

ESTEREOQUÍMICA II

META

Entender o papel da estereoquímica nas reações químicas.

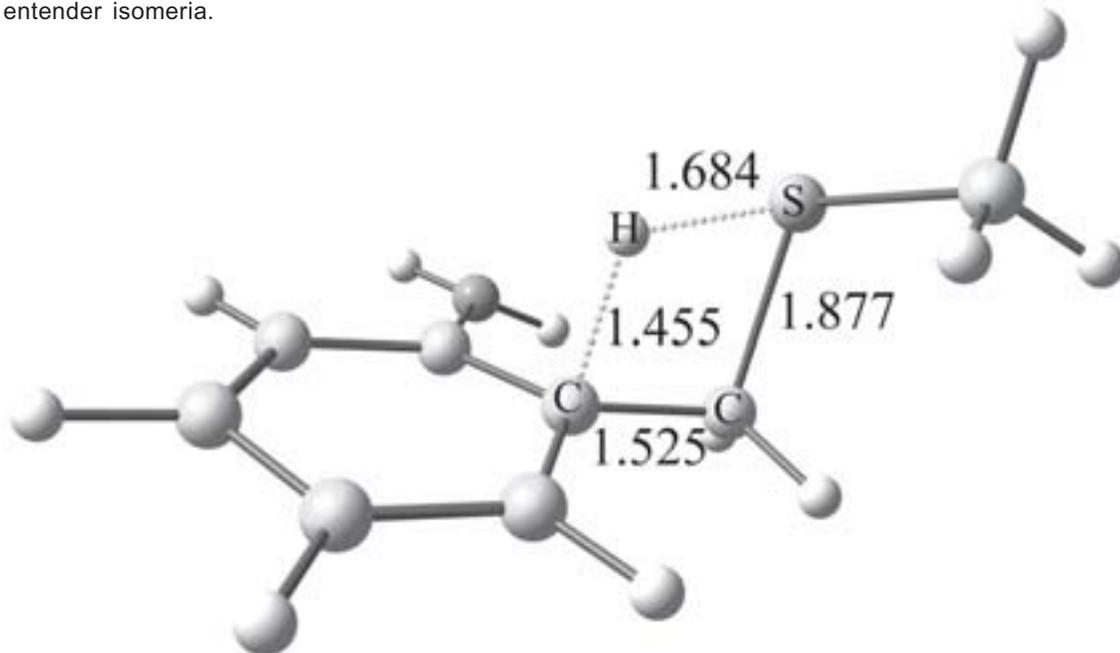
OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

estabelecer novos conceitos envolvidos na estereoquímica;
definir diastereoisômeros, compostos meso, mistura racêmica e resolução ótica;
entender o papel da estereoquímica nas reações químicas; e
resolver problemas relacionados ao assunto apresentado.

PRÉ-REQUISITOS

Ter conhecimento sobre análise conformacional e entender isomeria.



(Fonte: <http://cromo.ufabc.edu.br>).

INTRODUÇÃO

Centro estereogênico

Mesmo que centro quiral.

Na aula anterior nós iniciamos o nosso estudo sobre **estereoquímica** e vocês ainda devem estar lembrados dos conceitos que nós abordamos tais como: estereoisomeria, enantiômeros, atividade ótica, excesso enantiomérico, projeção de Fischer, etc. Para uma melhor reflexão daquela aula dêem uma olhada na Figura 2 do capítulo anterior.

Centro quiral

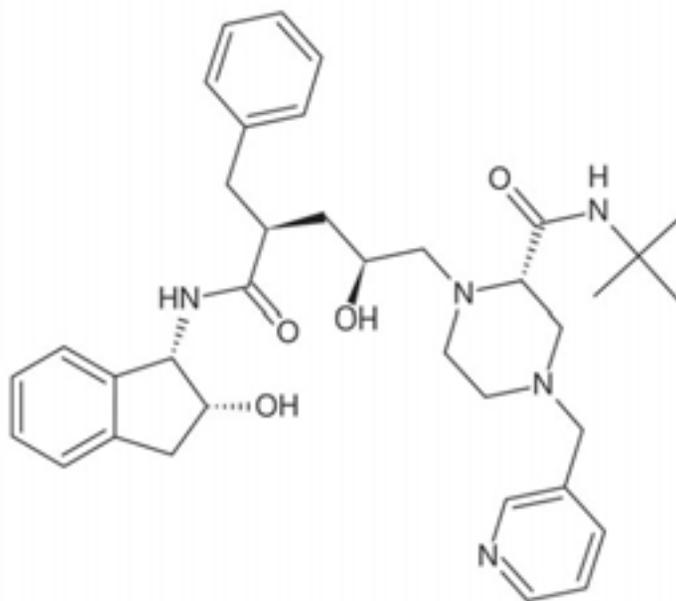
Carbono ligado a quatro substituintes diferentes.

Muito bem! Hoje nós vamos continuar falando de **estereoquímica** uma vez que passaremos a estudar os **diastereoisômeros**, um outro tipo de estereoisômero. *Esses compostos são, portanto, os estereoisômeros que não são enantiômeros, ou seja, os diastereoisômeros não guardam entre si nenhuma relação objeto/imagem no espelho não superponível.* São moléculas com mais de um centro quiral e como a configuração em cada centro pode ser R ou S, vários isômeros são possíveis. A partir de agora estes compostos serão nosso alvo de estudo.

Diastereoisômeros

São estereoisômeros cujas moléculas não são imagens no espelho uma da outra.

Lembrete! **Um centro quiral** (também conhecido como carbono assimétrico ou centro estereogênico) origina **dois estereoisômeros** e que estes guardam entre si uma relação objeto/imagem no espelho não superponível.



(Fonte: <http://images.google.com.br>).

DIASTEREOISÔMEROS

Dois centros quirais podem originar quatro estereoisômeros: para melhor entendermos, faremos uma análise dos quatro possíveis isômeros da molécula do 2-bromo-3-cloro-butano. Como sabemos que cada centro quiral pode ser *R* ou *S*, as possíveis combinações são *RR*, *RS*, *SR* e *SS*, Figura 1.

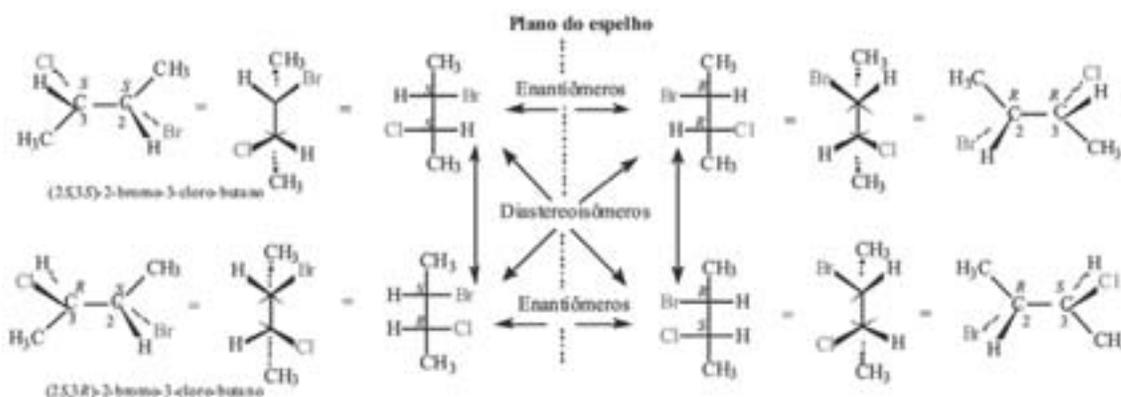
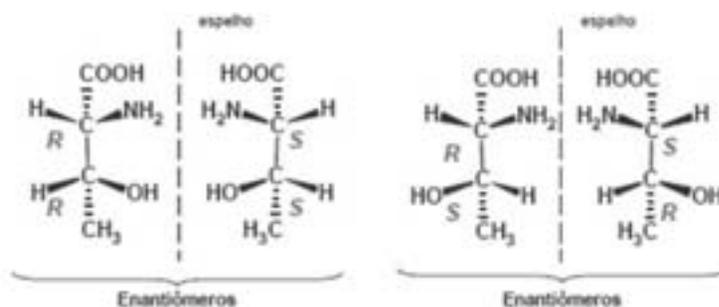


Figura 1. Os quatro estereoisômeros do 2-bromo-3-cloro-butano. Observe que, cada molécula é o enantiômero de uma das três estruturas restantes (sua imagem no espelho) e, também, um diastereoisômero das duas restantes. Assim, por exemplo, o isômero *2R,3R* é o enantiômero do composto *2S,3S* e diastereoisômero dos isômeros *2S,3R* e *2R,3S*. Observe ainda que duas estruturas só formam um par de enantiômeros quando têm configuração oposta em todos os centros quirais.

