

O desenvolvimento de um polarímetro didático para o ensino de Isomeria Óptica.

Ana Cristina Sulzbach^{1*}(PG), Everton Lüdke²(PQ) anacristinasul@gmail.com

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde.

² Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Física.

Palavras-Chave: Ensino, Polarímetro, quiralidade.

RESUMO: A QUÍMICA ESTÁ PERMEADA DE CONCEITOS ABSTRATOS E DE DIFÍCIL COMPREENSÃO, ESPECIALMENTE QUANDO TRATAMOS DOS CONCEITOS VOLTADOS A ESTEREOQUÍMICA. ESTES SÃO POR MUITAS VEZES CONSIDERADOS DESNECESSÁRIOS PARA A FORMAÇÃO DE UM ESTUDANTE, ENTRETANTO, ATUALMENTE ESTES CONCEITOS VEM SENDO MUITO DISCUTIDOS PELOS PESQUISADORES, SENDO AMPLAMENTE APLICADOS, NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, POR EXEMPLO. ESTE TRABALHO, VEM SENDO DESENVOLVIDO EM UMA PESQUISA DE MESTRADO, COM O INTUITO DE VIABILIZAR O ENSINO DE ISOMERIA ÓPTICA, JUNTAMENTE COM O USO DA TEMÁTICA MEDICAMENTOS FOI CONSTRUÍDO UM POLARÍMETRO DIDÁTICO DE BAIXO CUSTO, A FIM DE FACILITAR A COMPREENSÃO DOS ESTUDANTES E TORNAR REAIS, FENÔMENOS QUE SOMENTE SÃO VISTOS EM LIVROS DIDÁTICOS. O FUNCIONAMENTO DO POLARÍMETRO DESENVOLVIDO É SIMPLES, E O MESMO PODE SER CONSTRUÍDO COM POUCOS MATERIAIS, PELOS PROFESSORES, FAZENDO COM QUE O ENSINO E APRENDIZAGEM DESTES CONCEITOS SE TORNE MAIS PALPÁVEL E SATISFATÓRIO.

INTRODUÇÃO

O ensino de química apresenta diversas lacunas, especialmente quando nos referimos ao ensino de conceitos de estereoquímica, tal dificuldade está presente nos mais diversos níveis de ensino. Os conceitos de estereoquímica causam repulsa até mesmo em professores, fazendo com que estes nem mesmo abordem tal conteúdo nas salas de aula.

De acordo com Raupp e Del Pino (2013), o ensino de estereoquímica e seus desafios vêm sendo discutidos há décadas, as dificuldades associadas a estes conceitos, bem como sua complexidade devem-se a compreensão dos problemas em nível tridimensional, sendo assim considerada uma das principais fontes de dificuldades de aprendizagem.

Estes conceitos foram por muito tempo considerados devaneios, e por isso sofreram duras críticas, entretanto, hoje, apresentam importante relevância para a química moderna (RAUPP e DEL PINO, 2013). Atualmente, diversos ramos da indústria dependem destes conhecimentos para o desenvolvimento de seus produtos, o que tem movimentado muitos educadores a respeito de estudos para viabilizar o ensino de estereoquímica.

A isomeria óptica, importante ramo da estereoquímica, é bastante complexa, especialmente pela abstração dos conceitos, dificuldades para a realização de experimentos e conseqüente falta de visualização dos fenômenos que a mesma pode desencadear. Segundo Correia et. al.(2010), as dificuldades conceituais que os alunos tem são atribuídas a problemas básicos, como compreensão de teorias estruturais, ligações químicas e a representação de fórmulas estruturais.

Além disso, os experimentos que podem ser conduzidos necessitam que os professores tenham domínio de alguns conceitos da física, o que também constitui uma dificuldade na construção dos conhecimentos em sala de aula.

A experimentação no ensino de química é de fundamental relevância, pois esta é uma ciência essencialmente experimental. Segundo Guimarães (2009), a experimentação pode ser uma estratégia para a criação de problemas reais, bem como a mesma permite a contextualização e o estímulo de questionamentos para investigação. Oliveira (2010) afirma que aulas experimentais podem ser utilizadas com diferentes objetivos e fornecer importantes contribuições no ensino e aprendizagem de ciências, e ainda relata algumas das contribuições, entre elas: Motivação e interesse dos estudantes, desenvolver a capacidade de trabalho em grupo, bem como a iniciativa pessoal e tomada de decisão, entre outras.

