

Modelos moleculares confeccionados em papel para estudo do conteúdo de estereoquímica

Molecular models made on paper to study of the stereochemistry

DOI:10.34117/bjdv6n12-702

Recebimento dos originais:28/11/2020

Aceitação para publicação:28/12/2020

Heriberto Rodrigues Bitencourt

Doutor em Química pela Universidade Federal do Pará

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 - Bairro - Guamá, Belém-PA. CEP: 66.075-110

E-mail: eriberto@ufpa.br

Heriberto da Costa Bitencourt

Aluno do Ensino Médio da Escola de Aplicação da UFPA

Instituição: Escola de Aplicação da UFPA

Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 - Bairro - Guamá, Belém-PA. CEP: 66.075-110

E-mail: hqcosta15@gmail.com

Andrey Moacir do Rosário Marinho

Doutor em Química Orgânica pela Universidade Federal de São Carlos

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 - Cremação, Belém – PA, Brasil. CEP: 66.075-110

E-mail: andrey@ufpa.br

Antônio Pedro da Silva Souza Filho

Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Instituição: Embrapa Amazônia Oriental

Endereço: Trav. Dr. Enéas Pinheiro, S/N. CEP: 66.085-100

E-mail: antonio-pedro.filho@embrapa.br

José Ciriaco Pinheiro

Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo

Instituição: Universidade Federal do Pará

Laboratório de Química Teórica e Computacional, Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Augusto Correia, 1, Guamá. CEP: 66.075-110

E-mail: ciriaco@ufpa.br

Maricelia Lopes dos Anjos

Bach. em Química- Universidade Federal do Pará

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 - Bairro - Guamá, Belém-PA. CEP: 66.075-110

E-mail: mariceliadosanjos@yahoo.com.br

Ossalin de Almeida

Doutor em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia- Univ. Federal do Pará

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 - Cremação, Belém-PA, Brasil. CEP: 66.075-110
E-mail: ossalin@gmail.com

Rômulo Augusto Feio Farias

Mestre em Farmacologia pela Universidade Federal do Ceará
Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 - Cremação, Belém-PA, Brasil. CEP: 66.075-110
E-mail: raff@ufpa.br

RESUMO

O estudo de estereoquímica tem grande dificuldade entre os alunos, principalmente pelo fato de ser abstrato, decorativo e fora de contexto, quando o aluno participa da aula confeccionando o seu próprio material didático com certeza haverá um melhor entendimento, com base nessa premissa, desenvolveu-se um modelo molecular confeccionado em papel e recortado com tesoura, para o entendimento do conteúdo de estereoquímica, tais como quiralidade, plano de simetria, enantiômero, diastereoisômero, meso-isômero, entre outros.

Palavras-chave: Modelos Moleculares De Papel, Estereoquímica, Carbono Assimétrico, Hibridização Sp^3 .

ABSTRACT

The study of stereochemistry has great difficulty among students, mainly because it is abstract, decorative and out of context, when the student participates in the class making his own didactic material, there will certainly be a better understanding, based on this premise, developed a molecular model made of paper and cut with scissors, to understand the stereochemistry content, such as chirality, symmetry plane, enantiomer, diastereoisomer, meso isomer, among others.

Keywords: Molecular Models Of Paper, Stereochemistry, Asymmetric Carbon, Sp^3 Hybridization.

1 INTRODUÇÃO

Uma aprendizagem é significativa quando uma nova informação adquire significado para o aprendiz através da ancoragem desta em aspectos relevantes de sua estrutura cognitiva preexistente. Caracteriza-se pela interação entre o novo conhecimento e o prévio. Para que a aprendizagem significativa ocorra três condições se fazem necessárias, disposição para o aprender, presença de conceitos relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz e material didático com significado lógico e psicológico (PRADO; VAZ; DE ALMEIDA, 2011).

