

Kit molecular inclusivo para deficientes visuais no ensino de estruturas tridimensionais

Geslieli P. C. da Silva, Franciane de F. Foques, Marta Rejane P. Filietaz e Cristiane Pilissao

A pesquisa em ensino-aprendizagem é uma forma de encontrar soluções para problemas vivenciados em sala de aula e, conseqüentemente, desenvolver métodos de ensino para enfrentá-los. No Brasil, tem ocorrido uma transição natural para acomodar alunos com deficiências no currículo regular, porém, a metodologia de ensino de química para essa população ainda é muito incipiente. Para enfrentar esse problema, desenvolvemos um kit molecular sustentável, acessível e versátil que pode ser usado para tornar as aulas de química mais acessíveis para alunos com deficiência visual. O kit utiliza esferas de isopor revestido com massa de biscoito e tubos de caneta transparentes recicláveis vazios, projetado para abordar temas relacionados à química: ligações químicas, geometria molecular e estereoquímica. Torna-se uma alternativa ideal para docentes, alunos regulares e, principalmente, alunos com deficiência visual.

► deficiência visual, kit molecular, isomeria, estereoquímica ◀

205

Recebido em 28/10/2021, aceito em 03/11/2022

Atualmente, 285 milhões de pessoas apresentam alguma deficiência visual, correspondendo a 3,8 % dos 7,6 bilhões de habitantes da Terra. Em 1994, na conferência mundial sobre Educação Especial organizada em Salamanca (Espanha), 88 governos e 25 organizações internacionais reconheceram a importância de fornecer educação de nível adequado de aprendizagem para crianças, jovens e adultos com necessidades educacionais especiais, dentro do sistema de educação convencional (Costa *et al.*, 2018).

No Brasil, a inclusão de pessoas com deficiência no ensino convencional está amparada pela lei nº 13.146/15, que visa promover condições de igualdade para pessoas com deficiência, bem como seu direito e liberdade por meio de uma sociedade inclusiva. Caracterizam-se como pessoas com deficiência aquelas que têm impedimentos a longo prazo, podendo ser de natureza física, mental, intelectual ou sensorial.

Na atualidade, os cursos de formação de professores têm dado pouca atenção para a inclusão e formação de alunos com dificuldades visuais. Os trabalhos de Costa e Fernandes (2018) e Caruso *et al.* (2017) compartilham o entendimento de que três obstáculos podem atrapalhar o

desenvolvimento do ensino inclusivo. O primeiro se refere à pedagogia, ou seja, à falta de preparo dos docentes; o segundo seria a acessibilidade, as limitações que o aluno encontra em relação às instalações e equipamentos; e, por último, a aceitação: os profissionais da educação não acreditam que alunos com necessidades educacionais especiais são

capazes de compreender os conteúdos. Nesse sentido, o sistema de ensino deve promover formas integradas, capazes de oferecer a acessibilidade e condições necessárias, por intermédio de recursos pedagógicos, meios alternativos

e estratégicos para atender os alunos com necessidades educacionais especiais, de forma que se possa minimizar os obstáculos por eles encontrados (Fernández *et al.*, 2019; Brasil, 2017).

A educação inclusiva está relacionada com as diferentes formas de aprendizagem. Assim, o docente deve estar preparado para esse desafio de diversidade de aprendizagem. Para o discente que possui deficiência visual, o educador deve reconhecer suas diferentes habilidades, necessidades e restrições, considerando que a competência, a inteligência, e a motivação variam. Essas variações devem ser consideradas não apenas para os alunos com deficiência visual,

Caracterizam-se como pessoas com deficiência aquelas que têm impedimentos a longo prazo, podendo ser de natureza física, mental, intelectual ou sensorial.



mas para todos os envolvidos no ensino-aprendizagem (Fernández *et al.*, 2019).

A química é uma ciência baseada em representações visuais, manipulação e observação, visto que os conceitos que explicam os fenômenos observados situam-se no nível submicroscópico. Isso mostra quão difícil é incluir alunos com deficiência visual em aulas de química, e porque os professores têm uma grande preocupação sobre como envolver no ensino as pessoas cegas ou com baixa visão (Brasil, 2017; Lima *et al.*, 1999; Pozo e Crespo, 2009; Silva *et al.*, 2017).