A relevância do estudo da isomeria óptica se dá em vários ramos industriais, sendo historicamente importante no desenvolvimento da indústria farmacêutica, especialmente depois da descoberta do efeito teratogênico de um enantiômero da talidomida, um importante sedativo usado para combater náuseas em gestantes. A talidomida foi precursora dos estudos referentes a enantiômeros em medicamentos.

As substâncias opticamente ativas estão muito presentes em nosso cotidiano, como por exemplo, nos medicamentos, em alimentos que ingerimos, e alguns em odores que sentimos. Sendo assim, considera-se que o estudo desses conceitos pode ser abordado de modo a oferecer aos estudantes conhecimentos para que os mesmos possam compreender a ciência que está ao seu redor.

Tomando os medicamentos como temática principal, a presente pesquisa, visa elaborar um instrumento para utilização no ensino que venha a diminuir as dificuldades acima citadas no ensino-aprendizagem de isomeria óptica. O intuito da pesquisa, é que com o auxílio deste material didático os estudantes possam compreender a natureza das substâncias opticamente ativas, bem como suas implicações para a sociedade.

JUSTIFICATIVA

A isomeria óptica apresenta diversas finalidades em vários ramos industriais como já citado, aqui relatamos sua importância no contexto farmacêutico, pois como já referido anteriormente, este trabalho utiliza como temática principal, o tema medicamentos.

Segundo Coelho (2001), saber como um fármaco age em nosso organismo é um dos assuntos mais fascinantes para um estudante, e para isso, muitos medicamentos têm particularidades em suas estruturas, a fim de que apresentem atividade biológica. Segundo o mesmo autor, ressalta-se que os medicamentos que apresentam quiralidade, característica importante para que haja atividade óptica, tem legislações brasileiras e mundiais que limitam sua venda nos estabelecimentos farmacêuticos.

Começamos então, a justificar nosso interesse pela isomeria óptica, pois, a partir desta, podemos estudar a estrutura das moléculas, bem como seus efeitos biológicos benéficos, ou ainda efeitos adversos que estes podem acarretar quando se tratam de medicamentos.

Com o intuito de formar cidadãos críticos quanto à sociedade em que vivem, consideramos importante que os estudantes tenham conhecimentos sobre estes conceitos. Entretanto, o ensino de isomeria óptica é cercado de dificuldades, algumas citadas anteriormente. Com a finalidade de suprir estas, é que surge essa pesquisa, buscando abrir caminhos facilitadores para o ensino de isomeria óptica, considerando o desenvolvimento de estratégias que possam diminuir ou anular tais dificuldades.

Como estratégia, visamos à utilização de um instrumento usado para medir o ângulo de desvio que as substâncias opticamente ativas podem causar a luz polarizada, tal instrumento é conhecido como polarímetro, e acreditamos que este pode auxiliar no processo de atenuação de alguns dos problemas encontrados. Porém, a compra de um polarímetro se torna praticamente impossível para o sistema de educação pública, devido ao seu alto custo de aquisição. A partir disto, construímos um polarímetro didático, que acreditamos ser um facilitador da aprendizagem, pois viabiliza a visualização de fenômenos, que muitas vezes somente são vistos em livros didáticos, o que os torna muito abstrato e de difícil compreensão.

ISOMERISMO ÓPTICO E SEUS CONCEITOS

Os conceitos e fenômenos de isomerismo são considerados centrais na química. O conceito de isômeros foi sistematizado por Jöns Jacob von Berzelius (1779-1848) ao afirmar que, entendia 'por substâncias isoméricas, aquelas que possuem a mesma composição química e o mesmo peso molecular, mas propriedades diferentes' (Berzelius, 2004).

Substâncias que apresentam isomerismo são denominados **isômeros**, e são assim conhecidos por serem compostos diferentes, porém com a mesma forma molecular (SOLOMONS, 2001). Há uma divisão, onde os isômeros são classificados em: Isômeros constitucionais e Estereoisômeros, esta última tem uma subdivisão, os enantiômeros e diastereômeros (Figura 1).