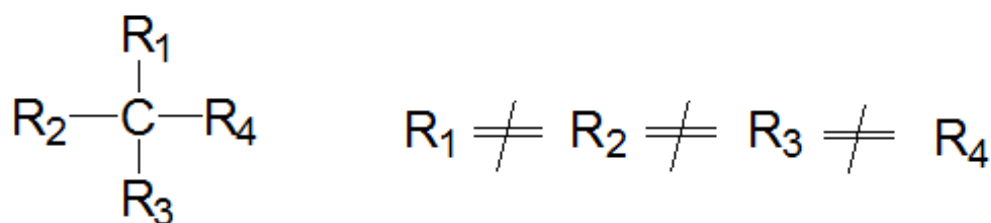
A Química é uma ciência experimental, entretanto por fatores diversos tal abordagem é bastante restrita. na Química Orgânica, o conteúdo abordado de estereoquímica é de grande importância, fazendo parte de livros ou capítulos de livros de Química Orgânica (SOLOMONS; FRYHLE; SNYDER, 2018). Sendo que vários conceitos devem ser apresentados aos alunos, tais como:

A quiralidade (GAWLEY, 2005) de um objeto ou molécula, que pode ser relacionada a sua imagem no Espelho. Quando se coloca na frente de um espelho plano uma borracha, percebe que a

imagem é uma borracha idêntica ao objeto. O mesmo acontece, por exemplo, com uma caneta ou lápis, eles são ditos aquirais. Entretanto, quando você coloca a mão direita na frente do espelho, a imagem será diferente, será igual a mão esquerda. O mesmo acontece com os pés, eles então são chamados de quirais. Isto é, a imagem especular (reflexo no espelho) não é idêntico ao objeto.

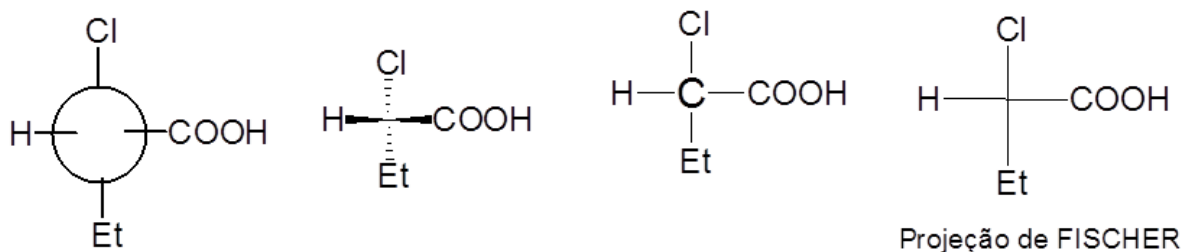
No caso do átomo de carbono, quando está ligado a 4 substituintes diferentes (carbono assimétrico; Figura 1), a molécula é dita quiral, e possui atividade ótica (SUH et al., 1997). Não tem plano de simetria, ou seja é assimétrica e a sua imagem especular não é idêntica, isso deve-se à distribuição espacial dos átomos. Nesse caso, em um carbono com quatro substituintes diferentes existem apenas duas possibilidades, duas moléculas, objeto e imagem não superponíveis, eles são chamados de enantiômeros e guardam entre si uma relação de imagem especular não superponível, e são óticamente ativos, desviam o plano da luz polarizada, o que pode ser medido por um polarímetro (STARY; WOLDOW, 2001).

Figura 1 – Representação esquemática do carbono assimétrico ligado à 4 substituintes diferentes.



vez que o carbono sp^3 possui a forma de um tetraédro, com ângulo entre as ligações de $109^\circ 28'$, torna-se necessário o uso de fórmulas estruturais em perspectivas (HAUDRECHY, 2000), como a projeção de Fischer (ZHANG; ZHANG, 1999), em que as ligações na horizontal estão para frente e as verticais estão para trás (Figura 2).

Figura 2 – Representação de fórmulas estruturais em perspectivas do carbono assimétrico



A presença de carbono assimétrico não é suficiente para que a molécula seja quiral, é necessário que a molécula como um todo não possua plano de simetria. Plano que passa através de objetos, átomos, entre átomos ou ambos. Quando um objeto (molécula) possuir pelo menos um plano de simetria, ele

irá produzir uma imagem especular igual ao objeto, portanto será aquiral, caso contrário quando não possuir plano de simetria o será quiral.

Como são possíveis apenas duas possibilidades, foi proposto pela IUPAC a nomenclatura R/S, que se baseia na prioridade dos átomos ligados diretamente ao carbono assimétrico, com base no seu número atômico, logo, tem-se uma molécula R e a outra S, o que se chama de configuração absoluta (MANDAL, 2000).