Se olharmos com bastante atenção a Figura 1, veremos que as estruturas dos quatro estereoisômeros mostram que existem dois pares de compostos relacionados entre si: um par *RR/SS* e um par *RS/SR* e que em cada par, cada molécula é a imagem no espelho da outra, formando dois pares de enantiômeros. Por outro lado, nenhum membro de um dos pares é a imagem no espelho de qualquer membro do outro e, sendo assim, não são enantiômeros. Portanto, os estereoisômeros que não são enantiômeros são chamados diastereoisômeros (*dia*, do grego, através de).

Para um melhor entendimento, avaliaremos o caso da treonina, Tabela 1:
- Treonina



Estereoisômero	Enantiômero de	Diastereoisômero de
2 <i>R</i> ,3 <i>R</i>	2 <i>S</i> ,3 <i>S</i>	2 <i>R</i> ,3 <i>S</i> e 2 <i>S</i> ,3 <i>R</i>
2 <i>S</i> ,3 <i>S</i>	2 <i>R</i> ,3 <i>R</i>	2 <i>R</i> ,3 <i>S</i> e 2 <i>S</i> ,3 <i>R</i>
2 <i>R</i> ,3 <i>S</i>	2 <i>S</i> ,3 <i>R</i>	2 <i>R</i> ,3 <i>R</i> e 2 <i>S</i> ,3 <i>S</i>
2 <i>S</i> ,3 <i>R</i>	2 <i>R</i> ,3 <i>S</i>	2 <i>R</i> ,3 <i>R</i> e 2 <i>S</i> ,3 <i>S</i>

Atentem para o fato de que nesta tabela, para cada estereoisômero existe 1 (um) enantiômero e 2 (dois) diastereoisômeros, portanto um total de 4 (quatro) estereoisômeros que é o número máximo para uma molécula com dois centros quirais ($2^n = 2^2 = 4$).

É importante que fique claro que os diastereoisômeros, ao contrário dos enantiômeros, têm *propriedades físicas e químicas diferentes*. As interações estéricas e as energias são também diferentes e, por eles apresentarem estas diferenças, eles podem ser separados pelos processos físicos de separação tais como: destilação fracionada, cristalização ou cromatografia. Os diastereoisômeros apresentam, portanto, pontos de fusão, de ebulição, densidades e rotações específicas diferentes como quaisquer isômeros estruturais.

DIASTEREOISÔMEROS E AS PROJEÇÕES DE FISCHER

Vimos na aula passada que todas as linhas horizontais das projeções de Fischer correspondem a ligações dirigidas para o observador enquanto que as linhas verticais correspondem a ligações o mais distante possível do observador. No caso dos diastereoisômeros devemos estar atentos para o fato de que:

- Os diastereoisômeros devem possuir no *mínimo dois centros* quirais;

Na determinação da configuração dos centros quirais, cada centro deve ser tratado como um metano tetrassubstituído, ou seja, o grupo que contém o outro centro quiral é tratado como um simples substituinte, Figura 2;

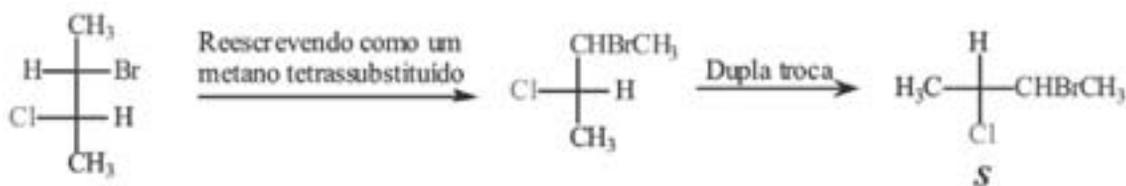
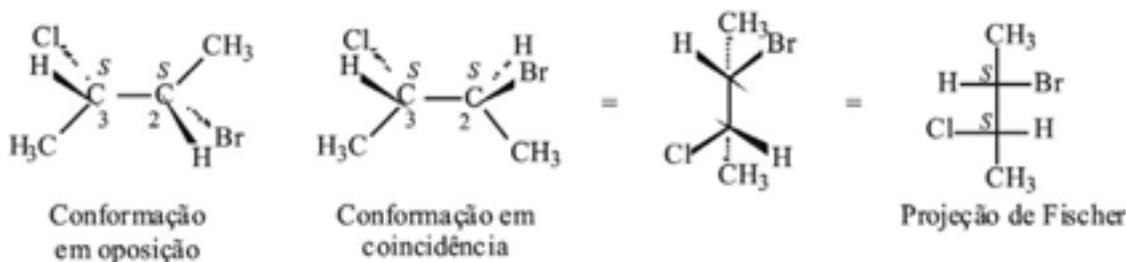


Figura 2. Determinação da configuração em C3 no 2-bromo-3-cloro-butano. Observe que o grupo que contém o centro quiral C2 foi considerado um dos quatro substituintes e que as prioridades foram decididas da forma usual ($\text{Cl} > \text{CHBrCH}_3 > \text{CH}_3 > \text{H}$). Duas trocas de posição colocaram o substituinte de menor prioridade (o átomo de hidrogênio) acima na projeção de Fischer para facilitar a determinação da configuração.

- Para transpor uma molécula da projeção de Newman para a projeção de Fischer, ela deve estar na conformação *em coincidência*. (Sugestão: reveja o capítulo de análise conformacional); Portanto, o primeiro passo na conversão de uma projeção de Newman, em oposição ou em fórmula de linhas tracejadas e cunhas, para a projeção de Fischer é redesenhar a molécula como um rotâmero em coincidência.



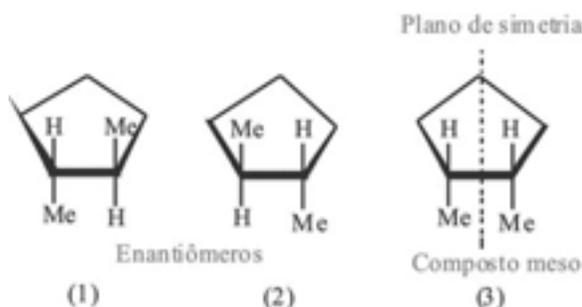
- Duas trocas na projeção de Fischer colocam o substituinte de menor prioridade na parte superior da linha vertical.
- Um modelo molecular para montar as estruturas permitirá um exercício mental indispensável para a compreensão da estereoquímica.

ESTEREOISOMERISMO DE COMPOSTOS CÍCLICOS

Para uma abordagem deste tipo de isomerismo utilizaremos derivados do ciclopentano e do ciclohexano. Observe que desenhamos o anel como se fosse planar para deixar mais claro o plano de simetria, embora já saibamos que os ciclo-alcenos cujos anéis têm quatro carbonos ou mais não são planares.

DERIVADO DO PENTANO

1,2-dimetilciclopentano 1,2-dimetilciclopentano tem dois centros estereogênicos e existe nas três formas estereoisoméricas 1, 2 e 3.



