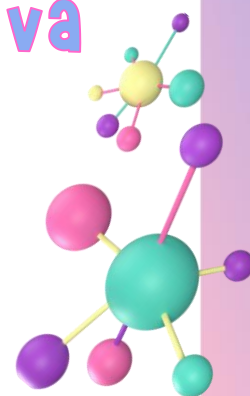




PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL

PRODUTO EDUCACIONAL

Isomeria Óptica e os Diamantes do Suco de Uva



Autores: Gabriela Salvati Deconti
Fernanda Miotto
2025

Autoras



Gabriela Salvati Deconti

Professora de química há dois anos na rede estadual de ensino.

Graduada em Licenciatura Plena em Química pela Universidade de Caxias do Sul (UCS) e Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pela UCS.



Fernanda Miotto

Atualmente é professora Adjunta I e colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul.

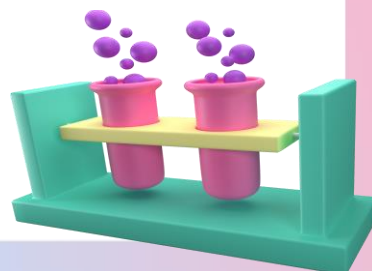
Possui doutorado (2016) e mestrado (2010) em Engenharia e Ciência dos Materiais (2010) e Licenciatura Plena em Química (2007) pela Universidade de Caxias do Sul (UCS).



gsdeconti@ucs.br
fmiotto@ucs.br

SUMÁRIO

1. Apresentação.....	4
2. Fundamentação Teórica.....	5
3. Sequência de Ensino Investigativo.....	6
4. Sugestões Iniciais.....	7
5. Planejamento.....	8
5.1. Encontro 1.....	9
5.2. Encontro 2.....	11
5.3. Encontro 3.....	12
5.4. Encontro 4.....	14
5.5. Encontro 5.....	15
5.6. Encontro 6.....	17
5.7. Encontro 7.....	20
6. Referências Bibliográficas.....	22
7. Apêndices.....	23
8. Anexos.....	34





1. Apresentação

Ao trabalhar o conceito de isomeria na disciplina de Química, por vezes o professor nota que os alunos apresentam dificuldades de compreensão, dado que é complexo reconhecer rapidamente que esse conceito estabelece que existe uma série de substâncias que, apesar de possuir a mesma fórmula molecular, dispõe de conectividades e/ou arranjos espaciais dos átomos diferentes, ocasionando então, propriedades também distintas (CORREIA, et al., 2010).

Portanto, uma sequência didática para o ensino de isomeria foi elaborada neste trabalho. As sequências de ensino investigativas (SEIs), isto é, sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas.

O objetivo geral da pesquisa é: **Desenvolver o conceito de Isomeria Óptica por meio de uma sequência didática para a construção e potencialização de aprendizagem conceitual dos alunos.**



Olá! Seja bem-vind@!

Este Guia Didático consiste no Produto Educacional vinculado à dissertação intitulada “Sequência de Ensino Investigativa no Estudo de Isomeria Óptica”.

Esperamos que este Guia Didático possa contribuir para a prática docente no ensino de Isomeria Óptica.

**Abraço,
Autoras**



1. Apresentação

Avaliação do Produto Educacional (Critérios CAPES)

1. Coerência e Clareza da Proposta

- Objetivos alinhados à dissertação e ao programa de pós-graduação.
- A sequência didática é apresentada de forma organizada, com etapas, encontros e metodologias bem descritos.

2. Fundamentação Teórica

- Uso consistente de referenciais teóricos da área. A fundamentação justifica a escolha da metodologia investigativa e a relevância do tema isomeria óptica.

3. Originalidade e Inovação Didática

- Introdução de metodologias ativas (SEI, Jigsaw) e o uso de situações do cotidiano (cristais no suco de uva) aproxima a ciência da realidade do estudante.

4. Aplicabilidade no Contexto Escolar

- Possibilidade de adaptação a diferentes contextos escolares.

5. Contribuição para a Aprendizagem

- A sequência de ensino investigativo promove raciocínio, construção do conhecimento, investigação e participação ativa do aluno e avaliação formativa.

6. Impacto Social e Educacional

- As atividades valorizam o protagonismo estudantil, o contexto local e a interdisciplinaridade, apresentando relevância para melhoria do ensino de Química, inserção social e educacional.

7. Viabilidade e Sustentabilidade

- Custo acessível, fácil replicação por outros professores, com o uso de materiais de baixo custo e acessibilidade.

8. Qualidade Técnica e Estética do Material

- Clareza de escrita, organização visual e recursos didáticos de apoio, incluindo infográficos, quadros, sugestões práticas que facilitam a aplicação.



2. Fundamentação Teórica

A sala de aula é um espaço de encontro entre conhecimentos diversos. A relação pedagógica, composta pela tríade professor–alunos–conhecimentos, envolve diferentes dimensões, entre as quais podemos destacar: as de ordem afetiva, relacionadas às expectativas de cada um; as de ordem pedagógica, relacionadas aos recursos didáticos e diferentes estratégias de ensino que o professor tem à sua disposição, e as de ordem epistemológica, relacionadas às características do conhecimento que se deseja ensinar.



Se torna claro nas entrevistas piagetianas, a importância de um problema para o início da construção do conhecimento. Ao trazer esse conhecimento para o ensino em sala de aula, esse fato – propor um problema para que os alunos possam resolvê-lo – é o divisor de águas entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino em que proporciona condições para que o aluno possa raciocinar e construir seu conhecimento.

Vigotsky dá muito valor ao papel do professor na construção do novo conhecimento, dentro de uma proposta sociointeracionista, mostrando este como um elaborador de questões que orientarão seus alunos potencializando a construção de novos conhecimentos.



A BNCC apresenta a premissa para a construção de conhecimentos com base na realidade local, por meio de contextos conhecidos e vivenciados pelos estudantes na sua comunidade. Assim, ao se pensar em atividades investigativas que envolvam o universo do estudante, abrem-se possibilidades de situá-lo historicamente no processo e torná-lo um agente participante da sociedade.



Assim, como problemática desta pesquisa, com base nas discussões teóricas, pretende-se compreender a evolução do conceito de isomeria para os estudantes do ensino médio utilizando uma sequência de ensino investigativas e jigsaw como estratégias de ensino fundamentadas em concepções prévias e subsidiadas pela evolução conceitual, dentro de uma abordagem construtivista.