Quando a molécula possuir 2 carbonos assimétrico e esses dois carbonos forem diferentes, existe a possibilidade de 4 estereoisômeros, oticamente ativos, os isômeros são R/R e S/S, R/S e S/R, esses pares são chamados de enantiômeros, pois guardam entre si uma relação de imagem especular não superponível, já a relação entre pares diferentes, R/R e R/S é chamada de diastereoisômero, pois não guardam uma relação de imagem especular, entre si (DURIEU, 2000).

Por outro lado, caso os 2 carbonos assimétricos sejam iguais, em vez de 4 estereoisômeros, R/R, S/S, R/S e S/R, se tem apenas 3 estereoisômeros diferentes. Isso se deve ao fato de que os isômeros R/S e S/R, são na verdade a mesma molécula, tem plano de simetria, portanto, não tem atividade ótica, é oticamente inativo, é o chamado meso-composto (meso-isômero), os carbonos quirais iguais se compensam, compensação intramolecular. Na mistura racêmica, mistura equimolecular de dois enantiômeros, a compensação é intermolecular, também é oticamente inativa (WALSH; KOONTZ, 1997).

A quiralidade é muito importante, algumas enzimas só reconhecem um tipo de configuração (CENTELLES; IMPERIAL, 2005), têm substâncias que dependendo da configuração possuem características diferentes, como a Talidomida, (S= teratogênica; R= não teratogênica), Dopamina (S= anti-parkinsoniana; R= tóxica), Epinefrina (S= tóxica; R= hormônio), Limoneno (S= limão; R= laranja) e Asparagina (S= amargo, R= doce), entre outros (SOLOMONS; FRYHLE; SNYDER, 2018).

Modelos moleculares (BAKER; GEORGE; HARDING, 1998) são bastante utilizados em aulas de Química, visando um melhor entendimento dos conteúdos, diferentes modelos comerciais podem ser comprados pela internet, tais modelos são dispendioso uma vez que o preço é geralmente cotado em dólar, então a necessidade de modelos mais baratos e que possam ser feito pelos próprios alunos é muito importante. Como o modelo molecular de jujubas e palitos de dente, que foi utilizado no estudo de reagentes de reação em Estequiometria, em que cada cor de jujuba representa um átomo (CARVALHO; BULL, 2020). Os modelos moleculares das formas geométricas utilizando papel *canson*, para obter origamis com formatos de octaédro, hexaédro e tetraédro e materiais encontrados no dia-a-dia, como bolas de dois tamanhos diferentes, obtidos de desodorantes *rollon*, que simbolizam os átomos, hastes flexíveis sem algodão indicando as ligações e hastes com algodão indicando os pares de elétrons livres e canudos coloridos simbolizando a ligação dupla (SILVA; DE SOUZA; DE

CARVALHO FILHO, 2017). Bolinhas inseridas em prolongamentos de metal (aço galvanizado ou cobre) dispostos em ângulos corretos para fixar as ligações com o uso de formas improvisadas. Neste modelo, as ligações foram representadas por tubos de plástico coloridos (hastes de cotonetes) (LIMA; LIMA-NETO, 1999). Considerando essas dificuldades, o uso de modelos moleculares como ferramentas de aprendizado é promissor (DE FARIAS et al., 2014).

