



UNIDADE DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA

**EXPLORANDO A ISOMERIA:  
COMPREENDENDO A  
ESTRUTURA E  
PROPRIEDADES DAS  
SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS**

**JÉSSICA NEVES DE SOUZA  
JOSÉ BENTO SUART JÚNIOR**

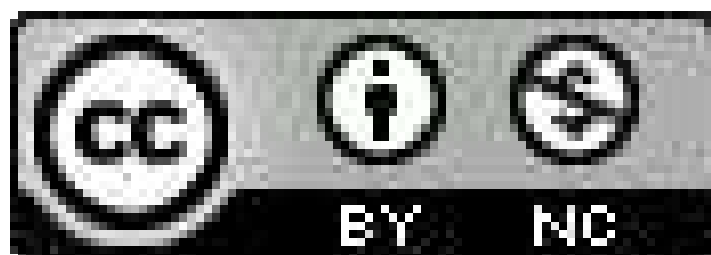
JÉSSICA NEVES DE SOUZA  
JOSÉ BENTO SUART JÚNIOR

**EXPLORANDO A ISOMERIA:  
COMPREENDENDO A  
ESTRUTURA E  
PROPRIEDADES DAS  
SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Londrina

2025



Este material está licenciado sob a Licença Creative Commons Atribuição–NãoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).



JESSICA NEVES DE SOUZA

**O ENSINO DE ISOMERIA A PARTIR DE UMA UNIDADE DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA: DIÁLOGO ENTRE ESTUDO DE CASO E O KAHOOT!**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Ciências Humanas, Sociais E Da Natureza da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ensino, Ciências E Novas Tecnologias.

Data de aprovação: 12 de Setembro de 2025

Dr. Jose Bento Suart Junior, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Natalia Neves Macedo Deimling, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Vagner Antonio Moralles, Doutorado - Unesp - Iq Instituto de Química de Araraquara

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 12/09/2025.

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>CARTA AO PROFESSOR.....</b>	<b>5</b>
<b>A UDM.....</b>	<b>6</b>
SEQUÊNCIA DIDÁTICA 1 - ISOMERIA PLANA.....	11
Aula 1 - Primeiras Ideias.....	12
Aula 2 - Isomeria de Cadeia.....	14
Aula 3 - Isomeria de Posição.....	16
Aula 4 - Isomeria de Função e Metameria.....	18
Aula 5 - Tautomeria.....	20
Aula 6 - Conectando Conceitos.....	23
SEQUÊNCIA DIDÁTICA 2 - ISOMERIA GEOMÉTRICA.....	24
Aula 7 - Introdução à Isomeria Geométrica.....	25
Aula 8 - Isomeria Geométrica.....	27
Aula 9 - Construindo Estruturas.....	29
Aula 10 - Conectando Conceitos.....	31
SEQUÊNCIA DIDÁTICA 3 - ISOMERIA ÓPTICA.....	32
Aula 11 - Introdução à Isomeria Óptica.....	33
Aula 12 - Enantiômeros e Atividade Óptica.....	35
Aula 13 - Modelagem de Compostos Quirais.....	37
Aula 14 - Diastereoisômeros.....	39
Aula 15 - Aplicações da Isomeria Óptica.....	40
Aula 16 - Do Problema à Solução.....	42
<b>ORIENTAÇÕES PARA REPLICAÇÃO DA UDM.....</b>	<b>43</b>
<b>METODOLOGIAS E ESTRATÉGIAS.....</b>	<b>45</b>
<b>CONVITE AO PROFESSOR.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>50</b>
Apêndice A - Questões no Kahoot! e Wordwall.....	51
Apêndice B - Modelo de Kortland.....	52
Apêndice C - Estudo de Caso.....	53
Apêndice D - UDM.....	55

# APRESENTAÇÃO

Planejar o ensino de Química significa lidar com conteúdos complexos e com a realidade da sala de aula. A isomeria é um exemplo claro. Esse tema exige compreender estruturas e relacionar forma e propriedades, mas costuma ser trabalhado de modo abstrato. Muitas vezes fica restrito à memorização de fórmulas e regras de nomenclatura. Essa forma de abordagem gera dificuldade de entendimento e favorece o desinteresse dos estudantes. Superar esse cenário exige planejamento cuidadoso e metodologias que aproximem teoria e prática. Essa é a proposta da Unidade Didática Multiestratégica (UDM) aqui apresentada. Elaborada no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza (PPGEN/UTFPR), a UDM articula ensino por investigação, estudo de caso e gamificação, integrando recursos digitais e atividades práticas como simuladores em 3D e modelos moleculares. O foco é o ensino de isomeria para turmas da 3ª série do Ensino Médio, explorando a relação entre estrutura molecular e propriedades das substâncias químicas. A proposta foi estruturada em três Sequências Didáticas (SDs) – isomeria plana, geométrica e óptica – organizadas de forma progressiva, favorecendo tanto a aprendizagem conceitual quanto o desenvolvimento de competências argumentativas e investigativas. Mais do que um conjunto de planos de aula, este material deve ser entendido como um guia flexível. O professor é convidado a recriar, adaptar e enriquecer as estratégias propostas, considerando o perfil da turma, os recursos disponíveis e o tempo destinado. O que se oferece aqui não é um modelo engessado, mas uma base de apoio que busca estimular a reflexão e a autonomia docente, em sintonia com as orientações curriculares (PCN+ e BNCC) e com as condições concretas da escola. O diferencial desta proposta está na integração entre situações-problema e metodologias ativas. As atividades não se limitam a revisar conteúdos, mas desafiam os estudantes a propor hipóteses, analisar informações, construir explicações e elaborar soluções, culminando na produção de cartas-resposta fundamentadas cientificamente. Nesse percurso, a gamificação (Wordwall e Kahoot!) aparece como recurso para ampliar a motivação e consolidar o aprendizado em momentos-chave, sem perder de vista a intencionalidade pedagógica.

# CARTA AO PROFESSOR

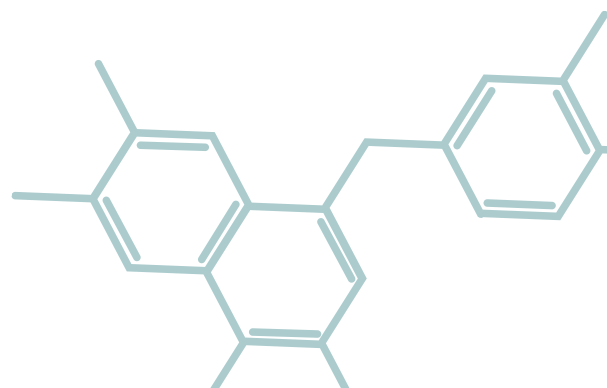
Caro(a) professor(a),

Este manual foi elaborado para apoiar sua prática docente. Ele apresenta uma proposta organizada em sequências de aulas que tratam da isomeria de forma crítica, contextualizada e interdisciplinar. O material não pretende engessar o trabalho, mas oferecer caminhos possíveis que podem ser recriados conforme as necessidades da turma e as condições da escola.

Alguns pontos importantes para a aplicação:

- Concepções prévias e obstáculos dos estudantes: valorizar as falas espontâneas e utilizá-las como ponto de partida para a construção coletiva do conhecimento.
- Cuidados didáticos: evitar simplificações que reforcem equívocos conceituais, dando preferência a exemplos claros e a situações reais do cotidiano.
- Adaptação do tempo e recursos: ajustar a proposta ao número de aulas disponíveis e aos materiais acessíveis, sem perder de vista os objetivos centrais.
- Avaliação formativa: observar não apenas os resultados finais, mas também os processos de participação, argumentação e evolução conceitual dos estudantes.

Este manual é um convite à recriação. Use-o como guia, mas sinta-se à vontade para transformá-lo em algo próprio, adaptando, ampliando e ressignificando cada atividade em benefício da aprendizagem de seus alunos.



# A UDM

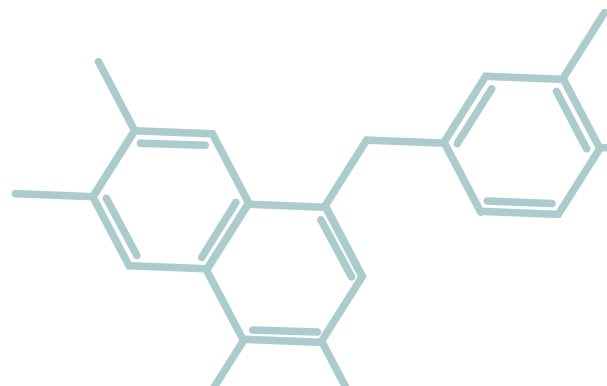
A Unidade Didática Multiestratégica (UDM) apresentada neste trabalho foi elaborada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza (PPGEN/UTFPR). O foco está no ensino de isomeria na 3ª série do Ensino Médio, reunindo diferentes estratégias de ensino e avaliação.

A proposta responde à questão investigada na pesquisa: de que modo uma UDM, organizada a partir do Ensino por Investigação e articulada ao Estudo de Caso e à gamificação, pode contribuir para o aprendizado de Química no Ensino Médio?

O planejamento tomou como referência os documentos curriculares (PCN+ e BNCC), além do contexto escolar, das condições disponíveis e dos conhecimentos prévios dos estudantes.

A metodologia combina Ensino por Investigação, Estudo de Caso e Gamificação, associando atividades práticas e recursos digitais. O Ensino por Investigação orienta a formulação de hipóteses, a análise de dados e a construção coletiva de explicações. O Estudo de Caso introduz situações reais ou simuladas que mobilizam a aplicação dos conceitos de isomeria (textos completos disponíveis no Apêndice D). A gamificação, com o uso de ferramentas como Kahoot! e Wordwall, amplia a participação dos estudantes e oferece momentos de revisão interativa (questões de apoio no Apêndice A).

O uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) também faz parte da proposta, destacando-se o MolView como simulador para a visualização de estruturas em três dimensões e a montagem de modelos moleculares com isopor e palitos, que favorecem o raciocínio espacial.



# A UDM

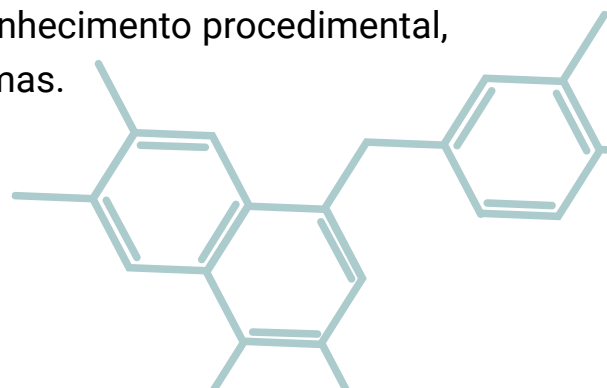
A UDM foi organizada em três Sequências Didáticas (SDs), que avançam de forma progressiva:

- SD1 – Isomeria Plana: permite aos estudantes diferenciar fórmulas moleculares e estruturais, identificar e classificar os principais tipos de isomeria plana;
- SD2 – Isomeria Geométrica: enfatiza as condições para sua ocorrência, as convenções de nomenclatura e a visualização das estruturas;
- SD3 – Isomeria Óptica: dedicada ao estudo de enantiômeros e diastereoisômeros, destacando suas aplicações em contextos cotidianos.

Cada sequência articula situações-problema, exercícios de fixação, práticas com modelos, uso de simuladores digitais e atividades de gamificação, sempre retomando os estudos de caso segundo o modelo de Kortland (1996) (ver Apêndice C). A culminância ocorre com a elaboração de cartas-resposta, em que os estudantes integram os conhecimentos construídos ao longo da UDM.

## Ensino por Investigação

No ensino de Ciências e de Química, é comum existir uma distância entre os conteúdos trabalhados em sala e as situações concretas em que poderiam ser aplicados. O Ensino por Investigação se apresenta como alternativa para diminuir esse distanciamento, pois busca articular o conhecimento conceitual – leis, princípios e teorias – com o conhecimento procedimental, relacionado a modos de pensar e resolver problemas.



# A UDM

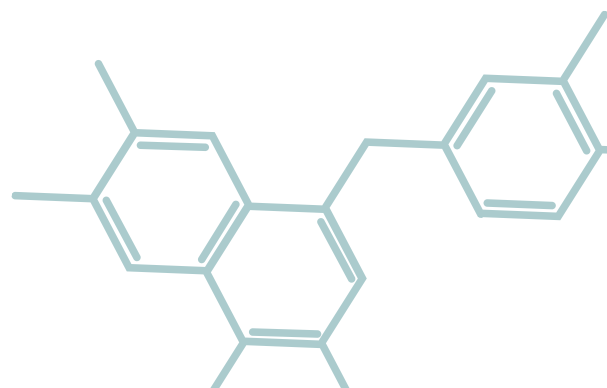
Na Química, essa proposta rompe com práticas centradas apenas na exposição de conteúdos, favorecendo que os estudantes compreendam o que acontece, por que acontece e como se chegou a determinada explicação (Gil-Pérez; Carvalho, 2000). Esse processo fortalece a autonomia intelectual e o raciocínio científico. Carvalho (2013; 2018) sistematiza o ensino por investigação em quatro etapas: problematização, construção de hipóteses, investigação e contextualização e conclusão e comunicação.

Na UDM, essas etapas aparecem nas hipóteses prévias, na retomada investigativa dos casos e na elaboração das cartas-resposta.

## Estudo de Caso

O Estudo de Caso é apontado como estratégia integradora dentro do ensino por investigação, por compartilhar características como o foco no estudante, a exploração de problemas reais e o estímulo ao pensamento crítico. Segundo Sá e Queiroz (2010), essa abordagem leva os alunos a aplicar conhecimentos em situações contextualizadas, desenvolver hipóteses criativas e comunicar resultados de forma organizada.

Na UDM, os casos funcionam como disparadores: mobilizam concepções prévias, revelam obstáculos e orientam o percurso investigativo. São retomados ao longo das SDs e reinterpretados à luz dos conceitos construídos, finalizando nas cartas-resposta.



# A UDM

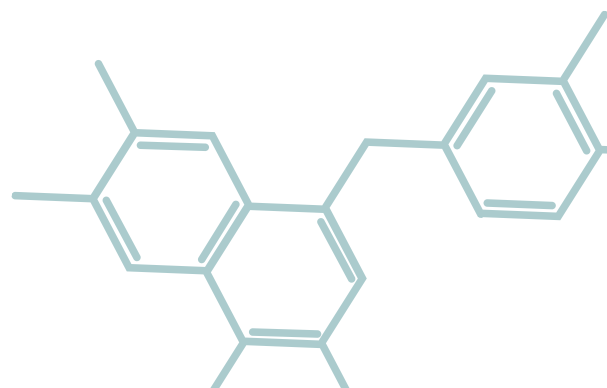
## Modelo de Kortland

O modelo de Kortland organiza o raciocínio investigativo em fases:

As etapas são:

- Identificação do problema – apresentação do caso e levantamento do que é necessário para solucioná-lo.
- Produção de critérios – pesquisa das características do problema e julgamento de sua gravidade.
- Geração de alternativas – inventário de possíveis medidas ou soluções.
- Avaliação das alternativas – análise da suficiência e pertinência das medidas levantadas.
- Escolha da solução – seleção da alternativa mais adequada, considerando vantagens e desvantagens.
- Ação – elaboração de um plano de ação e execução da decisão.
- Conclusão – síntese final, retomando o problema inicial e os aprendizados gerados.

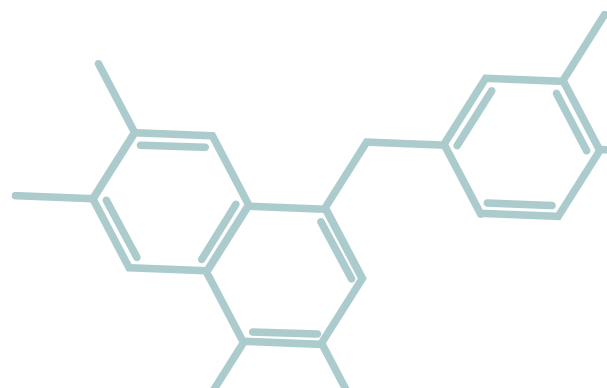
Na UDM, esse encadeamento foi utilizado para estruturar as retomadas de caso, de modo que os conteúdos de isomeria não apareçam como fim em si mesmos, mas como ferramentas para fundamentar decisões e propor soluções (ver Apêndice C).



# A UDM

## Organização das sequências didáticas

Sequência Didática	Objetivo Específico	Nº de Aulas	Estratégias Didáticas
<b>SD1</b> <b>Isomeria Plana</b>	Identificar, reconhecer e classificar os diferentes tipos de isomeria plana, relacionando representações estruturais às propriedades das substâncias.	6	Estudo de caso (Apêndice D), aula expositiva dialogada, exercícios, gamificação (Wordwall e Kahoot! – Apêndice A), retomada investigativa (Kortland – Apêndice C).
<b>SD2</b> <b>Isomeria Geométrica</b>	Compreender a isomeria geométrica em cadeias abertas e cíclicas, relacionando-a às propriedades físicas e químicas das substâncias.	4	Estudo de caso (Apêndice D), aula expositiva dialogada, exercícios, prática com modelos e simuladores digitais, gamificação (Kahoot! – Apêndice A), retomada investigativa (Kortland – Apêndice C).
<b>SD3</b> <b>Isomeria Óptica</b>	Analisar as configurações espaciais de enantiômeros e diastereoisômeros, relacionando-as às suas propriedades físico-químicas e aplicações.	6	Estudo de caso (Apêndice D), aula expositiva dialogada, atividades práticas com modelos, simuladores digitais, exercícios, gamificação (Kahoot! – Apêndice A), retomada investigativa (Kortland – Apêndice C) e elaboração de cartas-resposta.



# *Sequência Didática /* **ISOMERIA PLANA**

## **Objetivo da SD:**

Compreender e aplicar os princípios da isomeria plana, classificando e comparando pares de isômeros de cadeia, posição, função, metameria e tautomeria.



# Aula 1

## Primeiras Ideias

### Objetivo

Compreender a diferença entre fórmula molecular e fórmula estrutural, reconhecendo que substâncias com a mesma composição podem apresentar estruturas distintas e propriedades diferentes.