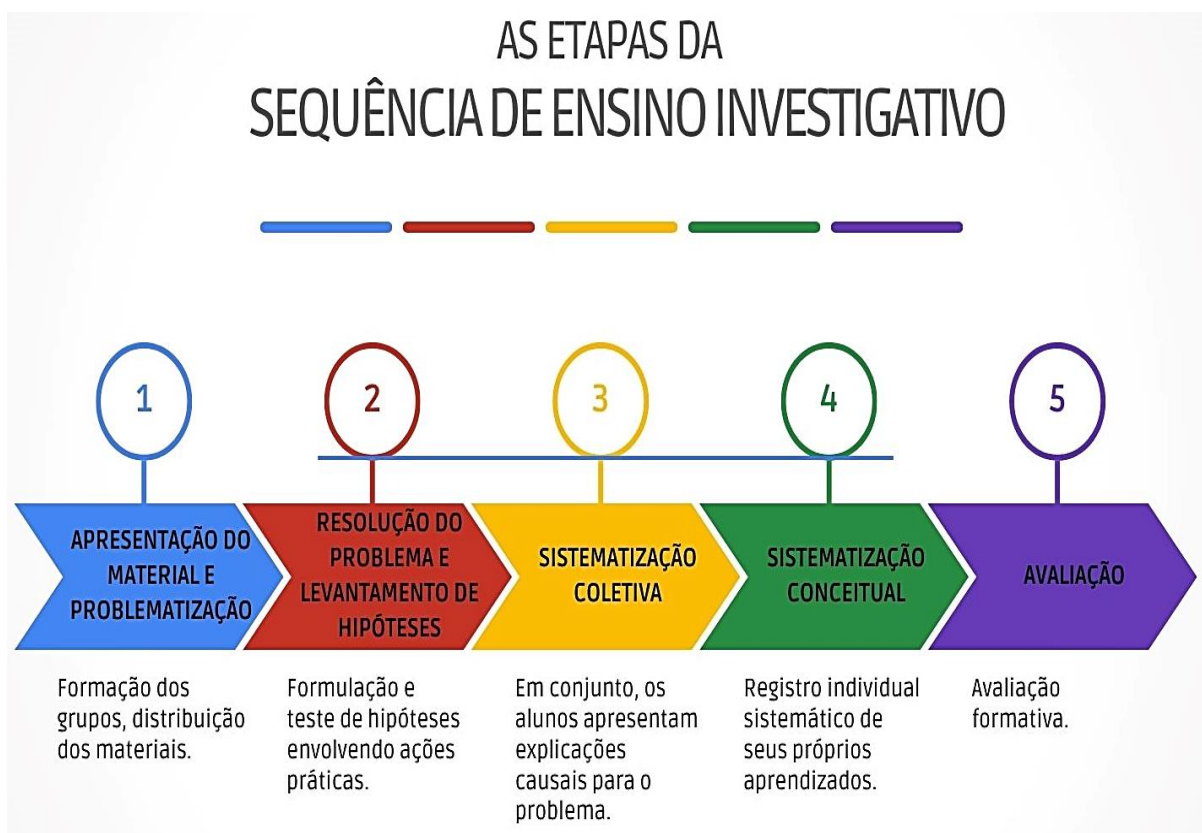
3. Sequência de Ensino Investigativo

SEI é o encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento podem ser trabalhados.

Para Carvalho (2009), a SEI deve ser desenvolvida a partir da sistematização de uma série de ações ou etapas, a saber: o professor propõe o problema; os alunos agem sobre o objeto para ver como este reage; eles agem sobre o objeto para obter o efeito desejado; tomada de consciência e como foi produzido o efeito desejado, explicando como obtiveram o efeito desejado; apresentam as explicações casuais do porquê; realizam o registro da atividade em forma de desenho ou texto e, por fim, professor e alunos relacionam o conceito com o cotidiano.

O trabalho investigativo deve ser organizado pelo professor de modo que cumpra certas etapas, necessárias para a concretização da referida metodologia.

Figura 1 - Infográfico das etapas da SEI



4. Sugestões Iniciais

Olá professor (a)!

Algumas dicas serão apresentadas ao longo do material com o intuito de facilitar e aprimorar o guia dentro dos diferentes contextos escolares.

A sequência de ensino investigativa neste guia foi elaborada a partir da temática “**Isomeria Óptica**” e planejada para ser aplicada na disciplina de **Química**. No entanto, você pode adaptar essa sequência com outra temática e conforme a realidade da sua escola e alunos.

Lembre-se que em uma Sequência de Ensino Investigativo seguir as etapas é fundamental para uma atividade proveitosa.

Sugestão 1:

Você pode adaptar a SEI para qualquer área do conhecimento e para qualquer etapa do ensino fundamental ou médio. Invés de entregar uma problematização impressa, você pode realizar um experimento prático, trabalhar uma temática sugerida pelos discentes, de acordo com o seu ambiente escolar.

Sugestão 2:

Caso queira alterar a quantidade de encontros para aplicar a SEI, você pode simplificar algumas etapas e alterar alguma estratégia apresentada por outra que facilite a aplicação da SEI em sua turma.

Sugestão 3:

Caso a sua escola não tenha acesso a internet, chromebook, sala de informática, você pode adaptar a etapa de levantamento de hipóteses levando material impresso para a pesquisa ou proponha que os discentes façam um levantamento sobre a temática antes de aplicar o problema.



5. Planejamento

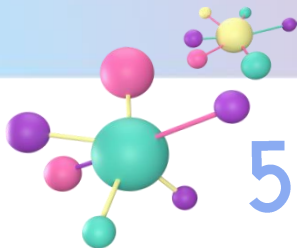
As atividades da sequência didática foram divididas em sete encontros realizados em um total de sete aulas de cinquenta minutos cada. O quadro organiza tais etapas de forma resumida. A descrição com mais detalhes será efetuada posteriormente, para melhor compreensão.



Quadro 2: Síntese das etapas do desenvolvimento da SEI

Encontro	Atividade	Objetivo	Etapas da SEI
1	Pré-questionário	Identificar as dificuldades de aprendizagem e verificar os conhecimentos dos alunos relacionados ao conteúdo de isomeria plana.	Contextualização
2	Aula de Revisão	Reforçar os conteúdos estudados até o momento e sanar dúvidas ainda existentes.	
3	Apresentação do problema	Instigar os alunos a propor hipóteses, alternativas para a resolução do problema a partir do compartilhamento de ideias entre e colegas de turma.	Problematização
4	Retomada das hipóteses e solução do problema	Construir uma resposta para o problema a partir das hipóteses (ideias) geradas pelos alunos.	Levantamento de Hipóteses
5	Sistematização Grande Grupo e Escrita Individual	Relembrar as etapas que realizou para solucionar o problema e auxiliar o aluno a estruturar o conhecimento.	Sistematização Coletiva e Individual.
6	Relacionando com o cotidiano (jigsaw)	Abordar o assunto em uma linguagem mais formal.	Sistematização Conceitual
7	Exercícios Contextualizados	Avaliar o conhecimento obtido pelos alunos ao final da sequência didática.	Avaliação





5.1 Encontro 1

Título do Encontro: Pré-questionário

Etapas da SEI: Contextualização



Resultados de aprendizagem esperados:

Verificar se os alunos compreenderam o conceito de isomeria plana.

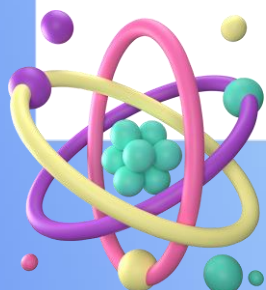
Metodologia:

Para a aplicação desta sequência de ensino investigativa é necessário que a professora em aulas anteriores trabalhe com a turma o conceito de isomeria e a classificação da isomeria plana, assuntos que tradicionalmente são trabalhados antes de isomeria óptica.

Logo, seis exercícios (Apêndice A) são aplicados para serem realizados de maneira individual em sala de aula e entregues ao final da aula. Os exercícios podem ser escritos no quadro branco ou impressos e durante a execução os alunos podem utilizar seu material de aula, ficando à critério da professora.

Avaliação: Exercícios aplicados.

Material: Material de uso diário.