Dialogar sobre educação inclusiva no ensino de química remete à problematização da concepção sobre a formação inicial e a aprendizagem; permite contestar a ideia de que alunos com deficiência visual não conseguem compreender o conteúdo conceitual das aulas; e viabiliza a apreensão das dimensões que compõem o conceito de educação inclusiva. Ter alunos com deficiência visual na sala de aula leva a ajustes que não afetam o componente comportamental, mas apenas as atividades metodológicas ou estratégias didáticas e critérios de avaliação. “Minimizar a adaptação” é muito importante para os alunos com deficiência visual para que se sintam acolhidos, pois a adaptação enfatiza a deficiência do aluno. Essa ênfase cria uma lacuna entre o aluno com deficiência visual e seus colegas, o que pode dificultar suas interações sociais (Fernández *et al.*, 2019). Viabilizar, flexibilizar e adaptar os canais de comunicação do aluno com deficiência visual com o meio externo faz com que se produza uma aprendizagem mais íntegra do conteúdo, não apenas pelo aluno cego, mas também pelos videntes, que são oportunizados a ter conteúdos não visuais reforçados. Para ter as mesmas possibilidades que um aluno vidente, o estudante com deficiência visual deve buscar um ambiente escolar não discriminatório, cúmplice a ele, bem como um professor que estimule discussões dentro da sala de aula. Nessa conjuntura, é conveniente questionar: o docente de Química considera-se apto para encaminhar atividades experimentais em turmas regulares que contam com a presença de aluno com deficiência visual?

Os estudantes com deficiência visual precisam de um ambiente formativo diferenciado, que satisfaça às suas necessidades, pois o modo de percepção desses alunos é distinto em relação ao de um aluno vidente. Essa variável na forma de perceber o mundo proporciona ao aluno com deficiência visual uma estruturação e organização particular de aspectos cognitivos (Silva *et al.*, 2017). Nas aulas de química, independentemente do tipo de aluno, o professor deve dispor de atividades que estimulem os estudantes, não apenas utilizando recursos visuais, mas também através de observações, investigação e experimentação (Benite *et al.*, 2017). Nesse contexto, cabe ao professor estruturar suas

aulas de maneira que atendam todos os estudantes, bem como desenvolver estratégias para o ensino inclusivo, reconhecendo as diferentes habilidades, necessidades e inteligência de cada estudante e mantendo o direito de igualdade a todos. Os conteúdos ensinados aos alunos com e sem deficiência visual não devem ser baseados apenas em teorias e conceitos, mas sim abordando o meio científico de maneira contextualizada, utilizando metodologias que possam vencer os obstáculos (Fernández *et al.*, 2019; Lima *et al.*, 2019).

Dialogar sobre educação inclusiva no ensino de química remete à problematização da concepção sobre a formação inicial e a aprendizagem; permite contestar a ideia de que alunos com deficiência visual não conseguem compreender o conteúdo conceitual das aulas; e viabiliza a apreensão das dimensões que compõem o conceito de educação inclusiva.

Textos e grafia em braille estão disponíveis para o ensino de química. No entanto, considerando que a química possui diversos modelos representacionais, o sistema braille nem sempre é suficiente para promover a aprendizagem, sendo necessário o uso de recursos educacionais que possam auxiliar os alunos, permitindo que a aprendizagem seja eficiente para os alunos com ou sem deficiência (Faria *et al.*, 2017). Tabelas, grá-

ficos, expressões e cálculos matemáticos não são abarcados de forma funcional pelo método braille. Durante a dinâmica da escrita em braille, o aluno não observa simultaneamente o que se escreve, uma vez que a escrita ocorre na parte oposta do papel. Posta essa dificuldade, faz-se necessário um processo de audiodescrição, no qual o professor deve propiciar muita clareza oral e a narração das representações, assim como o investimento no desenvolvimento de materiais em que esse aluno tenha a condição simultânea de registrar, observar e raciocinar sobre aquilo que inscreve.

Na literatura, alguns recursos educacionais voltados para alunos com deficiência visual já foram desenvolvidos, como por exemplo, tabelas periódicas, jogos de cartas para o ensino e compreensão de compostos orgânicos (funções orgânicas), modelos moleculares, gráficos em alto relevo inclusivos, entre outros (Paulo e Delou, 2018; Fernandes, 2014; Lima, 2017; Melaku *et al.*, 2016; Laconsay *et al.*, 2020; Silva, 2017).