Analisando estas estruturas veremos que o composto *trans* existe como um par de enantiômeros 1 e 2. O *cis*-1,2-dimetilciclopentano (3) é um composto meso, visto que, tem um plano de simetria que é perpendicular ao plano do anel:

DERIVADOS DO CICLOEXANO

1,4-Dimetilcicloexano: Se analisarmos este composto veremos que ele não apresenta nenhum átomo de carbono com quatro substituintes diferentes. Entretanto, ele pode existir como isômeros *cis-trans*. As formas *cis-trans* são diastereoisômeros isoláveis, Figura 3. Nenhum destes compostos é quiral e, conseqüentemente, nenhum é opticamente ativo. Ambas as formas possuem um plano de simetria.

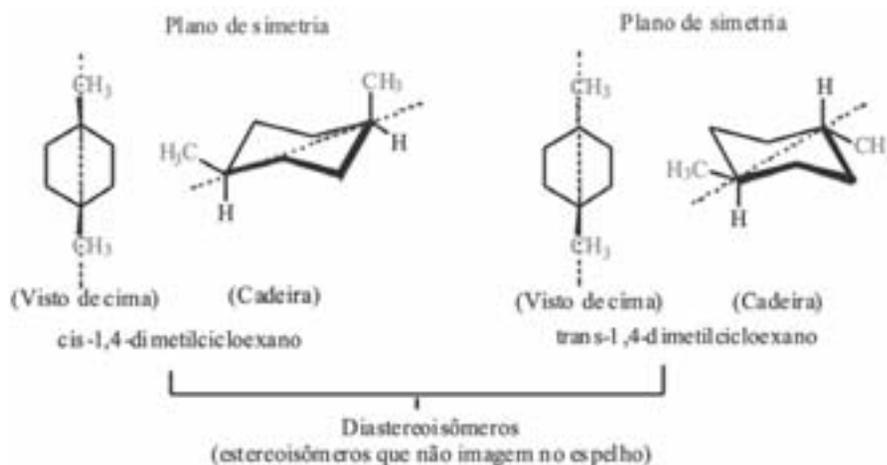


Figura 3. As formas *cis-trans* do 1,4-dimetilcicloexano são diastereoisômeros uma da outra.

- 1,3-Dimetilcicloexano: Esta molécula possui dois estereocentros; podemos, conseqüentemente, esperar quatro estereoisômeros ($2^2 = 4$). Na realidade existem apenas três. Vejamos os casos do *cis*-1,3-dimetilcicloexano e do *trans*-1,3-dimetilcicloexano:

- *cis*-1,3-dimetilcicloexano: Vejamos porque este composto é meso, Figura 4.

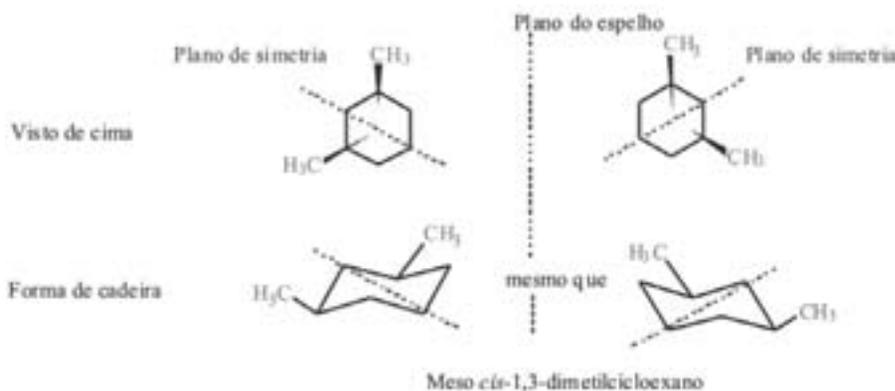


Figura 4. O *cis*-1,3-dimetilcicloexano tem um plano de simetria e é portanto aquiral.

- *trans*-1,3-dimetilcicloexano, Figura 5.

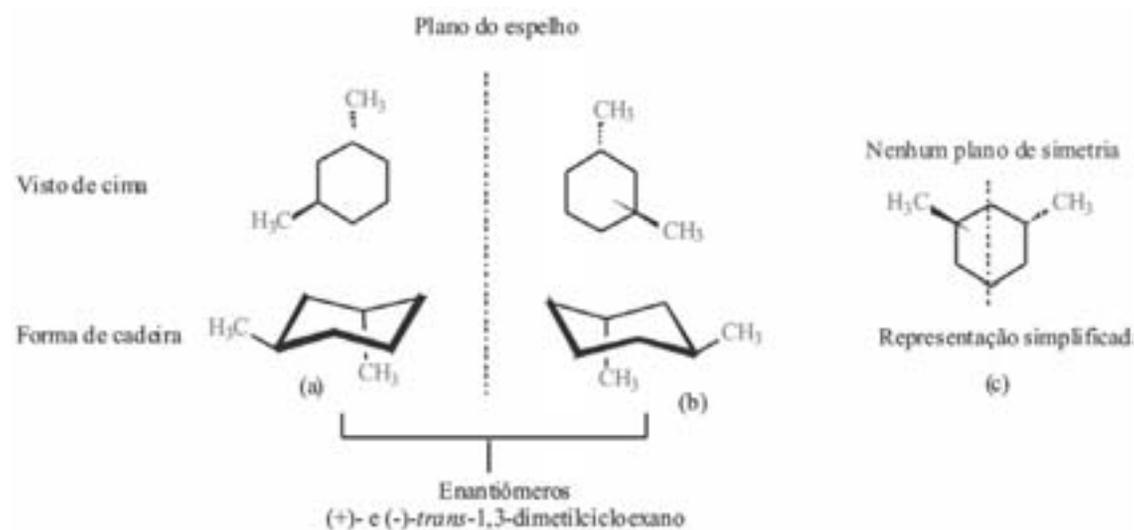
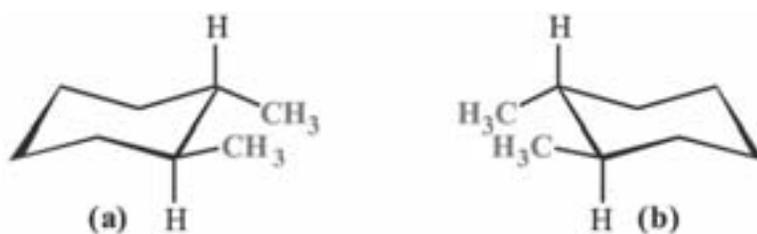


Figura 5. O *trans*-1,3-dimetilcicloexano não tem plano de simetria e existe como um par de enantiômeros. As duas estruturas (a e b) mostradas da forma como estão não são superponíveis, e a inversão do anel em uma das estruturas torna-as superponíveis entre si. (c) Uma representação simplificada de (b).

1,2-Dimetilcicloexano: esta molécula tem dois estereocentro; logo, quatro estereoisômeros são possíveis ($2^2 = 4$). Entretanto, apenas três são isoláveis. Vejam o proquê disto,

- *trans*-1,2 dimetilciclohexano: não tem nenhum plano de simetria e existe como um par de enantiômeros (a) e (b),



- *cis*-1,2 dimetilciclohexano: Neste caso, as estruturas de imagens especulares não são idênticas. Nenhuma delas tem plano de simetria e cada uma é uma molécula quiral. Entretanto, como elas se interconvertem através de uma inversão do anel, mesmo a baixas temperaturas, as duas estruturas embora sendo enantiômeros não podem ser separadas, Figura 6.

- Esta molécula existe como duas conformações de cadeira (c) e (d), que se interconvertem rapidamente e representam uma forma racêmica.