#### Duração:

50 min



#### Recursos:

Textos do estudo de caso (Apêndice C), texto de apoio, quadro, projetor multimídia, computador, atividade gamificada (Wordwall)



#### Conteúdos:

Diferença entre fórmula molecular e estrutural; introdução à isomeria



#### Estratégias:

Estudo de caso; levantamento de hipóteses



#### Avaliação:

Registro individual escrito



#### Sugestão de desenvolvimento:

1. Solicitar que cada estudante registre, individualmente, uma hipótese sobre o que pode estar causando os problemas citados no Estudo de Caso.
2. As hipóteses podem ser mantidas com os alunos para retomada posterior ou recolhidas pelo professor para análise diagnóstica.
3. Exibir ou distribuir o texto de apoio abaixo e conduzir a leitura comentada, destacando os conceitos de elemento, substância e fórmula química.
4. Discutir o trecho "A Descoberta da Isomeria", enfatizando a relação entre estrutura e propriedades.
5. Propor e resolver coletivamente o exercício final, explorando diferentes representações estruturais no quadro.
6. Finalizar com a atividade gamificada Wordwall 1 (Apêndice A), associando pares de isômeros e reforçando a distinção entre substâncias com mesma fórmula molecular, mas diferentes estruturas. Incentive os alunos a explicar oralmente as associações feitas durante o jogo.

## Textos de apoio - Introdução à isomeria

Você já se perguntou se é possível que substâncias diferentes tenham a mesma fórmula molecular?

Isso é exatamente o que vamos investigar hoje: a isomeria na química orgânica. Vamos mergulhar nesse tema fascinante para entender como moléculas com a mesma composição podem ter estruturas diferentes e, conseqüentemente, propriedades únicas.

Antes, vamos relembrar alguns conceitos básicos. Elemento químico e substância química são conceitos-chave essenciais para o nosso entendimento.

Os elementos químicos são compostos por átomos de igual número atômico, enquanto as substâncias químicas são definidas por proporções constantes desses elementos, classificadas conforme sua composição.

As fórmulas químicas revelam a composição elementar e a estrutura espacial dos átomos que compõem cada substância, fornecendo informações valiosas para sua identificação e caracterização. Podemos extrair diferentes tipos de informações das fórmulas, desde a simples contagem de átomos até a visualização das ligações entre eles.

### A Descoberta da Isomeria

No início do século XIX, os químicos Justus von Liebig e Friedrich Wöhler iluminaram o caminho da ciência ao descobrirem duas formas distintas de um mesmo composto: o fulminato de prata e o cianato de prata. Essa descoberta, por volta de 1824, marcou o início de uma jornada de grandes avanços na química orgânica.

Ao investigar esses compostos, von Liebig e Wöhler observaram algo intrigante: embora as fórmulas moleculares fossem idênticas ( $\text{AgCNO}$ ), as características eram diferentes. Isso levou à conclusão de que, mesmo compartilhando a mesma composição química, as propriedades podem variar devido à organização dos átomos – fenômeno que posteriormente foi denominado isomeria.

Hoje sabemos que a isomeria é o fenômeno caracterizado pela ocorrência de duas ou mais substâncias diferentes que apresentam a mesma fórmula molecular, mas diferentes fórmulas estruturais.

### Exercício

Determine quantos isômeros são possíveis para uma substância orgânica com a fórmula  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ .

### Orientações ao professor:

Durante a leitura, incentive os estudantes a relacionar as ideias centrais do texto com o objetivo da aula, questionando:

“O que o exemplo histórico mostra sobre a relação entre estrutura e propriedades?”

Evite antecipar discussões de classificação (cadeia, posição etc.); o foco é compreender a ideia geral de isomeria. Valorize as respostas que mostram compreensão da diferença entre fórmula molecular e estrutural. Na resolução do exercício, oriente os alunos a desenhar as estruturas possíveis e a perceber que a variação estrutural explica a diversidade de substâncias com a mesma fórmula molecular.

# Aula 2

## Tipos de Isomeria

### Objetivo

*Identificar e classificar* os principais tipos de isomeria, *comparando* suas características gerais e relacionando-as às variações estruturais.

#### »» Duração:

50 min

#### »» Recursos:

Quadro, projetor multimídia, slides, atividades impressas

#### »» Conteúdos:

Classificação da isomeria:

Isomeria plana: cadeia, posição, função, compensação (tautomeria)

Isomeria espacial: geométrica e óptica

#### »» Estratégias:

Aula expositiva dialogada; exercícios de fixação

#### »» Avaliação:

Exercícios escritos; discussão coletiva

#### »» Sugestão de desenvolvimento:

1. Retomar o conceito de isomeria da Aula 1 (mesma fórmula molecular, diferentes estruturas).
2. Apresentar o quadro-síntese da classificação (isomeria plana × espacial).
3. Discutir brevemente cada tipo, com um exemplo visual simples de cada um.
3. Entregar (ou projetar) cartões de pares de moléculas para que os grupos tentem associar cada exemplo ao tipo de isomeria correspondente.
4. Socializar as respostas, corrigindo coletivamente e construindo o mapa conceitual da classificação no quadro.

## Texto de apoio - Tipos de Isomeria

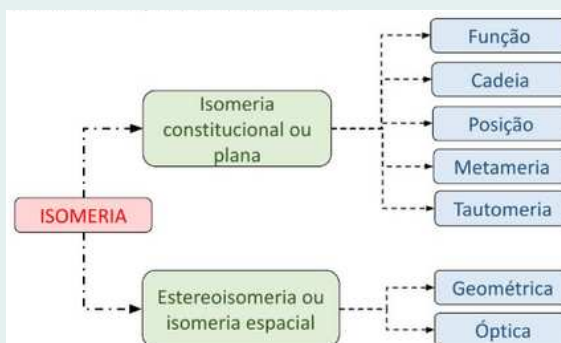
Isomeria é o fenômeno onde duas ou mais substâncias possuem a mesma fórmula molecular, mas diferentes fórmulas estruturais, resultando em distintas propriedades físicas e químicas.

### ISOMERIA PLANA × ISOMERIA ESPACIAL

Existem dois grandes grupos:

**Isomeria Plana:** analisa apenas as fórmulas estruturais planas dos compostos.

**Isomeria Espacial** (ou Estereoquímica): considera a orientação tridimensional dos átomos na molécula.



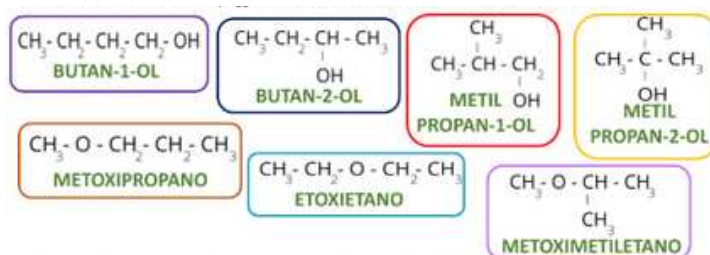
## Exercícios

1. Conforme vimos nos slides anteriores, apesar do etanol e do éter metílico possuírem a mesma fórmula molecular, ou seja, a mesma quantidade de carbonos, hidrogênios e oxigênios, eles possuem diferentes propriedades como o ponto de fusão e o ponto de ebulição. Relembrando os conceitos já trabalhados nesse ano, proponha uma explicação para a diferença desses valores.

**Etanol**  
P.F.: -114,18 °C  
P.E.: 78,25 °C

**Éter metílico**  
P.F.: -138,5 °C  
P.E.: -23 °C

2. A fórmula molecular  $C_4H_{10}O$  origina as **sete** substâncias exemplificadas:



De acordo com os conhecimentos de isomeria plana e seus tipos, indique o que há de diferente entre:

- butan-1-ol e o metoxipropano
- butan-2-ol e o metil propan-1-ol

## Orientações ao professor:

Reforce que esta aula tem caráter sintetizador e de transição: ela organiza os tipos para, nas próximas aulas, estudá-los um a um.

Valorize respostas que conectem a estrutura às propriedades físicas (ponto de fusão e ebulição).

No encerramento, peça que os alunos registrem no caderno o mapa de classificação da isomeria como referência para as próximas aulas.

# Aula 3

## Isomeria de Cadeia e Isomeria de Posição

### Objetivo

Aplicar e diferenciar os conceitos de isomeria de cadeia e de posição, analisando como pequenas alterações estruturais geram substâncias distintas.

#### »» Duração:

50 min

#### »» Recursos:

Quadro, projetor multimídia, atividades impressas, Kahoot!

#### »» Conteúdos:

Isomeria de posição (mudança de grupos funcionais, insaturações ou ramificações)

#### »» Estratégias:

Aula dialogada; exercícios; gamificação (Kahoot!)

#### »» Avaliação:

Participação nas atividades; desempenho no jogo

#### »» Sugestão de desenvolvimento:

1. Retomar brevemente o mapa de classificação da Aula 2, lembrando que cadeia e posição são tipos de isomeria plana.
2. Apresentar o texto de apoio – Isomeria de Cadeia e Posição (abaixo) e realizar a leitura coletiva, destacando as diferenças estruturais.
3. Resolver no quadro os exemplos indicados no texto, discutindo como pequenas mudanças estruturais geram compostos diferentes.
3. Propor a atividade 3 e discutir coletivamente as justificativas dos alunos.
4. Sistematizar as conclusões, construindo um esquema comparativo entre os dois tipos de isomeria.
5. Finalizar com o jogo Kahoot! 1 (Apêndice A), revisando os conceitos de cadeia e posição de forma diagnóstica e formativa. Incentive os alunos a justificarem oralmente suas respostas ao longo do jogo.

## »» Texto de apoio - Isomeria de Cadeia e Isomeria de Posição

### ISOMERIA DE CADEIA

A isomeria de cadeia ocorre quando compostos de mesma fórmula molecular apresentam diferentes tipos de cadeias carbônicas.

A variação pode ocorrer quanto à forma (normal ou ramificada) ou quanto à abertura ou fechamento da cadeia (aberta ou cíclica).

#### Exemplo

Butano → CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>

Isobutano → CH<sub>3</sub>-CH-CH<sub>3</sub>  
                   |  
                   CH<sub>3</sub>

### ISOMERIA DE POSIÇÃO

A isomeria de posição ocorre quando compostos possuem a mesma função química e a mesma cadeia, mas diferem pela posição de uma insaturação, grupo funcional ou substituinte

#### Exemplo 1 – grupo funcional:

Propan-1-ol → CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-OH

Propan-2-ol → CH<sub>3</sub>-CH-CH<sub>3</sub>  
                           |  
                           OH

#### Exemplo 2 – insaturação:

1-buteno → CH<sub>2</sub>=CH-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>

2-buteno → CH<sub>3</sub>-CH=CH-CH<sub>3</sub>

## »» Exercícios

Para que substâncias sejam consideradas isômeras, elas precisam ter a mesma fórmula molecular, mas diferentes fórmulas estruturais.

Com base no que aprendemos sobre isômeros de cadeia, proponha as fórmulas estruturais, a função orgânica, o nome e a classificação da cadeia dos isômeros gerados a partir das fórmulas abaixo.

I. Você deve propor substâncias que apresentem isomeria de **cadeia**.

- C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O
- C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>
- C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>

II. Você deve propor substâncias que apresentem isomeria de **posição**.

- C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O
- C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>

## »» Orientações ao professor

Reforce com os estudantes que a isomeria de cadeia se refere à organização da cadeia carbônica, enquanto a isomeria de posição trata da localização de um elemento dentro da mesma cadeia.

Promova a comparação direta entre fórmulas estruturais, utilizando cores para destacar o que muda em cada par.

Valorize as justificativas que demonstram compreensão das relações entre estrutura e propriedades.

# Aula 4

## Isomeria de Função e Metameria

### Objetivo

Reconhecer e comparar os tipos de isomeria de função e de compensação (metameria), explicando como a variação do grupo funcional ou do heteroátomo altera as propriedades químicas.

#### »» Duração:

50 min

#### »» Recursos:

Quadro, projetor multimídia, slides.

#### »» Conteúdos:

Isomeria de função e metameria (ou isomeria de compensação)

#### »» Estratégias:

Aula dialogada; gamificação

#### »» Avaliação:

Participação

#### »» Orientações ao professor:

1. Retomar brevemente o conceito geral de isomeria plana, destacando que agora serão estudados os tipos em que ocorre mudança de função química.
2. Apresentar o texto de apoio – Isomeria de Função e Isomeria de Compensação e conduzir a leitura coletiva, analisando os exemplos apresentados.
3. Realizar no quadro comparações entre os pares de compostos, evidenciando a diferença de grupo funcional e a distribuição de átomos.
4. Propor a atividade prática ao final do texto, com identificação e justificativa dos isômeros.
5. Encerrar a aula com um esquema síntese comparando os tipos de isomeria plana estudados até aqui.

## »» Texto de apoio - Isomeria de Função e Metameria

### ISOMERIA DE FUNÇÃO

A isomeria de função ocorre quando compostos de mesma fórmula molecular pertencem a funções químicas diferentes.

A diferença estrutural altera o grupo funcional e, conseqüentemente, as propriedades físicas e químicas das substâncias.

Exemplo:

Etanol  $\rightarrow$   $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$  (álcool)

Éter dimetílico  $\rightarrow$   $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$  (éter)

Os dois compostos possuem a mesma fórmula molecular ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ), porém pertencem a funções distintas.

O etanol apresenta o grupo hidroxila ( $-\text{OH}$ ) característico dos álcoois, enquanto o éter dimetílico possui o grupo funcional éter ( $\text{R-O-R}'$ ).

Essa diferença faz com que o etanol seja polar e solúvel em água, apresentando ponto de ebulição de  $78^\circ\text{C}$ , enquanto o éter é apolar e volátil, com ponto de ebulição de  $-23^\circ\text{C}$ .

### ISOMERIA DE COMPENSAÇÃO (OU METAMERIA)

A isomeria de compensação, também chamada de metameria, ocorre entre compostos de mesma função e fórmula molecular, nos quais há distribuição diferente dos átomos de carbono em torno do heteroátomo (geralmente oxigênio, enxofre ou nitrogênio).

Exemplo:

Dimetilamina  $\rightarrow$   $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH-CH}_2\text{-CH}_3$

Metil-propilamina  $\rightarrow$   $\text{CH}_3\text{-NH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

Ambos pertencem à função amina, mas diferem pela distribuição das cadeias ligadas ao nitrogênio.

## »» Exercícios

Considere a molécula do etoxietano:

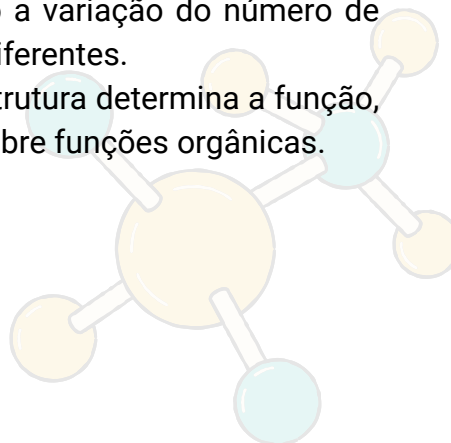
- escreva sua fórmula estrutural;
- escreva a fórmula estrutural de seu isômero de função;
- escreva a fórmula estrutura de seu isômero de compensação.

## »» Orientações ao professor:

Destaque que a isomeria de função é o ponto de virada dentro da isomeria plana, pois há mudança no grupo funcional, o que implica novas propriedades químicas.

Na isomeria de compensação, incentive os alunos a observar a posição do heteroátomo (O, N, S) e como a variação do número de carbonos em torno dele gera compostos diferentes.

Promova uma discussão sobre como a estrutura determina a função, relacionando com conteúdos anteriores sobre funções orgânicas.



# Aula 5

## Tautomeria

### Objetivo

*Explicar* o fenômeno da tautomeria como um tipo especial de isomeria de função, representando o equilíbrio ceto-enólico e *relacionando-o* à estabilidade das substâncias.

#### »» Duração:

50 min

#### »» Recursos:

Quadro, projetor multimídia, animações digitais (se disponíveis), atividades impressas, Kahoot! (Apêndice A)

#### »» Conteúdos:

Tautomeria ceto-enólica; isomeria de compensação

#### »» Estratégias:

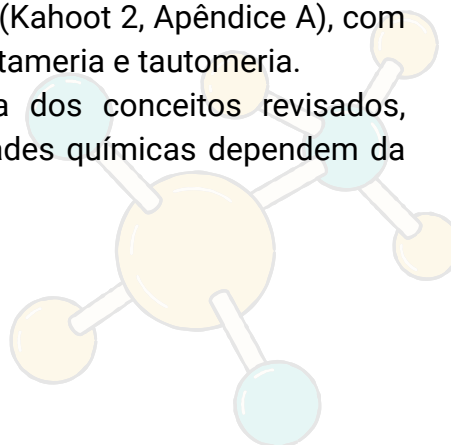
Aula expositiva dialogada; exercícios; gamificação (Kahoot!)

#### »» Avaliação:

Exercícios de identificação; participação no quiz

#### »» Sugestão de desenvolvimento:

1. Apresentar o texto de apoio – Tautomeria e realizar a leitura comentada, destacando o equilíbrio ceto-enólico.
2. Resolver os exercícios propostos no quadro, explicando o deslocamento do hidrogênio e da ligação dupla.
3. Aplicar o jogo de revisão no Kahoot! (Kahoot 2, Apêndice A), com questões sobre isomeria de função, metameria e tautomeria.
4. Encerrar com uma síntese escrita dos conceitos revisados, reforçando a ideia de que as propriedades químicas dependem da estrutura e do grupo funcional.



## Texto de apoio - Tautomeria

Nesta aula, abordaremos dois conceitos fundamentais na química orgânica: a tautomeria e o equilíbrio dinâmico.

Esses conceitos são essenciais para entender a estabilidade e as reações de diferentes compostos orgânicos.

O que é Tautomeria?

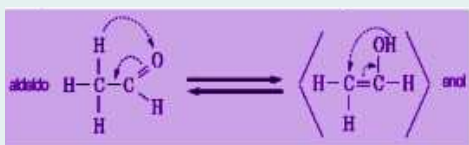
Tautomeria é um tipo particular de isomeria de função, onde os isômeros coexistem em equilíbrio dinâmico em solução.

