

ESTEREOQUÍMICA EM PLANTAS MEDICINAIS: UMA PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO PRESENCIAL OU REMOTO

Lara Colvero Rockenbach
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Mestranda do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI-UFRGS

Daniele Trajano Raupp
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Docente do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI-UFRGS

Apresentamos aqui um produto educacional desenvolvido no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI-UFRGS, linha de pesquisa química da vida. A proposta de ensino é direcionada para abordagem dos conceitos de estereoquímica, tendo como base a Teoria da Aprendizagem Significativa e estruturada no formato de uma sequência didática, denominada Unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS). Uma UEPS objetiva superar a forte dependência da memorização mecânica e dos exercícios tradicionais que são frequentemente resolvidos sem um entendimento mais profundo, promovendo situações que utilizam os conhecimentos prévios dos alunos como ponto de partida para o ensino de conceitos científicos (MOREIRA, 2011).

Ao se estabelecer uma relação estreita entre o conhecimento conceitual e as situações da vida diária dos estudantes, a contextualização tem a potencialidade para tornar questões científicas relevantes, fazendo a ponte entre o conhecimento conceitual e as situações da vida real, tendo impacto positivo na motivação e na aprendizagem (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). Assim a contextualização pode ser uma importante estratégia para o ensino de tópicos como estereoquímica, que pertence ao domínio da Química Orgânica, pois, geralmente, a “[...] a química orgânica é introduzida de forma árida para os alunos, que não conseguem relacionar esse conhecimento escolar com suas experiências prévias” (CORREIA; DONNER JR; INFANTE-MALACHIAS, 2008, p. 489)

A justificativa para desenvolver um produto educacional na área de química orgânica, para o ensino de estereoisomeria, deve-se ao fato de a estereoquímica ser apontada como um tópico desafiador da Química Orgânica, devido ao nível de abstração para visualização tridimensional de moléculas e à compreensão da influência da estrutura nas propriedades e reatividade. Portanto, manipular, traduzir e interpretar corretamente essas representações são enormes desafios para a maioria dos alunos. (KOZMA; RUSSELL, 1997) e exigem diversas habilidades cognitivas. Os estudantes ainda dependem fortemente da memorização mecânica e os exercícios tradicionais são frequentemente resolvidos sem um entendimento mais profundo. Uma combinação de estratégias instrucionais apropriadas e a avaliação correspondente é necessária para mudar a percepção dos alunos e seu processo de aprendizagem a longo prazo. (GRAULICH, 2015).

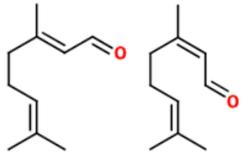
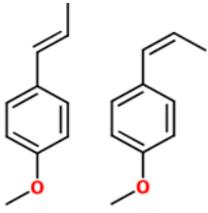
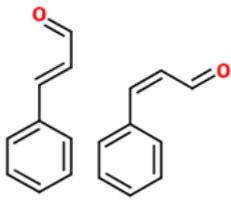
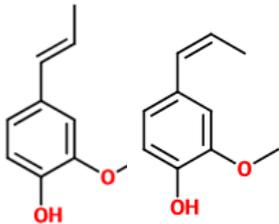
Assim, espera-se que o uso de uma abordagem contextualizada, aliada a uma estratégia de aprendizagem significativa, possa fomentar a compreensão das conexões entre a sociedade e a ciência, contribuindo para motivação e, conseqüentemente, para o aprendizado da temática e dos conceitos de estereoquímica. Ademais, considerando que o conhecimento prévio é o fator que mais influencia a aprendizagem, emprega-se a temática plantas medicinais para o desenvolvimento de produtos, uma vez que há uma estreita relação entre inúmeras plantas medicinais e a estereoquímica. Isso porque inúmeras plantas medicinais contêm compostos químicos que apresentam quiralidade ou diastereoisomeria e, portanto, são compreendidas por meio da perspectiva da estereoquímica.

Como resultado, espera-se que essa unidade possa fomentar a compreensão das conexões entre sociedade e ciência, contribuindo para motivação e, conseqüentemente, para o aprendizado dos alunos, buscando ainda apresentar uma contribuição para os professores que desejarem adotar essa estratégia com o uso de diferentes temáticas e diversos conteúdos. Por fim, diante dos desafios impostos na atualidade devido à pandemia do novo corona vírus, o produto foi desenvolvido para utilização tanto no ensino presencial quanto no ensino remoto.

ESTEREOQUÍMICA EM PLANTAS MEDICINAIS

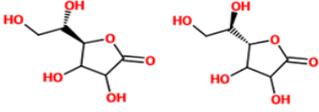
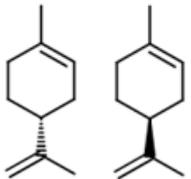
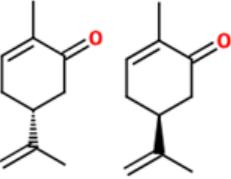
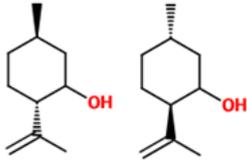
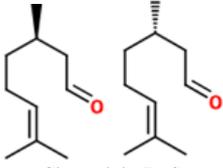
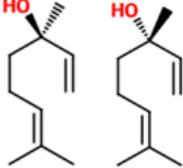
Existem inúmeros exemplos da ocorrência de estereoisomeria em princípios ativos de plantas medicinais; alguns exemplos são brevemente citados nos quadro a seguir:

DIASTEREOISÔMEROS EM PLANTAS MEDICINAIS

DIASTEREOISÔMEROS PRESENTES EM PLANTAS MEDICINAIS			
Fórmula Estrutural	Atividades Biológicas	Características dos Isômeros	Plantas Medicinais
 <p>Citral: Geranial e Neral - E, Z</p>	<p>Anti-inflamatório (LIAO, 2015) Ansiolítico (SILVA, 2011)</p>	<p>Isômero Neral apresenta maior efeito anti-inflamatório (LIAO, 2015)</p>	<p>capim santo (<i>Cymbopogon citratus</i>), cidreira (<i>Lippia alba</i>) (MORAIS, 2009)</p>
 <p>Anetol - E, Z</p>	<p>Antimicrobiana e Analgésica (PINTO, 2018)</p>	<p>Isômero <i>cis</i> apresenta alta toxicidade e propriedades organolépticas desagradáveis (PAZINI, 2013)</p>	<p>Erva doce (<i>Pimpinella anisum</i>) (CARAMORI, 2009), anis estrelado, funcho</p>
 <p>Cinamaldeído - E, Z</p>	<p>Antimicrobiana e Antiinflamatória (FIGUEIREDO, 2017)</p>	<p>O produto presente na natureza é o E-cinamaldeído.</p>	<p>canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>) (MONTEIRO, 2013)</p>
 <p>Eugenol - E, Z</p>	<p>Antioxidante (MORAIS, 2009) Analgésico e Anti Microbiano, estimulante cardíaco, digestivo, respiratório e antiespasmódico (TANGERINO, 2006)</p>	<p>Altas concentrações causam efeitos neurotóxicos, a mistura dos isômeros possui as propriedades citadas (TANGERINO, 2006)</p>	<p>boldo (<i>Pneumus boldus</i>), canela (<i>Cinnamonum zeylanicum</i>), cravo (<i>Eugenia aromatica</i>), louro (<i>Laurus nobilis L</i>) (MORAIS, 2009)</p>

Fonte: A Autora (2020)

ENANTIÔMEROS EM PLANTAS MEDICINAIS

ENANTIÔMEROS PRESENTES EM PLANTAS MEDICINAIS			
Fórmula Estrutural	Atividades Biológicas	Características dos Isômeros	Plantas Medicinais
 <p>Ácido Ascórbico - (5R,1S), (5S, 1R)</p>	<p>Antioxidante (OLIVEIRA;GODOY; PRADO, 2012)</p>	<p>O ácido L-ascórbico é a forma ativa da vitamina C. É isômero mais encontrado naturalmente em frutas, é o mais utilizado no organismo para as funções biológicas (OLIVEIRA;GODOY; PRADO, 2012)</p>	<p>Frutas Cítricas (OLIVEIRA;GODOY; PRADO, 2012)</p>
 <p>Limoneno - R, S</p>	<p>Ansiolítico (SILVA, 2011)</p>	<p>O isômero R apresenta odor de limão e o isômero S apresenta atividade inseticida e odor de fruta cítrica, principalmente de laranja</p>	<p>Capim santo (<i>Cymbopogon citratus</i>) cidreira (<i>Lippia alba</i>) (MORAIS, 2009)</p>
 <p>Carvona - R, S</p>	<p>Efeitos no sistema nervoso central, antibacteriana, anticonvulsionante, citotoxicidade em células cancerígenas antifúngica e carminativa. (PINTO, 2014)</p>	<p>A R-carvona é extraída da hortelã, sendo o seu maior constituinte. Já a S-carvona é o maior constituinte de plantas como o cominho (PINTO, 2014)</p>	<p>Cidreira (<i>Lippia alba</i>) (MORAIS, 2009) Hortelã (<i>Mentha spicata</i>) e cominho (<i>Carum carvi L</i>) (PINTO, 2014)</p>
 <p>Mentol (1R, 2S, 5R), (1S, 2R, 5S)</p>	<p>O isômero L-mentol apresenta propriedades anestésicas e sabor de menta (CRAVEIRO, 1992)</p>	<p>O isômero (-)-mentol possui aroma de hortelã, enquanto o (+)-mentol apresenta aroma canforado. (FELIPE, 2016)</p>	<p>capim santo (<i>Cymbopogon citratus</i>), hortelã (<i>Mentha arvensis</i>) (MORAIS, 2009)</p>
 <p>Citronelal - R, S</p>	<p>Antifúngico e Antioxidante (OLIVEIRA, 2016)</p>	<p>A estereoisomeria não interfere nas atividades antifúngica e antioxidante, bem como na citotoxicidade. (OLIVEIRA, 2016)</p>	<p><i>Eucalyptus</i>, erva-cidreira (<i>Melissa officinalis</i>), menta (<i>mentha L.</i>), canela (<i>cinnamomum</i>), capim santo (<i>cymbopogon</i>) (OLIVEIRA, 2016)</p>
 <p>Linalol - R, S</p>	<p>Anti-inflamatório, analgésico, hipotensor, vasorrelaxante, antinociceptivo e antimicrobiano, hipnótico, hipotérmico e sedativo.</p>	<p>R-lincareol: aroma de lavanda e flores; S-coriandrol: cheiro herbáceo, com tons de folhas envelhecidas, cítricas (MONTEIRO, 2013)</p>	<p>Tangerina, bergamota jasmim, lavanda, manjerição e coentro (CAMARGO, 2014) capim santo (MORAIS, 2009), canela (MONTEIRO, 2013)</p>