5.1 Encontro 1

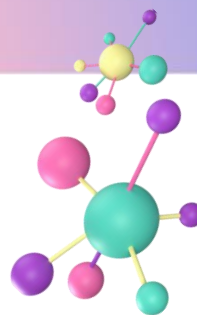
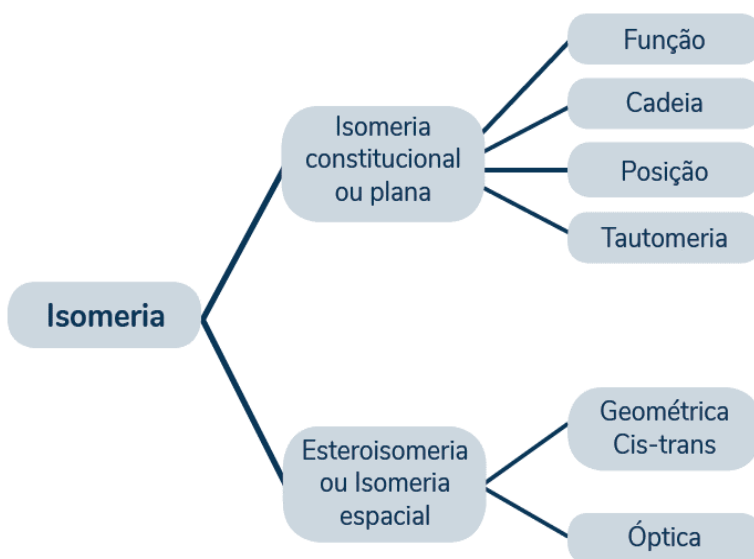


Figura 2 - Organograma de Isomeria



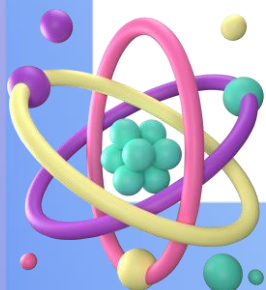
Fonte: A autora (2024).

Dica:

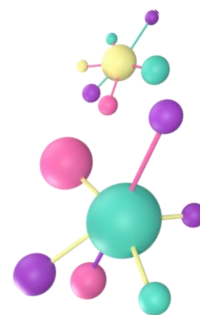
Se sobrar tempo de aula, entregar os exercícios respondidos de forma aleatória aos alunos, de maneira que nenhum fique com o seu e solicitar que eles façam a correção.

Dica:

Utilizar ferramentas online (socrative, kahoot) para a elaboração do questionário de revisão propondo uma competição entre os alunos.



5.2 Encontro 2



Título do Encontro: Revisão

Etapa da SEI: Contextualização

Resultados de aprendizagem esperados:

Sanar dúvidas ainda existentes.

Metodologia:

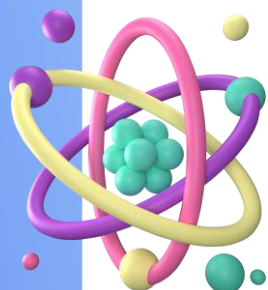
Realizar a correção dos exercícios, para estabelecer conexões entre os diferentes tópicos estudados e a serem estudados nas próximas aulas.

Avaliação: Participação dos alunos durante a atividade.

Material: Material de uso diário.

Dica:

Se haver necessidade,
propor mais atividades
em duplas.



5.3 Encontro 3



Título do Encontro: Apresentação do Problema

Etapa da SEI: Contextualização

Resultados de aprendizagem esperados:

Propor hipóteses e alternativas para a resolução do problema em grupos.

Metodologia:

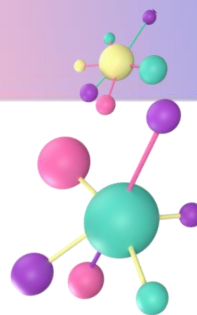
Dividir a turma em pequenos grupos e posteriormente entregar o material teórico (anexo B) com o problema proposto. Conferir se todos os grupos compreendem o problema a ser resolvido, tendo o cuidado para não dar a solução .

O estudo de caso trata dos cristais encontrados no suco de uva de uma forma resumida, abordando o problema: *Você já ouviu falar desses cristais? Sabe do que se trata? Você imagina o que ele de fato descobriu sobre as propriedades químicas desse composto?*

Com os chromebooks disponibilizados pela escola, os alunos realizam buscas, a fim de, levantar respostas para resolver o problema e testar estas hipóteses de forma conjunta com os demais colegas.



5.3 Encontro 3



Avaliação: Interação entre os alunos durante a atividade e participação.

Material: Material de uso diário, Chromebook.

Dica:

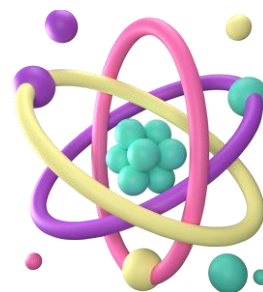
Se a escola não contar com chromebook ou sala de informática entregar materiais didáticos impressos para leitura.

Dica:

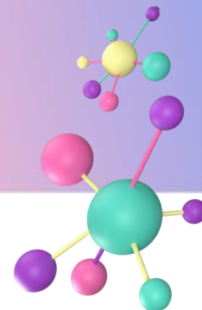
A professora pode indicar os sites ou artigos em que alunos podem acessar.

Dica:

Levar uma garrada de suco de uva com os cristais formados para a visualização dos estudantes.



5.4 Encontro 4



Título do Encontro: Retomada das hipóteses e solução do problema

Etapa da SEI: Levantamento de Hipóteses

Resultados de aprendizagem esperados:

Apresentar uma resposta para o problema.

Metodologia:

Após as pesquisas utilizando os materiais teóricos, os grupos devem elaborar uma resposta para o problema a partir das hipóteses (ideias) geradas por eles, registrando suas observações e discutindo os resultados entre eles.

Hipóteses que devem ser apresentadas: a descoberta de Louis Pasteur, como aconteceu, detalhes da descoberta- o que são esses cristais, como eles se formam, conectar com o conteúdo de isomeria.

Avaliação: Participação dos alunos na pesquisa e integração no grupo.

Material: Material de uso diário, chromebook.

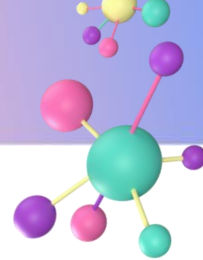
Dica:

Cada grupo deve eleger apenas uma hipótese para ser apresentada na sistematização coletiva.



Material complementar referente a *Cristais do Suco e a Isomeria Óptica*:
<https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a07.pdf>

5.5 Encontro 5



Título do Encontro: Sistematização Grande Grupo e Escrita Individual

Etapas da SEI: Sistematização Coletiva e Individual

Resultados de aprendizagem esperados:

Apresentar uma resposta para o problema.

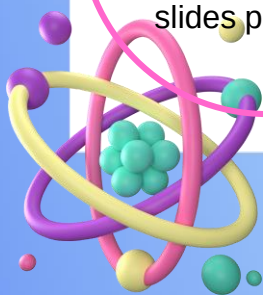
Metodologia:

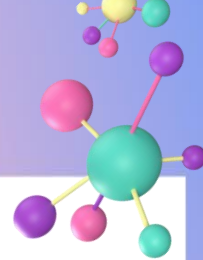
Organizar a classe para um debate entre todos os alunos e a professora. Os alunos podem ser dispostos em um grande círculo na sala de aula, para socializar suas respostas. Para isso, cada grupo pode eleger um aluno representante que faz a leitura da resposta do grupo.