Esse fenômeno ocorre quando compostos com a mesma fórmula molecular diferem na posição de um átomo ou grupo funcional.

Um exemplo clássico é o equilíbrio ceto-enol, onde uma cetona pode converter-se em um enol e vice-versa.

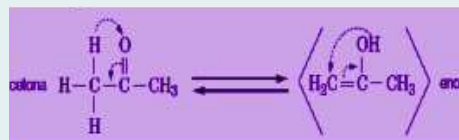
Exemplo de Tautomeria:

1. Equilíbrio aldeído-enol: ao preparar uma solução de aldeído acético, uma pequena parte se transforma em etenoal, que por sua vez regenera o aldeído, estabelecendo um equilíbrio químico onde o aldeído, por ser mais estável, está presente em maior concentração.



2. Equilíbrio cetona-enol:

No caso da propanona (acetona) e propen-2-ol (enol), os dois tautômeros coexistem em solução, estabelecendo um equilíbrio dinâmico conhecido como equilíbrio ceto-enólico.



O que é Equilíbrio Dinâmico?

Equilíbrio dinâmico ocorre em sistemas onde, apesar das reações contínuas dos reagentes formando produtos e dos produtos retornando a reagentes, as concentrações de ambos permanecem constantes ao longo do tempo.

Isso é fundamental tanto na física quanto na química, mas tem uma aplicação particular nas reações químicas reversíveis. Quando uma reação reversível atinge o equilíbrio dinâmico, a taxa de formação dos produtos é igual à taxa de decomposição dos produtos em reagentes. Um exemplo clássico é o equilíbrio entre dióxido de carbono e água formando ácido carbônico, e o ácido carbônico se decompondo novamente em dióxido de carbono e água.

## Exercício

Considere os seguintes compostos:

I. pentan-2-ona e pent-2-en-2-ol

II. propanona e propen-2-ol

III. ácido etanóico e ácido metanóico

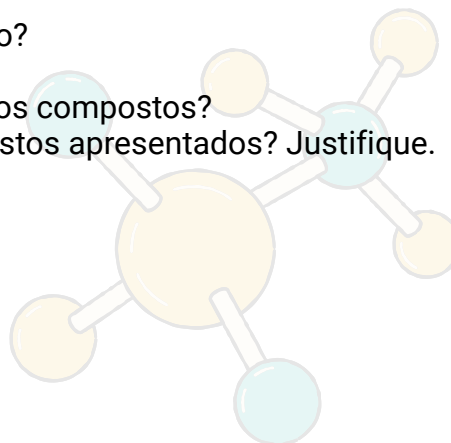
Responda:

a) Qual é a fórmula estrutural de cada composto?

b) Qual é a função química a que pertencem?

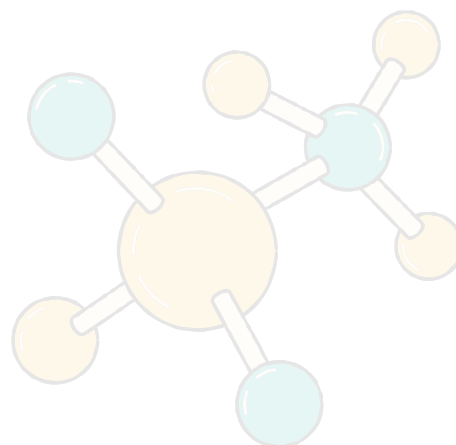
c) Qual é a classificação da cadeia carbônica dos compostos?

d) Existe equilíbrio tautomérico entre os compostos apresentados? Justifique.



## »» Orientações ao professor

Durante o estudo da tautomeria ceto-enólica, é comum que os estudantes reconheçam o fenômeno visualmente, mas apresentem dificuldade em compreender o mecanismo envolvido – especialmente a migração do hidrogênio alfa e a formação da dupla ligação. Recomenda-se realizar uma atividade de construção de pares ceto-enólicos, utilizando modelos moleculares (físicos ou digitais) para representar os dois compostos em equilíbrio. Em seguida, promover uma comparação com isômeros de função (por exemplo, aldeído  $\leftrightarrow$  cetona), enfatizando que, embora possuam a mesma fórmula molecular, a tautomeria envolve uma transformação reversível entre dois compostos distintos. Essa abordagem prática e comparativa contribui para a superação das dificuldades conceituais identificadas na aplicação da UDM, fortalecendo a compreensão do mecanismo e sua distinção em relação a outros tipos de isomeria.



# Aula 6

## Conectando Conceitos

### Objetivo

Aplicar os conhecimentos sobre isomeria plana na resolução de situações-problema, *sistematizando* os conceitos estudados por meio do modelo investigativo de Kortland.

»» **Duração:**  
50 min

»» **Recursos:**  
Textos dos três casos (Apêndice C), quadro, projetor multimídia

»» **Conteúdos:**  
Aplicação dos conceitos de isomeria plana aos casos apresentados

»» **Estratégias:**  
Retomada investigativa (modelo de Kortland – Apêndice B)

»» **Avaliação:**  
Produção escrita (registro investigativo)

»» **Sugestão de desenvolvimento:**

1. Aplicar o jogo de revisão no Wordwall (Wordwall 2, Apêndice A), com desafios sobre os tipos de isomeria plana. Utilize a atividade como disparador para lembrar os conceitos trabalhados nas aulas anteriores (cadeia, posição, função, metameria e tautomeria), incentivando a discussão coletiva das respostas
2. Reapresentar o Caso 1, retomando brevemente a situação-problema e os dados apresentados. Relembrar com a turma as etapas do modelo de Kortland (1996). Orientar os estudantes a analisar o caso e redigir suas respostas seguindo o modelo, aplicando os conhecimentos sobre isomeria plana.
3. Circular entre os grupos, incentivando a argumentação e o uso correto de representações estruturais.
4. Encerrar explicando que os registros serão retomados em aulas posteriores, quando os demais casos forem trabalhados e comparados.

# *Sequência Didática 2*

## **ISOMERIA GEOMÉTRICA**

### **Objetivo da SD:**

Analisar e explicar as implicações das configurações espaciais dos isômeros cis-trans e E-Z, relacionando-as às propriedades físico-químicas das substâncias.



# Aula 7

## Introdução à Isomeria Espacial

### Objetivo

*Analisar* as diferenças entre representações planas e espaciais das moléculas, *explicando* como a disposição tridimensional dos átomos influencia suas propriedades.

➤➤ **Duração:**  
50 min

➤➤ **Recursos:**  
Texto do estudo de caso (atrativo de insetos com 9-tricoseno – Apêndice C), quadro, computador, projetor multimídia, slides

➤➤ **Conteúdos:**  
Diferenças entre representações planas e espaciais das moléculas.  
Conceito de estereoquímica.  
Tipos de isomeria espacial: geométrica e óptica.

➤➤ **Estratégias:**  
Estudo de caso; aula expositiva dialogada

➤➤ **Avaliação:**  
Participação nas hipóteses; participação nas discussões

➤➤ **Sugestão de desenvolvimento:**

1. Apresentar o caso do atrativo de insetos à base de 9-tricoseno, contextualizando o fenômeno químico envolvido.
2. Solicitar que os alunos, em grupos, levem hipóteses sobre a diferença estrutural entre as substâncias relacionadas ao caso.
3. Registrar as ideias no quadro e conduzir uma discussão coletiva.
4. Apresentar e realizar a leitura dialogada do texto de apoio – Isomeria Espacial ou Estereoisomeria, destacando as diferenças entre plano e espaço e os dois tipos de isomeria espacial.
5. Discutir os exemplos apresentados, incentivando os alunos a identificar o que impede a rotação da molécula (como a dupla ligação ou estrutura cíclica).
6. Conduzir o exercício 1 com base no texto, relacionando as fórmulas moleculares com as diferentes representações estruturais.
7. Encerrar com uma discussão coletiva sobre a importância da disposição espacial na determinação das propriedades das substâncias, antecipando o estudo da isomeria geométrica (cis/trans) na próxima aula.

## »» Texto de apoio - Isomeria Espacial

### Diferenças Entre Plano e Espaço

Para entender a isomeria espacial, é crucial distinguir entre representações planas e espaciais das moléculas:

**Plano:** Representações bidimensionais, usadas para visualizar a disposição dos átomos e as ligações em uma única dimensão.

**Espaço:** Representações tridimensionais que mostram a disposição real dos átomos no espaço, essenciais para identificar a estereoquímica.

A isomeria espacial, também conhecida como estereoisomeria, é uma forma de isomeria onde os isômeros possuem a mesma fórmula molecular, mas diferem na disposição espacial dos átomos.

Este tipo de isomeria é dividido em duas categorias principais: isomeria geométrica e isomeria óptica.

### Isomeria Geométrica

Quando a ligação entre dois átomos de carbono é rígida e não permite que haja rotação entre eles (ligação dupla, por exemplo), a posição que os ligantes assumem em relação aos ligantes do outro átomo de carbono no espaço adquire uma importância fundamental, pois dá origem a moléculas diferentes.

### Isomeria Óptica

É um tipo de isomeria espacial, ou estereoisomeria, que estuda o comportamento das substâncias quando submetidas a um feixe de luz polarizada.

Assim como em todo tipo de isomeria, os isômeros ópticos possuem a mesma fórmula molecular, mas são diferenciados por sua atividade óptica.

## »» Exercícios

1. Neste ano estudamos diversas funções químicas, suas nomenclaturas, aplicações e representações.

No estudo da isomeria, percebemos que uma mesma fórmula química (molecular) pode originar substâncias diferentes, pois possuem arranjos de ligações distintos, o que causa diferentes propriedades.

Agora, proponha quais são as substâncias possíveis a partir da seguinte fórmula molecular:  $C_4H_8$ , e para isso apresente:

Suas fórmulas estruturais;

Função química a que pertencem;

Nomenclatura do composto;

Classificação da cadeia carbônica dos compostos.

2. A turma será dividida em três grupos.

Cada grupo ficará responsável por fazer uma molécula do exercício 1 em 3D utilizando bolinhas de isopor.

## »» Orientações ao professor

Estimule a observação dos modelos para que os alunos compreendam a diferença entre representações planas e espaciais.

Valorize a atividade prática como forma de visualização e de preparação para a isomeria geométrica.

Ao final, apresente exemplos reais (como compostos com atividade biológica ou farmacológica) em que pequenas variações espaciais alteram a função.

# Aula 8

## Isomeria Geométrica

### Objetivo

*Explicar e distinguir as configurações espaciais dos isômeros cis-trans e E-Z, relacionando-as às propriedades físico-químicas das substâncias.*

#### »» Duração:

50 min

#### »» Recursos:

Quadro, projetor multimídia, slides, atividades impressas

#### »» Conteúdos:

Convenções cis/trans; sistema E/Z

#### »» Estratégias:

Aula expositiva dialogada; exercícios práticos

#### »» Avaliação:

Exercícios escritos; correção coletiva

#### »» Sugestão de desenvolvimento:

1. Retomar brevemente o conteúdo da Aula 7, destacando que a isomeria espacial inclui dois tipos: geométrica e óptica.
2. Apresentar o texto de apoio – Isomeria Espacial Geométrica (Cis-Trans ou E-Z) e realizar a leitura dialogada, destacando as condições necessárias para ocorrência da isomeria geométrica.
3. Utilizar modelos moleculares ou animações 3D para representar as formas cis e trans, evidenciando a rigidez da dupla ligação.
4. Orientar os alunos durante a resolução das atividades do texto, enfatizando o raciocínio estrutural e a aplicação da nomenclatura.
5. Encerrar com a sistematização das regras gerais da isomeria geométrica, incluindo os critérios de prioridade da nomenclatura E/Z e o caso dos compostos cíclicos.

## Textos de apoio - Isomeria Geométrica

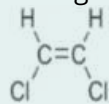
A isomeria geométrica (cis-trans ou Z-E) ocorre quando os compostos acíclicos apresentam pelo menos uma dupla ligação entre carbonos, e cada um dos carbonos da dupla apresenta grupos ligantes diferentes.

Ou seja, para que um composto apresente isomeria geométrica, é necessário que:

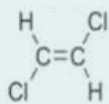
- Exista uma ligação dupla entre átomos de carbono (ou uma estrutura cíclica que impeça a rotação).
- Cada átomo de carbono na ligação dupla tenha dois ligantes diferentes.

Por exemplo:

O dicloro-eteno possui isomeria cis-trans porque cada carbono da dupla ligação está ligado a dois grupos diferentes.



cis-dicloroeteno



trans-dicloroeteno

### Nomenclatura cis-trans

**cis:** Quando os dois ligantes iguais estão do mesmo lado do plano imaginário.

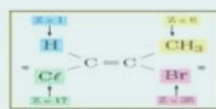
**trans:** Quando os dois ligantes iguais estão em lados opostos do plano imaginário.

### Nomenclatura E-Z

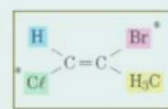
Quando os ligantes ao redor da ligação dupla são diferentes, utiliza-se a nomenclatura E/Z, na qual os ligantes de maior número atômico têm prioridade:

**Z:** Os ligantes de maior prioridade estão do mesmo lado.

**E:** Os ligantes de maior prioridade estão em lados opostos.



Z-2-bromo-1-cloropropeno



E-2-bromo-1-cloropropeno

## Exercícios

Elabore modelos 3D para a substância de fórmula  $C_4H_8$ .

Dê o nome de cada molécula indicando as seguintes propriedades:

Ponto de Fusão;

Ponto de Ebulição;

Densidade;

Polaridade.

## Orientações ao professor

É comum que os estudantes apresentem dificuldade em visualizar as estruturas tridimensionais dos isômeros geométricos, confundindo-as com meras variações planas. Recomenda-se que o professor utilize modelos moleculares físicos (bolinhas de isopor e palitos) e o simulador digital MolView para favorecer a percepção espacial. Durante a atividade, oriente os alunos a comparar as representações cis e trans, destacando como a posição dos grupos afeta propriedades físicas (ponto de ebulição, polaridade, densidade). Essa mediação contribui para superar obstáculos epistemológicos ligados à visualização e à compreensão da relação entre estrutura e propriedade.

# Aula 9

## Construindo Estruturas

### Objetivo

Aplicar e analisar o conceito de isomeria geométrica em compostos cíclicos, *identificando* diferentes representações e nomeando corretamente os isômeros formados.

➤➤ **Duração:**  
50 min

➤➤ **Recursos:**  
Bolinhas de isopor, palitos de dente, quadro, projetor multimídia, MolView

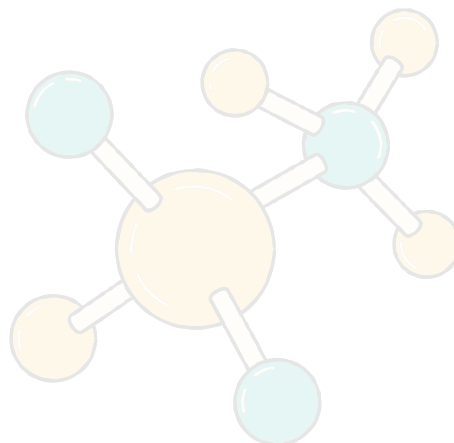
➤➤ **Conteúdos:**  
Diferenças espaciais entre isômeros geométricos

➤➤ **Estratégias:**  
Atividade prática em grupos; uso de simulador digital; discussão coletiva

➤➤ **Avaliação:**  
Modelos apresentados pelos grupos; participação na discussão

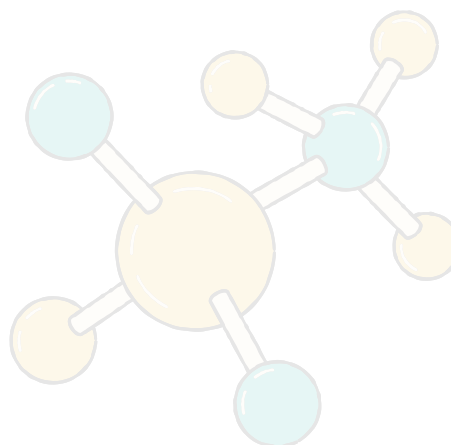
➤➤ **Sugestão de desenvolvimento:**

1. Organizar os alunos em grupos e distribuir os materiais (bolinhas de isopor e palitos de dente).
2. Solicitar que construam pares de isômeros geométricos e descrevam as diferenças observadas.
3. Projetar as estruturas no MolView e comparar com os modelos físicos.



### »» Orientações ao professor:

Esta atividade é essencial para consolidar a compreensão espacial das moléculas e superar obstáculos epistemológicos identificados durante a aplicação da UDM, especialmente os de natureza realista e substancialista, que levam os estudantes a interpretar a estrutura de modo bidimensional. Oriente os alunos a comparar suas montagens físicas com as simulações no MolView, observando como pequenas alterações na posição dos grupos (cis/trans) modificam as propriedades das substâncias. Estimule a discussão coletiva, pedindo que descrevam o que muda em cada modelo e como essas diferenças se refletem no comportamento químico. Essa mediação docente torna visível a relação entre estrutura e propriedade, promovendo uma compreensão conceitual mais consistente.



# Aula 10

## Conectando Conceitos

### Objetivo

*Relacionar e comparar os diferentes tipos de isomeria geométrica, avaliando as principais diferenças estruturais e propriedades por meio de atividades gamificadas e da retomada do estudo de caso.*

#### »» Duração:

50 min

#### »» Recursos:

Texto do caso do 9-tricoseno (Apêndice C), quadro, projetor multimídia, Kahoot! (Apêndice A)

#### »» Conteúdos:

Revisão da isomeria geométrica; aplicação ao estudo de caso

#### »» Estratégias:

Revisão gamificada (Kahoot!); retomada investigativa (modelo de Kortland – Apêndice B)

#### »» Avaliação:

Desempenho no quiz; produção escrita (registro investigativo)

#### »» Sugestão de desenvolvimento:

1. Iniciar a aula com revisão gamificada no Kahoot! (Kahoot 3, Apêndice A)
2. Reapresentar o caso do atrativo de insetos.
3. Organizar a retomada investigativa segundo Kortland.
4. Explicar que este registro será retomado ao final da UDM para compor a carta-resposta

#### »» Orientações ao professor:

Durante o jogo, comente brevemente as justificativas corretas, reforçando os critérios de ocorrência da isomeria geométrica (dupla ligação e substituintes diferentes).