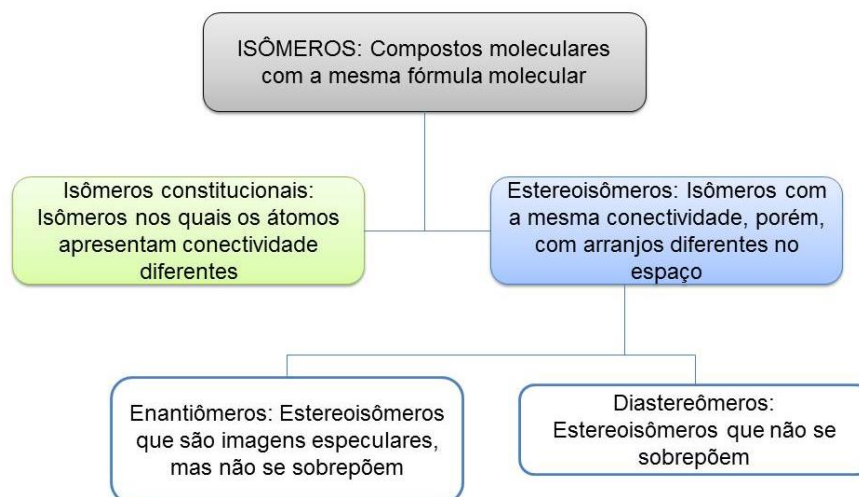


Figura 1: Subdivisão dos isômeros. Adaptado de: SOLOMONS (2001)

Enantiômeros ocorrem somente em compostos que apresentem moléculas quirais. Uma molécula quiral é definida como uma molécula que não é idêntica a sua imagem no espelho, sendo denominadas, molécula e imagem, enantiômeros

(SOLOMONS, 2001). O termo 'quiral' vem da palavra 'cheir' que significa mão. As mãos são exemplos muito utilizados de objetos quirais, pois estas possuem um lado direito e um lado esquerdo, sendo que, ao olhar a mão esquerda no espelho o que vemos no espelho se parece com a mão direita, apesar desse fato, elas não são idênticas, pois não se superpõem (Figura 2) (SOLOMONS, 2001).

Uma molécula para apresentar quiralidade deve apresentar um átomo de Carbono com quatro ligantes diferentes, sendo chamado de carbono quiral, carbono assimétrico, centro estereogênico ou ainda estereocentro, e é representado por 'C*' (FELTRE, 2004). Pode ainda, haver quiralidade com outras moléculas que apresentem outros elementos diferentes do carbono, podendo ligar-se a quatro ligantes, sendo os ligantes diferentes uns dos outros, diz-se que tem uma molécula quiral. De acordo com Solomons (2001), a quiralidade está associada à lateralidade de moléculas e objetos, entretanto não é sempre tão óbvia, em muitos casos sendo percebida somente ao aplicarmos o teste de não superposição de imagem e objeto. Enquanto as moléculas que não se superpõem são denominadas quirais, as que se superpõem são chamadas de aquirais.



Figura 2: Imagem da mão esquerda é igual a mão direita, entretanto não sobreponíveis. Fonte: Alunos online. Disponível em: <http://alunosonline.uol.com.br/quimica/carbono-assimetrico-ou-quiral.html>

Luz Polarizada e Luz Não-polarizada: a luz é um fenômeno eletromagnético. Um feixe de luz não polarizada consiste em dois campos oscilantes perpendiculares entre si, sendo um campo elétrico oscilante e um campo magnético oscilante, como pode ser observado na figura 3 (SOLOMONS, 2001). Ainda, segundo o mesmo autor, quando a luz não-polarizada atravessa um polarizador, o polarizador interage com a luz fazendo com que os campos elétricos e magnéticos da luz oscilem em somente uma direção, como pode ser visto na figura 4. O estudo de substâncias opticamente ativas e enantiômeros com o uso de luz polarizada iniciou-se com Jean Baptiste Biot e Louis Pasteur (BAGATIN et al., 2005).

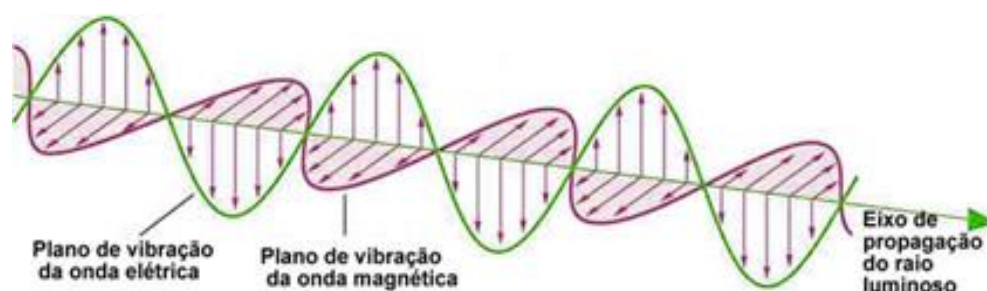


Figura 3: Feixe de luz não polarizada com o campo magnético e elétrico perpendiculares. Fonte: Alunos online. Disponível em: <http://alunosonline.uol.com.br/quimica/luz-polarizada-nao-polarizada.html>