Por meio de perguntas – especialmente “Como vocês conseguiram resolver o problema? ”, “ O que comprova que a hipótese do grupo é a mais coerente?” – a professora deve incentivar a participação de todos os estudantes no diálogo.

Em seguida, solicitar que eles escrevam de forma individual com suas próprias palavras, a conclusão do problema e entreguem a atividade.

Após a sistematização oral, para dar sequência na SEI, a docente realiza a explanação do conteúdo Isomeria Óptica utilizando um material teórico contido no Anexo A, podendo utilizar o quadro branco ou slides para expor o conteúdo.





5.5 Encontro 5

Avaliação: Registros escritos individualmente.

Material: Material de uso diário.

Dica:

Invés da escrita os alunos podem elaborar um mapa conceitual para expor o que compreendeu dessa etapa da SEI, mas mantendo o trabalho individual.

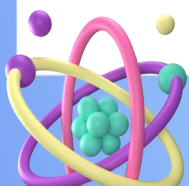
Dica:

O anexo B é somente uma sugestão de material teórico, para a explicação do conteúdo de isomeria óptica pode ser utilizado qualquer material conforme o ambiente escolar (slides, vídeos, livros).

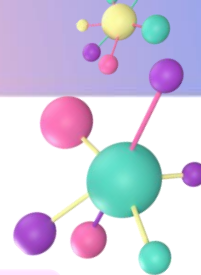
Material complementar referente a *Isomeria Óptica*:

<https://drive.google.com/file/d/1DIYdgy0Xzzd3k8z0I7gDOgTNinP4qdKD/view> (p. 134- 145).

https://drive.google.com/file/d/1s_G-BC72aQrd5_wgGcfTpm1kpFdjL1PL/view (p. 216- 225).



5.6 Encontro 6



Título do Encontro: Relacionando com o cotidiano (Jigsaw)

Etapa da SEI: Sistematização Conceitual

Resultados de aprendizagem esperados:

Contextualizar o conhecimento com dia a dia dos alunos;

Aprofundar o assunto.

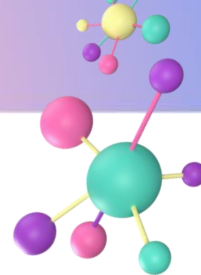
Metodologia:

Organizar os grupos de base para desenvolver a atividade Jigsaw. Ainda neste momento, distribuir os materiais (Apêndice C) que auxiliam no entendimento dos tópicos trabalhados, sendo estes: Talidomida, Aspartame, O fenômeno da quiralidade e os diferentes aromas dos óleos essenciais e Quiralidade e atividade biológica.

Em seguida, no estágio de Exploração os alunos interagem com os demais componentes dos outros grupos, reorganizando-os entre si, chamados de especialistas (Grupo de Especialistas). Essa formação visa estudar os tópicos abordados com maior profundidade. Neste grupo, os alunos se tornam especialistas do conteúdo que lhes é repassado nos grupos de base, onde compartilham, discutem, registram as principais ideias.

Já no estágio de Relatos, os alunos retornam aos seus grupos de base para compartilhar os conteúdos adquiridos com os companheiros, visando construir o conhecimento que formou o trabalho do grupo de base, onde o aluno aprendeu para si e teve a possibilidade de explicar aquilo que aprendeu para o colega.

5.6 Encontro 6



Metodologia:

O último estágio é a Integração, onde o que é discutido e trabalhado pelos alunos nos grupos de base é compartilhado com o restante da turma, com mediação da professora.

Avaliação: Trabalho coletivo, participação na atividade e na discussão oral.

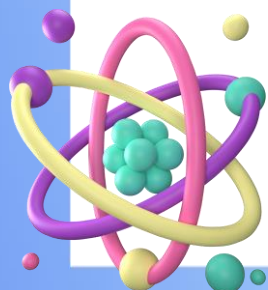
Material: Material de uso diário.

Dica:

Divida os grupos com quatro a seis integrantes.

Dica:

Se houver tempo, pode-se sugerir que os alunos elaborem uma apresentação com os tópicos trabalhados.

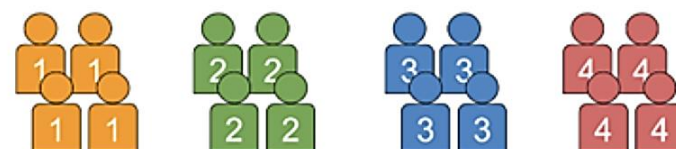


5.6 Encontro 6

Primeira etapa (grupos-base):



Segunda etapa (grupos de especialistas):



Terceira etapa (retorno aos grupos-base):



Adaptado de Fatarelli, E. F., Ferreira, L. D. A., Ferreira, J. Q., & Queiroz, S. L. (2010). Método cooperativo de aprendizagem jigsaw no ensino de cinética química. *Química nova na escola*, 32(3), 161-168.

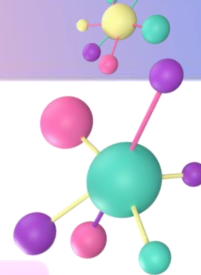
JIGSAW

A metodologia Jigsaw, ou "quebra-cabeça" em português, é um método de aprendizagem cooperativa que promove a aprendizagem colaborativa em grupos.

No referido método, em uma primeira fase, os alunos são distribuídos em grupos de base e um determinado tópico é discutido por todos de cada grupo. O tópico é subdividido em tantos subtópicos quantos os membros do grupo. Numa segunda fase, cada aluno estuda e discute com os membros dos outros grupos a quem foi distribuído o mesmo subópico, formando assim um grupo de especialistas. Posteriormente, cada um volta ao grupo de base e apresenta o que aprendeu sobre o seu subtópico aos seus colegas, de maneira que fiquem reunidos os conhecimentos indispensáveis para a compreensão do tópico em questão. Cada estudante precisa aprender a matéria para 'si próprio' e também explicar aos seus colegas, de forma clara, o que aprendeu (Cochito, 2004).



5.7 Encontro 7



Título do Encontro: Exercícios Contextualizados

Etapa da SEI: Avaliação

Resultados de aprendizagem esperados:

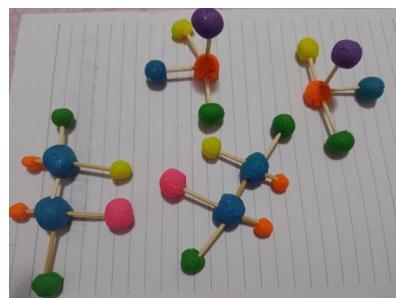
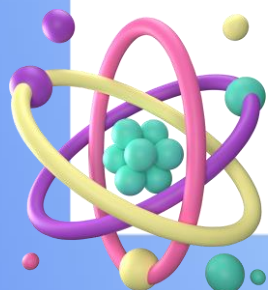
Avaliar o conhecimento obtido pelos alunos ao final da sequência didática.

Metodologia:

Dividir a turma em grupos de no máximo quatro alunos. Em seguida, orientar na produção dos modelos moleculares. Realizar uma demonstração inicial do objetivo do trabalho, exibindo algumas estruturas moleculares com auxílio do software Molview. Com os chromebooks da escola os estudantes também podem dispor de alguns minutos para manipular o software.