Após o quiz, reapresente o caso do 9-tricoseno e estimule os alunos a discutir como a disposição espacial influencia as propriedades funcionais, retomando o papel do isômero cis como atrativo de insetos.

Organize a retomada investigativa de acordo com o modelo de Kortland (1996), orientando a produção escrita

# *Sequência Didática 3*

## **ISOMERIA ÓPTICA**

### **Objetivo da SD:**

Avaliar e integrar conhecimentos sobre diastereoisômeros e enantiômeros, justificando as implicações das configurações espaciais nas propriedades ópticas e físico-químicas das substâncias.



# Aula 11

## Introdução à Isomeria Óptica

### Objetivo

*Compreender e explicar* os conceitos de luz polarizada e isomeria óptica, *identificando* carbonos assimétricos e moléculas quirais.

#### »» Duração:

50 min

#### »» Recursos:

Texto do estudo de caso (bolo de limão com aroma de laranja – Apêndice C), quadro, computador, projetor multimídia, slides

#### »» Conteúdos:

Conceito de isomeria óptica; enantiômeros

#### »» Estratégias:

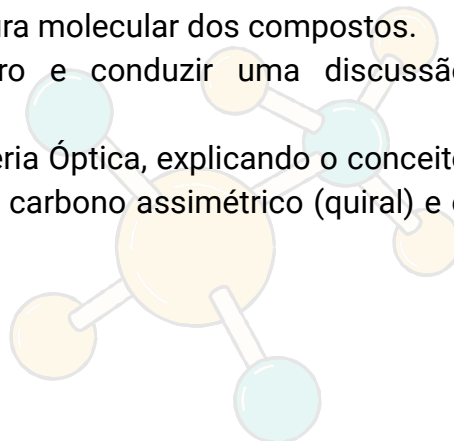
Estudo de caso; aula expositiva dialogada

#### »» Avaliação:

Participação nas hipóteses; participação nas discussões

#### »» Sugestão de desenvolvimento:

1. Apresentar o caso do bolo de limão com aroma de laranja, contextualizando a situação e destacando o problema químico envolvido.
2. Solicitar que os alunos, levantem hipóteses sobre o motivo da diferença de aroma, partindo da estrutura molecular dos compostos.
3. Registrar as hipóteses no quadro e conduzir uma discussão orientada.
4. Apresentar o texto de apoio – Isomeria Óptica, explicando o conceito de enantiômeros, o papel do átomo de carbono assimétrico (quiral) e o fenômeno da atividade óptica.



## Textos de apoio - Isomeria Óptica

A isomeria óptica é um tipo de isomeria espacial em que os compostos diferem quanto ao comportamento frente à luz polarizada.

Ela ocorre quando há na molécula carbono quiral ou assimétrico, isto é, um átomo de carbono ligado a quatro grupos diferentes, o que impede a sobreposição entre a molécula e sua imagem no espelho.

Esses compostos formam pares de enantiômeros, que possuem as mesmas propriedades físicas e químicas, mas diferem por desviarem o plano da luz polarizada em sentidos opostos:

Dextrógiros (+ ou D): desviam a luz para a direita.

Levógiros (- ou L): desviam a luz para a esquerda.

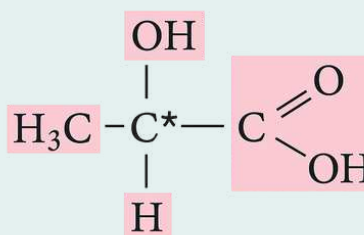
A descoberta desse fenômeno é atribuída a Jean-Baptiste Biot (1812) e posteriormente explicada por Louis Pasteur, que relacionou a assimetria molecular à atividade óptica observada em soluções de ácido tartárico.

Em síntese, para que haja isomeria óptica é necessário:

Pelo menos um carbono assimétrico;

Ligantes diferentes nesse carbono;

Formação de enantiômeros, que são imagens especulares não sobreponíveis.



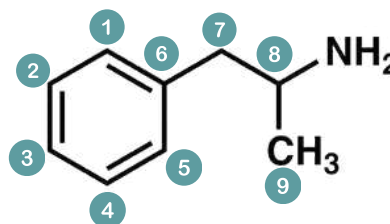
## Exercícios

1. (Unifor - CE)

A molécula de anfetamina apresenta isomeria óptica, possuindo, portanto, um átomo de carbono com quatro diferentes substituintes.

Na estrutura, esse átomo de carbono está representado por:

- a) C<sub>1</sub>   b) C<sub>2</sub>   c) C<sub>3</sub>   d) C<sub>4</sub>   e) C<sub>5</sub>

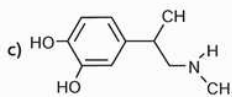
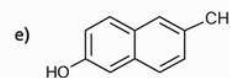
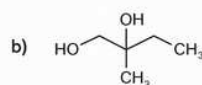
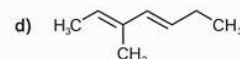
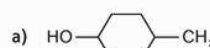


2) (Mackenzie)

O fenômeno da isomeria óptica ocorre em moléculas assimétricas, que possuem no mínimo um átomo de carbono quiral.

Os enantiômeros possuem as mesmas propriedades físico-químicas, exceto a capacidade de desviar o plano de uma luz polarizada; por isso, esses isômeros são denominados isômeros ópticos.

De acordo com essas informações, o composto orgânico abaixo que apresenta isomeria óptica está representado em:



## Orientações ao professor

Valorize o caráter investigativo e sensorial do estudo de caso, estimulando os alunos a relacionar percepção olfativa e estrutura molecular.

Reforce que a isomeria óptica é um tipo de isomeria espacial, mas que se diferencia da geométrica por envolver carbono quiral e interação com a luz polarizada.

Mostre modelos 3D (digitais ou físicos) para ilustrar a imagem especular não sobreponível dos enantiômeros.

Finalize destacando que diferenças estruturais sutis podem gerar grandes impactos em propriedades biológicas e farmacológicas.

# Aula 12

## Enantiômeros e Atividade Óptica

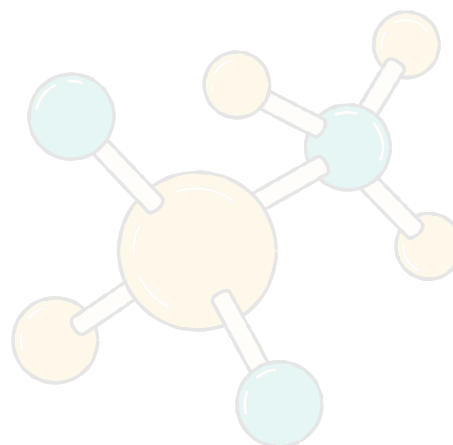
### Objetivo

*Analisar e interpretar* estruturas tridimensionais de moléculas quirais, *avaliando* suas propriedades ópticas e aplicando os conceitos estudados em atividades interativas.

- **Duração:**  
50 min
- **Recursos:**  
Quadro, projetor multimídia, slides, atividades impressas
- **Conteúdos:**  
Enantiômeros; plano de polarização da luz
- **Estratégias:**  
Aula expositiva dialogada; exercícios práticos
- **Avaliação:**  
Exercícios escritos; correção coletiva
- **Sugestão de desenvolvimento:**
  1. Retomar brevemente o conteúdo da Aula 11, lembrando o conceito de carbono quiral e atividade óptica.
  2. Apresentar imagens ou simulações que mostrem como enantiômeros desviam a luz polarizada em sentidos opostos, reforçando a diferença entre compostos dextrógiros e levógiros.
  3. Propor exercícios impressos para identificação de centros quirais, pedindo aos alunos que marquem o carbono assimétrico e determinem se há possibilidade de formação de pares de enantiômeros.
  4. Realizar a correção coletiva, discutindo os raciocínios apresentados e comparando as respostas.
  5. Encerrar destacando que a atividade óptica é uma manifestação prática da estrutura tridimensional das moléculas, e que pequenas variações podem gerar efeitos perceptíveis, como diferenças de aroma, sabor ou ação farmacológica.

## »» Orientações ao professor

- Explique o conceito de enantiômeros com exemplos concretos (como o limoneno ou o ácido láctico), mostrando as imagens especulares não sobreponíveis.
- Demonstre, com apoio de slides ou vídeos, o funcionamento do polarímetro e como ocorre o desvio da luz polarizada.
- Proponha exercícios de identificação de centros quirais e discussão sobre o número possível de enantiômeros formados.
- Corrija coletivamente os exercícios, estimulando os alunos a justificar suas respostas com base na disposição espacial dos ligantes.
- Finalize reforçando que o entendimento de enantiômeros e atividade óptica é essencial para compreender o comportamento de substâncias em sistemas biológicos e farmacológicos.



# Aula 13

## Modelagem de Compostos Quirais

### Objetivo

*Construir (aplicar)* modelos físicos e digitais de moléculas quirais, *comparar* pares de enantiômeros e explicar a não sobreponibilidade entre imagem e espelho.

#### >> Duração:

50 min

#### >> Recursos:

Bolinhas de isopor, palitos de dente, quadro, projetor multimídia, MolView

#### >> Conteúdos:

Construção de modelos de compostos quirais; pares de enantiômeros

#### >> Estratégias:

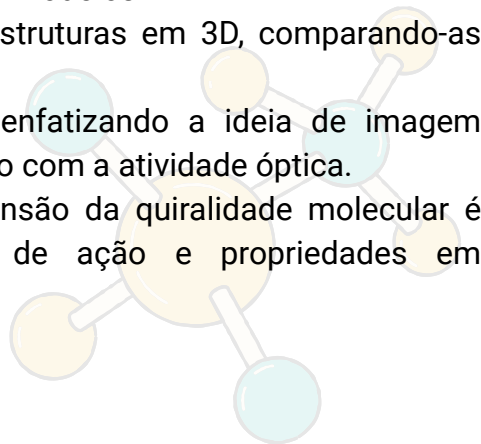
Atividade prática em grupos; uso de simulador digital

#### >> Avaliação:

Modelos apresentados pelos alunos; participação na discussão

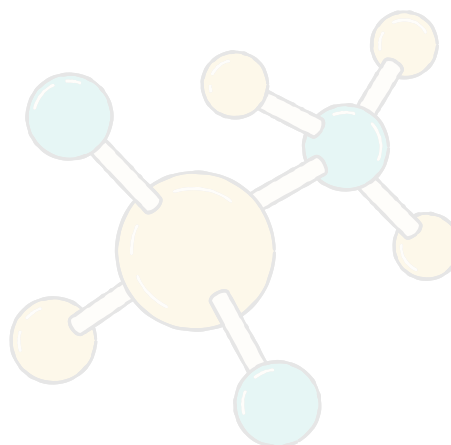
#### >> Sugestão de desenvolvimento:

1. Organizar os alunos em grupos e distribuir os materiais (bolinhas de isopor e palitos de dente).
2. Solicitar que cada grupo construa modelos de moléculas quirais com um carbono central ligado a quatro ligantes diferentes.
3. Pedir que os grupos construam também o par de enantiômeros, observando a não sobreposição entre os modelos.
  - . Utilizar o MolView para projetar as estruturas em 3D, comparando-as com os modelos físicos.
5. Conduzir uma discussão coletiva, enfatizando a ideia de imagem especular não sobreponível e sua relação com a atividade óptica.
6. Encerrar reforçando que a compreensão da quiralidade molecular é essencial para entender diferenças de ação e propriedades em compostos naturais e sintéticos.



### »» Orientações ao professor:

- Explique o objetivo da aula, ressaltando que a construção manual auxilia na visualização da tridimensionalidade dos compostos quirais.
- Oriente os grupos a identificarem o carbono assimétrico (quiral) e a discutirem por que as estruturas construídas formam pares de enantiômeros.
- Circule entre os grupos para observar as construções e estimular comparações entre os modelos físicos e digitais.
- Utilize o MolView para reforçar a observação tridimensional e promover o reconhecimento da não sobreposição das imagens especulares.
- Finalize com uma breve síntese oral, destacando que o raciocínio espacial desenvolvido aqui será retomado na etapa investigativa final da UDM.



# Aula 14

## Diastereoisômeros

### Objetivo

*Distinguir e classificar pares como enantiômeros, diastereoisômeros ou não isômeros, explicando diferenças estruturais e de propriedades.*

#### >> Duração:

50 min

#### >> Recursos:

Quadro, projetor multimídia, slides, atividades impressas

#### >> Conteúdos:

Diferença entre enantiômeros e diastereoisômeros

#### >> Estratégias:

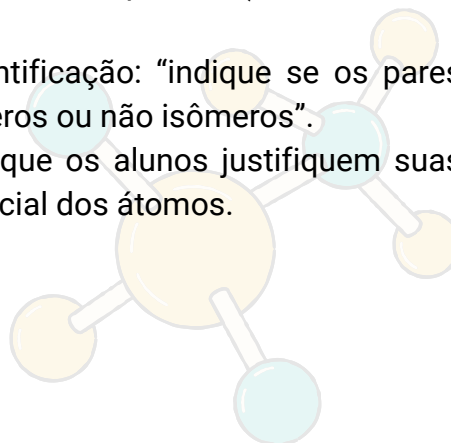
Aula expositiva dialogada; exercícios práticos

#### >> Avaliação:

Exercícios de identificação em exemplos impressos

#### >> Sugestão de desenvolvimento:

1. Retomar o conceito de enantiômeros, lembrando que são imagens especulares não sobreponíveis.
2. Apresentar exemplos de diastereoisômeros, destacando que eles não são imagens especulares entre si e podem apresentar propriedades físicas diferentes.
3. Exibir slides comparando os pares de compostos (como o ácido tartárico e o ácido racêmico).
4. Propor exercícios impressos de identificação: "indique se os pares abaixo são enantiômeros, diastereoisômeros ou não isômeros".
5. Corrigir coletivamente, incentivando que os alunos justifiquem suas respostas com base na disposição espacial dos átomos.



# Aula 15

## Aplicações da Isomeria Óptica

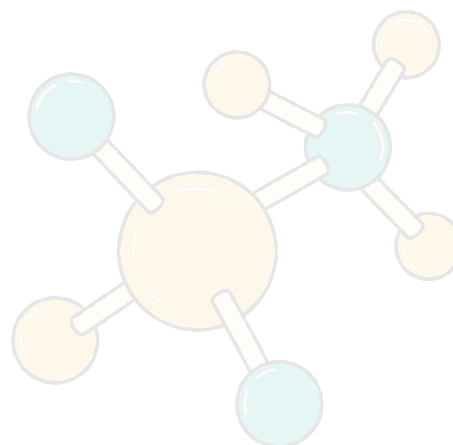
### Objetivo

*Relacionar e discutir aplicações (fármacos, alimentos, fragrâncias) e avaliar implicações de diferenças estruturais em propriedades e impactos, com revisão gamificada.*

- **Duração:**  
50 min
- **Recursos:**  
Quadro, projetor multimídia, slides, atividades impressas, Kahoot!  
(Apêndice A)
- **Conteúdos:**  
Aplicações da isomeria óptica em fármacos, alimentos e fragrâncias
- **Estratégias:**  
Estudo de caso aplicado; gamificação (Kahoot!)
- **Avaliação:**  
Discussão em grupo; desempenho no quiz
- **Sugestão de desenvolvimento:**
  1. Iniciar a aula com uma breve retomada sobre a atividade óptica e os enantiômeros, questionando os alunos sobre onde isso pode ser percebido no cotidiano.
  2. Apresentar exemplos de aplicações reais da isomeria óptica (medicamentos como o talidomida, fragrâncias, aromas de limão e laranja).
  3. Promover uma discussão sobre como diferenças estruturais sutis podem gerar efeitos distintos em sistemas biológicos.
  4. Exibir slides ou vídeos curtos que ilustrem essas diferenças moleculares e seus impactos.
  5. Finalizar a aula com o quiz gamificado no Kahoot! (Kahoot 4, Apêndice A), revisando os conceitos principais e incentivando o debate sobre as respostas.

## »» Orientações ao professor

- Inicie a aula lembrando brevemente o conceito de atividade óptica e o papel dos enantiômeros, destacando que pequenas variações estruturais podem gerar grandes diferenças funcionais.
- Apresente exemplos reais de aplicação da isomeria óptica no cotidiano, como em fármacos (talidomida, ibuprofeno), aromas (limão e laranja) e fragrâncias.
- Estimule uma discussão guiada sobre as implicações éticas e científicas dessas diferenças, especialmente em compostos biologicamente ativos.
- Utilize slides ou vídeos para ilustrar visualmente as estruturas e reforçar a ideia de moléculas quirais e seus efeitos distintos.
- Finalize aplicando o quiz gamificado no Kahoot! (Apêndice A), promovendo uma revisão dinâmica dos conceitos de isomeria óptica.
- Durante o jogo, incentive os alunos a justificarem suas respostas, transformando o Kahoot em uma ferramenta de avaliação formativa e reflexão coletiva.



# Aula 16

## Do Problema à Solução

### Objetivo

*Sintetizar e justificar* as explicações sobre os fenômenos de isomeria, *avaliando* as relações entre estrutura e propriedades na elaboração da carta-resposta.