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O USO DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

Considerada como um dos mais importantes aportes cognitivistas, a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2003), busca analisar como o indivíduo adquire conhecimento e como sua estrutura cognitiva é construída. Sob a ótica ausubeliana, a aprendizagem é um processo por meio do qual uma nova informação interage de forma substantiva (não-litera) e não-arbitrária com subsunçores específicos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Em outras palavras, a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes já presentes naquela estrutura cognitiva. Assim, pode-se afirmar que há uma forte relação estabelecida entre o aprendido e o contexto no qual o indivíduo está inserido (RAUPP, 2015).

O impacto do conhecimento prévio, no processo de aprendizagem, é destacado por Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p.137) que, ao afirmarem que se tivessem que reduzir toda psicologia educacional a um princípio único, seria: “O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.” Isso porque quando o aprendiz interage com o conteúdo de maneira literal, diz-se que sua aprendizagem será mecânica, visto que, de uma forma geral, ficará limitado a reproduzir esse conteúdo de maneira idêntica àquela que lhe foi apresentada. A aprendizagem mecânica se baseia em decorar novas ideias e não a estabelecer conexões e, por isso, trata-se de um aprendizado com menores chances de permanecer na estrutura cognitiva do aluno a longo prazo. No entanto, quando o aprendiz consegue estabelecer conexões entre esse conteúdo novo e o seu conhecimento prévio ocorre a construção de significados pessoais para essa informação. Essa construção de significados não é realizada de forma “literal”; desse modo, se caracteriza como uma aprendizagem significativa (TAVARES, 2004).

Assim, a aprendizagem significativa é considerada, de acordo com Moreira (2010), uma ampliação na estrutura cognitiva que opera como âncora para novos conceitos e ideias, estabelecendo relações entre as ideias e organizando-as hierarquicamente. O(a) professor(a) tem, portanto, como objetivo facilitar a construção dessas relações lógicas, selecionando as ideias básicas e partindo de conhecimentos mais amplos em direção aos mais restritos e específicos (diferenciação progressiva), para depois retornar aos conhecimentos mais amplos (reconciliação integrativa). A reconciliação integrativa consiste na construção e reconstrução das relações conceituais, visto que novos conceitos foram incorporados à estrutura cognitiva e precisam ser reorganizados. Essa facilitação deve partir dos conhecimentos prévios, sendo estes considerados por Ausubel, Novak e Hanesian (1980) a principal variável a influenciar a aprendizagem Significativa.

UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS)

Moreira (2011) propõe a criação de materiais potencialmente significativos, com uma boa estrutura e desencadeamento lógico (coerência de argumentos) e, ainda, que façam sentido ao grupo ao qual se pretende apresentar determinado conteúdo e que contribuam para um aprendizado de maior qualidade, que se distancie do aprendizado mecânico, com o objetivo de facilitar a construção de relações lógicas entre os conceitos abordados. Esse material é organizado em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) que, conforme Moreira (2011), são sequências de ensino fundamentadas em teorias pertinentes, que objetivam a aprendizagem significativa, em oposição à aprendizagem mecânica. Tem como foco promover uma modificação no ensino que, ao longo das décadas, foi pautado na memorização de conteúdo, causando apenas uma aprendizagem memorística a partir de Unidades de Ensino Potencialmente Facilitadoras para a aprendizagem de determinados tópicos. (MOREIRA, 2011).

A proposta da construção de uma UEPS segue, de forma geral, essas etapas, mas pode ser adaptada conforme o critério do docente. Tais etapas estão explicadas abaixo, sob a luz do trabalho de Schittler e Moreira (2014):

1) Situação inicial: Nesta etapa deve-se propor situações buscando que o aluno revele seus conhecimentos prévios em relação ao conteúdo, podendo estes serem ou não aceitos no contexto de ensino. Esta situação pode se basear em discussões, questionários, mapas conceituais ou podem ser a própria situação problema proposta;

2) Situação-problema inicial: Tendo em mãos os conhecimentos prévios dos alunos, deve-se propor uma situação-problema de nível introdutório, envolvendo os assuntos a serem estudados, buscando dar um sentido à temática. Podem ser propostas situações por meio de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas, matérias midiáticas, exercícios clássicos da matéria, buscando ter um nível acessível e problematizador.

3) Aprofundamento do conhecimento: O conhecimento deve ser apresentado a partir da diferenciação progressiva, partindo-se de aspectos mais gerais, com uma visão integrada dos elementos relevantes à matéria de ensino para a exemplificação de pormenores específicos. Como estratégias de ensino deve-se valorizar atividades colaborativas após exposição do conteúdo, como atividades em grupos e apresentações. Conceitos estruturantes devem ser apresentados em níveis crescentes de complexidade, sempre destacando semelhanças e diferenças entre os exemplos, em uma reconciliação integradora

4) Nova situação-problema: Acompanhando a lógica da UEPS, a nova situação problema deve propor questionamentos com um nível de profundidade maior, evidenciando as correspondências e contradições entre os conceitos. As atividades propostas devem valorizar ações colaborativas entre os alunos, levando a maior interação e possibilitando a negociação de significados. Como exemplos os autores trazem a resolução de problemas, a construção de Mapas Conceituais, experimentos de laboratório, projetos, em grupos e com a mediação do professor.

5) Avaliação somativa individual: A avaliação individual deve ter um caráter processual, comparando as respostas às situações problemas, buscando evidenciar a captação de significados e a capacidade de transferência dos saberes. Além das respostas obtidas por meio das situações problemas, o aluno também é avaliado a partir das anotações do professor relativos à cada etapa de ensino.

6) Aula integradora final: Aborda-se aqui as características mais relevantes do conteúdo em questão, dando continuidade ao método de diferenciação progressiva a partir de uma ótica integradora, buscando a reconciliação integrativa entre os conceitos. Pode ser realizada a partir de uma exposição oral, leitura de texto, recursos computacionais ou audiovisuais, sendo substancial o modo de trabalhar o conteúdo.

7) Avaliação da aprendizagem na ueps: Uma nova situação problema deve ser proposta ao final da atividade, buscando um nível maior de complexidade em relação às anteriores valorizando sempre a proposição de atividades colaborativas, que devem ser apresentadas ao grande grupo com a mediação do professor. Esta nova atividade avaliativa deve buscar evidências de compreensão de significados e capacidade de transferência do conhecimento para diferentes situações.

8) Avaliação da própria ueps: A fim de aprimorar e/ou validar as estratégias de ensino, além da evolução conceitual dos alunos, deve ser considerada uma avaliação conjunta sobre a Unidade de Ensino. Esta avaliação pode se dar por meio de uma roda de conversa, ou mesmo um questionário avaliativo.

Propõe-se neste texto, uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa que associe os conhecimentos e experiências que os estudantes tenham a respeito das Plantas Medicinais à existência de moléculas que atuam como princípios ativos e à compreensão de conteúdos sobre a estereoisomeria a partir de exemplos de estereoisômeros encontrados em tais princípios ativos.

Realizou-se uma revisão de literatura sobre os desafios e metodologias do ensino de estereoisomeria, bem como sobre as metodologias desenvolvidas na abordagem da temática plantas medicinais no ensino de química e ciências, ambas disponíveis na dissertação que embasa essa UEPS. Também está disponível na dissertação um capítulo teórico sobre estereoisomeria, para aprofundamento do conteúdo.

O mapa conceitual é muitas vezes confundido com diagramas de fluxo, mas ao contrário destes, o mapa conceitual não mostra uma seqüência de conceitos, e sim uma estrutura onde os conceitos estão inter-relacionados a partir de conectivos, linhas e flechas. Conectivos são palavras que demonstram a relação entre os conceitos. (MOREIRA, 2011).

A UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PROPOSTA

Visando contribuir com o ensino dos tópicos relacionados à estereoquímica, organizou-se uma unidade didática com abordagem contextualizada. Aqui a proposta utiliza de cinco aulas, sendo dois momentos distintos de aprofundamento do conteúdo e avaliação somativa individual, um para cada tipo de estereoisomeria.