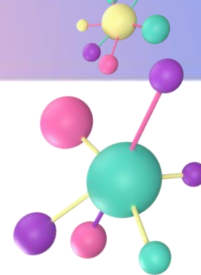
Instruir os alunos a representar isômeros com modelos moleculares produzidos com materiais alternativos. Os grupos devem demonstrar dois pares de isômeros. Após a construção dos modelos moleculares, cada grupo apresenta seus resultados na sala de aula para o compartilhamento do conhecimento científico produzido.

Link  <https://app.molview.com/>



Fonte: Autora (2025)

5.7 Encontro 7



Metodologia:

A coleta de dados ao final da aplicação da SEI é realizada por meio de exercícios. As questões (Apêndice D) foram desenvolvidas e selecionadas a fim de verificar a ocorrência de aprendizagem significativa.

É composta por quatro questões, a razão de não ser extensa é devido ao tempo disponível para a resolução; contudo, contempla o que foi trabalhado durante a SEI.

Primeiramente eles resolvem as atividades sem consulta ao caderno, após a correção da professora, eles são orientados a complementar as respostas e analisar seus erros.

Avaliação: Modelos moleculares e exercícios contextualizados.

Material: Material de uso diário, chromebook, massa de modelar, palitos de madeira, jujuba.



Dica:

Pode aplicar uma avaliação por pares ou outro método de avaliação de sua preferência.

6. Referências Bibliográficas

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas**. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 1ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013, v. 1.

FATARELI, Elton Fabrino; [et al]. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA** .Método Cooperativo de Aprendizagem Jigsaw no Ensino de Cinética Química Vol. 32, Nº 3, AGOSTO 2010 . Acesso em: 02.maio.2025.

FÉLIX, M. E. O.; LIMA, B. T. S. As metodologias ativas na construção do conhecimento científico: utilização do método JigSaw (quebra cabeças) e mapa conceitual para o ensino de funções oxigenadas. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa**, v.14, n. 1, p. 139–158, jan./abr. 2021. Disponível em: Acesso em: 20.jan.2025.

GEHLEN, S, T; DELIZOICOV, D. O papel do problema no ensino de ciências: compreensões de pesquisadores que se referenciam em Vygotsky. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.15, n.2. p. 45-63, maio-ago, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/GDtN3cwjY5975DgjDSBhr8D/?format=pdf>>. Acesso em: 17.fev.2024.

LEITE, Luciana Rodrigues; LIMA, José Ossian Gadelha de. O Aprendizado da Química na Concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso. **Rev. Bras. Estud. Pedagog.** 96 (243) • Mai-Ago. 2015. Disponível em:< <https://www.scielo.br/j/rbeped/a/Z3qM9nR3H3XCDr3HGsx6pq#>>. Acesso em: 17.fev.2024.

LIRA, Nathyelle Correia. **Estereoquímica de Fármacos**. Consultoria Acadêmica (Programa de Educação Tutorial) - Universidade Federal da Paraíba, 2019. Disponível em: < <https://www.ufpb.br/petfarmacia/contents/documentos/consultorias-academicas-2019/2a-consultoria-academica-nathyelle.pdf>>. Acesso em: 20.jan.2025.

SANTOS, Danilo Oliveira. **Estudo de Isomeria por meio de modelos didáticos construídos pelos estudantes**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 06, Vol. 08, pp. 38-48. Junho de 2020. Disponível em:< <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/quimica/modelos-didaticos>>. Acesso em: 19.fev.2025.



7. Apêndices

Apêndice A

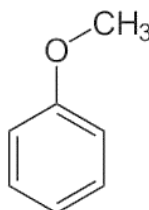
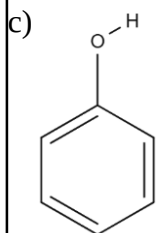
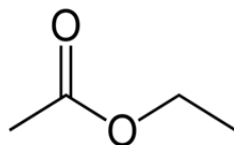
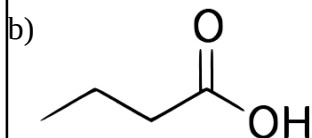
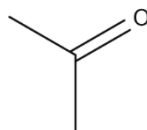
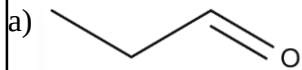
PRÉ-QUESTIONÁRIO:

Questão 1: Os dois compostos $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ e $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ demonstram que caso de isomeria?

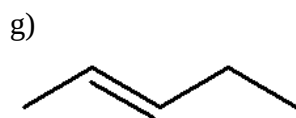
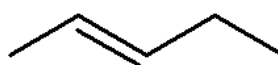
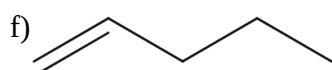
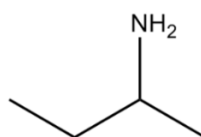
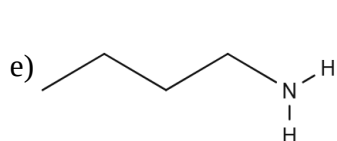
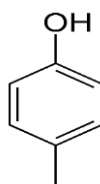
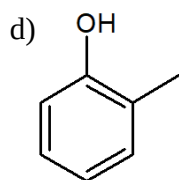
Questão 2: O ciclo butano e but-2-eno são isômeros de:

Questão 3: São isômeros funcionais:

Questão 4: Identifique o caso de isomeria presente nas cadeias:



Apêndices



Questão 5: Butanal e metil-propanal são isômeros de:

Questão 6: Dado os compostos:

- I. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_3$
- II. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$
- III. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$
- IV. $\text{CH}_3\text{-CH-OH-CH}_3$

São isômeros somente as substâncias:

Apêndices

Apêndice B

Já aconteceu de você tomar um delicioso suco de uva e no final da garrafa encontrar cristais? Ou vê-los depositados no fundo do copo? Esses cristais, carinhosamente conhecidos por muitos profissionais da indústria vitivinícola como “diamantes de vinho” e são pequenos depósitos que ocorrem em sucos e vinhos naturalmente.

O primeiro cientista a estudar esses cristais o francês Louis Pasteur, em 1846, e ele observou, com o auxílio de um microscópio, que haviam dois tipos diferentes de cristais que eram a imagem especular um do outro. Pasteur, comparou as propriedades químicas e físicas de ambos os cristais.

Você já ouviu falar desses cristais? Sabe do que se trata? Você imagina o que ele de fato descobriu sobre as propriedades químicas desse composto?



Apêndices

Apêndice C

Texto 1: Talidomida

Em 1960, a talidomida, um medicamento inicialmente produzido com a finalidade de promover um efeito sedativo, e que posteriormente foi amplamente utilizado na minimização de enjoos matinais, ocasionados principalmente pela gestação, foi responsável por um dos principais desastres na indústria farmacêutica. As descobertas apontaram que entre 8.000 a 10.000 crianças nasceram com malformações nas orelhas, olhos, membros, coração e rins, desse modo, esse medicamento foi retirado do mercado (GARCIA; MIYAMOTO, 2016).