- **Duração:**  
50 min
- **Recursos:**  
Texto do caso do bolo de limão (Apêndice C), quadro, projetor multimídia
- **Conteúdos:**  
Revisão dos conceitos de isomeria óptica; síntese final dos estudos de caso
- **Estratégias:**  
Retomada investigativa (modelo de Kortland – Apêndice B); produção escrita (cartas-resposta)
- **Avaliação:**  
Produção das cartas-resposta como culminância da UDM
- **Orientações ao professor:**
  1. Reapresentar o caso do bolo de limão com aroma de laranja; organizar a retomada investigativa segundo Kortland.
  2. Propor a atividade final de elaboração das cartas-resposta.
  3. Orientar os alunos a escreverem cartas explicando cientificamente o problema, apresentando conclusões e sugerindo soluções, integrando os conhecimentos das três SDs

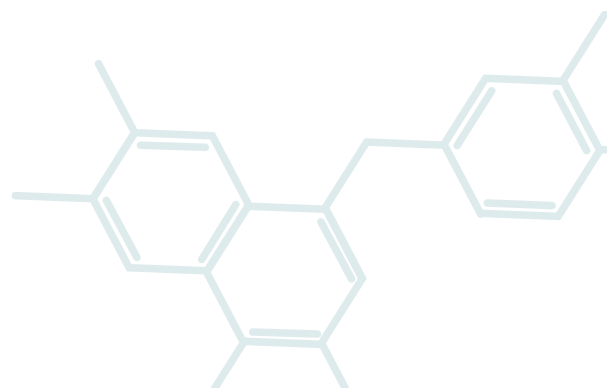


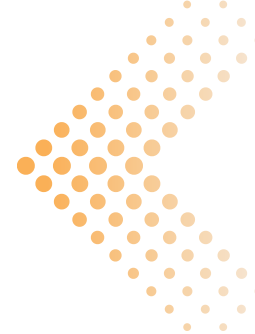
# ORIENTAÇÕES PARA REPLICAÇÃO DA UDM

A análise dos resultados da aplicação mostrou que os estudantes foram capazes de mobilizar conceitos estruturais em situações contextualizadas, mas também revelou obstáculos epistemológicos persistentes:

- Obstáculo realista: tendência a explicar os fenômenos com base em propriedades sensoriais (aroma, aspecto visível), tomando a percepção imediata como critério de verdade.
- Obstáculo verbal: uso do termo “isomeria” de forma descolada da compreensão do fenômeno.
- Obstáculo substancialista: dificuldade em estabelecer relação entre estrutura tridimensional e propriedades, tratando a substância como portadora de propriedades fixas.

Além disso, as interações no Kahoot! mostraram que muitos acertos vinham de associações rápidas, enquanto erros revelavam lacunas conceituais e argumentativas. O recurso, porém, cumpriu função formativa ao reduzir a ansiedade, favorecer a colaboração e permitir ao professor identificar fragilidades em tempo real. As interações e desempenhos observados nas atividades de gamificação (Kahoot!) podem ser utilizados como diagnóstico formativo para ajustar o ritmo e a profundidade das aulas. Questões que apresentarem baixo desempenho (categorias C0/C1 e A0/A1) devem ser retomadas com recursos visuais e exemplos concretos, favorecendo a revisão dos conceitos. Já as que alcançarem níveis mais altos (C3/C4 e A3/A4) podem servir de base para propor desafios de consolidação, estudos comparativos e situações de aprofundamento. Essa leitura orientada dos resultados permite ao professor replanejar intervenções conforme as necessidades reais da turma, mantendo a coerência com o princípio de avaliação formativa da UDM.

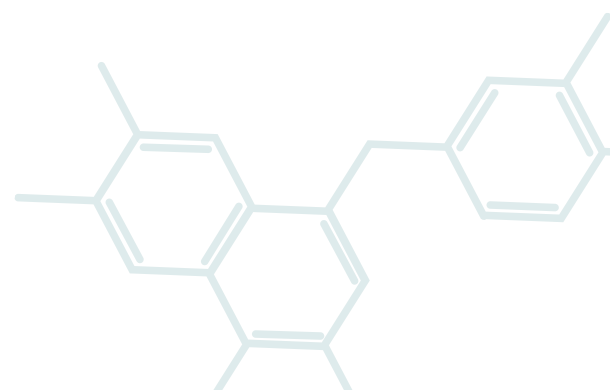




Considera-se que os objetivos gerais da intervenção e das três Sequências Didáticas foram amplamente alcançados, na medida em que os estudantes demonstraram avanços significativos na compreensão das relações entre estrutura e propriedades das substâncias, na aplicação dos conceitos de isomeria e na argumentação científica. Persistiram, contudo, alguns obstáculos epistemológicos – especialmente de natureza verbal e substancialista – que foram incorporados como foco de aprimoramento do produto educacional. A versão final da UDM explicita estratégias de mediação, uso de recursos tridimensionais e orientações para o replanejamento com base nos resultados do Kahoot!, de modo a potencializar a superação dessas lacunas e consolidar a aprendizagem em futuras aplicações.

Esses achados reforçam que, ao aplicar a UDM, o professor deve:

- valorizar as concepções prévias e trabalhar com contraposição de representações (molecular, estrutural, espacial);
- usar recursos visuais (modelos, simuladores) para superar obstáculos realista e substancialista;
- explorar as respostas superficiais no Kahoot! como ponto de partida para discussão crítica;
- orientar as cartas-resposta com rubricas que contemplem conceito, representação, argumentação e aplicação.



# METODOLOGIA E ESTRATÉGIAS



A proposta desta Unidade Didática Multiestratégica foi desenvolvida a partir de uma metodologia central – o Ensino por Investigação – articulada a um conjunto de estratégias didáticas complementares, selecionadas para favorecer a aprendizagem conceitual e superar dificuldades recorrentes no estudo da isomeria.

Segundo Bego (2016), entende-se que a metodologia corresponde à lógica geral que orienta a organização da UDM, enquanto as estratégias são modos de ação do professor, usadas para concretizar essa lógica em sala de aula. Assim, o Ensino por Investigação estrutura o percurso formativo, ao passo que as demais estratégias atuam como ferramentas específicas dentro desse percurso, tornando o processo de aprendizagem mais diversificado, significativo e coerente com os objetivos definidos.

A seguir apresentam-se, de forma articulada, a metodologia adotada e as principais estratégias didáticas que constituem esta UDM.

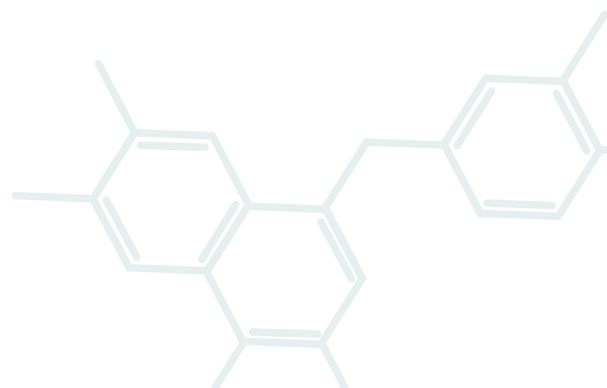
## 1. Ensino por Investigação (EI)

O Ensino por Investigação organiza o trabalho pedagógico em torno de problemas significativos, promovendo a construção ativa do conhecimento. Em vez da apresentação direta de conceitos e definições, os estudantes são convidados a levantar hipóteses, analisar evidências, testar explicações e comunicar conclusões.

Na UDM, o EI aparece principalmente:

- no levantamento de hipóteses iniciais nas Aulas 1, 7 e 11;
- nas discussões orientadas ao longo das SDs;
- nas retomadas investigativas que antecedem as cartas-resposta.

De acordo com Carvalho (2013; 2018), o EI permite que o aluno compreenda o que acontece, por que acontece e como se chegou a essa explicação, fortalecendo a autonomia intelectual e o raciocínio científico. Esse aspecto é essencial para o estudo da isomeria, que exige raciocínio estrutural, visualização espacial e capacidade de correlacionar estrutura e propriedade – competências que não se desenvolvem apenas com exposição teórica.





## 2. Estudo de Caso

O Estudo de Caso foi selecionado por aproximar conteúdos abstratos de situações reais ou simuladas, criando um contexto significativo para a análise de estruturas químicas e propriedades das substâncias. Segundo Sá e Queiroz (2010), essa estratégia estimula a investigação, o pensamento crítico e a comunicação científica organizada.

Na UDM, os casos funcionam como “disparadores” de hipóteses, permitindo que os estudantes:

- interpretem dados estruturais;
- avaliem propriedades químicas;
- comparem alternativas possíveis;
- identifiquem relações entre estrutura molecular e comportamento observado.

Os três casos utilizados percorrem progressivamente os níveis da isomeria (plana, geométrica e óptica), de modo a favorecer a construção cumulativa do conceito.

## 3. Modelo de Kortland (1996)

O modelo de Kortland foi adotado como estrutura de mediação durante as retomadas investigativas. Ele organiza o processo decisório dos estudantes em sete etapas: identificação do problema, produção de critérios, geração e avaliação de alternativas, escolha da solução, ação e conclusão.

Esse modelo favorece:

- a clareza no raciocínio investigativo;
- a organização das ideias dos estudantes;
- a articulação entre teoria e prática;
- a elaboração das cartas-resposta com fundamentação científica.

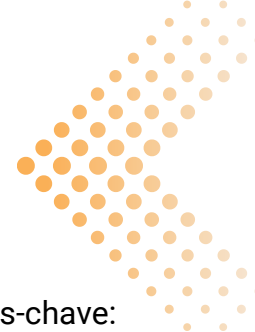
Assim, o modelo atua como instrumento de apoio cognitivo, dando forma ao processo investigativo sem engessá-lo.

## 4. Gamificação

A gamificação foi incorporada com caráter diagnóstico e formativo, não como atividade lúdica dissociada da aprendizagem. Trechos da análise presente na dissertação mostram que:

- os acertos no Kahoot frequentemente derivam de associações rápidas;
- os erros revelam lacunas conceituais importantes;
- o jogo reduz ansiedade, aumenta engajamento e favorece a participação.





Por isso, o Kahoot e o Wordwall foram posicionados estrategicamente em momentos-chave:

- SD1: consolidação da isomeria plana;
- SD2: revisão dos fundamentos espaciais;
- SD3: verificação da compreensão da quiralidade.

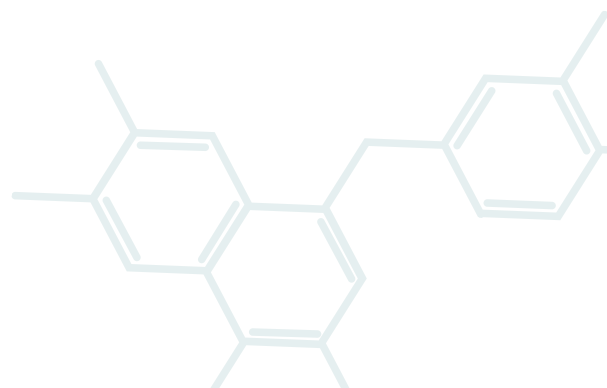
A gamificação cumpre, assim, dupla função: apoiar a retomada conceitual e auxiliar o professor na identificação de obstáculos epistemológicos como os de natureza realista, verbal e substancialista, evidenciados na intervenção.

### Síntese da articulação entre estratégias

O uso combinado dessas estratégias foi planejado para:

- diversificar os modos de aprender;
- favorecer raciocínios investigativos e estruturais;
- promover compreensão progressiva e não fragmentada da isomeria;
- permitir ao professor acompanhar o processo e replanejar conforme necessidade;
- ampliar a autonomia e a clareza argumentativa dos estudantes.

A UDM não apresenta atividades isoladas, mas um sistema coerente, fundamentado e sequenciado, que se fortalece justamente pela integração entre EI, EC, gamificação, modelos moleculares e cartas-resposta.



# CONVITE AO PROFESSOR

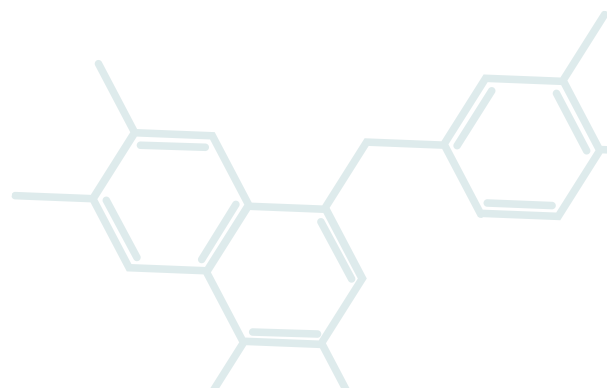


Caro(a) professor(a),

Este material foi elaborado para apoiar sua prática docente e ampliar suas possibilidades didáticas no ensino de Química. Contudo, sua utilização não deve ser rígida ou engessada: trata-se de um guia que pode (e deve) ser adaptado às necessidades específicas de sua turma, ao tempo disponível e aos recursos acessíveis em sua escola.

Gostaríamos muito de conhecer sua experiência com esta UDM. Caso tenha críticas, sugestões ou comentários, convidamos você a compartilhar seu feedback, de modo a enriquecer este material e fortalecer a comunidade de professores de Química comprometidos com práticas inovadoras.

Sugestões podem ser enviadas para: [jessouza1@gmail.com](mailto:jessouza1@gmail.com).



# REFERÊNCIAS

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e a Proposição de Atividades Investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências por Investigação. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2018. p. 13-45.

GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações. São Paulo: Cortez, 2000.

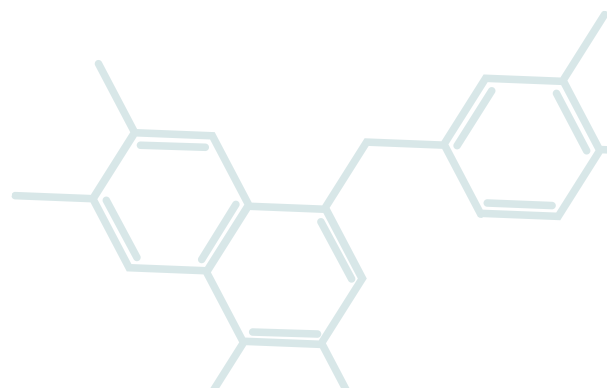
KORTLAND, K. An STS case study about students' decision making on the waste issue. Science Education, v. 80, n. 6, p. 673-689, 1996.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Estudo de caso no ensino de Química: fundamentos e aplicações. Química Nova na Escola, v. 32, n. 2, p. 98-104, 2010.

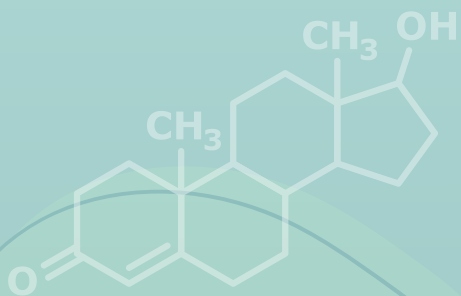
KAHOOT!. Kahoot! Learning Platform. Disponível em: <<https://kahoot.com>>. Acesso em: 27 ago. 2025.

MOLVIEW. Molecular 3D Structure Viewer. Disponível em: <<https://molview.org>>. Acesso em: 27 ago. 2025.

WORDWALL. Wordwall Activities. Disponível em: <<https://wordwall.net>>. Acesso em: 27 ago. 2025.



# APÊNDICES



# Apêndice A - Questões no *Kahoot!* e *Wordwall*

## ***Kahoot!***



[Kahoot 1](#)



[Kahoot 2](#)



[Kahoot 3](#)



[Kahoot 4](#)

## ***Wordwall***

Associar pares de isômeros



[Wordwall 1](#)



[Wordwall 2](#)



# Apêndice B - Modelo de Kortland

## 1) Identificação do problema

a) Assunto:

Explicar em linhas gerais o assunto do caso e fazer um levantamento do que é necessário para solucioná-lo.

## 2) Produção de critérios

b) Pesquisa das características do problema:

Quais os vínculos científicos que o caso apresenta? Seguem alguns exemplos: funções orgânicas - características e propriedades; fórmula estrutural.

c) Julgamento de valor – gravidade do problema:

Fazer um julgamento da gravidade do problema descrito no caso. Justificar a resposta.

## 3) Geração de alternativas

d) Inventário de medidas:

Quais os diferentes tipos de medidas normalmente são tomadas diante da situação apresentada? Qual a causa das características apresentadas pelas substâncias serem diferentes das esperadas?

## 4) Avaliação das alternativas

e) Pesquisa das características das medidas:

As medidas acima citadas são suficientes para resolver o problema? Que outras medidas importantes deveriam ser tomadas?

## 5) Escolha da solução

f) Julgamento de valores da melhor solução:

Quais medidas são mais adequadas para a resolução do caso?

Explicar as vantagens e desvantagens das opções escolhidas em relação a outras possíveis soluções.

## 6) Ação

g) Estabelecimento de um plano de ação:

Apresentem a medida que vocês julgaram mais adequada para a resolução do problema enfrentado por cada pessoa que contatou o laboratório.

h) Execução da decisão.

## 7) Conclusão

# Apêndice C - Estudo de Caso

## O Caso das substâncias que não funcionam

Na cidade de Campo Mourão, um laboratório de análises químicas altamente conceituado recebeu o apelo de três indústrias de diferentes segmentos. Cada uma delas enfrenta um problema em suas produções e busca ajuda para identificar as causas e propor soluções relacionadas aos compostos químicos e suas estruturas. O Dr. Lucas, cientista-chefe do laboratório, reúne sua equipe para discutir os casos e encontrar as respostas para os desafios apresentados, explorando as características estruturais dos compostos envolvidos.

### Caso 1

Dr. Lucas: Bom dia, pessoal. Vamos começar analisando o primeiro caso. O perfumista, Sr. Gustavo, está com um problema intrigante em suas mãos. Recebemos uma carta dele, descrevendo o dilema que está enfrentando:

"Caros especialistas do laboratório,

Estou em apuros e preciso de sua ajuda com urgência! Estou tentando desenvolver uma fragrância exclusiva de noz-moscada para atender às demandas de um cliente importante. Porém, para minha consternação, algo estranho acontece durante a produção. O aroma resultante está completamente diferente do esperado, lembrando o aroma do cravo. Isso está me causando constrangimentos financeiros, pois meu cliente está insatisfeito com os resultados e ameaça cancelar a encomenda. Por favor, ajudem-me a desvendar esse mistério e encontrar uma solução para esse problema desafiador."

Ana: Talvez algum componente da fórmula esteja sofrendo uma reação química, convertendo a substância responsável pelo aroma de noz-moscada em outra substância de aroma diferente. Já verificaram a fórmula molecular dos compostos?

Dr. Lucas: Nas análises iniciais, utilizamos cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa para verificar que não há nenhuma reação química ocorrendo entre os componentes da fragrância. Além disso, a fórmula molecular do composto presente na fragrância corresponde ao da noz-moscada. Ana: Então, vamos ter que descobrir o motivo desse mistério, deixa comigo.

### Caso 2

Dr. Lucas: Agora vamos ao segundo caso. Recebemos um e-mail preocupante de um engenheiro agrônomo relatando o seguinte:

"Prezados especialistas do laboratório,

Nossos atrativos de insetos à base de 9-tricoseno não estão funcionando conforme o esperado. Recebemos várias queixas de agricultores que afirmam que o atrativo não está atraindo insetos de maneira adequada. Isso está nos causando problemas financeiros, pois estamos tendo que lidar com perdas de colheita significativas. Precisamos resolver esse problema imediatamente, pois nossa produtividade está em jogo. Contamos com sua experiência e análises para nos ajudar a recuperar a eficácia do nosso produto."