No escopo de delineamentos educativos para o ensino de química em perspectiva inclusiva, salientam-se, a seguir, orientações didáticas concernentes à multissensorialidade. Esses recursos devem ter forma, tamanho, textura e relevos adequados e de fácil percepção, e ser o mais próximo das representações encontradas nos livros impressos, para que o aluno possa interpretar as informações necessárias sem barreira. É imprescindível para o aluno com deficiência visual o manuseio de materiais concretos e táteis, para que ele possa desenvolver a aprendizagem e construir sua própria representação de modelo mental (Lima *et al.*, 2019; Ferreira *et al.*, 2011).

Um recurso didático muito utilizado para o ensino da química são os modelos moleculares, pois possibilitam a compreensão das relações entre os três níveis: macroscópico, submicroscópico e simbólico. A junção desses três

níveis possibilita a construção de modelos mentais, o que é essencial para compreender os conceitos e fenômenos químicos. Alguns conteúdos abordados no ensino de química necessitam da utilização de modelos tridimensionais, como, por exemplo, estrutura atômica, geometria molecular, estereoquímica, entre outros (Fabri e Giacomini, 2017; Gibin e Ferreira, 2010; Raupp e Pino, 2015).

A estereoquímica estuda a geometria tridimensional das moléculas, as quais possuem diferentes arranjos espaciais. A compreensão da estereoquímica depende muito das representações tridimensionais para explicar conteúdos abstratos; essas representações auxiliam a compreensão dos conceitos químicos em nível submicroscópico. Uma parte importante da estereoquímica é a estereoisomeria, que ocorre quando dois ou mais compostos apresentam a mesma fórmula molecular, mas os átomos estão conectados de forma distinta. Esses compostos podem ser isômeros constitucionais (diferem na maneira com que seus átomos estão conectados) e estereoisômeros (apresentam diferentes arranjos espaciais dos átomos). Dentre esses últimos, tem-se os diastereoisômeros (apresentam diferente disposição espacial dos átomos em cadeias insaturadas ou cíclicas, ou em moléculas que têm dois ou mais estereocentros) e os enantiômeros (moléculas que são imagem especular uma da outra e não são sobreponíveis) (Carey, 2011).

O estudo da estereoquímica é muito importante para o ser humano, pois faz parte das aplicações cotidianas, principalmente na farmacologia, sendo que a maioria dos fármacos comerciais são quirais (Lima *et al.*, 1999; Coelho, 2001). Compostos quirais não apresentam plano de simetria e a quiralidade de compostos, em sua grande maioria (mas não exclusivamente), está associada à estereoquímica tetraédrica do carbono com hibridização sp^3 . Essa é a condição básica para a existência de enantiômeros. Os enantiômeros apresentam propriedades físicas e químicas semelhantes; o que os difere é o desvio da luz plano polarizada. Também podem apresentar atividades biológicas diferentes, por exemplo, a carvona está presente na natureza na forma de dois enantiômeros, o enantiômero (*S*) possui odor de cominho, enquanto o enantiômero (*R*) possui aroma de hortelã (Thomas, 2015). Outro exemplo é o ibuprofeno, um fármaco com dois enantiômeros que apresentam efeitos biológicos distintos: o enantiômero (*S*)-ibuprofeno possui atividade anti-inflamatória, analgésica e antipirética, enquanto o enantiômero (*R*)-ibuprofeno é inativo. A forma (*S,S*) do fármaco etambutol é utilizada no tratamento de tuberculose, enquanto a forma (*R,R*) pode provocar cegueira (Romero *et al.*, 2012; Lima, 1997).

A partir dessas considerações, o presente estudo propõe o desenvolvimento de um kit molecular de baixo custo e versátil, sendo cada átomo confeccionado com tamanhos e cores diferenciadas, com as devidas simbologias em braille.

O kit visa facilitar o processo de ensino e aprendizagem por parte de alunos com ou sem deficiência visual ao promover um ensino inclusivo do conteúdo de estereoquímica (estruturas tridimensionais-3D), ligações químicas e geometria molecular.

Metodologia

Proposta metodológica de ensino

O kit molecular foi desenvolvido para que estudantes com deficiência visual ou videntes possam, pelo manuseio e percepção dos modelos moleculares, compreender o arranjo espacial das moléculas. O kit molecular proposto teve como referência kits de modelagem molecular já existentes no mercado (Kit molecular Atomlig 107, Molymod[®] molecular model set), porém foram desenvolvidos com materiais de baixo custo e de fácil acesso (massa de biscuit e hastes flexíveis).