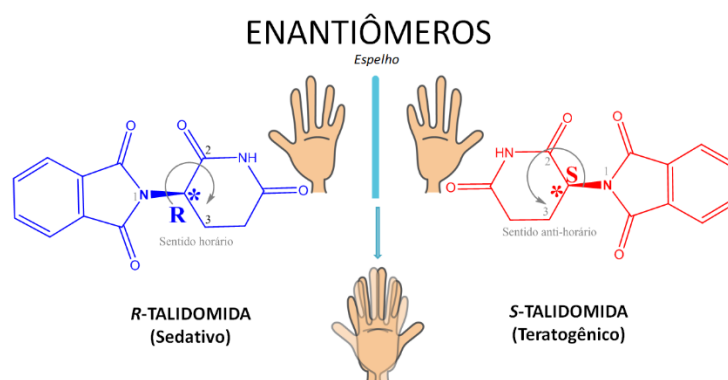


Figura . Estrutura dos enantiômeros – As talidomidas R e S são isômeros cujas moléculas são imagens especulares (um composto é a imagem no espelho do outro composto) e não são sobreponíveis (não podem ser sobrepostas integralmente, sendo dois compostos diferentes).

Em 1959, um número crescente de recém-nascidos começou a ser relatado com um fenótipo chamado focomelia, uma rara deformidade congênita, no qual as mãos ou pés estão presos perto do tronco, estando os membros grosseiramente subdesenvolvidos ou ausentes. No entanto, foi apenas no final de 1961 que o pesquisador Lenz sugeriu uma possível ligação entre o surgimento súbito dessas anomalias congênicas e o uso da talidomida durante a gravidez.

Embora a teratogênese da talidomida, ainda não tivesse sido comprovada experimentalmente, a talidomida foi rapidamente retirada do mercado na Alemanha e na Inglaterra, e mais tarde em vários outros países. A talidomida, além de provocar alterações dos membros superiores e inferiores, pode provocar defeitos visuais, auditivos, problemas na

Apêndices

coluna vertebral e, em casos mais raros, defeitos cardíacos e no tubo digestivo. Foram mais de 10.000 pessoas afetadas pelo efeito colateral da talidomida em todo o mundo.

Embora tenha sido retirado do mercado devido a efeitos teratogênicos, depois de novos estudos ela foi reintroduzida ao mercado na década de 90. A talidomida tem sido utilizada em todo o mundo para tratar com sucesso uma ampla gama de doenças, incluindo a lepra, a doença de Crohn, o mieloma múltiplo e alguns tipos de câncer. O principal uso da talidomida no Brasil é para tratamento de hanseníase (Eritema Nodoso Hansênico).

Texto 2: Aspartame

O **aspartame** é um composto orgânico muito usado como adoçante por ser 180 vezes mais doce do que o açúcar (sacarose). Esse composto orgânico de função mista foi descoberto em 1965 e é composto por dois aminoácidos (L-fenilalanina e L-aspártico) ligados por um éster de metila (metanol). O aspartame **é um dos adoçantes sintéticos mais utilizados no mundo inteiro**. Ele é classificado como edulcorante, ou seja, é toda substância que confere sabor doce ao alimento e/ou ressalta ou realça o sabor/aroma de um alimento.

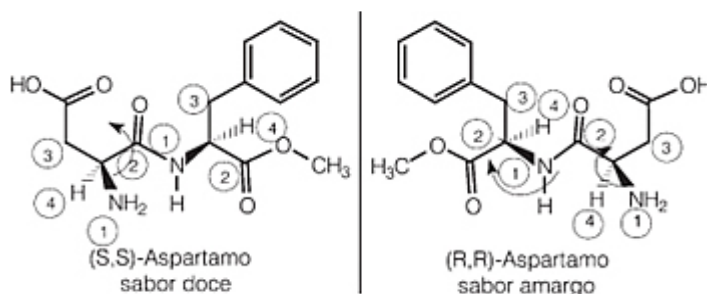
Quanto à produção, acontece que, conforme você pode visualizar na fórmula do aspartame, ele possui dois carbonos assimétricos ou quirais (carbonos que estão ligados aos átomos de nitrogênio), ou seja, que possuem os seus quatro ligantes diferentes. O resultado é que podem surgir configurações diferentes para as posições dos átomos no espaço.

Por isso, **o aspartame possui quatro enantiômeros**. Os enantiômeros são isômeros ópticos, isto é, compostos que possuem a mesma fórmula molecular (têm os átomos dos mesmos elementos e na mesma quantidade), mas que se diferenciam pelo arranjo espacial desses átomos, sendo que esses enantiômeros são exatamente a imagem especular um do outro e não são sobreponíveis. Os isômeros ópticos são aqueles que desviam o plano de luz polarizada, sendo que cada um rotaciona a luz polarizada para um sentido contrário ao que o outro rotaciona.

O resultado é que **esses enantiômeros possuem propriedades totalmente diferentes**. Você pode verificar isso abaixo: veja que o enantiômero (S,S)-aspartame é o que possui sabor

Apêndices

adocicado e que é usado como adoçante, enquanto o seu enantiômero (R,R)-aspartame possui sabor amargo:



Fonte: Mundo Educação

Assim, as indústrias alimentícias precisam tomar cuidado no momento da produção para sintetizar o enantiômero correto. No entanto, **o efeito mais importante dos enantiômeros é o efeito biológico**. No caso do S,S-Aspartame, quando a pessoa o ingere, ele sofre hidrólise no organismo, gerando ácido aspártico, fenilalanina e metanol. O metanol é um composto tóxico, porém, ele não é uma preocupação, pois é produzido em uma quantidade tão pequena que não afeta o organismo.

A questão importante é a produção de fenilalanina. Quem possui uma doença metabólica denominada fenilcetonúria não deve consumir o adoçante feito de aspartame porque essas pessoas não possuem a enzima que transforma a fenilalanina, assim, ela vai se acumulando no organismo, o que causará danos ao sistema nervoso.

Texto 3: O fenômeno da quiralidade e os diferentes aromas dos óleos essenciais

O Brasil possui uma riqueza e diversidade incontestável em sua fauna e flora, podendo ser extraído deste último uma infinidade de compostos de grandes valores econômicos e industriais, como os óleos essenciais. Os óleos essenciais podem ser definidos como compostos voláteis, presentes em concentrações diferentes em cada vegetal, e que apresentam como principais características potencial odorífero, serem lipofílicos e apresentarem propriedades terapêuticas Silva (2011). Outras características encontradas nos óleos essenciais são “atividades farmacológicas, como antisséptica, anti-inflamatória, antimicrobiana entre outras,

Apêndices

por esse motivo são utilizados na medicina popular e na fabricação de medicamentos” Silva (2011) apud Simões et al. (2007).

Segundo Alves (2014), os óleos essenciais são formados por vários compostos químicos, sendo a classe dos terpenos/terpenóides a predominante. Os terpenos, podem ser definidos, quimicamente, como sendo “alcenos naturais”, enquanto os terpenóides, como terpenos que apresentam oxigênio, apresentando diferentes funções orgânicas como: “ácidos, álcoois, aldeídos, cetonas, éteres, fenóis ou epóxidos terpênicos”, sendo estes os principais responsáveis pelo aroma/odor ou as pigmentações das diversas partes que formam os vegetais (Felipe e Bicas, 2017). Na ilustração abaixo (Figura 3), pode-se observar a estrutura química destes compostos.