- As estruturas (c) e (d) não são estereoisômeros configuracionais, elas são estereoisômeros conformacionais,

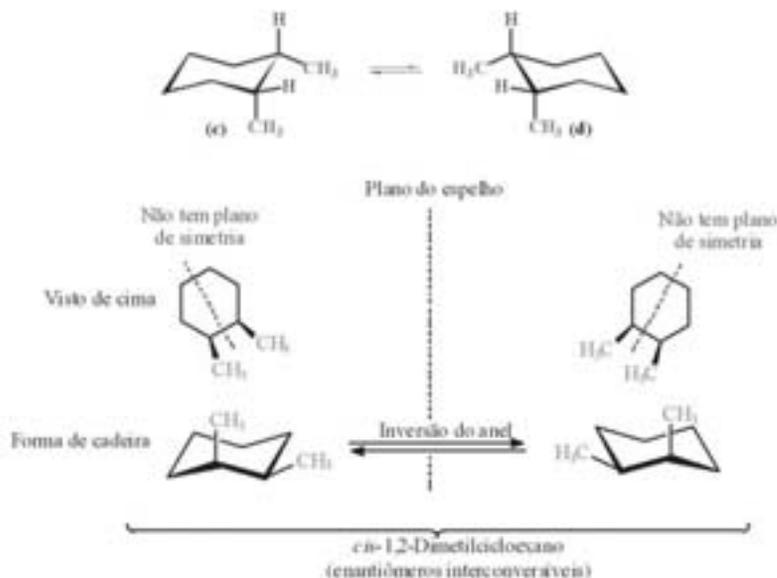


Figura 6. *cis*-1,2 dimetilciclohexano existe como duas conformações de cadeira (c) e (d) que se interconvertem rapidamente.

MAIS DE DOIS CENTROS QUIRAIS RESULTAM EM MAIS ESTEREOISÔMEROS

Em geral, *um composto com n centros quirais pode ter um máximo de 2ⁿ estereoisômeros*. Portanto, um composto com três centros quirais origina no máximo oito estereoisômeros, um com quatro centros quirais produz dezesseis, e assim por diante. Façamos a seguinte analogia: Se especificarmos os três centros consecutivamente como R ou S, obteremos a seguinte sequência:



Logo, $2^n = 2^3 = 8$

Portanto, obteremos um total de 8 estereoisômeros, ou seja, 4 pares de enantiômeros.



COMPOSTO MESO

É um composto que tem dois ou mais centros quirais e cuja estrutura se superpõe a sua imagem no espelho (*mesos*, do grego, meio). Uma característica importante dos compostos meso é a presença de um plano de simetria interno, que divide a molécula em metades, uma das quais é a imagem no espelho da outra.

Para melhor entendermos, vejamos o exemplo do 2,3-dibromo butano. Nesta molécula o centro 2R é o reflexo do centro 3S.

Lembre que a presença de um plano de simetria (espelho) em qualquer conformação energeticamente acessível de uma molécula é suficiente para torná-la aquiral.

Como consequência a molécula do 2,3-dibromobutano só existe na forma dos três enantiômeros abaixo representados: um par de enantiômeros quirais, Figura 7, e um diastereoisômero aquiral, Figura 8.

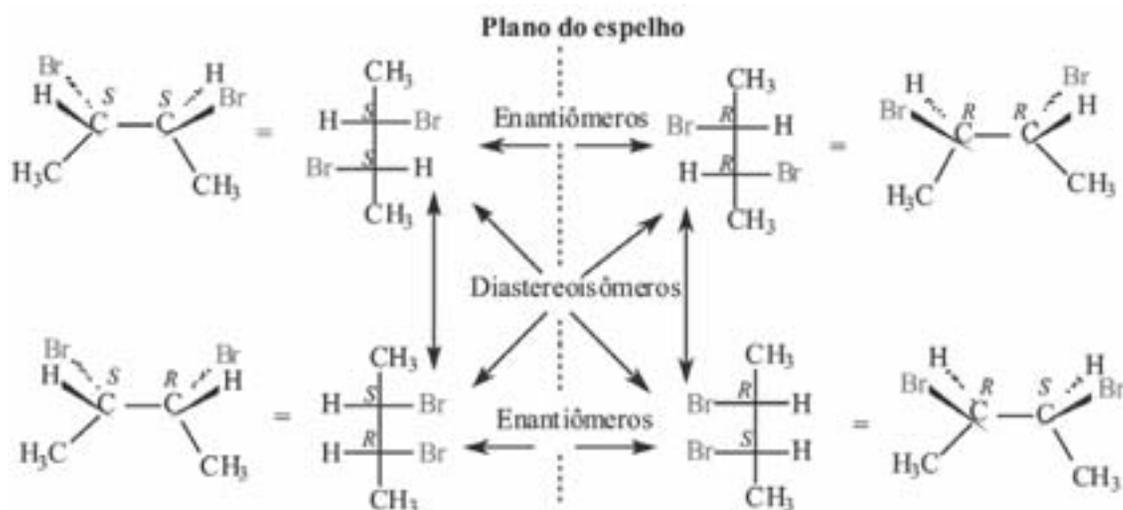


Figura 7. Relações estereoquímicas entre os estereoisômeros do 2,3-dibromo-butano. As duas estruturas do par inferior são idênticas. (Sugestão: gire 180° qualquer uma das estruturas de baixo no sentido horizontal ou faça o modelo).

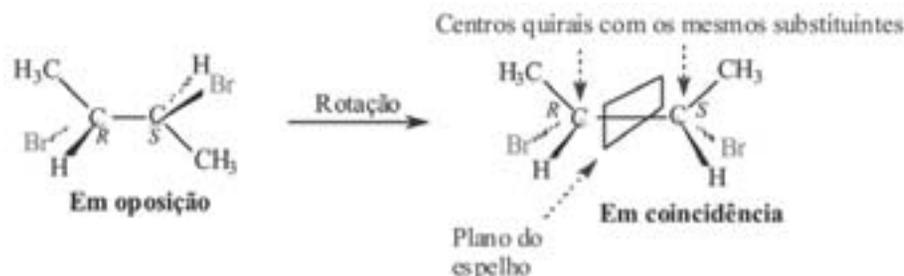


Figura 8. O *meso*-2,3-dibromobutano tem um plano de simetria quando na conformação em coincidência mostrada na figura. Moléculas com mais de um centro quiral são meso e aquirais se tiverem um plano de simetria em qualquer uma das conformações acessíveis. Os substituintes dos centros quirais dos compostos meso são os mesmos.

COMPOSTOS CÍCLICOS TAMBÉM PODEM SER MESO

Para melhor entendermos esta questão torna-se interessante compararmos a estereoquímica do 2,3-dibromo-butano e de seu análogo cíclico, o 1,2-dibromociclobutano. É fácil ver que o *trans*-1,2-dibromociclobutano existe como um par de enantiômeros (*R,R* e *S,S*) opticamente ativos. Entretanto, o isômero *cis* tem um plano de simetria interno que o torna meso, aquiral e opticamente inativo, Figura 9.

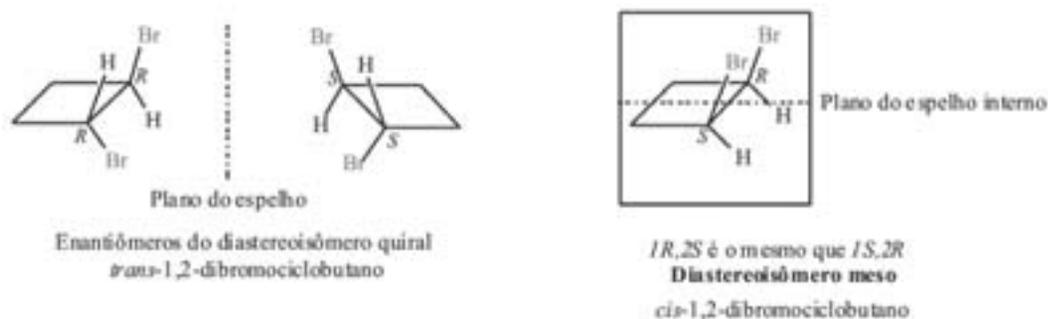


Figura 9. O isômero *trans* do 1,2-dibromociclobutano é quiral. O isômero *cis* é um composto meso e opticamente inativo.

ESTEREOQUÍMICA EM REAÇÕES QUÍMICAS

O mecanismo via radicais mostra por que o produto da bromação do butano é um racemato

Bem, vocês estão lembrados das reações dos alcanos vistas no início do curso. Naquela ocasião vocês viram que os alcanos reagem com halogênios por reação de substituição, via radicais livres, e produzem haletos de alquila. Agora a gente vai mostrar como estas reações podem induzir quiralidade em uma molécula mostrando o caso da bromação do butano em C2. Vejam que a reação produz moléculas quirais, Figura 10.