No ensino de química, destaca-se a multissensorialidade, especificamente o tato associado à manipulação de modelos tridimensionais, identificação de tamanhos, texturas e volumes, bem como atividades experi-

mentais envolvendo densidades, variações de temperatura, expansão e compressão. A formação de imagens mentais é um processo subjetivo, particular de cada indivíduo e está associado diretamente a uma diversidade de variáveis, como as características do material e clareza (Fernandes, 2014).

Através desse kit molecular, o professor pode montar diferentes geometrias moleculares e variadas moléculas, podendo auxiliar no ensino-aprendizagem de conteúdos de estrutura atômica, ligações químicas, geometria molecular e estereoquímica.

Materiais

Para a confecção do kit molecular foram necessários: massa pronta de biscuit marca Fox; cola de silicone líquida marca Rendicolla; esferas de isopor de tamanhos diferenciados (15 mm, 19 mm, 25 mm e 35 mm); tintas para artesanato da marca Acrilex de diversas cores; hastes flexíveis transparentes (material reciclado, oriundo de tubos transparentes de caneta vazios); tesoura; régua (30 cm); transferidor de grau; tubo de policloreto de vinila (PVC) transparente (3,2 mm x 1,0 mm); fita para rotulador da marca Dymo, usado para fazer a gramatura específica para escrever em braille.

Confecção do kit molecular

Com auxílio de um transferidor de grau foram medidos os ângulos das ligações (para o carbono: ângulo de 109,5°; oxigênio: 104,5°; nitrogênio: 107°; enxofre: 90° e 109,5°; e fósforo: 107°); foram feitos orifícios nas esferas de isopor, levando em conta a geometria de ligação de cada átomo (carbono: geometria tetraédrica; oxigênio: angular; nitrogênio: pirâmide trigonal; enxofre: tetraedro e octaedro; e fósforo:

A compreensão da estereoquímica depende muito das representações tridimensionais para explicar conteúdos abstratos; essas representações auxiliam a compreensão dos conceitos químicos em nível submicroscópico.

pirâmide trigonal). Em seguida, foi inserido e colado um pequeno pedaço de tubo de policloreto de vinila (PVC) de aproximadamente 1 cm, para encaixar as respectivas representações das ligações químicas, conforme é mostrado na Figura 1.



Figura 1: Esfera de isopor com as adaptações para representar as ligações químicas.

As esferas de isopor foram revestidas com massa de biscoito (com suas respectivas cores, sendo: para o hidrogênio-amarelo; carbono-vermelho; oxigênio-azul claro; cloro-verde escuro; enxofre-magenta; fósforo-roxo; nitrogênio-azul escuro; e sódio-cinza), conforme representado no Quadro 1.

Após a secagem da massa de biscoito, foi colada a devida simbologia em braille (H, C, N, O, S, P, Na e Cl) para cada elemento químico, conforme representado na Figura 2 e Quadro 1.

Para a representação das ligações químicas, foram utilizadas hastes flexíveis (podendo ser utilizados tubos vazios transparentes de canetas), medidas e cortadas em três tamanhos, como representado na Figura 3 [Ligações simples (2 cm) - Figura 3a, ligações simples (3,5 cm) - Figura 3b e ligações dupla e tripla (5 cm) - Figura 3c].

No Quadro 2, encontram-se exemplos de ligações químicas, representadas com o kit molecular: ligação simples (água), ligação dupla (oxigênio) e ligação tripla (etino).

Resultados e Discussão

Nos últimos anos, a busca por recursos didáticos voltados para o ensino inclusivo de química tem se intensificado devido à lei nº 13.146/15, que visa promover condições de igualdade para pessoas com deficiência na educação básica e superior (Razuck e Guimarães, 2014).

Ao longo desses anos, uma sequência de ferramentas metodológicas foi desenvolvida, com a finalidade de facilitar o processo de ensino-aprendizagem, relacionadas aos conteúdos de estrutura atômica, propriedades químicas, geometria molecular e estereoquímica (estruturas tridimensionais-3D), por alunos com ou sem deficiência visual.

Para entender os fenômenos químicos, há necessidade de compreender a estrutura dos átomos, bem como suas propriedades e, para isso, modelos atômicos foram desenvolvidos ao longo da história, evoluindo com o avanço científico. O desenvolvimento da Tabela Periódica e do conceito de configuração eletrônica forneceram aos químicos uma base lógica para explicar a formação de moléculas e de compostos.