A presença dos carbonos quirais em compostos odoríferos, permitindo o desenvolvimento de atividades ópticas, “pode conferir notas aromáticas completamente diferentes umas das outras” (Felipe e Bicas, (2017). Outra característica sobre a presença de carbonos assimétricos nestes compostos, é a diferença em possíveis propriedades biológicas e terapêuticas Sharmeen et al., (2021).

Sobre este impacto que a presença de carbonos assimétricos/isomeria óptica, em compostos orgânicos naturais causa em seus aromas e atividades biológicas e terapêuticas, Silva (2011) apud Brenna et al., (2003) relata que muitos pesquisadores têm buscado entender a correlação entre a quantidade de enantiômeros nos compostos e a “configuração absoluta odorantes naturais empregados em perfumaria, alimentos”.

Apêndices

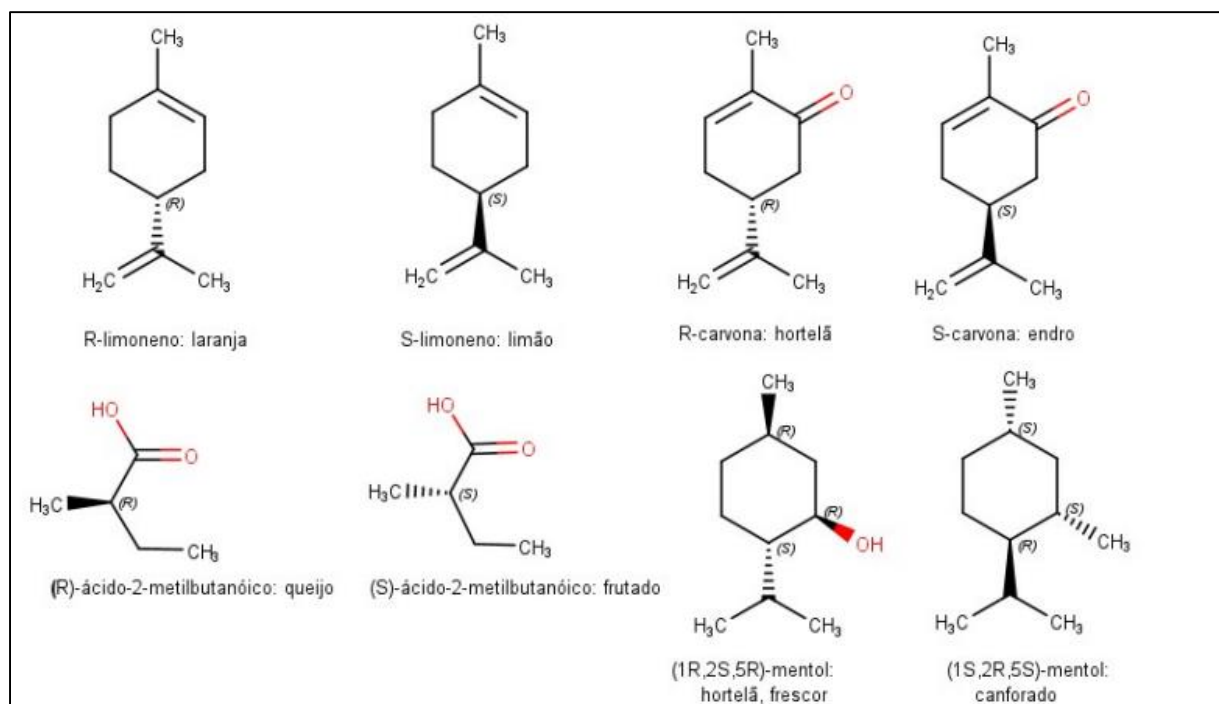


Figura 4: Impacto do isomerismo óptico na percepção de diferentes compostos de aroma

Texto 4: Quiralidade e atividade biológica

Existe nas farmácias da sua cidade uma série de substâncias, utilizadas como fármacos que apresentam em sua estrutura um carbono assimétrico. A supressão da quiralidade nesses fármacos leva ao desaparecimento da atividade biológica. Por outro lado, a inversão da orientação dos grupamentos no centro assimétrico pode levar a uma modificação importante da atividade biológica.

Um fármaco pode exercer a sua atividade no interior do nosso corpo (biofase) de várias formas. Uma dessas formas é através da interação com estruturas chamadas receptores, que são proteínas de elevado grau de organização espacial, que se encontram na membrana da célula. Esses receptores agem como pequenos interruptores de grande seletividade. Uma vez ligados, eles podem desencadear uma série de reações intracelulares para dar origem a um efeito biológico. Um fármaco também pode interagir com uma enzima, que é uma proteína de elevado nível de organização. Se essas estruturas têm quiralidade, podemos sugerir que para ter interação com elas, o fármaco deve ter um arranjo espacial de sua estrutura muito bem definido. Esse arranjo deve coincidir com aquele da estrutura com a qual ele irá interagir. Em um arranjo,

Apêndices

a interação do fármaco pode ocorrer, no outro ela só ocorre parcialmente. Por exemplo, a noradrenalina é um hormônio liberado pelo organismo humano quando precisamos de uma dose de energia imediata. É o hormônio lute ou fuja, liberado em situações em que você precisa de maior atenção. Por exemplo, quando se toma um susto brutal e o coração bate mais rápido, ou quando vai-se brigar com alguém ou então vai-se fugir da briga. Esse hormônio apresenta na sua estrutura um centro assimétrico, de configuração absoluta R (Figura 15).

Qualquer mudança de orientação espacial do carbono assimétrico leva, na quase totalidade dos casos, a uma alteração no meio biológico.

Tabela 1. Alguns exemplos de atividades biológicas exercidas por formas enantioméricas puras (modificada de A. R. Fassihi, Ref. 11).

Fármaco	Efeito
etambutol	Forma SS: tuberculostático Forma RR: pode provocar cegueira
estrona	Forma (+): hormônio estrogênico Forma (-): inativo
adrenalina	A forma levogira é 20 vezes mais ativa e igualmente mais tóxica
salbutamol	Forma R(-) é 80 vezes mais ativo que a forma S(+)
Anfetamina	A forma dextrogira é 2 vezes mais ativa que o enântiômero (-)
Bupivacaína	Forma (±): ambos os isômeros possuem atividade anestésica local, mas apenas o isômero (-) apresenta ação vasoconstritora, prolongando assim a ação anestésica local.

Apêndices

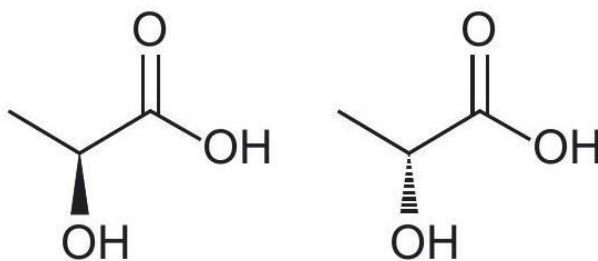
Apêndice D

- 1) Complete a seguinte frase com as palavras corretas:

Quando duas moléculas diferentes são imagens espelhadas não sobreponíveis uma da outra, estas moléculas são consideradas _____; a condição para a ocorrência desta situação é que as moléculas sejam_____.

- 2) Considere dois fármacos que são isômeros ópticos e que possuem a mesma fórmula molecular, mas não são sobreponíveis na imagem espelho. Um deles é responsável por um efeito terapêutico desejado, enquanto o outro é inativo. Explique, com base na isomeria óptica, por que esses compostos podem ter propriedades biológicas tão distintas, e discuta a importância desse fenômeno na farmacologia. Além disso, identifique o que caracteriza um carbono quiral e como sua presença leva à formação de isômeros ópticos.