O que vocês, como equipe de análises químicas, sugerem como possíveis causas para a ineficácia do atrativo? Quais análises podem ser realizadas para investigar esse caso?

João: Talvez a formulação esteja errada e, por algum motivo, utilizaram outra substância e não o 9-tricoseno.

Maria: Ou talvez haja algum problema na formulação do produto, fazendo com que a concentração de 9-tricoseno seja muito baixa.

Dr. Lucas: Nas análises iniciais, verificamos que a concentração de 9-tricoseno no atrativo está dentro do intervalo esperado. Além disso, a fórmula molecular também corresponde à do 9-tricoseno. Precisamos descobrir o que está acontecendo, conto com vocês.

### Caso 3

Dr. Lucas: Por fim, temos a Delícias da Terra, com seu novo bolo de limão que está saindo com aroma de laranja. Recebemos um e-mail angustiado de um representante da empresa, relatando o seguinte:

"Prezados especialistas do laboratório,

Esperamos que possam nos ajudar, pois estamos enfrentando um mistério em nossa produção de bolos de limão que nos deixou muito preocupados. Infelizmente, temos percebido que os bolos estão saindo com um aroma surpreendente de laranja, e isso tem nos deixado muito constrangidos com nossos clientes. Nossa doceria é um empreendimento de pequeno porte, e esses problemas nos afetam profundamente, tanto financeiramente quanto emocionalmente. Nós nos dedicamos com tanto carinho a cada bolo que fazemos, e é muito triste ver nossos clientes insatisfeitos. Somos uma equipe apaixonada por fazer doces deliciosos e trazer alegria para a vida das pessoas, mas agora nos sentimos desamparados diante desse mistério cítrico. Por favor, se puderem nos ajudar a identificar a causa dessa mudança de aroma e encontrar uma solução, seremos eternamente gratos."

Dr. Lucas: Nas análises iniciais, utilizamos espectrometria de infravermelho para verificar a fórmula molecular do limoneno utilizado no bolo, e ela está correta. Além disso, não parece estar ocorrendo nenhuma reação química envolvendo o limoneno.

Pedro: Se não há nenhuma reação envolvendo o limoneno, precisamos descobrir o que está causando esse aroma diferente, já que sabemos que a fórmula molecular é a esperada para o limoneno.

**Imagine que você trabalha nesse laboratório de análises: qual seria a próxima informação que você investigaria para tentar descobrir o que há de errado nesses casos? Seu papel a partir da investigação é redigir uma carta resposta às três empresas, proporcionando uma resposta significativa para o problema enfrentado por elas.**

# Apêndice D - UDM

## CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE ESCOLAR

<b>Nome da unidade escolar</b>	(ocultado aqui para manter o anonimato dos participantes da pesquisa)
<b>Endereço</b>	
<b>Caracterização da unidade escolar</b>	<p>Ao longo dos anos, a escola evoluiu significativamente, adaptando-se às necessidades educacionais da comunidade. Em 1983, a escola incluiu o curso de 2º Grau, atendendo à demanda por educação secundária mais avançada. Em 1992, houve a separação do Ensino Fundamental, refletindo mudanças nas diretrizes educacionais e na estrutura curricular.</p> <p>A escola também diversificou suas ofertas educacionais com a autorização de cursos técnicos em diversas áreas, ampliando as oportunidades para os alunos adquirirem habilidades práticas e profissionais. Em 2001, o ensino fundamental foi reintegrado à instituição, e em 2011, foi introduzido o ensino técnico em vendas, demonstrando um compromisso contínuo com a educação profissionalizante.</p> <p>Desde 2017, o colégio oferece Ensino Médio em Tempo Integral, alinhando-se com regulamentos educacionais federais e estaduais para proporcionar uma educação mais abrangente e integrada. Em 2023, a escola começou a oferecer educação profissional técnica de nível médio em tempo integral para a formação de docentes.</p> <p>A infraestrutura é bem equipada para apoiar o ensino e a aprendizagem de seus alunos. A escola possui dois laboratórios de informática, que são utilizados para aulas práticas e projetos especiais, fornecendo aos alunos acesso a recursos educacionais digitais. Além dos laboratórios de informática, a escola dispõe de salas de aula bem equipadas, uma biblioteca com um acervo diversificado, áreas de recreação e espaços para atividades esportivas. Essas instalações são mantidas em boas condições, garantindo um ambiente seguro e acolhedor para todos os alunos.</p>
<b>Componente Curricular</b>	Química I
<b>Série/Turma</b>	3ª série Ensino Médio em Tempo Integral - Turma B/Itinerário Formativo Matemática e Ciências da Natureza
<b>Professor responsável</b>	Jéssica Neves de Souza
<b>Número de participantes</b>	31
<b>Caracterização dos estudantes</b>	Os estudantes da turma 3ª série B cursam o itinerário formativo de Matemática e Ciências da Natureza. Majoritariamente, os estudantes são bastante engajados nas atividades, a maioria realiza de maneira satisfatória todas as atividades propostas pelo professor e é bastante comprometida com a própria aprendizagem. Como a disposição da sala de aula é em grupos, eles estão familiarizados a trabalhar em grupos e é uma dinâmica que funciona muito bem com eles, portanto, trabalham de maneira cooperativa.

## ANÁLISE CIENTÍFICO-EPISTEMOLÓGICA

<p><b>Conteúdo programático da UDM</b></p>	<p><b>Isomeria</b> Histórico, definição e classificação;</p> <p><b>Isomeria plana ou constitucional:</b> Isomeria de cadeia; Isomeria de posição; Metameria; Isomeria de função; Tautomeria).</p> <p><b>Isomeria espacial ou estereoisomeria:</b> <b>Geométrica</b> Introdução e tipos de isomeria espacial; Isomeria geométrica ou cis-trans (E-Z); Isomeria geométrica em compostos de cadeia aberta; Isomeria geométrica em compostos cíclicos.</p> <p><b>Óptica</b> Introdução à isomeria óptica e a luz polarizada; Isomeria óptica: diastereômeros e enantiômeros.</p>
<p><b>Pré-requisitos para a UDM</b></p>	<p>Cadeias carbônicas; Nomenclatura de compostos orgânicos; Geometria dos compostos orgânicos; Hibridização, ligações sigma e pi; Representação em bastão das moléculas, classificação das cadeias carbônicas; Forças intramoleculares e intermoleculares. Funções orgânicas</p>
<p><b>Orientações curriculares oficiais sobre o tema</b></p>	<p>As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Educacionais (PCN +) sugerem uma abordagem da Química por meio de 9 temas estruturadores. O conteúdo de isomeria é citado no tema 8 - Química e biosfera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar idéias sobre arranjos atômicos e moleculares para entender a formação de cadeias, ligações, funções orgânicas e isomeria.</li> </ul> <p>A BNCC preconiza que "a contextualização social,histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais (BNCC, ... p. 549) e, diz ainda, que:</p>

“[...] a contextualização histórica não se ocupa apenas da menção a nomes de cientistas e a datas da história da Ciência, mas de apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura. [...] Ainda com relação à contextualização histórica, propõe-se, por exemplo, a comparação de distintas explicações científicas propostas em diferentes épocas e culturas e o reconhecimento dos limites explicativos das ciências, criando oportunidades para que os estudantes compreendam a dinâmica da construção do conhecimento científico.” (BNCC, ... p.550)

Assim, de acordo com as orientações da BNCC, é possível observar nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Educacionais (PCN+) alguns temas, onde a isomeria pode, também, ser abordada:

- Noções básicas sobre evolução da vida; compostos químicos e pré-vida; transformações dos compostos orgânicos através dos tempos.
- Compreender noções básicas sobre a vida e sua evolução.
- Articular o conhecimento químico com o biológico, considerando o aumento de complexidade e diversidade das substâncias químicas e dos seres vivos.
- Identificar a presença do conhecimento químico na cultura humana contemporânea, em diferentes âmbitos e setores, como os domésticos, comerciais, artísticos, desde as receitas caseiras para limpeza, propagandas e uso de cosméticos, até em obras literárias, músicas e filmes.
- Reconhecer o papel do conhecimento químico no desenvolvimento tecnológico atual, em diferentes áreas do setor produtivo, industrial e agrícola; por exemplo, na fabricação de alimentos, corantes, medicamentos e novos materiais.

O Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná propõe que os conteúdos de Química alinhem-se com as competências específicas desse componente curricular por meio das habilidades descritas na BNCC e seus objetos de conhecimento. Assim, o conteúdo de isomeria está contemplado na Competência 3, Habilidade EM13CNT307, com seu respectivo objeto de conhecimento, conforme o Quadro a seguir.

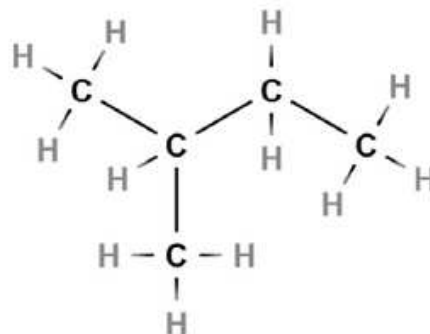
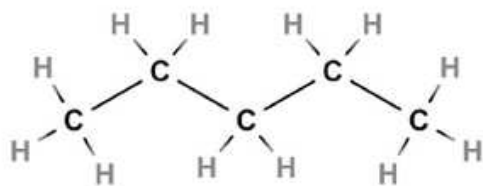
Competência	Habilidade	Objeto de conhecimento
Competência 3. Investigar situações problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, 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	(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.  Possibilidade de estabelecer uma articulação entre tecnologia e as propriedades relacionadas às estruturas dos compostos químicos, como a	Investigação das propriedades físico-químicas dos materiais, estabelecendo relação com sua aplicabilidade. Reconhecimento da influência dos materiais na sociedade, da necessidade de adequação de uso em contextos locais e mais amplos.

	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="398 148 981 427">de informação e comunicação (TDIC).</td> <td data-bbox="981 148 1541 427">aplicação dos nanocompostos, o desenvolvimento da química dos cosméticos, dos alimentos e da indústria farmacêutica.</td> <td data-bbox="1541 148 2228 427"></td> </tr> </table>	de informação e comunicação (TDIC).	aplicação dos nanocompostos, o desenvolvimento da química dos cosméticos, dos alimentos e da indústria farmacêutica.	
de informação e comunicação (TDIC).	aplicação dos nanocompostos, o desenvolvimento da química dos cosméticos, dos alimentos e da indústria farmacêutica.			
<p><b>Conteúdos conceituais</b>  - Identificação dos fatos e/ou fenômenos de interesse (aspecto fenomenológico)</p> <p>- Interpretação dos fatos ou fenômenos de interesse (aspectos teórico e simbólico)</p>	<p><b>Aspecto fenomenológico</b>  Isomeria é a ocorrência de diferentes compostos que apresentam a mesma fórmula molecular e propriedades químicas diferentes. A isomeria pode ser plana e espacial. Por exemplo, no caso do butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), temos o n-butano (cadeia contínua) e o isobutano (cadeia ramificada) como isômeros planos. Já no 2-buteno (C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>), temos o cis-2-buteno (grupos metil no mesmo lado) e o trans-2-buteno (grupos metil em lados opostos) como isômeros espaciais.</p> <p>A isomeria espacial pode se dividir em isomeria geométrica e isomeria óptica. Dentro da isomeria geométrica é possível encontrar isômeros cis e trans. Na isomeria óptica, podemos encontrar substâncias ativas e inativas opticamente.</p> <p><b>Aspecto teórico</b>  A isomeria é um conceito crucial na química orgânica, explicando como compostos com a mesma fórmula molecular podem exibir diferentes estruturas e, conseqüentemente, propriedades distintas. A isomeria é dividida em dois tipos principais: isomeria plana e isomeria espacial, cada uma com suas próprias subcategorias e características.</p> <p>A isomeria plana ocorre quando os isômeros diferem na maneira como os átomos estão conectados, sem alterar a disposição espacial. Dentro desta categoria, encontram-se subtipos como a isomeria de cadeia, de posição, de função e a tautomeria. A isomeria de cadeia se refere à diferença na estrutura da cadeia carbônica; a de posição diz respeito à variação na posição de grupos funcionais ou ligações múltiplas; e a isomeria de função envolve isômeros que pertencem a diferentes funções químicas. A tautomeria, por sua vez, é um caso especial onde os isômeros coexistem em equilíbrio dinâmico, como observado no equilíbrio ceto-enólico.</p> <p>Por outro lado, a isomeria espacial, ou estereoisomeria, envolve isômeros que têm a mesma seqüência de ligações atômicas, mas diferem na orientação espacial dos átomos. Este tipo de isomeria é subdividido em isomeria geométrica e isomeria óptica. A isomeria geométrica ocorre em compostos com ligações duplas ou estruturas cíclicas, que impedem a livre rotação e resultam em diferentes disposições espaciais, como os isômeros cis e trans. Já a isomeria óptica trata de compostos que diferem na maneira como interagem com a luz polarizada, apresentando atividade óptica. Esses compostos, conhecidos como enantiômeros, são capazes de desviar o plano da luz polarizada para a direita (dextrógiros) ou para a esquerda (levógiros).</p> <p>A compreensão desses tipos de isomeria é fundamental para a análise e síntese de compostos orgânicos, permitindo manipular suas propriedades químicas e físicas para uma ampla variedade de aplicações industriais e científicas. A isomeria não apenas amplia o</p>			

entendimento sobre a estrutura molecular, mas também proporciona insights valiosos para o desenvolvimento de novos materiais e medicamentos, destacando-se como um tópico essencial no estudo da química orgânica.

### Aspecto representacional

Exemplos de isômeros



Fonte: elaborado pela autora

As duas substâncias apresentadas acima são compostos diferentes que apresentam a mesma fórmula molecular ( $C_5H_{12}$ ), são, portanto, isômeros

### Perfil conceitual ou desenvolvimento histórico do conceito principal da UDM

O desenvolvimento da isomeria é um marco significativo na história da Química, e suas raízes remontam ao final do século XVIII e início do século XIX. No início do estudo da isomeria, os químicos enfrentaram dificuldades em compreender como compostos com a mesma composição poderiam ter propriedades tão diferentes (RAUPP et al, 2021). Desde o final do século XVIII, quando uma variedade de compostos orgânicos já era conhecida, os químicos buscavam entender como apenas três elementos principais (carbono, hidrogênio e oxigênio) formavam esses compostos. Inicialmente, acreditava-se que essas diferenças eram causadas por pequenas variações nas proporções desses elementos. Mais tarde, percebeu-se que, nos compostos orgânicos, além do tipo e proporção dos elementos (a constituição), o arranjo espacial também poderia influenciar suas propriedades (RAUPP et al, 2021).

Entre 1820 e 1824, Justus von Liebig e Friedrich Wöhler conduziram independentemente experimentos com fulminato de prata e cianato de prata, respectivamente. Os dois obtiveram em suas pesquisas composições praticamente iguais para as duas substâncias, o que inicialmente os fez questionar a precisão de suas análises mútuas. Ao confirmar que as composições eram de fato as mesmas, iniciaram um trabalho em conjunto e chegaram à conclusão de que as duas substâncias apresentavam a mesma composição, apesar de exibirem diferentes propriedades químicas e físicas (MAAR, 2011; RAUPP et al, 2021).

Outro marco importante ocorreu em 1828, quando Gay-Lussac determinou que o ácido tartárico e o ácido racêmico tinham a mesma composição, mas comportamentos ópticos diferentes (MAAR, 2011). Esses casos levaram à conclusão de que a simples constituição química não era suficiente para explicar todas as propriedades observadas nos compostos. Entretanto, a razão pela qual dois compostos com propriedades diferentes apresentavam a mesma composição ainda não tinha uma explicação aceita pela comunidade científica da época (MAAR, 2011).

Foi somente em 1830 que Berzelius formalizou o conceito de isomeria ao introduzir o termo "isômero", diante dessas evidências. De acordo com esse conceito a isomeria poderia ser definida como a existência de compostos que, apesar de terem a mesma composição elementar (mesma fórmula molecular), exibem propriedades químicas e físicas diferentes devido a diferentes arranjos dos átomos (MAAR, 2011).

No início do século XIX, houve um impactante desenvolvimento na estereoquímica quando se descobriu que a estrutura molecular não correspondia diretamente à disposição espacial dos átomos (RAUPP et al, 2021). Um dos momentos mais marcantes nesse avanço foi a pesquisa de Louis Pasteur, iniciada em 1846 – com base nos dados relatados por Jean Baptiste Biot em 1810 –, que investigou a cristalização do ácido tartárico e revelou a relação entre a estrutura cristalina e a atividade óptica das substâncias. Pasteur observou que os cristais podiam existir em formas que desviavam a luz polarizada para a esquerda ou para a direita, dando origem ao conceito de carbono tetraédrico e assimétrico. Sua descoberta e métodos para separar isômeros ópticos (enantiômeros) foram fundamentais para estabelecer as bases da estereoquímica moderna (RAUPP et al, 2021).

Pouco se sabia sobre os diferentes arranjos espaciais das moléculas, principalmente porque a química estrutural ainda gerava muita controvérsia, porém, apesar das controvérsias iniciais e da resistência de alguns cientistas proeminentes, como Marcellin Berthelot e Hermann Kolbe, o interesse pela química estrutural cresceu ao longo do século XIX (RAUPP et al, 2021). Em 1869, Johannes Wislicenus argumentou a favor da necessidade de considerar o arranjo tridimensional das moléculas para explicar certos casos de isomerismo, um ponto crucial que estabeleceu a base para as teorias de van't Hoff e Le Bel sobre o carbono tetraédrico (RAUPP et al, 2021).