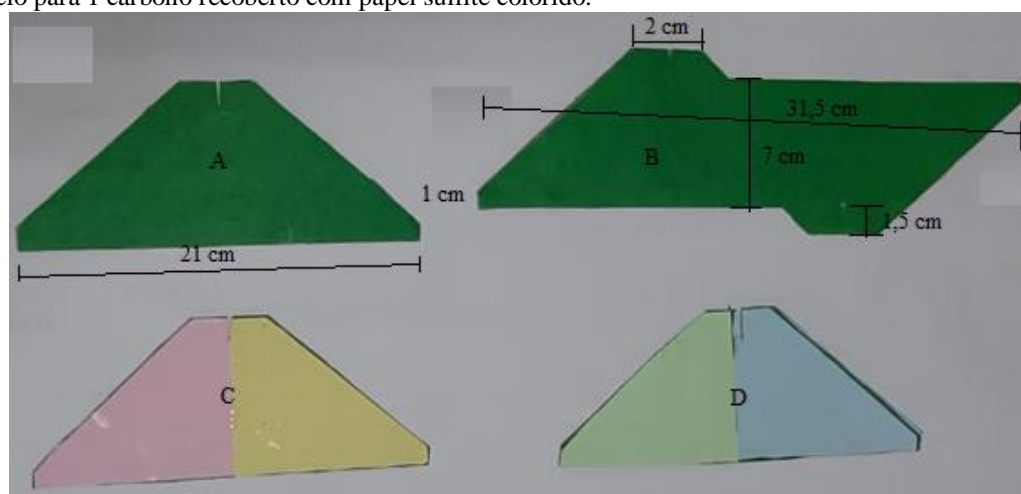
Deste modo, o uso de modelos moleculares possibilita uma melhor compreensão dos conteúdos que envolvem a estereoquímica, além de levar o aluno a entender melhor os conceitos envolvidos, correlacionando com o seu cotidiano. Diante do que foi apresentado, este trabalho teve por objetivo a construção de modelos moleculares de papel, para o melhor entendimento do conteúdo de estereoquímica.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Na construção dos modelos, foram utilizados papel cartão colorido (2 folhas de mesma cor), papel sulfite A4 colorido (4 folhas de cores diferentes), cola, régua (30 cm) e tesoura.

Para a confecção dos “carbonos” usa-se papel cartão (Figura 3), que pode ser recoberto com papel sulfite colorido e atribuindo-se a cada cor o nome do elemento químico ou grupo de átomos, de acordo com a “molécula” necessária. Devem-se seguir as medidas adotadas.

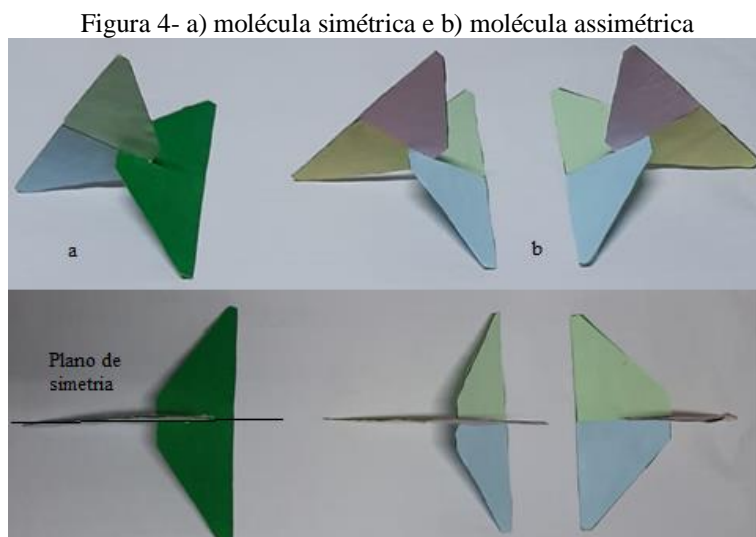
Figura 3- modelos confeccionados com as medidas adotadas. A- modelo para 1 “carbono”, B- modelo para 2 “carbonos” e C e D- modelo para 1 carbono recoberto com papel sulfite colorido.



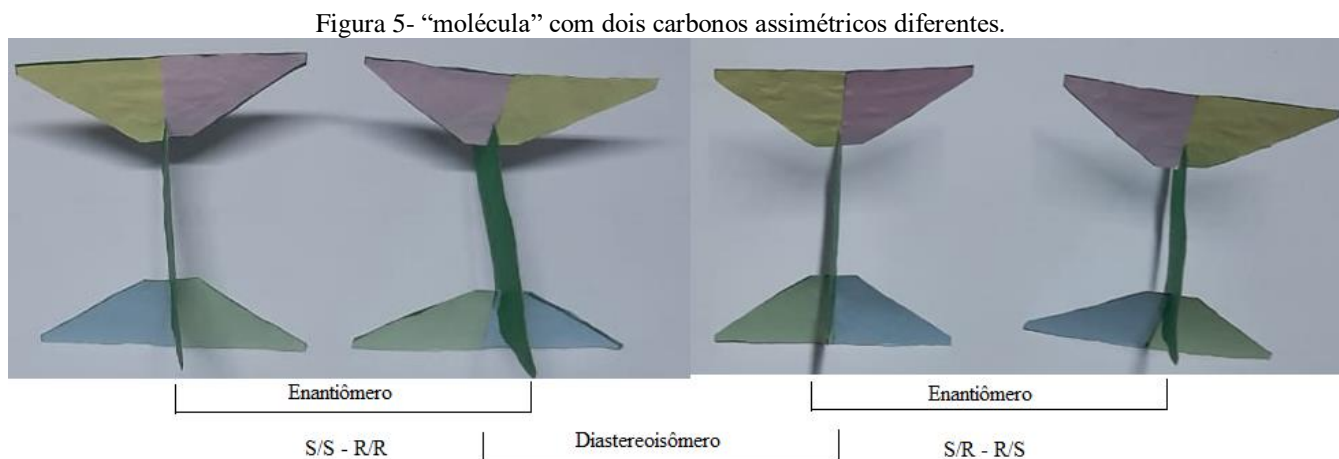
3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Com os modelos confeccionados (Figura 3) pode-se construir as “moléculas” necessárias. Com os modelos A, C e D em conjunto, pode-se construir “moléculas” simétricas e assimétricas. Na molécula simétrica, é possível traçar um plano de simetria (Figura 4a), enquanto que com a molécula