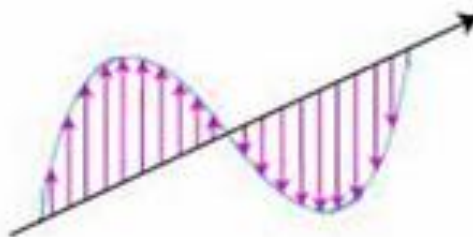


Figura 4: Luz polarizada, campos elétricos e magnéticos oscilando em somente uma direção. Fonte: Alunos online. Disponível em: <http://alunosonline.uol.com.br/quimica/luz-polarizada-nao-polarizada.html>

A Atividade Óptica de substâncias é observada por um instrumento intitulado polarímetro (Figura 5), um polarímetro é composto por uma fonte de luz, uma lente polarizadora, um tubo para a amostra, um analisador (lente polarizadora) e uma escala para medir o ângulo de rotação da amostra (SOLOMONS, 2001).



Figura 5: Polarímetro Fonte: Arolab Disponível em: <http://aprolab.com.br/equipamentos/polarimetro/polarimetro-circular-escala-0180-mod-wxg-4.phtml>

Isomeria óptica é o ramo da química que estuda as moléculas que apresentam quiralidade e conseqüentemente atividade óptica. Historicamente, é um ramo de grande importância para as pesquisas, pois há relações entre estas moléculas anteriormente desconhecidas, o que trouxe implicações.

Muitos fármacos são quirais ou têm quiralidade, ou seja, têm uma orientação tridimensional bem definida, a modificação dessa orientação pode levar à diminuição do efeito biológico, à sua total supressão ou ao aparecimento de um efeito biológico adverso (COELHO, 2001). De acordo com o mesmo autor, é necessário saber qual orientação tridimensional do centro quiral é responsável pela atividade farmacológica que o fármaco apresenta. Esse conhecimento determinará como o fármaco deverá ser consumido pelo público. A partir disso é que os métodos químicos que permitem o controle da orientação tridimensional do estereocentro, no momento em que o fármaco esteja sendo produzido, são de extrema importância.

CONSTRUÇÃO DO POLARÍMETRO

Como já citado, a aquisição de um polarímetro é difícil em função de seu alto valor de compra, entretanto, para que o ensino dos conceitos não fique vago buscamos a construção de um polarímetro, com materiais simples e de baixo custo.

Lista de materiais necessários para a confecção de um polarímetro didático:

- Peça de madeira (5cmx60cm);
- Cano de PVC escuro (15cm);
- Tubo de Nessler (100mL);
- Filtro polarizador;
- Tampão soldável de PVC;
- Transferidor 0 a 180°;
- Fonte de luz (lâmpada de lanterna, led);
- Baterias;
- Placa circular de vidro (diâmetro do cano de PVC);
- Cola para plástico;
- Caneta para retroprojetor;
- Amostras de substâncias opticamente ativas.

Com a madeira, foi construída uma base para o polarímetro, onde, na base inferior há um orifício pequeno para a colocação da fonte de luz, ainda na parte inferior, foi colado um filtro polarizador na placa de vidro a qual foi colada na base. Na base superior uma abertura maior, por onde coloca-se o cano de PVC, e posteriormente o tubo de Nessler (previamente cortado, para possuir o mesmo comprimento do cano de PVC).

O analisador do polarímetro é construído com o tampão de PVC, o transferidor e um pequeno pedaço do filtro polarizador. Faz-se um pequeno orifício no tampão, por onde será realizada a visualização da luz, no mesmo orifício, na parte interna, cola-se um pequeno pedaço do filtro polarizador. Na base superior de madeira, próximo ao tubo, faz-se uma linha central. A seguir, cola-se o transferidor na tampa, neste momento é fundamental muita atenção, pois os filtros polarizadores superior e inferior devem estar alinhados a 90° entre si, bem como a passagem de luz deve ser mínima quando o transferidor estiver colocado exatamente na marca de 90° na linha marcada na madeira.

Dessa forma, tem-se construído o polarímetro, sua utilização é simples, e apresenta boa visualização do fenômeno de rotação da luz. O mesmo ainda não foi utilizado para em sala de aula, mas frente a alguns testes, acreditamos que seja de grande importância quando levado a sala de aula.