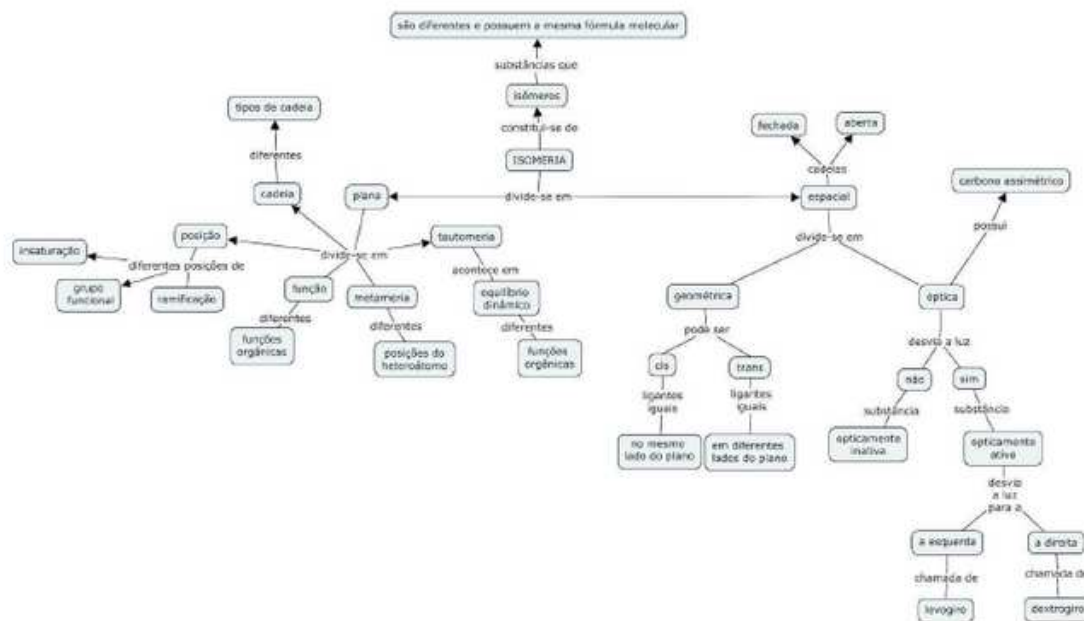
Em 1874, Jacobus Henricus van't Hoff e Joseph Achille Le Bel propuseram independentemente a teoria do carbono tetraédrico assimétrico, tendo van't Hoff introduzido o termo carbono *quiral*. Esta teoria foi um avanço crucial para a compreensão da estereoquímica, explicando como átomos de carbono poderiam formar estruturas tridimensionais específicas que resultavam em diferentes isômeros espaciais (RAUPP et al, 2021).

Van't Hoff enfrentou baixa repercussão inicial, mas ampliou a visibilidade ao traduzir e aprimorar seu panfleto em francês, utilizando modelos moleculares de papelão para tornar suas ideias mais compreensíveis. Ele enviou modelos a renomados cientistas, buscando maior aceitação de sua teoria. A confirmação experimental veio em 1875, com Gustav Bremer demonstrando a atividade óptica predita por van't Hoff (RAUPP et al, 2021).

Apesar de críticas, como as de Hermann Kolbe, a teoria ganhou apoio de cientistas como Wislicenus e, posteriormente, Viktor Meyer e Alfred Werner. Hermann Emil Fischer introduziu uma convenção para representar estruturas tridimensionais no papel. A estereoquímica se consolidou no início do século XX, revolucionando a química orgânica e inorgânica (RAUPP et al, 2021).

A importância da estereoquímica foi reconhecida com Prêmios Nobel, como em 1975, para John Cornforth e Vladimir Prelog, e em 2001, para William Knowles, Barry Sharpless e Ryoji Noyori, por avanços em catálise assimétrica. Hoje, a estereoquímica é essencial para entender biomoléculas e desenvolver produtos enantiomericamente enriquecidos, graças aos esforços contínuos da comunidade científica (RAUPP et al, 2021).

**Esquema conceitual científico sobre o conteúdo conceitual da UDM (mapa conceitual)**



**Referências**

RAUPP, Daniele Trajano et al. Uma Breve História da Estereoquímica: da negação à legitimação. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, v. 24, p. 02-18, 2021.

MAAR, Juergen Heinrich. *História da Química: Segunda Parte-De Lavoisier ao sistema periódico*. Florianópolis: Papa-Livro, 2011.

**Concepções alternativas dos alunos sobre os conteúdos da UDM**

As concepções alternativas que os estudantes apresentam estão relacionadas às dificuldades que eles enfrentam no entendimento da isomeria, conforme apontam os trabalhos de Schmidt (1992), Belachew (2020), Omwirhien e Ubanwa (2016) 8, Şendur (2012), Sendur e Toprak (2013). De acordo com estes autores, as principais concepções alternativas que os estudantes apresentam são:

Os estudantes classificam os isômeros com base em seus grupos funcionais (SCHMIDT, 1992);

- Alguns estudantes consideram como diferentes substâncias as fórmulas condensada e molecular (SCHMIDT, 1992);
- Os estudantes consideram que isômeros consistem de moléculas com cadeia carbônica ramificada (SCHMIDT, 1992);
- Os isômeros possuem a mesma forma nas representações gráficas de suas formas (SCHMIDT, 1992);
- Isomeria geométrica ocorre quando dois átomos de halogênio são ligados a átomos de carbono com dupla ligação (SENDUR e TOPRAK, 2013).
- Desde que haja uma ligação dupla carbono-carbono no composto, ele pode exibir isomeria geométrica. No entanto, se todos os grupos ligados à dupla ligação carbono-carbono forem diferentes entre si, o composto não pode apresentar isomeria geométrica (SENDUR e TOPRAK, 2013).
- A isomeria geométrica é específica dos alcenos (SENDUR e TOPRAK, 2013).

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se houver uma ligação dupla carbono-carbono com dois grupos diferentes em cada lado da ligação dupla, ela pode exibir isomeria geométrica cis-trans (SENDUR e TOPRAK, 2013).</li> <li>• Os pontos de ebulição dos isômeros geométricos são os mesmos porque eles têm as mesmas fórmulas químicas (SENDUR e TOPRAK, 2013).</li> <li>• Os isômeros trans geralmente têm pontos de ebulição mais altos do que seus equivalentes cis (SENDUR e TOPRAK, 2013).</li> <li>• Moléculas cíclicas e compostos ramificados nunca são isômeros estruturais um do outro (SENDUR e TOPRAK, 2013).</li> <li>• Nas cadeias de alcenos, a ligação dupla pode estar localizada em diferentes posições, mas esses compostos não são considerados isômeros estruturais um do outro (SENDUR e TOPRAK, 2013).</li> </ul>
<p><b>Obstáculos epistemológicos particulares relacionados aos conteúdos da UDM</b></p> <p>Obstáculo da experiência primeira</p> <p>Obstáculo verbal</p> <p>Obstáculo substancialista</p> <p>Obstáculo realista</p> <p>Obstáculo animista</p>	<p>Os obstáculos epistemológicos são conceitos propostos por Gaston Bachelard em seu livro "A Formação do Espírito Científico" (BACHELARD, 1996) para descrever as dificuldades que os estudantes enfrentam ao tentar compreender conceitos científicos. Quando aplicados a uma unidade didática multiestratégica (UDM) sobre isomeria, podem ser identificados obstáculos específicos relacionados à experiência primeira, verbal, substancialista, realista e animista.</p> <p><b>Obstáculo da experiência primeira:</b> Esse obstáculo se refere à tendência dos estudantes de confiar apenas em suas próprias experiências imediatas e sensoriais como base para a compreensão de conceitos científicos mais abstratos. De acordo com Bachelard (1996) a ciência requer uma ruptura com as experiências primeiras e uma adesão a um novo modo de pensar. Em relação à isomeria, os estudantes podem ter dificuldade em abandonar suas percepções iniciais sobre moléculas e entender que a estrutura espacial de uma substância pode afetar suas propriedades químicas.</p> <p><b>Obstáculo verbal:</b> Surge da tendência dos estudantes de se apegarem às palavras e definições em vez de examinar as relações e processos subjacentes. Bachelard (1996) argumenta que a linguagem pode limitar a compreensão científica, pois as palavras podem carregar conotações e significados diferentes do que se pretende expressar. No contexto da UDM sobre isomeria, os estudantes podem ter dificuldade em ir além das definições superficiais de isômeros e realmente compreender as implicações estruturais e funcionais dessas moléculas.</p> <p><b>Obstáculo substancialista:</b> Tem origem na inclinação dos estudantes de conceberem as substâncias como entidades fixas e imutáveis, ignorando a dinamicidade das transformações químicas. Bachelard (1996) enfatiza a importância de reconhecer as mudanças e as transformações que ocorrem nas substâncias. No contexto da isomeria, os estudantes podem ter dificuldade em compreender que as diferentes formas isoméricas de uma substância são estruturas distintas, com propriedades químicas e físicas diversas.</p> <p><b>Obstáculo realista:</b> Esse obstáculo surge da propensão dos estudantes de acreditarem que a ciência é uma representação direta da realidade, desconsiderando os processos de construção do conhecimento científico. Bachelard (1996) diz que a ciência é uma atividade humana e que o conhecimento científico é construído por meio de teorias, experimentos e revisões constantes. No contexto da isomeria, os estudantes podem ter dificuldade em compreender que a representação estrutural de uma molécula é uma abstração útil para descrever seu comportamento, mas não é uma imagem fiel da realidade.</p>

	<p><b>Obstáculo animista:</b> Surge da tendência dos estudantes de atribuírem características humanas a objetos e fenômenos naturais, como se eles possuíssem intenções e vontades. Bachelard (1996) destaca a importância de reconhecer que os fenômenos naturais seguem leis e princípios científicos, e não são regidos por intenções ou agentes conscientes. No contexto da UDM sobre isomeria, os estudantes podem ter dificuldade em compreender que as moléculas isoméricas não possuem uma "vontade" de se organizar de determinada forma, mas sim obedecem a princípios químicos que determinam suas estruturas e propriedades.</p>
<p><b>Implicações para o ensino dos conteúdos de ensino da UDM Aspectos a evitar e a reforçar</b></p>	<p><b>Evitar:</b>  Basear o ensino da isomeria apenas na intuição inicial dos estudantes, sem fornecer uma base teórica sólida. A isomeria envolve conceitos complexos que podem não ser facilmente compreendidos apenas através da experiência direta;  <b>Transmitir</b> conhecimento sobre isomeria exclusivamente por meio de descrições verbais ou textuais. A isomeria é um campo da química orgânica que requer uma compreensão visual e espacial dos arranjos moleculares;  Restringir o ensino da isomeria a uma abordagem puramente substancial, focada nas fórmulas moleculares e nas propriedades físicas e químicas das substâncias;  Enfatizar exclusivamente exemplos reais e práticos da isomeria;  Conceber os compostos orgânicos como entidades animadas, dotadas de vontade ou propósito. A isomeria é governada por princípios químicos e físicos que podem ser explicados por meio de teorias científicas bem estabelecidas.</p> <p><b>Reforçar</b>  Conceitos-chave, como isomeria estrutural, estereoisomeria e isomeria conformacional, fornecendo definições claras e exemplos ilustrativos. Isso ajudará os estudantes a compreender os princípios relacionados à isomeria e a aplicá-los em diferentes contextos;  Visualização espacial no estudo da isomeria. Utilizar recursos visuais, como modelos moleculares tridimensionais, projeções de Fischer e projeções de Newman, para auxiliar os estudantes a compreender as diferentes formas e arranjos dos isômeros;  Relação entre estrutura e propriedades: Destacar a relação entre a estrutura molecular e as propriedades dos compostos isoméricos. Mostrar como pequenas alterações na estrutura podem levar a diferenças significativas nas propriedades físicas e químicas, como ponto de fusão, solubilidade e reatividade. Isso ajudará os estudantes a entender porque a isomeria é importante e como ela influencia o comportamento das substâncias.  Aplicações da isomeria em áreas como indústria farmacêutica, síntese de produtos químicos e química ambiental. Como a compreensão da isomeria é fundamental para a formulação de medicamentos, a produção de materiais sintéticos e a compreensão dos impactos ambientais.  Uma abordagem sistemática ao estudar a isomeria, organizando os diferentes tipos de isomeria em categorias claras e fornecendo uma visão geral dos princípios envolvidos. Isso ajudará os estudantes a identificar padrões e a entender as diferenças entre os diversos tipos de isômeros.</p>
<p><b>Referências (de acordo com ABNT NBR 6023)</b></p>	<p>BELACHEW, Woldie. Nudging College Pre-service Teachers towards the Desired Path in Isomerism Concepts of Aliphatic Hydrocarbons through the Use of Conceptual Change Texts. <b>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</b>, v. 16, n. 1, p. em1803, 2020. ISSN 1305-8223 (online). Disponível em: <a href="https://doi.org/10.29333/ejmste/112116">https://doi.org/10.29333/ejmste/112116</a>. Acesso em: 21 jun 2023.</p> <p>OMWIRHIREN, Efe M.; UBANWA, Augustine O. An Analysis of Misconceptions in Organic Chemistry Among Selected Senior Secondary School Students in Zaria Local Government Area of Kaduna State, Nigeria. <b>International Journal of Education and Research</b>, v. 4, n. 7, p. 247, jul.</p>

2016.

SENDUR, Gulten; TOPRAK, Mustafa. The role of conceptual change texts to improve students' understanding of alkenes. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 14, p. 431, 2013.

SCHMIDT, Hans-Jürgen. Conceptual Difficulties with Isomerism. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 9, p. 995-1003, 1992.

ŞENDUR, Gülten. Prospective Science Teachers' Misconceptions in Organic Chemistry: The Case of Alkenes. **Journal of Turkish Science Education**, v. 9, n. 3, set. 2012.

### ABORDAGEM METODOLÓGICA

**Princípios teórico-metodológicos da abordagem escolhida** (teoria psicológica, teoria pedagógica, visão de ciência, função do sistema educacional e forma de organização do ensino - funções que professor e aluno desempenham no processo de ensino e aprendizagem)

A metodologia escolhida foi a de ensino por investigação associado às TDIC. O ensino por investigação é uma abordagem que coloca os estudantes como protagonistas do processo de aprendizagem, incentivando-os a explorar conceitos e fenômenos por meio de questionamentos. Essa abordagem, como descrita por Carvalho (2013), segue algumas etapas, aqui agrupadas em quatro etapas principais:

ETAPA	DESCRIÇÃO
1. <b>Problematização</b>	Proposição de um problema ou questão relevante que desperte a curiosidade e o interesse dos alunos.
2. <b>Construção de Hipóteses</b>	Formulação de hipóteses pelos alunos, incentivando o pensamento crítico e a criatividade para explicar o problema identificado.
3. <b>Investigação e Contextualização</b>	Planejamento e realização de atividades investigativas (como pesquisas, análises de dados existentes ou discussões teóricas) para testar as hipóteses, promovendo a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos e seu aprofundamento no tema.
4. <b>Conclusão e Comunicação</b>	Análise dos dados coletados, discussão dos resultados, e comunicação das conclusões de forma clara e organizada.

De acordo com Carvalho (2018, p. 766), por meio do ensino por investigação o professor cria condições para os alunos:

- pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento;
- falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos;
- lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido;
- escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas.

Partindo desse pressuposto, o professor deixa de ocupar um papel central, de detentor de conhecimentos, e passa a atuar como mediador do processo de aprendizagem, permitindo e incentivando a autonomia e o pensamento crítico do estudante. Para isso, é necessário que o

professor não seja diretivo, mas, que saiba encaminhar suas aulas para a resolução de problemas. De acordo com Carvalho (2018, p. 771-772) um bom problema é aquele que:

- dá condições para os alunos resolverem e explicarem o fenômeno envolvido no mesmo;
- dá condições para que as hipóteses levantadas pelos alunos levem a determinar as variáveis do mesmo; dá condições para os alunos relacionarem o que aprenderam com o mundo em que vivem;
- dá condições para que os conhecimentos aprendidos sejam utilizados em outras disciplinas do conteúdo escolar;
- quando o conteúdo do problema está relacionado com os conceitos espontâneos dos alunos (Driver, Guesne, & Tiberghien (1985, *apud* CARVALHO, 2018a), esses devem aparecer como hipóteses dos mesmos.

Segundo Carvalho (2018a), outro fator que influencia a criação de um ambiente favorável à aprendizagem por investigação é a liberdade intelectual, pois, sem ela não é possível que os estudantes argumentem e construam seu conhecimento de forma crítica.

Nesse sentido, o estudo de caso pode ser uma estratégia integradora eficaz dentro do ensino por investigação por possuírem várias características em comum, como o ensino centrado no estudante, o objetivo de colocar os estudantes em contato com problemas reais, o propósito de estimular o desenvolvimento do pensamento crítico, a habilidade de resolução de problemas e o aprendizado de conceitos da área a ser estudada (SÁ e QUEIROZ, 2010). Os estudos de caso fornecem situações do mundo real que desafiam os alunos a aplicar seus conhecimentos de forma investigativa. Cada estudo de caso pode servir como um ponto de partida para a problematização, incentivando os alunos a formular perguntas pertinentes e desenvolver hipóteses criativas. Ao resolver estudos de caso os alunos são levados a realizar investigações contextualizadas, são encorajados a buscar informações relevantes, analisar dados e comunicar suas descobertas de maneira clara e organizada, seguindo o modelo de ensino por investigação proposto por Carvalho (2013).

Além disso, os estudos de caso fornecem uma oportunidade para os alunos relacionarem os conceitos aprendidos com suas experiências cotidianas, cumprindo assim o critério estabelecido por Carvalho (2018b) de que os problemas devem estar relacionados aos conceitos espontâneos dos estudantes. Essa conexão entre teoria e prática é fundamental para estimular o interesse dos estudantes e promover uma compreensão mais profunda dos conceitos científicos.

Portanto, ao integrar o estudo de caso como uma estratégia dentro do ensino por investigação, é possível criar um ambiente de aprendizagem dinâmico e estimulante, onde os estudantes são incentivados a pensar criticamente, resolver problemas reais e construir ativamente seu próprio conhecimento.

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, Ana Maria Pessoa. **Ensino de ciências por investigação: condições de implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 25 jul. 2023.

SÁ, Luciana Passos e QUEIROZ, Saete Linhares. **Estudo de casos no ensino de química**. Campinas: Átomo. 2 ed. 2010.