assimétrica pode-se fazer o seu antípoda ótico, sua imagem especular não superponível, seu enantiômeros (Figura 4b).

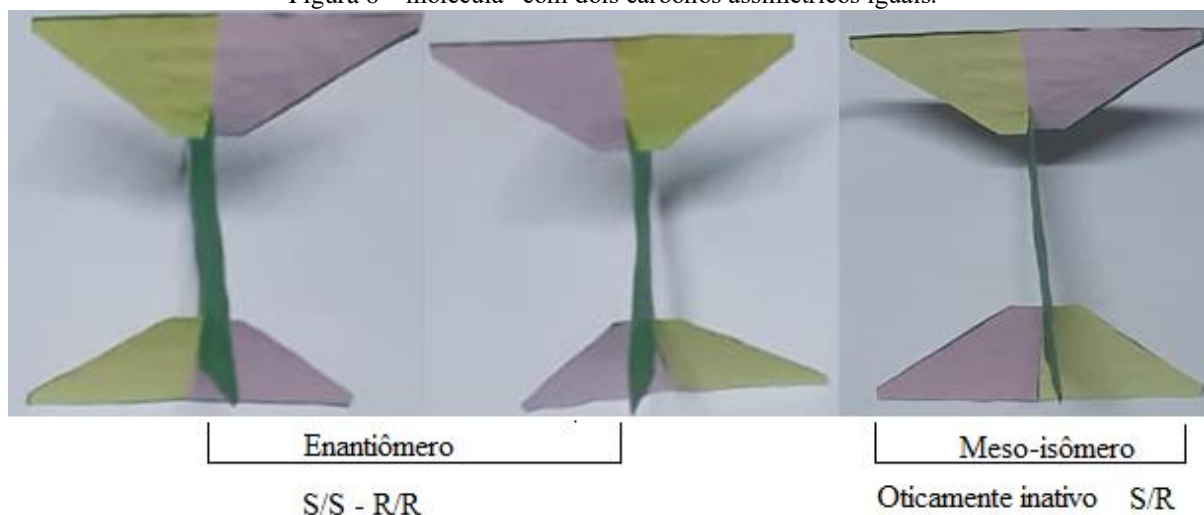


Utilizando o modelo de 2 carbonos (B) e os modelos C e D em conjunto, é possível construir “moléculas” com dois carbonos assimétricos diferentes, com isso pode-se demonstrar os 4 estereoisômeros possíveis, todos opticamente ativos (S/S - R/R e S/R - R/S), enantiômeros e diastereoisômeros (Figura 5).



Com a utilização dos modelos B e C em conjunto, pode-se obter “moléculas” com 2 carbonos assimétricos iguais, com isso pode-se demonstrar os 3 estereoisômeros, os quais são, os enantiômeros, opticamente ativo, S/S - R/R, e o meso-isômero S/R, opticamente inativo (Figura 6).

Figura 6- “molécula” com dois carbonos assimétricos iguais.



Estes modelos podem ser confeccionados com outro material, diferente do papel cartão e papel A4, mais colorido e menos flexível. Pode-se também, aplicar para moléculas com um maior número de carbono, como a própria glicose (STARKEY, 2000). É importante manter a relação das medidas, pois foram obtidas com base no modelo comercial.