Síntese UEPS – Estereoisômeros em Plantas Medicinais

Sequência	Etapa da UEPS	Estratégia/ Recursos utilizados
Aula 1	Apresentação da Proposta de UEPS Situação Inicial	Questionário investigativo a respeito dos hábitos e conhecimento em relação à temática. Discussão do Documentário “Nem Santas nem do Diabo: O Potencial Inexplorado das Plantas Medicinais”.
Aula 2	Situação-problema inicial Aprofundamento do conteúdo isômeros <i>cis-trans</i> , <i>E,Z</i> Avaliação formativa	Formulário para Interpretação colaborativa de fórmulas estruturais em traços de pares de diastereoisômeros presentes em plantas. Exposição teórica do conteúdo com auxílio de slides e modelos moleculares. Formulário para nova interpretação das estruturas simplificadas.
Aula 3	Nova situação-problema inicial Aprofundamento do conteúdo - enantiômeros Avaliação formativa	Formulário para interpretação colaborativa de fórmulas estruturais simplificadas de pares de enantiômeros presentes em Plantas Medicinais. Exposição teórica do conteúdo com auxílio de slides e modelos moleculares. Montagem e visualização das moléculas em 3D, no aplicativo “Molecular Constructor”.
Aula 4	Aula integradora final Avaliação de aprendizagem na UEPS	Síntese das temáticas, modelos e conceitos, elaborados na UEPS com auxílio de slides e modelos moleculares. Elaboração de mapa conceitual.
Aula 5	Avaliação somativa Individual Avaliação da própria UEPS	Avaliação tipo teste com exercícios de/ou adaptados de processos seletivos. Aplicação de questionário .

As etapas da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa proposta estão descritas a seguir, cada uma conta com um objetivo específico, elaborado de acordo com Schittler e Moreira (2014).

APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE UEPS:

Nessa etapa o objetivo é investigar hábitos e conhecimentos a respeito da utilização das Plantas Medicinais no cotidiano dos estudantes, buscando possíveis subsunçores ou a necessidade do uso de organizadores prévios. Com uso de um questionário investigativo busca realizar um levantamento dos conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses e experiências dos estudantes perante a temática e busca informações sobre os conhecimentos prévios dos alunos, a fim de considerá-los durante a busca de subsunçores ou âncoras para a Aprendizagem Significativa. A seguir, as questões propostas.

Questionário Investigativo

Questões Elaboradas para Questionário Inicial

- 1) Em seu ambiente familiar vocês costumam utilizar plantas com a finalidade de tratar sintomas e/ou problemas de saúde?
Nunca Raramente Às vezes Muitas Vezes Sempre
- 2) Em seu ambiente familiar vocês costumam comprar medicamentos fitoterápicos (à base de plantas)?
Nunca Raramente Às vezes Muitas Vezes Sempre
- 3) Você considera plantas medicinais como fontes confiáveis de tratamentos de saúde?
Não considero Considero em Parte Considero
Outro, justifique _____
- 4) Entre as plantas abaixo, assinale aquelas que você conhece e/ou já utilizou e descreva sua utilidade para a saúde:
o Capim Limão, o Erva Cidreira, o Erva Doce, o Anis Estrelado, o Canela, o Cravo,
o Boldo, o Hortelã, o Eucalipto, o Limão/Laranja, o Lavanda, o Manjeriçao
- 5) Você conhece alguém que se ocupe cultivando, preparando ou indicando o uso de plantas medicinais?
6) Sobre a pergunta 5), explique, comente ou relate o que esta pessoa faz:
7) Na sua opinião, qual a relação entre os conhecimentos científicos, químicos e farmacológicos e os saberes populares relacionados às plantas medicinais?

SITUAÇÃO INICIAL: o objetivo da utilização de um documentário é introduzir a temática de maneira ampla, com alto nível de generalidade, explorando aspectos naturais e sociais que leve(m) o aluno a expressar seu conhecimento prévio no contexto da matéria de ensino. Após a aplicação do questionário, pode-se realizar a apresentação do documentário, ou de trechos do documentário, disponibilizado pela Unifesp - Universidade Federal de São Paulo: “Nem santas nem do diabo: o potencial inexplorado das plantas medicinais”, disponível no Youtube. O documentário foi selecionado por apresentar múltiplas abordagens da temática das plantas medicinais no contexto brasileiro, como: a pesquisa em sociobiodiversidade, os cuidados no uso das plantas, o debate sobre saberes tradicionais e científicos e o potencial da indústria farmacêutica das plantas medicinais. Após a apresentação do documentário, um pequeno debate deve ser suscitado, podendo partir dos principais conceitos abordados no vídeo.

SITUAÇÃO-PROBLEMA INICIAL: deve introduzir o tópico a ser ensinado (diastereoisomeria), problematizando os novos conhecimentos. A situação problema inicial pode ser realizada por meio do Google formulários, de maneira síncrona, delimitando-se um tempo de cerca de 20 minutos para resolução. É muito importante que os alunos percebam a importância desta exploração inicial, para isso, indicamos que durante os 10 primeiros minutos da atividade seja provocada, via plataforma de reunião online, uma exposição desses conhecimentos prévios, levando os alunos a perceberem os diferentes pontos de vista e saberes uns dos outros, bem como a uma possível negociação destes saberes; para então nos 10 minutos restantes, concluir a sua resposta no formulário. A finalidade é de verificar se os estudantes conseguem evidenciar semelhanças e diferenças entre fórmulas estruturais de isômeros *cis/trans*, a partir do exemplo das moléculas isômeras do citral, presente no capim limão e na erva cidreira. Nessa etapa o objetivo é despertar o interesse do aluno em interpretar cientificamente as estruturas e atividades biológicas dos diastereoisômeros, motivando a investigação de conceitos e proposições à respeito da temática. Busca-se também verificar quais habilidades o aluno possui no que tange à interpretação das estruturas representadas em 2D, por meio da fórmula de traços. Foram apresentadas as imagens das plantas medicinais capim limão e erva cidreira bem como suas características e propriedades e a representação da estrutura dos isômeros responsáveis pelos princípios ativos.

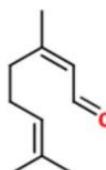
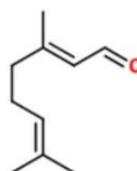
Situação problema inicial

Observe as moléculas representadas abaixo, bem como suas diferentes propriedades e descreva o que diferencia as duas * moléculas, a ponto de levar às diferentes características.



Capim limão e Erva cidreira

Os isômeros do citral, chamados geranial e neral, estão presentes em plantas como capim santo (*Cymbopogon citratus*) e cidreira (*Lippia alba*) (MORAIS, 2009). Tais moléculas possuem efeitos Anti-inflamatório (LIAO, 2015) e Ansiolítico (SILVA, 2011). O Isômero Neral apresenta maior efeito anti-inflamatório (LIAO, 2015)



As duas moléculas receberiam o mesmo nome seguindo a IUPAC? *

APROFUNDAMENTO DO CONTEÚDO: O objetivo é apresentar os conceitos científicos, começando com aspectos mais gerais, e, em seguida, abordar aspectos específicos (diferenciação progressiva). Para essa etapa, planeja-se uma aula expositiva, contextualizando a estereoisomeria e as Plantas Medicinais, quais as possibilidades de ocorrência e sistemas de nomenclatura, com o auxílio de slides e modelos moleculares concretos como, por exemplo, kits de modelos, contribuindo assim com conhecimentos científicos a respeito da isomeria, a compreensão dos sistemas de nomenclatura *cis/trans* e *E/Z*, buscando o desenvolvimento de habilidades representacionais e a identificação dos isômeros.

AVALIAÇÃO FORMATIVA: visando analisar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos principais conceitos trabalhados, relacionando-os a novos exemplos. Os alunos são novamente convidados a interpretar fórmulas estruturais simplificadas de diastereoisômeros/isômeros geométricos, presentes em plantas medicinais, diferentes das fórmulas utilizadas na situação problema inicial. Nesta nova situação problema pode-se identificar a reconciliação integrativa, percebendo a habilidade dos alunos em identificar agora as estruturas de acordo com o sistema de nomenclatura *E/Z*, e *cis/trans*, verificando assim a construção dos conceitos sobre isômeros geométricos e suas nomenclaturas, e a capacidade de interpretar fórmulas em 2D.

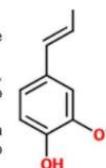
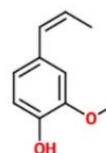
Avaliação Somativa Diastereoisômeros

Como se diferenciam as moléculas constituintes do eugenol, representadas abaixo? Explique. *



Louro, Cravo e Boldo

O eugenol é um princípio ativo com atividades Antioxidante (MORAIS, 2009) Analgésica e Antimicrobiana utilizado em tratamentos dentários, estimulante cardíaco, digestivo, respiratório e antiespasmódico (TANGERINO, 2006). Faz parte da composição do boldo (*Pneumus boldus*), canela (*Cinnamonum zeylanicum*), cravo (*Eugenia aromatica*) e louro (*Laurus nobilis* L) (MORAIS, 2009). Altas concentrações causam efeitos neurotóxicos, a mistura dos isômeros possui as propriedades citadas (TANGERINO, 2006)



NOVA SITUAÇÃO-PROBLEMA: Introduzir novos conhecimentos sobre o tópicos enantiomeria, relacionando-o aos conceitos já trabalhados, contribuindo com a busca por novos conceitos pertencentes à matéria de ensino estereoisomeria, e incitando a subordinação correlativa, onde há alargamento da estrutura cognitiva do aluno no que diz respeito à temática, ao repetir os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos.