- 3) Várias características e propriedades de moléculas orgânicas podem ser inferidas analisando sua fórmula estrutural. Entre as moléculas apresentadas, observa-se a ocorrência de qual isomeria?



Apêndices

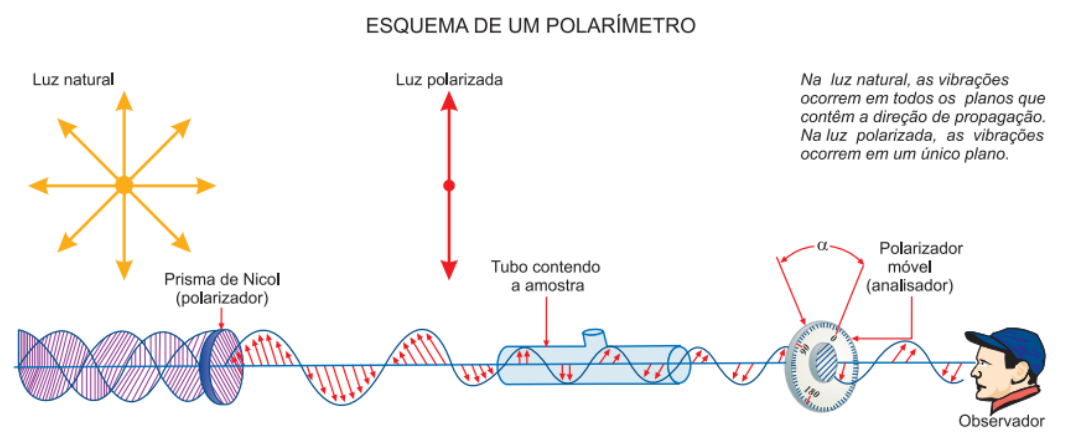
No laboratório em que você trabalha, foi solicitada uma pesquisa e análise do uso da molécula de limoneno ($C_{10}H_{16}$), para a produção de um difusor de ambiente saudável capaz de afastar insetos indesejados como pernilongos. Ao chegar no laboratório procurando por tal composto, tendo em mãos apenas sua fórmula molecular, encontrou um frasco rotulado com a mesma fórmula. Porém, para a sua surpresa, ao preparar o difusor de ambiente e realizar testes o mesmo não afastou os pernilongos como esperado. O que pode ter acontecido para que o difusor preparado com a molécula de limoneno não afastasse os pernilongos como esperado?

8. Anexos

Anexo A

Isomeria óptica é um caso de isomeria espacial que ocorre em moléculas assimétricas (moléculas que não apresentam plano de simetria).

Plano de simetria é um plano que divide o objeto em duas partes, uma parte imagem especular da outra. Todas as moléculas assimétricas podem ser reconhecidas pela propriedade de desviar o plano de vibração da luz polarizada. Na prática existe um instrumento óptico chamado polarímetro que pode reconhecer as moléculas assimétricas em função da sua propriedade de desviar o plano da luz polarizada.

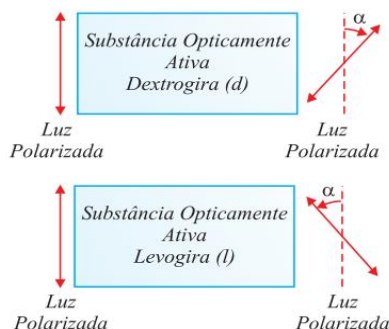


Fonte:

Fuvestibular.

Só vai interessar-nos o estudo das substâncias opticamente ativas (desviam o plano da luz polarizada); neste caso, podemos reconhecer dois tipos de isômeros: dextrogiro (gira o plano da luz polarizada para a direita) e levogiro (desvia o plano para a esquerda).

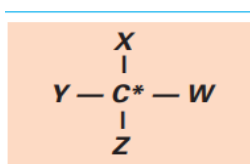
Anexos



Fonte: Fuvestibular.

Se misturarmos em quantidades iguais o isômero dextrógira com o isômero levógira, formaremos uma mistura especial chamada mistura racêmica, que é inativa (não desvia o plano da luz polarizada). O giro provocado por uma molécula dextrógira é compensado pelo giro produzido por uma molécula levógira.

Carbono assimétrico ou quiral A isomeria óptica pode ser reconhecida em função do chamado carbono assimétrico ou quiral (C^*), que apresenta quatro ligantes diferentes.

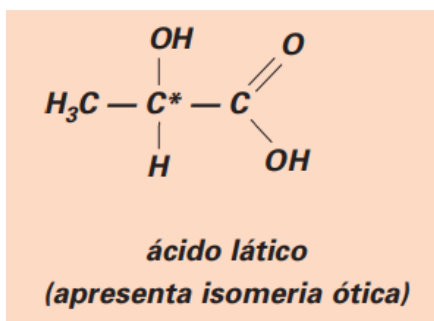


Fonte: Fuvestibular.

em que $X \neq Y \neq Z \neq W$

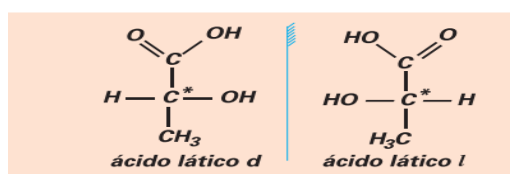
Exemplo:

Anexos



Fonte: Fuvestibular.

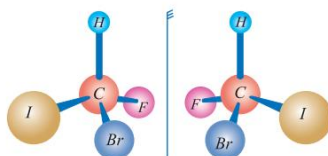
Existem quatro grupos diferentes ligados ao carbono assinalado: H_3C —, HO —, — H e — COOH . Quiros, em grego, significa “mão”. Por exemplo, quiromancia é a adivinhação do futuro pelo exame das mãos. Como as duas mãos de uma pessoa são as simétricas, o termo quiral passou a designar assimetria. Todo composto que apresenta 1C^* na molécula será representado sempre por dois isômeros opticamente ativos, um dextrogiro e outro levogiro, cujas moléculas funcionam como objeto e imagem em relação a um espelho plano.



Fonte: Fuvestibular.

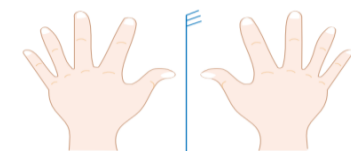
A todo isômero dextrogiro corresponde um levogiro; os dois desviam o plano de vibração da luz polarizada de mesmo ângulo, porém, para lados opostos; assim, o primeiro desviará de $+\alpha$ e o segundo, de $-\alpha$. Podemos dizer que um dos isômeros é antípoda óptica ou enantiomorfo do outro. Se misturarmos quantidades iguais dos dois antípodas ópticos, obteremos o racêmico, que é opticamente inativo (inativo por compensação externa). Com a fórmula CHIBrF existem dois isômeros ópticos que são imagens de espelho um do outro.

Anexos



Fonte: Fuvestibular.

Observe que é impossível colocar uma molécula sobre a outra, de tal modo que os grupos idênticos se toquem. A mão direita é imagem especular da mão esquerda. É impossível colocar na mão esquerda uma luva de couro da mão direita.



Fonte: Fuvestibular.