4 CONCLUSÃO

A utilização destes modelos com certeza vai melhorar o entendimento dos conceitos de estereoquímica, não só pelo visual, mas também porque envolve o aluno na sua construção, com isso tornará a aula mais interessante e atrativa. Pode também escrever o elemento químico ou o grupo funcional, traçar linhas nas faces do papel indicando as ligações.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pará, Embrapa Ocidental, Capes e CNPQ.

REFERÊNCIAS

BAKER, R. W.; GEORGE, A. V.; HARDING, M. M. Models and Molecules—A Workshop on Stereoisomers. *J. Chem. Educ.* v. 75, n. 7, p. 853-855, 1998.

CARVALHO, E. G.; BULL, E. S. O Uso De Modelos Moleculares E Da Experimentação Para O Ensino De Estequiometria / The Use Of Molecular Models And Experimentation For Teaching Stoichiometry. *Braz. J. of Develop.* v. 6, n. 8, p. 61971-61986, 2020.

CENTELLES, J. J.; IMPERIAL, S. The Stereochemistry of Biochemical Molecules: A Subject To Revisit. *J. Chem. Educ.* v. 82, n. 1, p. 75-78, 2005.

DE FARIAS, F. M. C.; DEL-VECCHIO, R. R.; CALDAS, F. R. R.; GOUVEIA-MATOS, J. A. M. Construção de um Modelo Molecular: Uma Abordagem Interdisciplinar Química-Matemática no Ensino Médio. *Rev. Virtual Quim.* v. 7, n. 3, p. 849-863, 2014.

DURIEU, V.; MARTIAT, G.; VANDERGETEN, M. C.; PIRSOU, F.; TOUBEAU, F.; VAN, A. Enantiomeric and Diastereomeric Relationships: A Practical Approach. *J. Chem. Educ.* v. 77, n. 6, p. 752-753, 2000.

GAWLEY, R. E. Chirality Made Simple: A 1- and 2-Dimensional Introduction to Stereochemistry. *J. Chem. Educ.* v. 82, n. 7, p. 1009-1012, 2005.

HAUDRECHY, A. A Simple Method of Drawing Stereoisomers from Complicated Symmetrical Structures. *J. Chem. Educ.* v. 77, n. 7, p. 864-866, 2000.

LIMA, M. B.; LIMA-NETO, P. Construção De Modelos Para Ilustração De Estruturas Moleculares Em Aulas De Química. *Quím. Nova.* v. 22, n. 6, p. 903-906, 1999.

MANDAL, D. K. The R/S System: A New and Simple Approach to Determining Ligand Priority and a Unified Method for the Assignment and Correlation of Stereogenic Center Configuration in Diverse Stereoformulas. *J. Chem. Educ.* v. 77, n. 7, p. 866-869, 2000.

SILVA, T. S.; DE SOUZA, J. J. N.; DE CARVALHO FILHO, J. R. Construção De Modelos Moleculares Com Material Alternativo E Sua Aplicação Em Aulas De Química. *EENCI.* v.12, n. 2, p. 104-117, 2017.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B.; SNYDER, S. A. *Química Orgânica*. 12^a edição, Editora LTC. Rio de Janeiro. 2018.

STARKEY, R. SOS: A Mnemonic for the Stereochemistry of Glucose. *J. Chem. Educ.* v. 77, n. 6, p. 734, 2000.

STARY, F. E.; WOLDOW, N. Build a Simple Polarimeter. *J. Chem. Educ.* v. 78, n. 5, p. 644, 2001.

SUH, I.-H.; PARK, K. H.; JENSEN, W. P.; LEWIS, D. E. Molecules, Crystals, and Chirality. *J. Chem. Educ.* v. 74, n. 7, p. 800-805, 1997.

WALSH, T. D.; KOONTZ, C. S. Determination of the Enantiomeric Purity of Naproxen. *J. Chem. Educ.* v. 74, n. 5, p. 585-586, 1997.

ZHANG, Q.-Z.; ZHANG, S.-S. A New Method To Convert the Fischer Projection of Monosaccharide to the Haworth Projection. J. Chem. Educ. v. 76, n. 6, p. 799-801, 1999.