Quadro 1: Legenda das representações de átomos desenvolvidas no kit molecular.

Elemento	Símbolo	Cor	Imagem
Hidrogênio	H	Amarelo	
Carbono	C	Vermelho	
Oxigênio	O	Azul claro	
Cloro	Cl	Verde escuro	
Enxofre	S	Magenta	
Fósforo	P	Roxo	
Nitrogênio	N	Azul escuro	
Sódio	Na	Cinza	



Figura 2: Modelo de átomo (carbono) com a simbologia em braille.

A maneira como os átomos estão ligados influencia na geometria de uma molécula.

A geometria molecular é o arranjo tridimensional dos átomos em uma molécula, sendo que a geometria afeta as suas propriedades físicas e químicas, como densidade, ponto de fusão, ponto de ebulição e reatividade. Diante da estrutura tridimensional de uma molécula, o estudante pode prever sua reatividade e propriedades químicas e físicas (Fabri e Giacomini, 2017; Lima, 2017).

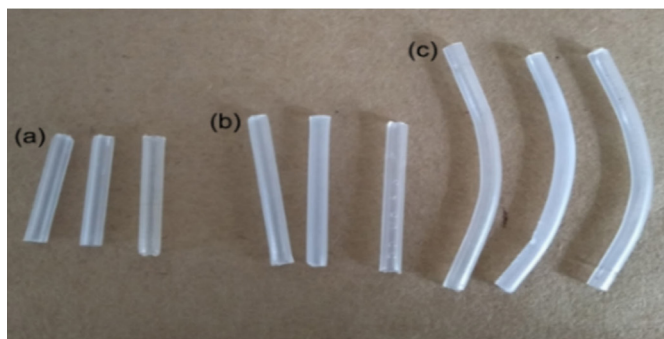


Figura 3: (a) representação de ligação simples (2 cm), (b) representação de ligação simples (3,5 cm), (c) representação de ligação dupla ou tripla (5 cm).

Ensinar geometria molecular e estereoquímica é algo desafiador para os professores, já que é muito visual, necessitando a compreensão das representações tridimensionais. Para minimizar essa dificuldade e auxiliar a compreensão dos conceitos químicos e representações tridimensionais, alguns recursos didáticos são utilizados, como, por exemplo, os modelos moleculares (Raupp e Pino, 2013). Para que essas representações possam ser inclusivas, há necessidade de associar sentidos táteis e sensoriais aos modelos moleculares, sobretudo para os alunos com deficiência visual (Brasil, 2017, Fernandes *et al.*, 2017).

Tratando-se da concepção sensorial, a observação deixa de ser um recurso exclusivamente visual e passa a abranger o maior número de informações que possam ser captadas através de todos os sentidos complementares, para viabilizar um aprendizado significativo para alunos cegos e videntes (Anjos e Camargo, 2011).

Para contribuir com o ensino inclusivo, Scalco *et al.* (2012) desenvolveram um modelo molecular utilizando esferas de isopor em tamanhos diferenciados, fios de cobre para representar as ligações químicas, cola branca, tinta, massa de textura, verniz incolor, areia colorida, cola colorida e barbante colorido. As esferas de isopor foram recobertas com texturas diferentes para representar cada um dos átomos, cola cinza (nitrogênio), barbante preto (carbono), textura lisa pintada de lilás (fósforo), areia vermelha (oxigênio), pasta de modelagem pintadas na cor verde (enxofre) e textura lisa pintada de branco (hidrogênio).

Fernandes *et al.* (2014) também contribuíram para o ensino inclusivo. Eles representaram os átomos como esferas de isopor em que a simbologia dos elementos foi marcada em braille. Esse é um material de fácil acesso e baixo custo; no entanto, apresenta algumas desvantagens, devido às esferas de isopor serem frágeis e quebradiças, apresentarem grande desgaste com o uso e assim, necessidade de confeccionar novos modelos a cada uso.

Lounnas *et al.* (2014) também fizeram sua contribuição ao ensino inclusivo, desenvolvendo o software AsteriX capaz de converter imagem molecular dimensional (2D) em tridimensional (3D), e assim a molécula pode ser impressa em formato físico. Os modelos físicos 3D com impressão em braille permitem que o aluno com deficiência visual possa desenvolver modelos mentais de moléculas complexas, sendo possível obter as mesmas informações que os estudantes videntes têm ao observar os modelos de moléculas através da tela de computador. O software está disponível publicamente, sendo que as representações das estruturas são extraídas automaticamente de artigos em formato PDF e analisadas para verificar os tipos de átomos, conectividade, ligações químicas e estereoquímica presentes na molécula.