O trabalho com as situações problema, bem como com as avaliações formativas será mais profícuo ao ser realizado na forma de atividades colaborativas, que possibilitam o intercâmbio e a negociação de saberes, sendo a proposta original que o trabalho fosse todo realizado em duplas e presencialmente. No entanto, dada a situação sanitária em que nos encontramos, as atividades podem ser realizadas de forma adaptada, sendo que em ambas as situações o docente deve adotar a postura de mediador das atividades, promovendo a participação ativa dos discentes. Uma possibilidade metodológica para mediar as relações entre o novo conhecimento e os subsunçores já presentes na estrutura cognitiva dos alunos é iniciar cada atividade expositiva do conteúdo retomando o que foi proposto pelos alunos ao responder o formulário, evidenciando os conceitos aceitos na matéria de ensino e diferenciando dos conhecimentos prévios não concernentes com a matéria. O formulário proposto pode conter a imagem da estrutura em traços de dois enantiômeros (isômeros ópticos), bem como de plantas medicinais com ocorrência de tais moléculas e sua atividade biológica, com a finalidade de indicar semelhanças e diferenças entre as estruturas moleculares, a exemplo do demonstrado, como também a reflexão sobre as diferentes atividades biológicas, em um processo de diferenciação progressiva e de reconciliação integrativa.

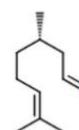
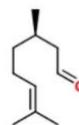
Nova Situação Problema - Enantiômeros

Observando as moléculas abaixo, de acordo com sua estrutura e fórmula molecular, você considera que são as mesmas moléculas? Qual a diferença entre elas? Discorra. *



Eucalipto, Menta e Canela

O citronelal apresenta atividades Antifúngica e Antioxidante, e está presente no eucalipto (*Eucalyptus*), erva-cidreira (*Melissa officinalis*), menta (*mentha L.*), canela (*cinnamomum*) e no capim santo (*cymbopogon*). A estereoisomeria não interfere nas atividades antifúngica e antioxidante, bem como na citotoxicidade dos compostos. (OLIVEIRA, 2016)



Segundo Moreira (2011) as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade, evidenciando novos significados e diferenciando os subsunçores. Esse novo caso de estereoisomeria é importante para compreender as semelhanças e diferenças relativas às situações e exemplos de diastereoisomeria já trabalhados, agora com a necessidade de interpretar as estruturas em 3D. Dessa forma a diferenciação progressiva irá promover a incorporação ao subsunçor estrutura molecular, não só os significados relativos a diastereoisomeria, mas também de enantiomeria. O processo de diferenciação progressiva é concomitante ao processo de reconciliação integrativa, uma vez que permite relacionar as diferentes aplicações de determinados subsunçores na medida em que integra seus significados, enriquecendo a estrutura cognitiva do aprendiz.

APROFUNDAMENTO DO CONTEÚDO: objetivando promover uma ampliação na estrutura cognitiva do aluno, dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças em relação às situações e exemplos anteriores, desenvolve-se uma segunda aula expositiva contextualizando a estereoisomeria e as plantas medicinais e abordando a enantiomeria utilizando como recursos didáticos slides e modelos moleculares, a fim de contribuir para o desenvolvimento de habilidades representacionais em 3D. Realiza-se portanto, sucessivas interações entre os subsunçores, retomando a relação entre sistema de nomenclatura, estrutura molecular e atividade biológica, incorporando novos conceitos como quiralidade, propriedades ópticas, modelo chave-fechadura, e habilidades de

visualização e representação em 3D. Buscando possibilitar assim o desenvolvimento das principais habilidades citadas por Graulich (2015) para o aprendizado da química orgânica: habilidades representacionais, visualização espacial e raciocínio científico.

Cabe destacar que isomeria óptica e isomeria geométrica são considerados termos obsoletos e com o uso fortemente desencorajado pela IUPAC. Os termos a serem utilizados são diastereoisômeros e enantiômeros. Os enantiômeros são pares moleculares que são imagens espaciais uma da outra e não sobreponíveis. Já os diastereoisômeros não têm relação com a imagem espacial (IUPAC, 2012). No entanto, é comum encontrar os termos obsoletos em materiais didáticos atuais; por isso, recomenda-se a utilização de ambos os termos.

AValiação formativa: para evidenciar a construção de significados de mais elevado nível de complexidade, em relação às representações tridimensionais, sugere-se uma atividade colaborativa com a mediação do professor. As estruturas enantioméricas da carvona, do limoneno e do mentol, podem ser disponibilizadas, e divididas para o trabalho em dupla. Cada dupla fica responsável pela montagem e visualização de um par de enantiômeros em 3D, no aplicativo gratuito de celular “Molecular Constructor” .

Imagem do aplicativo Molecular Constructor



Nessa etapa, conforme critério do professor, pode ainda ser utilizado outro aplicativo, software como o *Chemsketch* ou construção de modelos com kit ou materiais alternativos. A utilização de modelos concretos, ilustrações, animações, modelagem e simulações podem auxiliar nas dificuldades que os estudantes possuem em visualizar estruturas moleculares em 3D, promovendo a denominada alfabetização tridimensional (RAUPP, 2015). A resolução de problemas em 3D pode ser facilitada com o uso de modelos e imagens de aplicativos, sendo este tipo de problema um dos principais no estudo da química orgânica (FROMM, 1945; SHINE, 1957; EVANS, 1963; HABRAKEN, 1996; WU; SHAH, 2004).

AULA INTEGRADORA FINAL: Visando realizar uma síntese das temáticas, modelos e conceitos, elaborados na UEPS, nessa aula retoma-se todo o conteúdo da UEPS, buscando promover a reconciliação integrativa, mostrando a convergência entre os conceitos abordados, revendo as atividades e retornando ao alunos avaliações formativas. Como atividade formativa integradora sugere-se a construção de um mapa conceitual como forma de verificar a ocorrência de processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora levando o aluno a criar e recriar relações conceituais de modo a integrar os significados emergentes de modo harmonioso com os demais (MOREIRA, 1988). A construção de mapas conceituais como atividade colaborativa pode ser realizada em pequenos grupos de dois a quatro participantes.

Utilizando o mapa conceitual como uma ferramenta o aprendiz pode organizar seu conhecimento, evidenciando as relações entre os conceitos prévios e o novos conceitos, em um processo de diferenciação progressiva, e inter relacionando os novos subsunçores em um processo de reconciliação integrativa. Com a avaliação dos mapas construídos a professora, ou o professor, pode inferir importantes informações sobre possíveis lacunas no material didático utilizado, ou ainda lacunas no aprendizado do estudante, que podem ser sanadas em um momento posterior, e possibilitando também, ao professor, a compreensão de aspectos da estrutura cognitiva de seus estudantes durante a aprendizagem daqueles conceitos. (CORREIA; DONNER JR; INFANTE-MALAQUIAS, 2008; AQUINO; CHIARO, 2013; LIMA; ET AL, 2017)

AValiação de aprendizagem na UEPS: com o objetivo de fornecer evidências da construção de saberes significativos, envolvendo a temática bem como os conceitos e habilidades com relação à estereoisomeria, a avaliação na perspectiva da aprendizagem significativa é realizada do ponto de vista processual e, por isso, feita a partir dos registros das avaliações formativas, desenvolvidas ao longo da UEPS e de avaliações

ao final da aplicação da mesma. Além da construção do mapa conceitual, como avaliação final, recomenda-se uma avaliação somativa individual na forma de teste para avaliar o alcance de determinados objetivos de aprendizagem.

AVALIAÇÃO DA UEPS: Pode-se aplicar um questionário individual, com questões do tipo escala *Likert* e também questões abertas, para a avaliação em relação à UEPS da parte dos alunos.

Questionário final - Questões escala *Likert*

Questões	Nível de concordância				
	CF	C	I	D	DF
Acho útil utilizar esta Unidade de Ensino em aula.					
O uso da Unidade de Ensino me motivou a aprender.					
Aprendo mais com aulas tradicionais (aulas apenas expositivas).					
Recomendo que outros professores utilizem a Unidade de Ensino.					
A atividade com o Documentário colaborou para meu aprendizado de maneira significativa.					
A atividade com o Aplicativo de Montagem de Moléculas colaborou para meu aprendizado de maneira significativa.					
A atividade com o Mapa Conceitual colaborou para meu aprendizado de maneira significativa.					
O uso da temática Plantas Medicinais colaborou para o meu aprendizado do conteúdo de maneira significativa.					
Estabeleci relações entre meus conhecimentos já existentes e os novos conhecimentos.					
Conseguo me expressar de diferentes maneiras a respeito dos conteúdos estudados.					
É notável a existência de relações lógicas entre os conteúdos abordados na Unidade de Ensino.					
A Unidade de Ensino como um todo colaborou para meu aprendizado de maneira significativa.					

A avaliação da ueps pelos alunos pode indicar lacunas no trabalho de mediação docente, e possibilita o desenvolvimento autônomo dos alunos, ao proporcionar um ambiente onde os mesmos tem a liberdade de se manifestar.

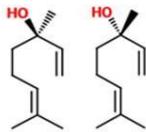
Os slides elaborados, bem como a lista de exercícios selecionados, se encontram a seguir.



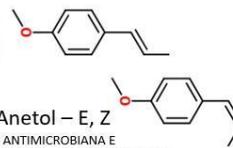
Se reconhece como **planta medicinal**, toda espécie que em algum de seus órgãos possui substâncias que possam ser utilizadas com finalidades de tratamento de saúde, ou como precursoras de fármacos sintéticos. Os **fitoterápicos** são produtos elaborados a partir da extração do princípio ativo, ou de uma mistura de princípios ativos, de origem vegetal com possíveis adjuvantes farmacêuticos.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, 85% da população dos países em desenvolvimento utilizam plantas medicinais ou preparações destas. No Brasil, diversas ações foram executadas pelo Ministério da Saúde nesse sentido, dentre elas, a publicação, em 2006, da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, que visa garantir à população brasileira o acesso seguro e o uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos.