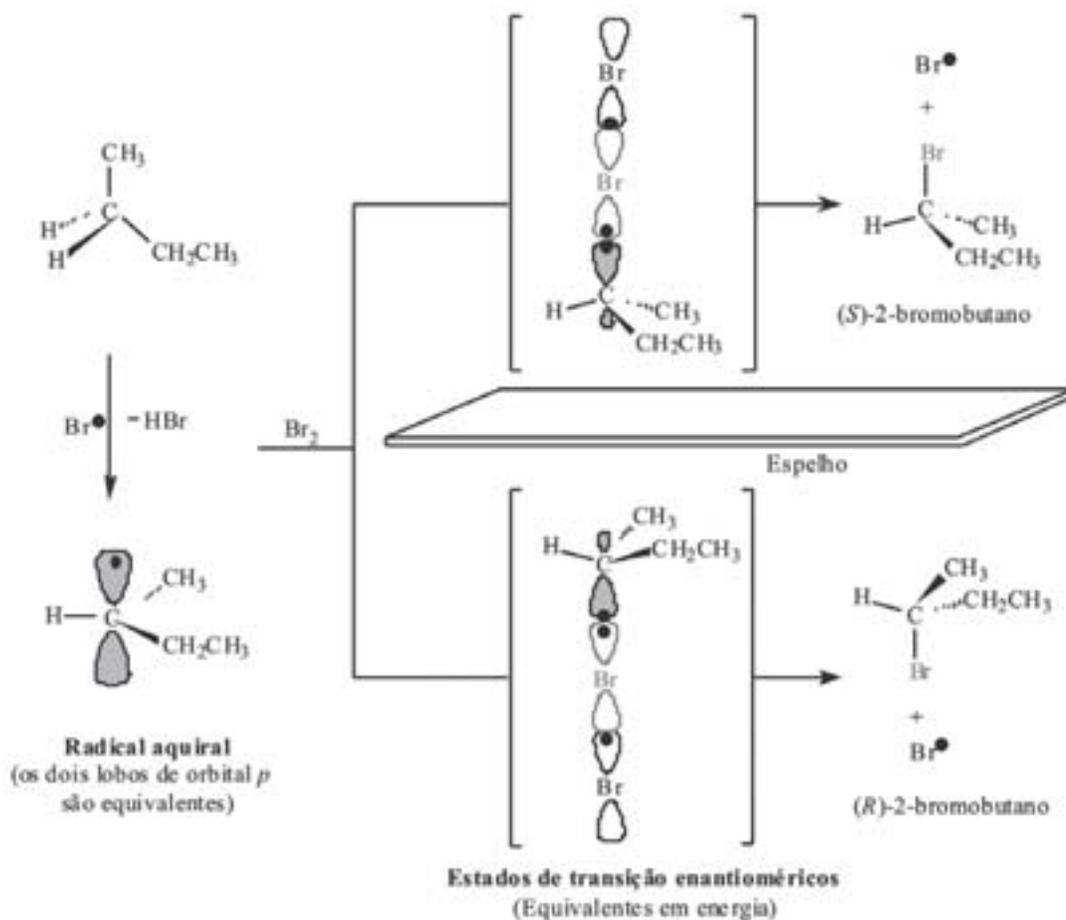


Figura 10. Formação do 2-bromobutano racêmico a partir do butano pela bromação em C2 via radicais. A abstração de um dos hidrogênios de metileno pelo bromo gera um radical aquiral. A reação de Br_2 com este radical ocorre com a mesma probabilidade na face superior ou na face inferior, o que leva a mistura racêmica dos produtos.

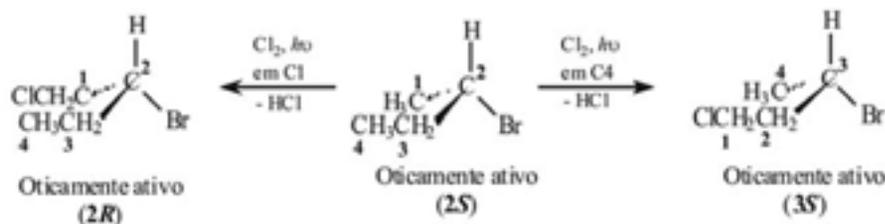
Atenção! Em geral, a formação de compostos quirais (como, por exemplo, o 2-bromo-butano) a partir de reagentes aquirais (no caso, o butano e o bromo) leva a racematos. Em outras palavras, reagentes opticamente inativos dão produtos opticamente inativos.

A PRESENÇA DE UM CENTRO QUIRAL AFETA O RESULTADO DA REAÇÃO:

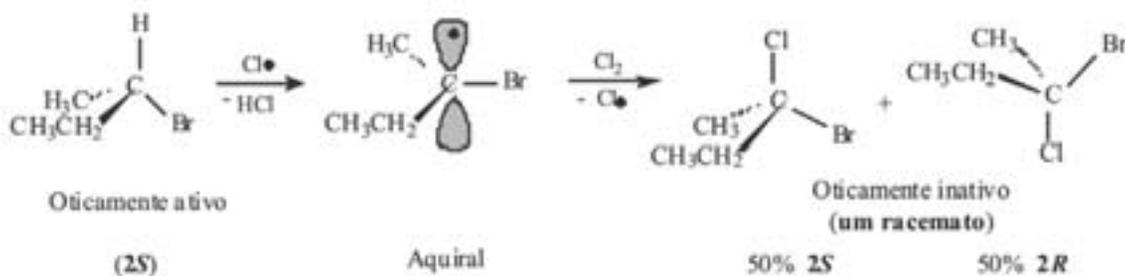
· Cloração do (S)-2-bromobutano → observe que o átomo de cloro pode atacar várias posições:

Os dois grupos metilas terminais (C1 ou C4): Neste caso os produtos da cloração são opticamente ativos porque o centro quiral origi-

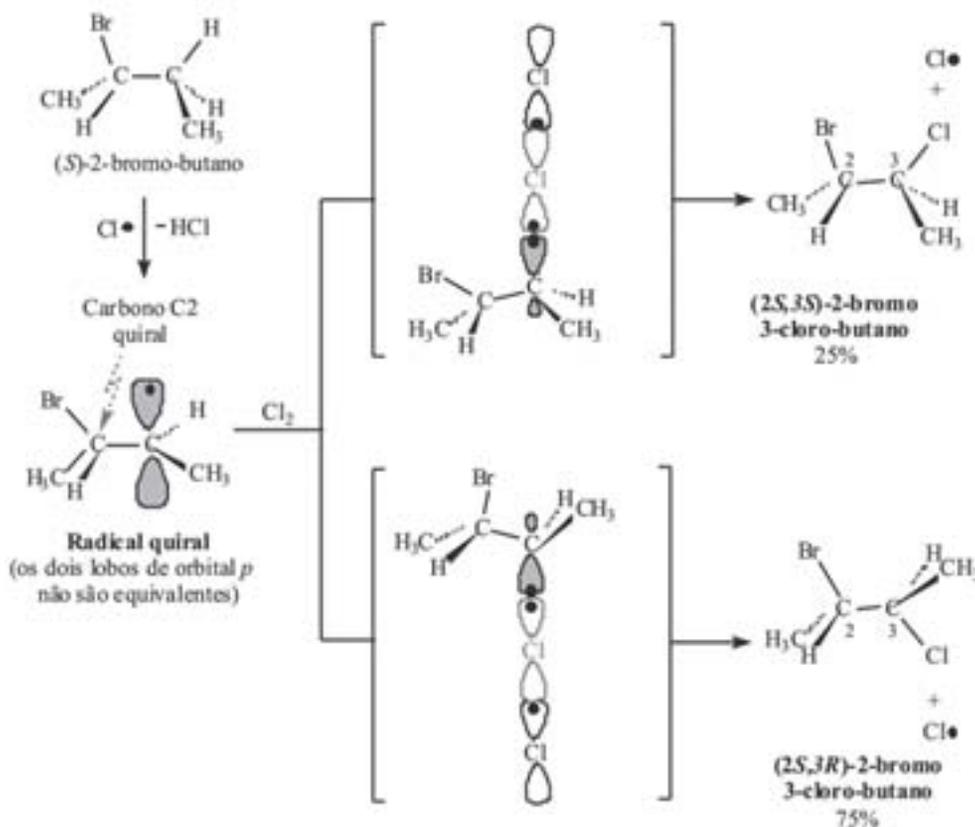
nal não foi afetado. Percebam que a conversão do grupo metila C1 em cloro-metila, muda a sequência de prioridades em C2. Por isso, embora o centro quiral não participe da reação, o nome da configuração muda de **S** para **R**.



