângulo de ligação

sobre a temática Antioxidantes.

Por fim, considerando o que prioriza a BNCC, ao que se refere ao ensino de química associado a práticas e investigação científica para promoção do estudante como protagonista

no processo de aprendizagem, destacamos alguns segmentos que podem vir a ser trabalhados dentro desta temática: agricultura familiar; produção de alimentos orgânicos e o uso de fertilizantes.