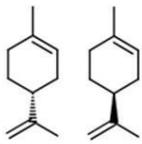
O conhecimento a respeito das plantas medicinais é milenar e foi preservado oralmente através das gerações e, por séculos, foi o recurso terapêutico predominante. As plantas medicinais são, a matéria-prima de parte dos fármacos sintéticos, bem como são as precursoras de intervenções terapêuticas, pois, a partir da atividade de algumas plantas, se desenvolveu a pesquisa sobre compostos correlatos e suas interações com o organismo



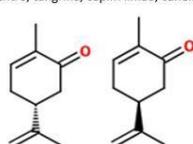
Linalol - R, S
(ANTINFLAMATÓRIO, ANALGÉSICO, ANTIMICROBIANO, VASORRELAXANTE, lavanda, manjerição, coentro, tangrina, capim limão, canela)



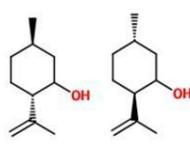
Anetol - E, Z
(ANTIMICROBIANA E ANALGÉSICA, anis, funcho, erva doce)



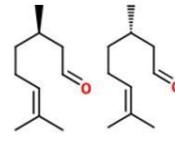
Limoneno - R, S
(ANSIOLÍTICO, capim limão, erva cidreira)



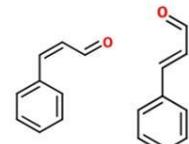
Carvona - R, S (ANTIBACTERIANA E ANTIFÚNGICA, cidreira e hortelã)



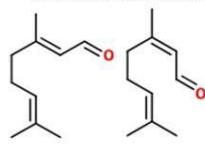
Mentol - (-),(+)
(ANESTÉSICO, capim santo, hortelã)



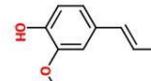
Citronelal - R, S
(ANTIFÚNGICO E ANTIOXIDANTE, eucalipto, cidreira, menta, canela)



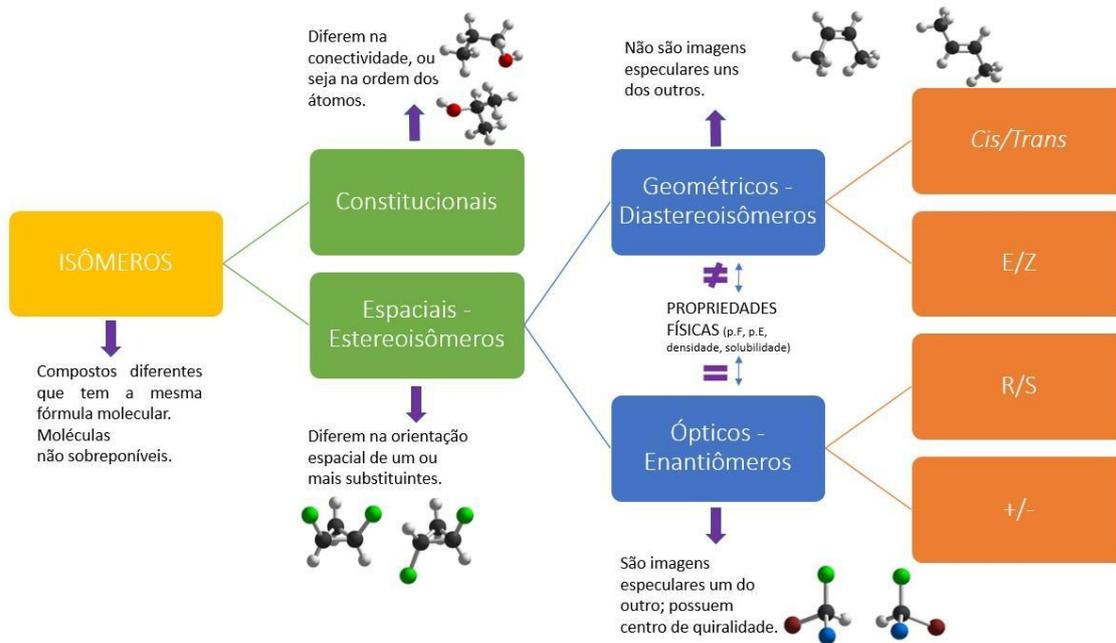
Cinamaldeído - Z,E
(ANTIMICROBIANA E ANTINFLAMATÓRIA, canela)



Citral: Geranial e Neral - E, Z (ANTINFLAMATÓRIO E ANSIOLÍTICO, capim limão, erva cidreira)



Eugenol - E
(ANTIOXIDANTE, ANALGÉSICO, ANTIMICROBIANO E ANTIESPASMÓDICO, boldo, canela, cravo e louro)



ISÔMEROS GEOMÉTRICOS - DIASTEREISÔMEROS

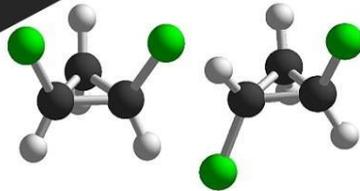
Podem ocorrer quando dois carbonos vizinhos no anel, ou dois carbonos da dupla ligação, forem ligados a dois grupos diferentes.

Isômeros Geométricos

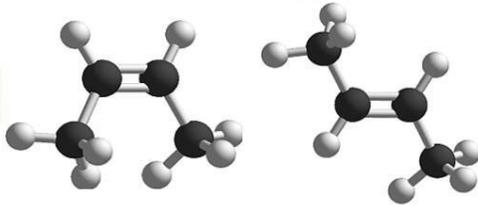
Simétrico (Cis, Trans)

Assimétrico (E, Z)

Cicloalcanos



Alcenos



A cadeia cíclica ou insaturada não permite a rotação da ligação, uma vez que há um impedimento energético causado pela ligação carbono-carbono. Levando à existência de dois arranjos espaciais distintos.

ISÔMEROS GEOMÉTRICOS - DIASTEREISÔMEROS

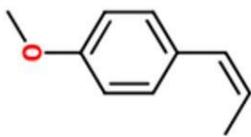
"A isomeria geométrica não será possível se um dos dois átomos de carbono que forma a ligação dupla contiver dois grupos idênticos." (ou um dos dois carbonos vizinhos no anel)

Cis/Trans

Sistema de nomenclatura adotado para denominar moléculas onde há pelo menos um **grupo ligante igual** entre os dois carbonos.



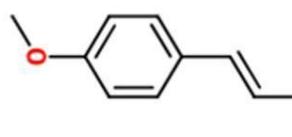
O **Anetol**, princípio ativo presente no anis estrelado, erva-doce e funcho, é um exemplo de isômero que pode ser nomeado a partir da nomenclatura cis/trans.



Dois "H" do **mesmo lado** em relação ao plano da dupla ligação.

Isômero Cis

Apresenta alta toxicidade e propriedades organolépticas desagradáveis (PAZINI, 2013)



Dois "H" em **lados opostos** em relação ao plano da dupla ligação.

Isômero Trans

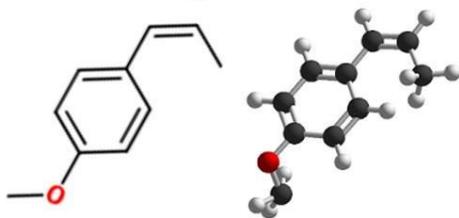
Apresenta Atividades Antimicrobiana e Analgésica (PINTO, 2018)

ISÔMEROS GEOMÉTRICOS - DIÁSTEREISÔMEROS

Cis/Trans

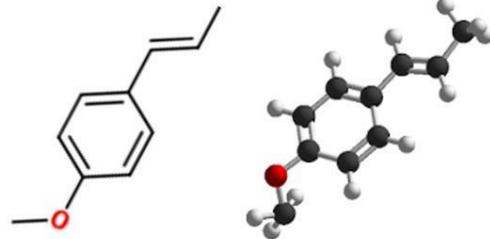


O Anetol, princípio ativo presente no anis estrelado, erva-doce e funcho, é um exemplo de isômero que pode ser nomeado a partir da nomenclatura cis/trans.



Cis-Anetol

Apresenta alta toxicidade e propriedades organolépticas desagradáveis (PAZINI, 2013)



Trans-Anetol

Apresenta Atividades Antimicrobiana e Analgésica (PINTO, 2018)

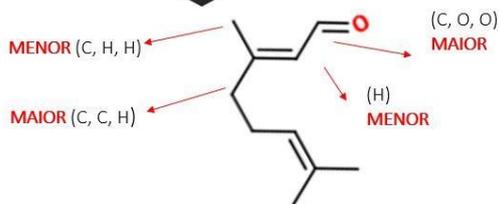
ISÔMEROS GEOMÉTRICOS - DIÁSTEREISÔMEROS

E/Z

Sistema de nomenclatura mais abrangente, pode ser adotado em isômeros geométricos que não apresentem simetria.

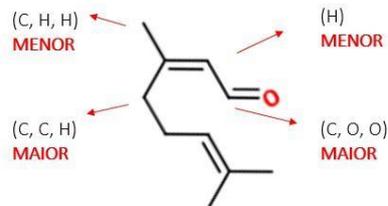


O Citral (E, Z) é um princípio ativo presente no capim cidreira e na erva cidreira, que apresenta propriedades Anti-inflamatória (LIAO, 2015) e Ansiolítica (SILVA, 2011).



LADOS OPOSTOS – E

Isômero Geranial, E-Citral.



LADOS IGUAIS – Z (zunto)

Isômero Neral, Z-Citral.

Apresenta maior efeito anti-inflamatório (LIAO, 2015).