- O hidrogênio de C2: O ataque em C2 significa dizer que o ataque ocorre no centro quiral. A halogenação de um centro quiral leva à mistura racêmica e o racemato se forma porque a abstração do hidrogênio de C2 dá um radical planar, hibridizado sp^2 e aquiral. Neste caso a cloração pode ocorrer em ambos os lados, levando a estados de transição enantioméricos, ou seja, de igual energia.



- **Os dois hidrogênios de C3:** A cloração em C3 não afeta o centro quiral já existente, porém a formação de um segundo centro quiral dá origem a diastereoisômeros.



ESTEREOSELETIVIDADE

Uma reação que geralmente (ou exclusivamente) leva à formação de um dos muitos estereoisômeros possíveis é chamada estereosseletiva e por isso as reações químicas podem ou não ser enantiosseletivas.

RESOLUÇÃO DE MISTURA RACÊMICA: SEPARAÇÃO DE ENANTIÔMEROS

Os enantiômeros não podem ser separados por técnicas comuns de separação como destilação fracionada ou cristalização porque eles têm pontos de ebulição e de solubilidade idênticos, razão pela qual destilam ou cristalizam simultaneamente. *Louis Pasteur* foi o primeiro a separar um par de enantiômeros com sucesso. Enquanto trabalhava com cristais de tartarato de amônio e sódio, ele percebeu que os cristais não eram idênticos, que alguns cristais eram destros e outros canhotos e que as soluções dos cristais destros e canhotos giravam a luz plano-polarizada nos sentidos horário e anti-horário, respectivamente. Esta foi a

Mistura racêmica

Mistura de dois enantiômeros em quantidades exatamente iguais.

primeira vez que um par de enantiômeros foi separado e esta separação foi denominada resolução de uma **mistura racêmica**. Entretanto, o método manual de Pasteur não é um método utilizado universalmente para resolver uma mistura racêmica, pois poucas substâncias formam cristais assimétricos. O método mais utilizado é a conversão de enantiômeros em diastereoisômeros. Este método consiste na reação do racemato com um reagente quiral (agente de resolução) e consequente formação dos dois enantiômeros em dois diastereoisômeros, os quais podem ser separados por técnicas de cristalização fracionada ou cromatografia, Figuras 11 e 12.

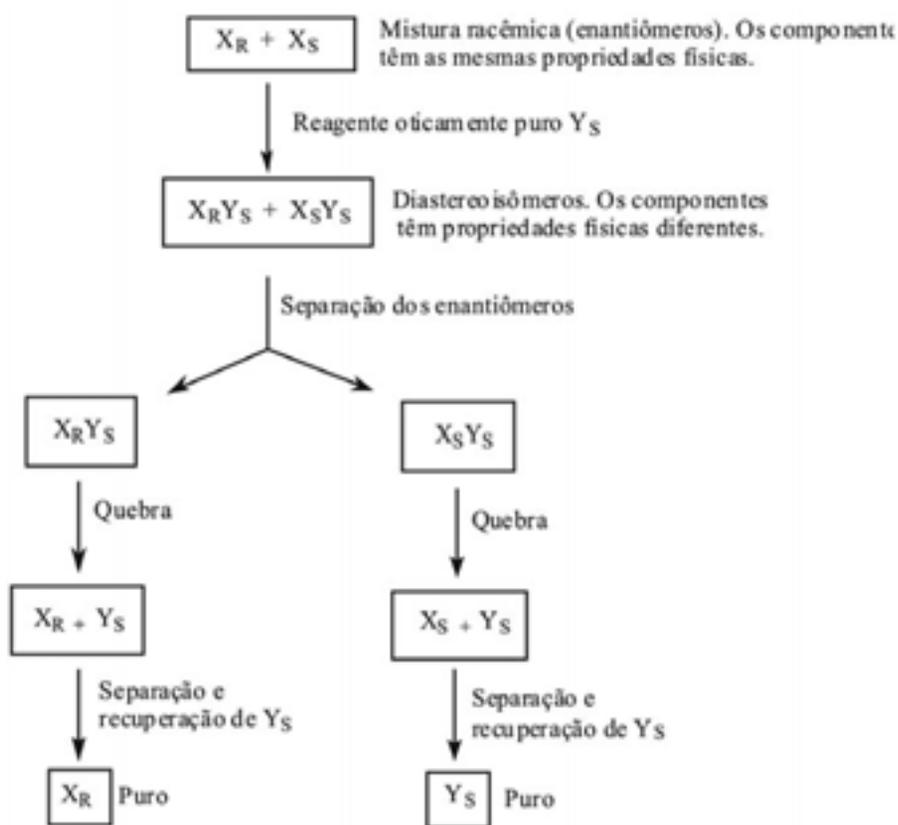
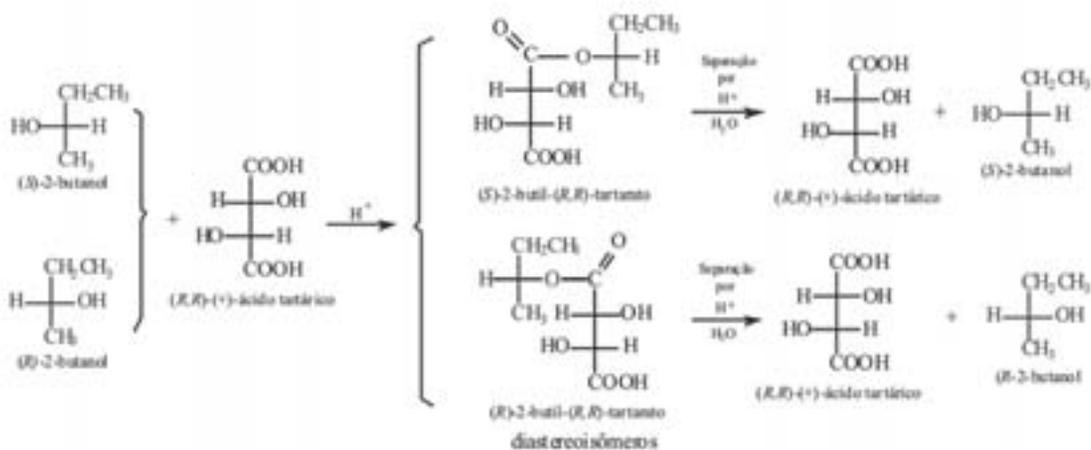
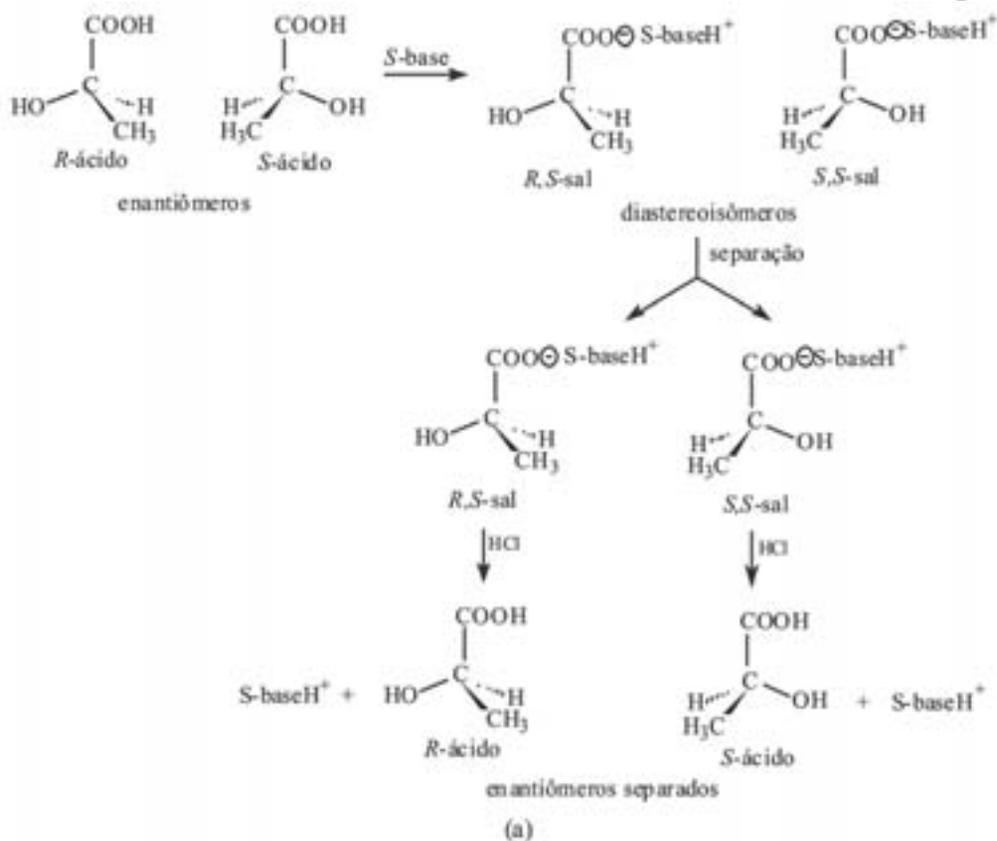