UTILIZAÇÃO DO POLARÍMETRO

O polarímetro foi utilizado com soluções de glicose (dextrógira), frutose (levógira) e sacarose (mistura racêmica) e água pura.

Para o teste do polarímetro usou-se primeiramente água pura para a verificação, adicionou-se água até a marca de 10 cm no tubo de Nessler, em seguida ele foi recolocado no tubo de PVC e fechado com a tampa. A seguir, observou-se pelo buraco da tampa que a luz polarizada não sofreu desvio, sendo a incidência da luz a mesma da anterior sem nenhuma amostra no tubo.

Em seguida, retirou-se a água, e foi adicionada solução de glicose até a marca de 10 cm, e a mesma foi recolocada no polarímetro. Ao observar pela tampa, percebeu-se que a incidência de luz não era a mesma que havia sido visualizada anteriormente, então é necessário girar a tampa com o transferidor até o ponto em que a incidência de luz seja mínima, devendo ser observado o sentido do giro, para a direita ou esquerda, com o intuito de investigar se a substância é dextrógira ou levógira, no caso da solução de glicose, para que a incidência de luz fosse mínima a tampa foi girada para a direita, o que nos faz concluir, de acordo com os estudos de isomeria óptica, que a solução de glicose é dextrógira.

Quando o processo foi realizado com a frutose, o mesmo foi visualizado quanto à incidência de luz, e a tampa teve que ser girada para encontrar o ângulo onde observássemos a mínima incidência de luz, neste caso, a tampa teve de ser girada para a esquerda, confirmando que a solução de frutose é levógira.

Ao utilizar a solução de sacarose, observamos que a incidência de luz não sofre alteração, justificando dessa forma que substâncias racêmicas não apresentam atividade óptica, ou seja, não desviam a luz polarizada.

RESULTADOS ESPERADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As intervenções em sala de aula serão desenvolvidas durante a pesquisa de mestrado, e a mesma contará com outras substâncias além das soluções de glicose, frutose e sacarose. Tendo a temática central medicamentos e a importância da isomeria óptica no desenvolvimento farmacêutico, serão utilizados medicamentos que contenham fármacos que apresentam atividade óptica, a fim de tornar o ensino mais contextualizado e de importância para os estudantes.

Considerando que, a experimentação assim como a contextualização, sejam estratégias de motivação, bem como importantes instrumentos para a visualização de fenômenos, e também de aproximação da ciência ao cotidiano dos estudantes, acreditamos que esta atividade tenha bons resultados frente aos mesmos.

Esperamos, com a utilização deste instrumento associada à temática, facilitar a aprendizagem destes conceitos, bem como viabilizar caminhos para os professores, para que o ensino destes conceitos deixe de ser tão temido por professores e estudantes, passando a ser mais palpável, e de relevância na formação de opiniões dos estudantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bagatin, O.; Simplício, S. I.; Santin, S. M. de O.; Filho, O. S. **Rotação da luz polarizada: Abordagem histórica com proposta experimental.** Revista Química Nova na Escola, N. 1, 2005.

Berzelius, J. J. **On the Composition of Tartaric Acid and Racemic Acid (John's Acid from the Vosges Mountains), on the Atomic Weight of Lead Oxide, together with General Remarks on those Substances which have the Same Composition but Different Properties.** Poggendorf's Annalen der Physik und Chemie, 19, 1830. In:

Cooke, H. A historical study of structures for communication of organic chemistry information prior to 1950. *Org. Biomol. Chem.*, 2, 3179-3191, 2004.

Coelho, F. A. S. **Fármacos e Quiralidade**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. N. 3, 2001.

Correia, M. E. A.; Freitas, J. C. R.; Freitas, J. J. R.; Filho, J. R. de F. **Investigação do fenômeno de isomeria: concepções prévias dos estudantes do ensino médio e evolução conceitual**. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, V. 12, N. 02, 2010.

Feltre, R. **Química**. Vol. 3, 6 ed. São Paulo: Moderna, 2004.

Guimarães, C. C. **Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa**. *Revista Química Nova na Escola*, Vol. 31, N. 3, 2009.

Oliveira, J. R. S. de **Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente**. *Revista Acta Scientiae*, Canoas, V. 12, N.1, 2010.

Raupp, D. J.; Del Pino, J. C. **O desafio do ensino de estereoquímica no Ensino Médio e o papel da visualização**. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC. Águas de Lindóia, SP, 2013.

Solomons, G.; Fryhle, C; **Química Orgânica**. 7 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000.