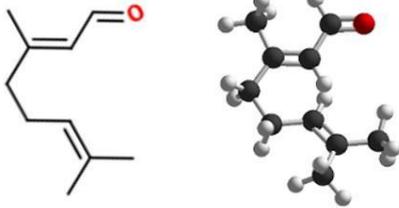
A prioridade é dada em relação aos números atômicos, em caso de "empate" o próximo ligante deve ser considerado, dupla ligação equivale à dois ligantes (para a nomenclatura E,Z)

ISÔMEROS
GEOMÉTRICOS -
DIASTEREOISÔMEROS

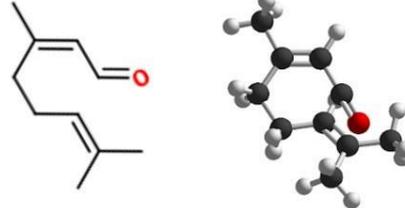
E/Z



O Citral (E, Z) é um princípio ativo presente no capim cidreira e na erva cidreira, que apresenta propriedades **Anti-inflamatória** (LIAO, 2015) e **Ansiolítica** (SILVA, 2011).



LADOS OPOSTOS – E
Isômero Geranial, E-Citral.

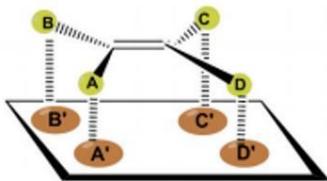


LADOS IGUAIS – Z (zunto)
Isômero Neral, Z-Citral.
Apresenta maior efeito anti-inflamatório (LIAO, 2015).

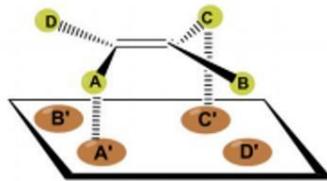
ISÔMEROS
GEOMÉTRICOS -
DIASTEREOISÔMEROS

E/Z

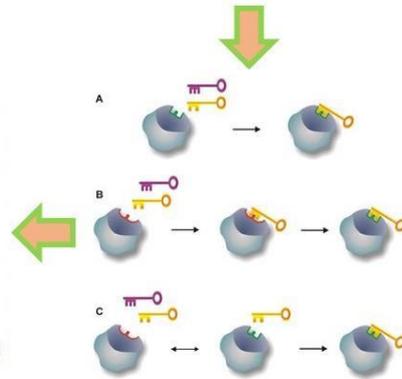
As diferentes atividades biológicas dos isômeros geométricos podem ser explicadas pelo modelo chave-fechadura, que explica a estereosseletividade dos receptores biológicos.



Grupos A e D / B e C (CIS)
Grupos A e C / B e D (TRANS)



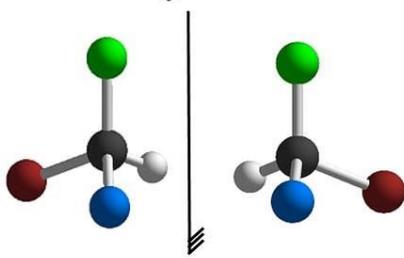
Grupos A e B / C e D (CIS)
Grupos A e C / B e D (TRANS)



ISÔMEROS ÓPTICOS - ENANTIÔMEROS

Possuem centro de quiralidade (são assimétricas).
Formam imagens especulares não sobreponíveis.

Isômeros Ópticos / Enantiômeros



R/S configuração absoluta, define a nomenclatura

Não Relacionadas

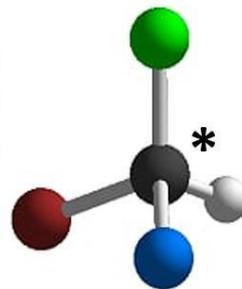
+/- ângulo de rotação, determinado experimentalmente

ISÔMEROS ÓPTICOS - ENANTIÔMEROS

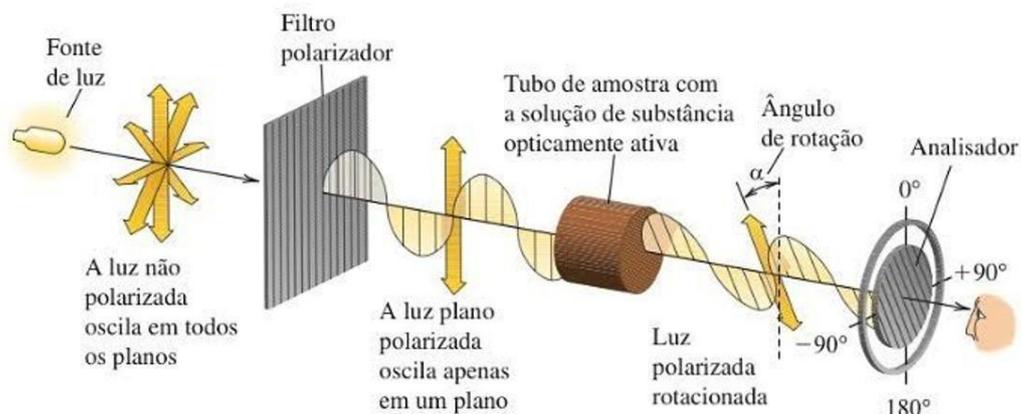
Moléculas naturais e sintéticas, de mesma fórmula molecular, densidade, p.F e p.E, cuja diferenciação físico-química é o **desvio do ângulo da luz polarizada**, por isso chamadas de isômeros ópticos ou enantiômeros.
Podem possuir diferentes **atividades biológicas** devido à **enantiosseletividade** dos sistemas biológicos.

Enantiômeros são pares de isômeros que possuem configurações opostas em todos os centros quirais. Tratam-se de moléculas que não possuem nenhum centro de simetria.

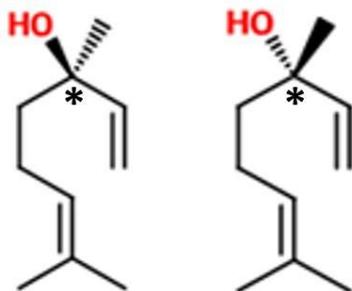
Possuem portanto pelo menos um centro de quiralidade, constituído por um carbono com 4 ligantes diferentes, chamado carbono assimétrico.



C*
Carbono "Quiral".
Possui quatro ligantes diferentes



ISÔMEROS ÓPTICOS - ENANTIÔMEROS



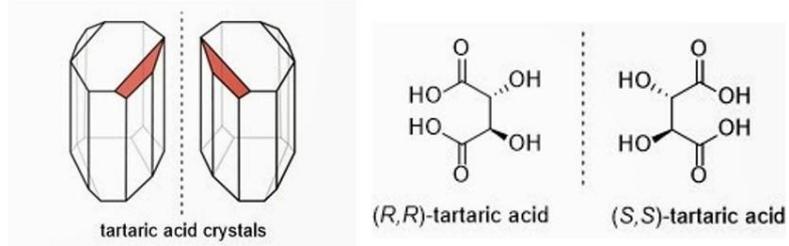
Plantas medicinais podem sintetizar naturalmente moléculas estereoisômeras, em maior ou menor seletividade entre os enantiômeros.

Podem produzir MISTURAS RACÊMICAS (50:50) que exigem técnicas complexas de separação ou produzir enantiosseletivamente (apenas um dos enantiômeros).

O Linalol - R, S, por exemplo, está presente em frutas cítricas, lavanda, manjeriço, coentro, canela e capim limão. O isômero R-lincareol apresenta aroma de lavanda e flores frescas, enquanto o dextro rotatório S-coriandro, um cheiro herbáceo, com tons de folhas envelhecidas, frequentemente descritas com características cítricas (MONTEIRO, 2013)



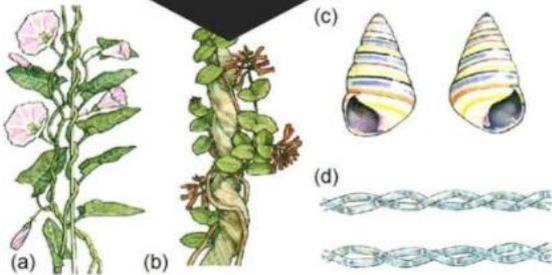
A propriedade de algumas moléculas de desviar o Ângulo da Luz Polarizada – Atividade Ótica - foi descoberta no século XIX pelo cientista francês Jean Baptiste Biot.



Em 1848 Louis Pasteur descobriu que sais de ácido tartárico existem aos pares de enantiômeros, na forma de MISTURAS RACÊMICAS (50:50) que devido à proporcionalidade entre as moléculas dextrógiras (+) e levróginas (-) são OPTICAMENTE INATIVAS.

QUIRALIDADE NOS ORGANISMOS VIVOS

"A maioria dos compostos nos organismos vivos são quirais, incluindo o DNA, enzimas, anticorpos e hormônios". Nas plantas podemos observar a trepadeira *Convolvulus arvensis* (a) que se enrosca para a direita (sentido horário) enquanto a *Lonicera sempervirens* que se enrosca no sentido anti-horário(b).



No reino animal temos um tipo de caracol *Liguus virgineus* (c) que normalmente apresenta um formato de espiral que se enrosca para a direita, mas existem alguns mutantes que se enroscam para a esquerda.

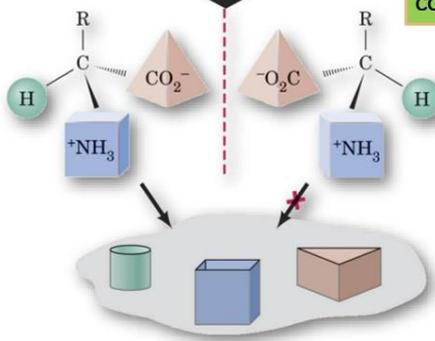
A bactéria *Bacillus subtilis* (d) forma colônias em forma de espirais que se enroscam para a direita, as quais, quando aquecidas, passam a se enroscam para a esquerda (BARBOSA, 2011).