## TÍTULO, OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM E SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

<b>Título da UDM</b>	Explorando a Isomeria: Compreendendo a Estrutura e Propriedades das Substâncias Químicas		
<b>Objetivos previstos em Orientações Curriculares Oficiais</b>	<p>O conteúdo de isomeria, de acordo com as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Educacionais (PCN+) se adequa ao tema 8 - Química e biosfera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar idéias sobre arranjos atômicos e moleculares para entender a formação de cadeias, ligações, funções orgânicas e isomeria.</li> </ul> <p>Segundo a BNCC (2018) as habilidades a seguir abordam e estão correlacionados com a temática isomeria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Noções básicas sobre evolução da vida; compostos químicos e pré-vida; transformações dos compostos orgânicos através dos tempos.</li> <li>• Compreender noções básicas sobre a vida e sua evolução.</li> <li>• Articular o conhecimento químico com o biológico, considerando o aumento de complexidade e diversidade das substâncias químicas e dos seres vivos.</li> <li>• Identificar a presença do conhecimento químico na cultura humana contemporânea, em diferentes âmbitos e setores, como os domésticos, comerciais, artísticos, desde as receitas caseiras para limpeza, propagandas e uso de cosméticos, até em obras literárias, músicas e filmes.</li> <li>• Reconhecer o papel do conhecimento químico no desenvolvimento tecnológico atual, em diferentes áreas do setor produtivo, industrial e agrícola; por exemplo, na fabricação de alimentos, corantes, medicamentos e novos materiais.</li> </ul>		
<b>Objetivo da UDM</b>	<p><i>Elaborar</i> uma carta-resposta em um estudo de caso <i> sintetizando e aplicando</i> conhecimentos sobre arranjos atômicos e moleculares para <i> analisar</i> a formação de cadeias, ligações, funções orgânicas e isomeria e <i> entender</i> as diferenças nas propriedades das substâncias.</p> <p><i>Aplicar</i> ideias sobre arranjos atômicos e moleculares para <i> entender</i> a formação de cadeias, ligações, funções orgânicas e isomeria</p>		
<b>Título da SD</b>	Objetivo da SD	Conteúdo Programático da SD	Tempo Aproximado (em aulas)
<b>Isomeria Plana</b>	<i>Compreender e aplicar</i> os princípios da isomeria plana, <i> classificando e comparando</i> pares de isômeros de cadeia, posição, função, metameria e tautomeria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- História da isomeria</li> <li>- Definição de isomeria</li> <li>- Diferentes tipos de isomeria</li> <li>- Fórmula estrutural plana</li> <li>- Isomeria de cadeia</li> <li>- Isomeria de posição</li> <li>- Isomeria de função</li> <li>- Metameria</li> <li>- Tautomeria</li> </ul>	6 aulas

**TÍTULO, OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM E SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS**

<b>Isomeria Geométrica</b>	<i>Analisar e explicar</i> as implicações das configurações espaciais dos isômeros cis-trans e E-Z, <i>relacionando-as</i> às propriedades físico-químicas das substâncias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Isomeria geométrica</li> <li>- Isomeria cis-trans</li> <li>- Isomeria E-Z</li> <li>- Nomenclatura de isômeros cis e trans</li> <li>- Nomenclatura de isômeros E e Z</li> </ul>	4 aulas
<b>Isomeria Óptica</b>	<i>Avaliar e integrar</i> conhecimentos sobre diastereoisômeros e enantiômeros, <i>justificando</i> as implicações das configurações espaciais nas propriedades ópticas e físico-químicas das substâncias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Histórico da óptica</li> <li>- Luz polarizada</li> <li>- Isomeria óptica</li> <li>- Diastereoisômeros</li> <li>- Enantiômeros</li> <li>- Propriedades dos diastereoisômeros e enantiômeros</li> </ul>	6 aulas

**SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO**

<b>Título da SD1</b>	Isomeria Plana				
<b>Objetivo da SD</b>	<i>Compreender e aplicar</i> os princípios da isomeria plana, <i>classificando e comparando</i> pares de isômeros de cadeia, posição, função, metameria e tautomeria.				
<b>Estratégia de Avaliação</b>	Avaliação formativa com previsão de feedback aos estudantes por meio do início da resolução do estudo de caso.				
<b>Dia/Aula*</b>	<b>Estratégia Didática</b>	<b>Conteúdos de ensino</b>	<b>Tempo / Descrição das Atividades / Organização da Sala de Aula</b>	<b>Recursos Didáticos</b>	<b>Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação</b>
1	estudo de caso	Apresentação do estudo de caso	Organização da sala de aula (5 minutos) Apresentação do estudo de caso: leitura e discussão inicial (15 minutos) - Discussão sobre os conhecimentos prévios dos alunos (20 minutos) Escrita das hipóteses prévias dos alunos (10 minutos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lousa digital</li> <li>- Computador</li> <li>- Projetor multimídia</li> </ul>	<p align="center"><b>materiais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Slides elaborados pela professora</li> <li>- Cópias do texto do estudo de caso</li> </ul> <p align="center"><b>instrumentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Escrita das hipóteses prévias</li> </ul>
2	Exposição dialogada	- História da isomeria	Organização da sala de aula (5 minutos)  Exposição do histórico e definição da isomeria (30 minutos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lousa digital</li> <li>- Computador</li> <li>- Projetor multimídia</li> </ul>	<p align="center"><b>materiais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Slides do material RCO+Aulas adaptados pela professora</li> </ul> <p align="center">- texto de apoio</p>

			Resolução de atividade (25 minutos)		instrumentos - resolução da atividade proposta
3	Aula expositiva  Gamificação (Wordwall)	- Diferença entre plano e espaço - Fórmula estrutural plana	Organização da sala de aula (5 minutos)  Exposição do conteúdo: isomeria plana (20 minutos)  Resolução de atividade escrita envolvendo identificação de diferenças nas propriedades e nas fórmulas estruturais e entre pares de isômeros (15 minutos)  Atividade gamificada envolvendo identificação de pares de isômeros (10 minutos)	- Lousa digital - Computador - Projetor multimídia - Smartphone - Rede de Internet	<b>materiais</b> - Slides do material RCO+Aulas adaptados pela professora - Atividade gamificada na plataforma Wordwall envolvendo isomeria plana - texto de apoio  <b>instrumentos</b> resolução das atividades escritas e participação na atividade gamificada
4	Aula expositiva  Gamificação (Kahoot!)	- Isomeria de cadeia - Isomeria de posição	Organização da sala de aula (5 minutos)  Exposição dos conteúdos: isomeria de cadeia e isomeria de posição (20 minutos)  Resolução de atividade envolvendo a escrita das fórmulas estruturais de isômeros de cadeia e de posição (15 minutos)  Atividade gamificada envolvendo identificação de pares de isômeros de cadeia e de posição (10 minutos)	- Lousa digital - Computador - Projetor multimídia - Smartphone - Rede de Internet	<b>materiais</b> - Slides do material RCO+Aulas adaptados pela professora - Atividade gamificada na plataforma Kahoot! envolvendo isomeria isomeria de cadeia e de posição - texto de apoio  <b>instrumentos</b> resolução das atividades escritas e participação na atividade gamificada
5	Aula expositiva  Gamificação (Kahoot!)	- Isomeria de função - Metameria - Tautomeria	Organização da sala de aula (5 minutos)  Exposição dos conteúdos: isomeria de função, metameria e tautomeria (20 minutos)	- Lousa digital - Computador - Projetor multimídia - Smartphone - Rede de Internet	<b>materiais</b> - Slides do material RCO+Aulas adaptados pela professora - Atividade gamificada na plataforma Kahoot! envolvendo isomeria de função, metameria e tautomeria

			Resolução de atividade envolvendo a escrita das fórmulas estruturais de isômeros de função, isômeros de compensação e compostos que apresentam tautomeria (15 minutos)		- textos de apoio  <b>instrumentos</b> resolução das atividades escritas e participação na atividade gamificada
6	Gamificação (Wordwall)	- Tipos de isomeria plana - Tipos de isomeria plana	Organização da sala de aula (5 minutos)	- Computador - Projetor multimídia - Smartphone - Rede de Internet	<b>materiais</b> Atividades gamificadas na plataforma Wordwall envolvendo os tipos de isomeria plana  <b>instrumentos</b> resolução das atividades escritas e participação na atividade gamificada
	estudo de caso		Resolução de atividade gamificada retomando os tipos de isomeria plana (10 minutos)		
<b>Referências</b> (fundamentação das estratégias didáticas e de avaliação escolhidas)	NOVAIS, V. L. D. <b>Vivá: Química – Ensino Médio</b> . Curitiba: Positivo, 2016. REIS, M. M. de F. <b>Química – Ensino Médio</b> . 2. ed. São Paulo: Ática, 2016. SANTOS, W. L. P. <b>Química Cidadã – Ensino Médio</b> . 3. ed. São Paulo: Editora AJS, 2016. USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. <b>Química — volume único</b> . 5. ed. reform. São Paulo: Saraiva, 2002.				

**SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO**

<b>Título da SD2</b>	Isomeria Geométrica
<b>Objetivo da SD</b>	<i>Analisar e explicar as implicações das configurações espaciais dos isômeros cis-trans e E-Z, relacionando-as às propriedades físico-químicas das substâncias.</i>

Estratégia de Avaliação	Avaliação formativa com previsão de feedback aos estudantes por meio do início da resolução do estudo de caso.				
Dia/Aula*	Estratégia Didática	Conteúdos de ensino	Tempo / Descrição das Atividades / Organização da Sala de Aula	Recursos Didáticos	Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação
1	estudo de caso	- Isomeria geométrica	Organização da sala de aula (5 minutos)  - retomada do estudo de caso (15 minutos)	- Lousa digital - Computador - Projetor multimídia - bolinhas de isopor - palitos de dente	<b>materiais</b> - Cópias do texto do estudo de caso - Slides do material RCO+Aulas adaptados pela professora - texto de apoio  <b>instrumentos</b> resolução das atividades
	Aula expositiva		Exposição do conteúdo: isomeria geométrica (15 minutos)  Resolução de atividades envolvendo a escrita da fórmula estrutural e a elaboração de estruturas tridimensionais dessas moléculas (15 minutos)		
2	Aula expositiva	- Isomeria geométrica - Isomeria cis-trans - Isomeria E-Z - Nomenclatura de isômeros cis e trans - Nomenclatura de isômeros E e Z	Organização da sala de aula (5 minutos)  Exposição do conteúdo: isomeria cis-trans e E-Z (15 minutos)  - resolução de atividades escritas envolvendo identificação de compostos que apresentam isomeria geométrica e suas propriedades (10 minutos)	- Lousa digital - Computador - Projetor multimídia - Smartphone - Rede de Internet	<b>materiais</b> - Slides do material RCO+Aulas adaptados pela professora - texto de apoio  <b>instrumentos</b> - resolução das atividades
	Simulador (MolView)		Simulação de moléculas tridimensionais, pelos estudantes, no simulador (20 minutos)		<b>materiais</b> - Lista elaborada pela professora com as fórmulas estruturais das substâncias a serem inseridas no simulador MolView  <b>instrumentos</b> - elaboração das estruturas tridimensionais conforme solicitado na lista.
3	Aula expositiva	- Isomeria geométrica em compostos cíclicos	Organização da sala de aula (5 minutos)  Exposição do conteúdo: isomeria geométrica em compostos cíclicos (15 minutos)	- Lousa digital - Computador - Projetor multimídia	<b>materiais</b> - Slides do material RCO+Aulas adaptados pela professora - texto de apoio  <b>instrumentos</b>

			- resolução de atividades envolvendo nomenclatura de isômeros geométricos cíclicos (30 minutos)		- resolução das atividades
4	Gamificação (Kahoot!)	- Isomeria geométrica	Organização da sala de aula (5 minutos)	- Lousa digital - Computador - Projetor multimídia	<b>materiais</b> - Slides do material RCO+Aulas adaptados pela professora - texto de apoio  <b>instrumentos</b> - resolução e participação nas atividades gamificadas.
	Estudo de caso		Revisão sobre o estudo de caso e discussão inicial (10 minutos)		<b>materiais</b> cópias do estudo de caso cópias do modelo de Kortland  <b>instrumentos</b> Resolução parcial do estudo de caso utilizando o modelo de Kortland
Referências (fundamentação das estratégias didáticas e de avaliação escolhidas)	NOVAIS, V. L. D. <b>Vivá: Química – Ensino Médio</b> . Curitiba: Positivo, 2016. REIS, M. M. de F. <b>Química – Ensino Médio</b> . 2. ed. São Paulo: Ática, 2016. SANTOS, W. L. P. <b>Química Cidadã – Ensino Médio</b> . 3. ed. São Paulo: Editora AJS, 2016. USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. <b>Química — volume único</b> . 5. ed. reform. São Paulo: Saraiva, 2002.				

### SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO

<b>Título da SD3</b>	Isomeria Óptica				
<b>Objetivo da SD</b>	Avaliar e integrar conhecimentos sobre diastereoisômeros e enantiômeros, justificando as implicações das configurações espaciais nas propriedades ópticas e físico-químicas das substâncias.				
<b>Estratégia de Avaliação</b>	Avaliação formativa com previsão de feedback aos estudantes por meio da resolução do estudo de caso.				
<b>Dia/Aula*</b>	<b>Estratégia Didática</b>	<b>Conteúdos de ensino</b>	<b>Tempo / Descrição das Atividades / Organização da Sala de Aula</b>	<b>Recursos Didáticos</b>	<b>Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação</b>
1	estudo de caso	- Histórico da óptica - Luz	- Organização da sala de aula (5 minutos) - retomada do estudo de caso (15 minutos)	- Lousa digital - Computador - Projetor multimídia	<b>materiais</b> - Cópias do texto do estudo de caso

	Aula expositiva	polarizada - Isomeria óptica	Exposição dos conteúdos: histórico da óptica, luz polarizada e isomeria óptica (20 minutos)  Resolução de atividades escritas envolvendo a identificação de carbonos assimétricos e moléculas quirais (10 minutos)	- Smartphone - Rede de Internet	- Slides do material RCO+Aulas adaptados pela professora  <b>instrumentos</b> participação nas discussões e resolução das atividades
2	Simulador (MolView)	- Isomeria óptica	Organização da sala de aula (5 minutos)  Simulação de moléculas tridimensionais, pelos estudantes, no simulador (20 minutos)	- Lousa digital - Computador - Projetor multimídia - Smartphone - Rede de Internet	<b>materiais</b> - Lista elaborada pela professora com as fórmulas estruturais das substâncias a serem inseridas no simulador MolView  <b>instrumentos</b> construção das moléculas no simulador
3	Modelagem 3D	- Isomeria óptica	Organização da sala (5 minutos)  Construção de modelos tridimensionais com bolinhas de isopor e palitos (20 minutos)  Manipulação comparativa dos modelos (rotação, sobreposição, comparação de mãos-opostas) (15 minutos)  Discussão orientada no quadro sobre como a orientação espacial altera propriedades ópticas (10 minutos)	- Lousa digital - Quadro - Projetor multimídia (opcional para exemplos)	<b>Materiais:</b> Bolinhas de isopor Palitos de dente Canetas para identificação das ligações/grupos Folha-guia com estruturas a serem montadas  <b>Instrumentos:</b> Construção dos modelos Participação na discussão comparativa Explicação oral das diferenças estruturais
4	Aula expositiva dialogada + resolução de exercícios	- Isomeria óptica	Organização da sala (5 min)  Exposição dos conceitos de diastereoisômeros: definição, critérios de identificação, comparação com enantiômeros (20 min)  Resolução de exercícios no quadro envolvendo:	- Lousa digital - Projetor multimídia - Quadro e canetas	<b>Materiais:</b> Lista de exercícios sobre diastereoisomeria (fornecida pela professora)  Estruturas impressas para comparação  <b>Instrumentos:</b> Resolução dos exercícios

			<p>análise de compostos com múltiplos centros quirais</p> <p>classificação de pares como idênticos / enantiômeros / diastereoisômeros (20 min)</p> <p>Sistematização final (5 min)</p>		Participação nas discussões comparativas
5	Aula expositiva dialogada + discussão + gamificação (Kahoot!)	- Isomeria óptica	<p>Organização da sala de aula (5 minutos)</p> <p>Retomada introdutória sobre atividade óptica e enantiômeros (10 minutos): questionar os estudantes sobre onde esse fenômeno pode ser percebido no cotidiano.</p> <p>Apresentação de exemplos reais (10 minutos): talidomida, fragrâncias, aromas cítricos, moléculas quirais presentes em sistemas biológicos.</p> <p>Discussão orientada (10 minutos): como pequenas diferenças estruturais podem gerar efeitos distintos em sistemas naturais e em substâncias bioativas.</p> <p>Exibição de slides ou vídeos curtos (10 minutos): ilustrando impactos estruturais e aplicações reais da isomeria óptica.</p> <p>Aplicação do quiz gamificado no Kahoot! (15 minutos): revisão dos conceitos principais, discussão das justificativas e aprofundamento dos raciocínios apresentados pelos estudantes.</p>	<p>Lousa digital</p> <p>Projektor multimídia</p> <p>Computador</p> <p>Smartphone (para o Kahoot!)</p> <p>Acesso à internet</p>	<p><b>Materiais de Aprendizagem:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Slides preparados pela professora</li> <li>- Vídeos selecionados</li> <li>- Questionário no Kahoot!</li> </ul> <p><b>Instrumentos de Avaliação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Participação na discussão</li> <li>- Justificativas apresentadas durante o Kahoot!</li> <li>- Capacidade de relacionar estrutura → propriedade → aplicação</li> </ul>
6		- Isomeria óptica	Organização da sala de aula (5 minutos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lousa digital</li> <li>- Computador</li> <li>- Projetor multimídia</li> </ul>	<p><b>materiais</b></p> <p>cópias do texto do estudo de caso</p>

			Resolução do estudo de caso, elaboração da carta-resposta (45 minutos)	- Smartphone - Rede de Internet	<b>instrumentos</b> resolução do estudo de caso
<b>Referências</b> (fundamentação das estratégias didáticas e de avaliação escolhidas)	NOVAIS, V. L. D. <b>Vivá: Química – Ensino Médio</b> . Curitiba: Positivo, 2016. REIS, M. M. de F. <b>Química – Ensino Médio</b> . 2. ed. São Paulo: Ática, 2016. SANTOS, W. L. P. <b>Química Cidadã – Ensino Médio</b> . 3. ed. São Paulo: Editora AJS, 2016. USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. <b>Química — volume único</b> . 5. ed. reform. São Paulo: Saraiva, 2002.				