Figura 11. Diagrama da separação (resolução) de dois enantiômeros. O procedimento baseia-se no uso de um reagente opticamente puro para converter os enantiômeros em diastereoisômeros que possam ser separados.



(b)

Figura 12. (a) Resolução da mistura racêmica do ácido 2-hidroxipropanóico com uma base quiral. (b) Resolução da mistura racêmica do álcool 2-butanol com o reagente quiral, *(R,R)*-(+)-ácido tartárico.

Portanto, resolução é o método utilizado para separar os enantiômeros a partir de um racemato, ou seja, de uma mistura racêmica.

Lembrete! Mistura racêmica é uma mistura em concentrações iguais de enantiômeros
→ Ópticamente inativa

CONCLUSÃO

Esta aula nos deu oportunidade de trabalharmos os conceitos necessários para o reconhecimento dos possíveis diastereoisômeros de uma molécula assim como de reconhecer um composto meso. Também nos propiciou metodologias capazes de resolver uma mistura racêmica, avaliar como um centro quiral pode afetar o resultado de uma reação e como obter um produto racêmico a partir de reagentes aquirais. Ao final desta aula resolvemos vários exercícios visando um bom treinamento dos nossos alunos na resolução de problemas relacionados ao assunto abordado.

RESUMO

Esta aula teve como princípio o estabelecimento de alguns conceitos ainda relacionados ao arranjo tridimensional das moléculas no espaço. As moléculas quirais não podem ter um plano de simetria, caso contrário são aquirais. Um composto que possui um centro quiral é quiral e existe como um par de enantiômeros. Os diastereoisômeros são estereoisômeros que não guardam entre si a relação objeto e imagem no espelho; Um exemplo são os isômeros cis e trans de compostos cíclicos. Dois centros quirais em uma molécula resultam em até quatro estereoisômeros, dois pares de enantiômeros diastereoisoméricos entre si e o número máximo de estereoisômeros que um composto com n centros quirais pode ter é 2^n . Este número se reduz quando os centros quirais com substituintes iguais dão origem a um plano de simetria. Uma molécula que tem centros quirais e um plano de simetria é idêntica a sua imagem especular, é aquiral e é chamada composto meso. A quiralidade pode ser induzida em um composto aquiral por halogenação via radicais. Quando os estados de transição são enantioméricos, isto é, se relacionam como objeto e imagem no espelho, o resultado é um racemato, porque as faces do radical planar reagem com a mesma velocidade. A halogenação, via radicais, de uma molécula quiral que tem um centro quiral irá gerar um racemato se a reação ocorrer neste centro. Quando a reação ocorre em outras posições e



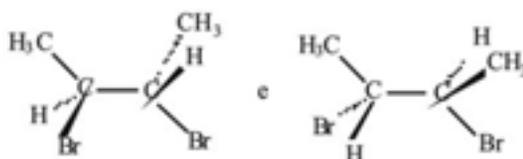
leva à formação de dois diastereoisômeros, eles se formam em quantidades diferentes. A preferência pela formação de um dos estereoisômeros, quando muitos forem possíveis, é chamada de estereosseletividade. Resolução óptica é a separação de enantiômeros. Pode ser obtida pela reação do racemato com um enantiômero puro de um composto quiral para dar diastereoisômeros que podem ser separados. A remoção química do reagente quiral libera os enantiômeros do racemato original.

ATIVIDADES



1. Para cada par abaixo dê a relação estereoisomérica (enantiômeros, diastereoisômeros ou meso) entre os dois compostos. Faça modelos se necessário. Proponha as estruturas para cada um dos compostos nos itens *a* e *b* e mostre a configuração *R/S* nos estereocentros dos compostos no item *c*. (3,0 pontos)

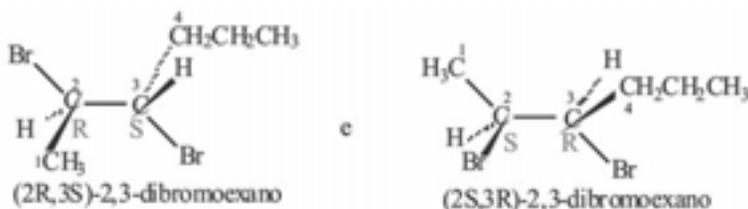
- a) (2*R*,3*S*)-2,3-dibromoexano e (2*S*,3*R*)-2,3-dibromoexano
 b) (2*R*,3*S*)-2,3-dibromoexano e (2*R*,3*R*)-2,3-dibromoexano



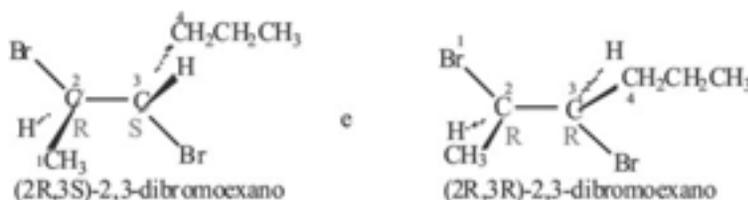
c)

Resposta:

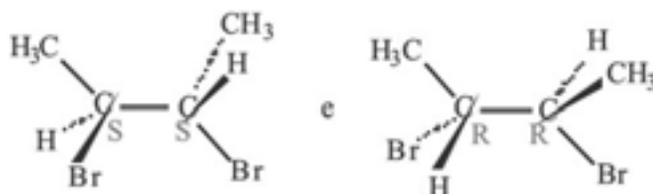
- a) Enantiômeros



- b) Diastereoisômeros



c) Enantiômeros



2. Uma amostra de (+)-2-bromo-butano é 75% opticamente pura? Qual é a percentagem dos enantiômeros (+) e (-) presentes na mistura? Responda a mesma questão para amostras do mesmo composto com 50% e 25% de pureza óptica. (1,5 pontos).