Esses são exemplos de organismos, mas se pensarmos em nível molecular, há diferentes isômeros que possuem a mesma fórmula mas diferentes propriedades.

ISÔMEROS ÓPTICOS - ENANTIÔMEROS

77% dos fármacos registrados são provenientes de fontes naturais, sendo isolados diretamente de plantas, bactérias e algas ou produzidos a partir da modificação destes...

Drogas produzidas de fontes naturais são geralmente quirais. "Para ter efeito biológico, uma substância precisa se encaixar em um receptor adequado que possui o formato complementar exato."



Explicado pelo modelo chave-fechadura

Geralmente apenas um enantiômero fornece o efeito desejado, a outra forma de sua imagem especular pode ser inativa ou causar efeitos indesejados. "Nossos sentidos de paladar e olfato também dependem da quiralidade."

ISÔMEROS ÓPTICOS - ENANTIÔMEROS



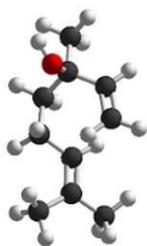
O linalol apresenta propriedades anti-inflamatória, analgésica, vasorrelaxante, hipotensora, antinoceptiva e antimicrobiana, hipnótico, hipotérmico e sedativo (MONTEIRO, 2013)



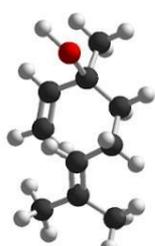
De maneira geral, para cada carbono quiral, ou centro estereogênico pode haver um par de enantiômeros.



Assim pode-se prever a quantidade de enantiômeros de uma molécula pela expressão 2^n , onde n: nº de carbonos quirais.



(S)-(+)-linalol
Apresenta aroma cítrico
(MONTEIRO, 2013)



(R)-(-) linalol
Aroma de lavanda e flores
(MONTEIRO, 2013)

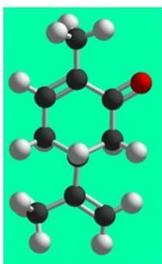
De acordo com a rotação da luz polarizada, os enantiômeros são considerados levorrotatórios (-) ou dextrorrotatórios (+). A rotação só pode ser determinada experimentalmente.

A nomenclatura dos enantiômeros segue a regra de Prelog-Cahn-Ingold e os diferencia em R ou S.

Ambas as classificações não mantêm relação direta.

TUTORIAL – PASSO A PASSO

App
Molecular Constructor

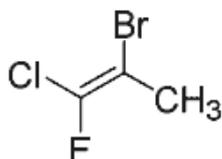


Exemplos - Enantiômeros da carvona

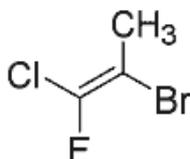
Aplicativo de construção de moléculas 3D

- Selecionar o átomo de carbono em "add";
- Com um clique você coloca cada carbono, organizando-os de acordo com a fórmula plana, já tentando buscar o ângulo correto para a fórmula espacial;
- Para fazer a ligação clique no átomo e em seguida ao átomo com o qual deseja estabelecer a ligação;
- Para uma nova ligação, a partir de outro átomo, clicar antes fora da molécula;
- Após montar a estrutura com carbonos e oxigênios, clicar em "Tools" e em "Add hydrogens";
- Rotacionar a molécula para verificar os ângulos (você faz isso carregando a molécula);
- Para finalizar clicar em "Shaping" e verificar se a estrutura está com a organização espacial correta. Caso não esteja com a organização adequada, desative o "Shaping" para organizar manualmente;
- Em "settings" você pode personalizar sua apresentação;
- Para salvar, clique em "Tools" e em "Take a photo".

- 4) A nomenclatura E/Z para compostos que apresentam isomeria geométrica é recomendada pela IUPAC, mas pouco utilizada no ensino médio. Dentre os critérios utilizados para determinar qual isômero é E ou Z, o mais simples de ser observado é aquele em relação à massa molecular do ligante. Observe a fórmula estrutural de dois isômeros geométricos



I

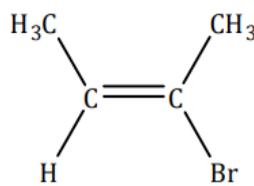
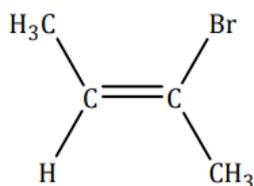


II

Com base em seus conhecimentos sobre a nomenclatura E/Z e nas estruturas fornecidas, assinale a alternativa correta.

- O composto I é classificado como Z pois os ligante de maior massa molecular encontra-se do mesmo lado.
- O composto I é classificado como E pois os ligantes de maior massa molecular estão de lados opostos.
- O composto II é classificado como E pois os ligantes de maior massa molecular estão do mesmo lado.
- Os compostos I e II são iguais e deste modo não apresentam isomeria geométrica.

- 5) É comum relacionarmos, inadvertidamente, isômeros *cis* à isômeros “Z”, e isômeros *trans* aos isômeros “E”. No entanto essa relação não é verdadeira. Observe os compostos abaixo, dê a nomenclatura dos mesmos conforme sistema *cis/trans* e E/Z e explique o por que não é correto relacionar diretamente os dois sistemas de nomenclatura.



- 6) ENEM 2014 A *talidomida* é um sedativo leve e foi muito utilizado no tratamento de náuseas, comuns no início da gravidez. Quando foi lançada, era considerada segura para o uso de grávidas, sendo administrada como uma mistura racêmica composta pelos seus dois enantiômeros (*R* e *S*). Entretanto, não se sabia, na época, que o enantiômero *S* leva a malformação congênita, afetando principalmente o desenvolvimento normal dos braços e pernas do bebê.

COELHO, F. A. S. 'Fármacos e quiralidade'. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, São Paulo, n. 3, maio 2001 (adaptado).

Essa malformação congênita ocorre porque esses enantiômeros:

- reagem entre si.
 - não podem ser separados.
 - não estão presentes em partes iguais.
 - interagem de maneira distinta com o organismo.
 - são estruturas com diferentes grupos funcionais.
- 7) ENEM 2013 O citral, substância de odor fortemente cítrico, é obtido a partir de algumas plantas como o capim-limão, cujo óleo essencial possui aproximadamente 80%, em massa, da substância. Uma de suas aplicações é na fabricação de produtos

d) II e IV.

e) III e IV

11) Em 1848, Louis Pasteur estudou os sais de potássio e amônio obtidos do ácido racêmico (do latim *racemus*, que significa “cacho de uva”), o qual se depositava nos tonéis de vinho durante a sua fermentação. Após observar que esse ácido era uma mistura de dois outros com a mesma fórmula molecular do ácido tartárico que, separados, desviavam a luz plano-polarizada e juntos, em quantidades iguais, perdiam essa propriedade, nasceu o conceito de mistura racêmica. De acordo com o exposto, assinale a opção correta, com relação aos conceitos de isomeria espacial.

a) Uma mistura racêmica é uma mistura equimolecular de dois compostos enantiomorfos entre si.

b) O butan-1-ol, por ser um álcool opticamente ativo, pode originar uma mistura racêmica.

c) O but-2-eno apresenta dois isômeros ópticos, o *cis* but-2-eno e o *trans* but-2-eno.

d) O butan-2-ol apresenta três isômeros ópticos ativos denominados dextrógiro, levógiro e racêmico.

e) Quando um composto desvia a luz plano-polarizada para a direita é chamado de levógiro.

12) Há 4,5 bilhões de anos, a nuvem que deu origem ao Sistema Solar foi bombardeada por estranhos raios ultravioleta, que viajavam em espiral, a chamada radiação circular polarizada. Ao se chocar com aminoácidos existentes pelo caminho, esses raios eliminaram metade deles, justamente os aminoácidos destros. Alguns bilhões de anos depois, as moléculas restantes, que eram canhotas, deram origem aos organismos terrestres.

A partir do texto conclui-se que, atualmente, existem na natureza APENAS aminoácidos:

a) dextrógiros.

d) destros com carbono assimétrico.

b) canhotos e destros.

e) levógiros.

c) com carbono assimétrico.

13) Para que uma espécie química tenha isômeros ópticos é necessário que sua molécula apresente:

a) um plano de simetria.

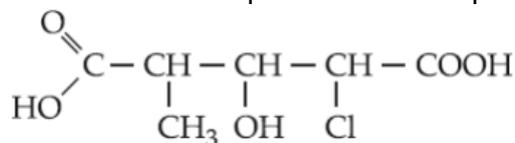
b) estrutura planar.

c) pelo menos dois átomos de carbono unidos por ligação dupla.

d) assimetria.

e) estrutura tetraédrica.

14) Quantos isômeros ópticos terá o composto abaixo?



a) 2

c) 6

e) 10

b) 4

d) 8

15) Uma molécula é quiral se a sua imagem não é idêntica à imagem especular. Considere, por exemplo, a molécula de ácido láctico, onde temos dois isômeros ópticos, o ácido (+) láctico e o ácido (-) láctico. Pode-se afirmar, para os dois isômeros ópticos, que:

a) Ambos não desviam o plano da luz plano-polarizada.