Resposta:

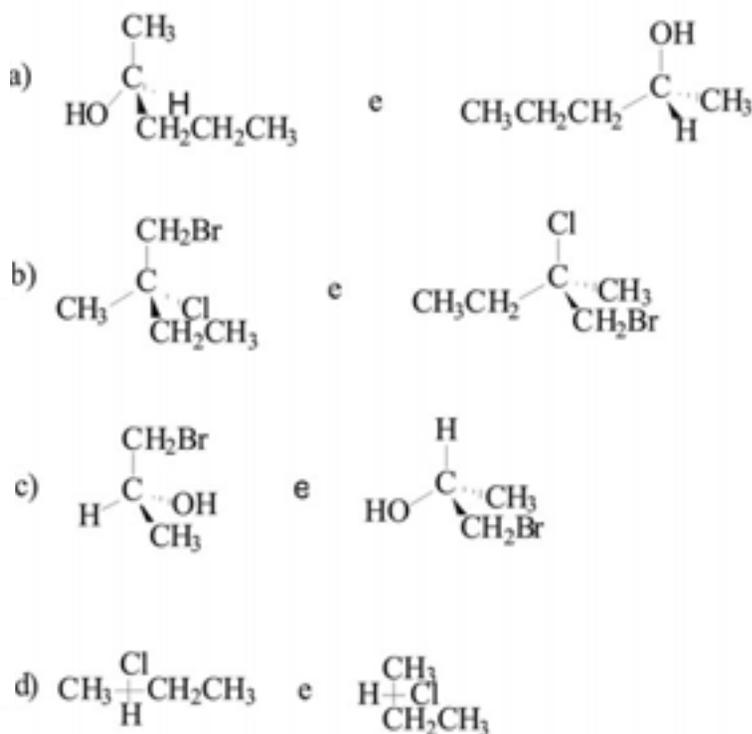
Levando-se em consideração que cada quadrado da figura abaixo corresponde a 25%, teremos:

(+)	(+)	75% (+)
+		
(+)	(-)	25% mistura racêmica : 12,5% (+)
		12,5% (-)

Logo, numa amostra de uma amostra 75% opticamente pura teremos:
 $75\% + 12,5\% = 87,5\%$ (+) e
 12,5% (-)

Agora, use o mesmo raciocínio e faça para os casos de 50% e 25% de pureza óptica.

3. As estruturas seguintes são moléculas idênticas ou um par de enantiômeros?



Resolução.

A primeira estrutura apresentada em cada item tem configuração *S*, e a segunda estrutura tem configuração *R*. Como elas têm configurações opostas, as estruturas representam um par de enantiômeros.

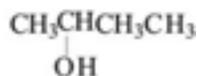
4. Desenhe as fórmulas em perspectiva para as seguintes substâncias:

a) (*R*)-2-butanol

b) (*2S*, *3R*)-3-cloro-2-pentanol

Resolução:

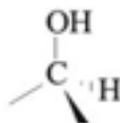
a) Primeiro desenhe a substância ignorando a configuração do carbono assimétrico, assim você saberá quais grupos estão ligados ao carbono assimétrico.



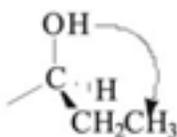
Desenhe as ligações em torno do carbono assimétrico.



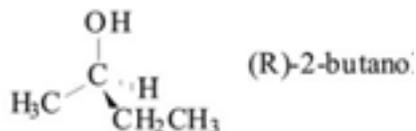
Ponha o grupo com a menor prioridade na cunha tracejada. E o grupo com maior prioridade, em outra ligação.



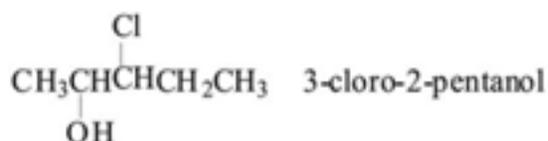
Como foi pedido que você desenhasse o enantiômero R, desenhe uma seta no sentido horário a partir do grupo com maior prioridade para a próxima ligação disponível e coloque o grupo com a prioridade seguinte nesta ligação.



Ponha o substituinte que resta na última ligação disponível



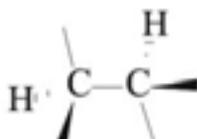
b) Primeiro desenhe a substância, ignorando a configuração do carbono assimétrico.



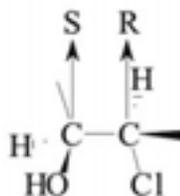
Desenhe as ligações em torno dos carbonos assimétricos.



Para cada um dos carbonos assimétricos, ponha o grupo com menor prioridade na cunha tracejada.



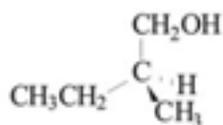
Para cada carbono assimétrico, ponha o grupo com maior prioridade na ligação cuja seta aponta o sentido horário (se quiser a configuração *R*) ou anti-horário (se desejar a configuração *S*) para o grupo com a prioridade seguinte.



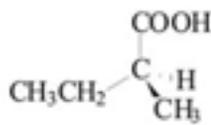
Ponha os substituintes nas últimas ligações disponíveis.



2. O (*S*)-(-)-2-metil-butanol pode ser convertido em ácido (+)-2-metilbutanóico sem o rompimento de nenhuma das ligações de carbono assimétrico. Qual é a configuração do ácido (-)-2-metilbutanóico?



(*S*)-2-metil-1-butanol



ácido (+)-2-metilbutanóico

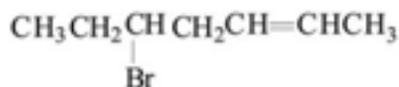
Resolução:

Sabemos que o ácido (+)-2-metilbutanóico tem a configuração relativa mostrada porque ela foi formada do (*S*)-(-)-2-metil-1-butano sem o rompimento de nenhuma das ligações do carbono assimétrico. Por essa razão, sabemos que o ácido (+)-2-metilbutanóico tem a configuração *S*. Podemos concluir, portanto, que o ácido (-)-2-metilbutanóico tem a configuração *R*.



AUTO-AVALIAÇÃO

1. A substância a seguir tem somente um carbono assimétrico. Por que ela tem quatro estereoisômeros?



2. a) Os estereoisômeros com dois carbonos assimétricos são chamados _____ se a configuração de ambos os carbonos assimétricos em um dos isômeros for oposta à configuração do carbono assimétrico no outro isômero.

b) Os estereoisômeros com dois carbonos assimétricos são chamados _____ se a configuração de ambos os carbonos assimétricos em um dos isômeros for a mesma configuração do carbono assimétrico no outro isômero.

c) Os estereoisômeros com dois carbonos assimétricos são chamados _____ se um dos carbonos assimétricos tiver a mesma configuração nos dois isômeros e o outro carbono assimétrico tiver configuração oposta nos dois isômeros.

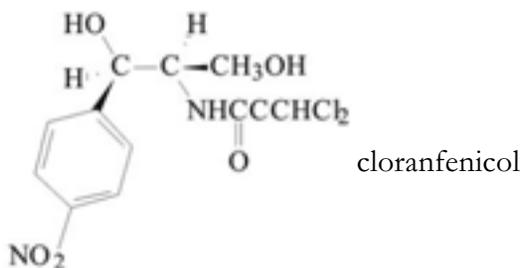
3. Qual das seguintes substâncias tem um estereoisômero que é uma substância meso?

- a) 2,4-dibromo-hexano
- b) 2,4-dibromopentano
- c) 2,4 dimetilpentano
- d) 1,3-diclorociclo-hexano
- e) 1,4-diclorociclo-hexano
- f) 1,2-diclorocilobutano

4. Desenhe e dê o nome dos quatro estereoisômeros do 1,3-dicloro-2-butanol usando:

- a) fórmulas em perspectiva
- b) projeções de Fischer

4. O cloranfenicol é um antibiótico de amplo espectro, particularmente usado contra febre tifóide. Qual a configuração de cada carbono assimétrico do cloranfenicol?



PRÓXIMA AULA

Iniciaremos o nosso estudo sobre HALETOS DE ALQUILA.

**REFERÊNCIA**

SOLOMOS, T.W.G.; CRAIG, B. F. **Química Orgânica**. v. 1. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

VOLLHARDT, K. P. C; SCHORE, Neil E. **Química Orgânica: estrutura e função**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

BRUICE, P.Y. **Química Orgânica**. v. 1. 4 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.