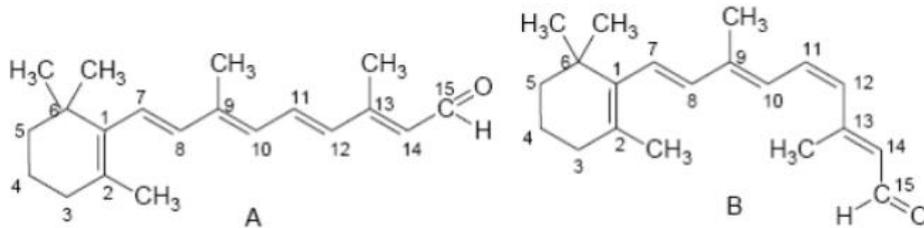
b) Os dois isômeros ópticos são chamados de enantiômeros

c) O ácido (-) láctico é dextrógiro.

d) O ácido (+) láctico é levógiro.

e) Uma solução dos dois isômeros, na mesma concentração, desvia o plano da luz polarizada de um ângulo de +2,6°.

16) Uma das reações químicas responsáveis pela visão humana envolve os dois isômeros da molécula do retinal:



Logo, podemos concluir que:

- 1) o retinal é um ácido carboxílico que contém seis duplas ligações conjugadas.
- 2) com relação aos carbonos 11 e 12, o composto A é identificado como isômero *trans*, e o composto B, como isômero *cis*.
- 3) os compostos A e B também são isômeros óticos devido ao carbono assimétrico (quiral) presente na posição 6.

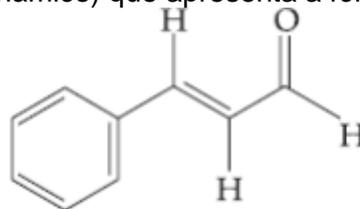
Está(ão) correta(s):

- a) 1 apenas
- b) 2 apenas
- c) 3 apenas
- d) 2 e 3 apenas
- e) 1, 2 e 3

17) Sobre um par de isômeros *cis-trans*, é correto dizer que:

- a) o isômero *trans* é sempre mais estável.
- b) suas fórmulas moleculares são diferentes.
- c) o isômero *cis* apresenta cadeia mais longa.
- d) a massa molecular do isômero *cis* é sempre maior.
- e) ambos apresentam a mesma disposição no espaço.

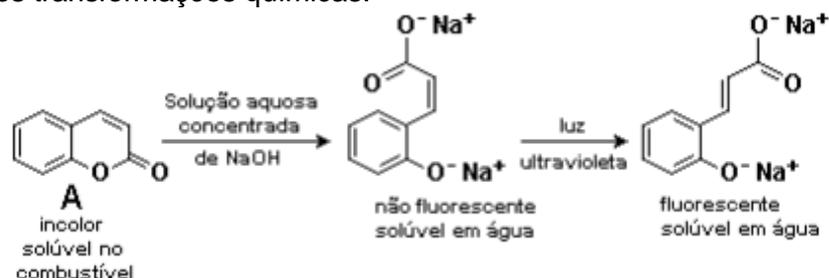
18) As balas e as gomas de mascar com sabor de canela contêm o composto cinamaldeído (ou aldeído cinâmico) que apresenta a fórmula estrutural abaixo.



O nome oficial deste composto orgânico é:

- a) *trans*-3-fenilpropenal.
- b) *trans*-1-fenilpropenal.
- c) *trans*-3-fenilpropanal.
- d) *trans*-3-benzilpropenal.

19) Na Inglaterra, não é permitido adicionar querosene (livre de imposto) ao óleo diesel ou à gasolina. Para evitar adulteração desses combustíveis, o querosene é "marcado", na sua origem, com o composto A, que revelará sua presença na mistura após sofrer as seguintes transformações químicas:



Um técnico tratou uma determinada amostra de combustível com solução aquosa concentrada de hidróxido de sódio e, em seguida, iluminou a mistura com luz ultravioleta. Se no combustível houver querosene (marcado),

I. no ensaio, formar-se-ão duas camadas, sendo uma delas aquosa e fluorescente.

II. o marcador A transformar-se-á em um sal de sódio, que é solúvel em água.

III. a luz ultravioleta transformará um isômero *cis* em um isômero *trans*.

Obs.: Fluorescente = que emite luz

Dessas afirmações,

a) apenas I é correta.

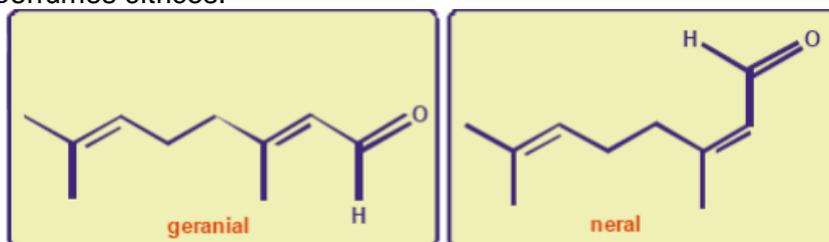
b) apenas II é correta.

c) apenas III é correta.

d) apenas I e II são corretas.

e) I, II e III são corretas.

20) O citral é uma mistura de isômeros (geranial e neral), obtida a partir do óleo essencial do limão. Devido ao seu odor agradável, é bastante utilizado na preparação de perfumes cítricos.



A partir das estruturas apresentadas, podemos dizer:

(01) O geranial é o isômero *trans* (ou *E*) e o neral é o isômero *cis* (ou *Z*).

(02) O geranial e neral apresentam a mesma fórmula molecular $C_9H_{14}O$.

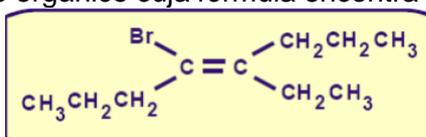
(04) Geranial e neral apresentam uma carbonila como grupo funcional e, por isso, são chamados de cetonas.

(08) Geranial e neral são terpenos que apresentam isomeria espacial (óptica).

(16) Geranial e neral apresentam dupla ligação conjugada a uma carbonila.

Soma ()

21) Qual o nome do composto orgânico cuja fórmula encontra-se esquematizada abaixo?



a) *cis*-4-bromo-5-etil oct-4-eno.

b) *E*-4-bromo-5-etil oct-4-eno.

c) *trans*-4-bromo-5-etil oct-4-eno.

d) *Z*-4-bromo-5-etil oct-4-eno.

e) *Z*-4-etil-5-bromo oct-4-eno.

22) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

O *cis*-1,2-dicloroeteno é uma molécula _____, e o seu isômero *trans* apresenta _____ ponto de ebulição por ser uma molécula _____.

a) apolar – maior – polar

b) apolar – menor – polar

c) polar – mesmo – polar

d) polar – maior – apolar

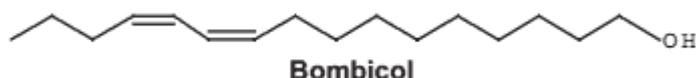
e) polar – menor – apolar

23) Um determinado jornal noticiou que "... a explosão foi causada pela substituição acidental do solvente *trans*-1,2-dicloroeteno pelo *cis*-1,2-dicloroeteno, que possui ponto de ebulição menor ...". Sobre esta notícia podemos afirmar que:

a) é incorreta, pois estes dois compostos são isômeros, portanto possuem as mesmas propriedades físicas.

- b) isomerização das ligações N=N, sendo a forma *cis* do polímero mais compacta que a *trans*.
- c) tautomerização das unidades monoméricas do polímero, que leva a um composto mais compacto.
- d) ressonância entre os elétrons π do grupo azo e os do anel aromático que encurta as ligações duplas.
- e) variação conformacional das ligações N=N, que resulta em estruturas com diferentes áreas de superfície.

26) ENEM 2016 Os feromônios são substâncias utilizadas na comunicação entre indivíduos de uma espécie. O primeiro feromônio isolado de um inseto foi o bombicol, substância produzida pela mariposa do bicho-da-seda.



O uso de feromônios em ações de controle de insetos-praga está de acordo com o modelo preconizado para a agricultura do futuro. São agentes altamente específicos e seus compostos químicos podem ser empregados em determinados cultivos, conforme ilustrado no quadro.

Substância	Inseto	Cultivo
	<i>Sitophilus spp</i>	Milho
	<i>Migdolus fryanus</i>	Cana-de-açúcar
	<i>Anthonomus rubi</i>	Morango
	<i>Grapholita molesta</i>	Frutas
	<i>Scrobipalpuloides absoluta</i>	Tomate

FERREIRA, J. T. B.; ZARBIN, P. H. G. Amor ao primeiro odor: a comunicação química entre os insetos. Química Nova na Escola, n. 7, maio 1998 (adaptado).

Considerando essas estruturas químicas, o tipo de estereoisomeria apresentada pelo bombicol é também apresentada pelo feromônio utilizado no controle do inseto

- A) *Sitophilus spp.*
- B) *Migdolus fryanus.*
- C) *Anthonomus rubi.*
- D) *Grapholita molesta.*
- E) *Scrobipalpuloides absoluta.*

27) ENEM 2014 O estudo de compostos orgânicos permite aos analistas definir propriedades físicas e químicas responsáveis pelas características de cada substância descoberta. Um laboratório investiga moléculas quirais cuja cadeia carbônica seja insaturada, heterogênea e ramificada.

A fórmula que se enquadra nas características da molécula investigada é

- a. $\text{CH}_3-(\text{CH})_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_3.$
- b. $\text{CH}_3-(\text{CH})_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_3.$
- c. $\text{CH}_3-(\text{CH})_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CO}-\text{NH}_2.$
- d. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_3.$
- e. $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_3.$

GABARITO:

1 a

2a

3d

4a

5-

6d

7a

8b

9b

10c

11a

12e

13d

14d

15b

16b

17a

18a

19e

20-17

21b

22a

23b

24d

25b

26e

27e