Considerando as metodologias e ferramentas disponíveis na literatura, bem como a dificuldade que os professores têm no planejamento e confecção de materiais inclusivos, nosso grupo propôs a produção de um kit molecular inclusivo, confeccionado com massa de biscuit, um material mais resistente, que, ao ser manipulado durante as aulas, não é facilmente danificado. Esses modelos foram produzidos de forma a ser utilizados por várias vezes consecutivas e podem ser montados e desmontados, possibilitando a representação de diversas moléculas orgânicas para o ensino de ligações química, geometria molecular e isomeria.

Na elaboração do kit molecular, os átomos foram confeccionados com cores mais fortes e diferenciadas, permitindo que alunos com baixa visão possam melhor visualizar os diferentes átomos (Bustos *et al.*, 2004; Maranhão *et al.*, 2018).

Conforme já citado, substâncias que possuem a mesma fórmula molecular, porém que apresentam estruturas diferentes, são ditas isômeros. Os isômeros podem ser classificados em isômeros constitucionais e estereoisômeros, conforme representado na Figura 4 (Singh *et al.*, 2014).

Quadro 2: Representações de ligações químicas utilizando o kit molecular.

Ligações químicas	Estrutura 2D	Estrutura 3D	Fórmula molecular	Nome
Simples			H ₂ O	Água
Dupla			O ₂	Oxigênio
Tripla			C ₂ H ₂	Etino

Os isômeros de constituição são compostos que apresentam mesma fórmula molecular, porém estão conectados e arranjados de forma distinta. Já os estereoisômeros são isômeros com a mesma constituição, porém seus átomos estão espacialmente distribuídos de formas diferentes e são subdivididos em enantiômeros e diastereoisômeros (Carey, 2011; Thomas, 2015; Barreiro *et al.*, 1997). A mistura com a mesma proporção de dois enantiômeros (*R,S*) em uma solução é denominada mistura racêmica. Para diferenciar um enantiômero do outro, usam-se as regras de nomenclatura de Cahn-Ingold-Prelog, com as configurações (*R*) ou (*S*). De acordo com a ordem de prioridade dos átomos arranjados espacialmente, se no sentido anti-horário, levam a configuração (*S*), e, no sentido horário, a (*R*) (Carey, 2011; Cahn *et al.*, 1966).

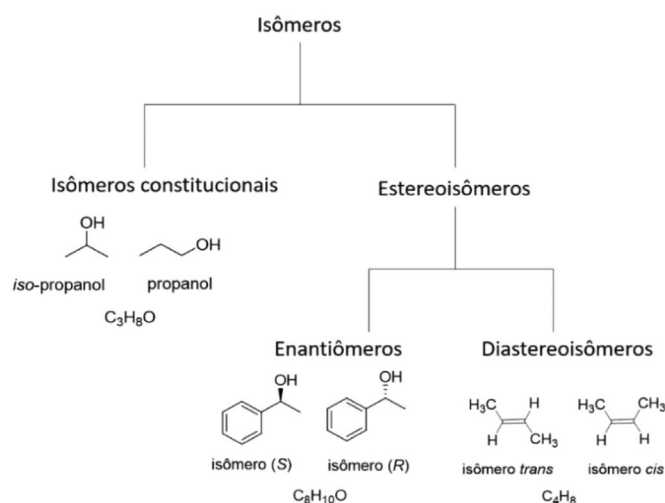


Figura 4: Representação dos diferentes tipos de isomeria

Para entender a geometria das moléculas, bem como a isomeria, é fundamental a compreensão das ligações químicas, sendo esta a união entre átomos. As ligações podem ser divididas em ligações iônica (que envolvem a atração eletrostática entre íons de cargas opostas) e a ligação covalente (que é o compartilhamento entre os pares de elétrons de valência de cada átomo). Esta última pode ser subdividida em ligação covalente polar ou apolar (Carey, 2011; Lima *et al.*, 2018). A ligação covalente entre átomos diferentes é formada através do compartilhamento do par de elétrons de forma desigual, ou seja, com cargas eletrostáticas parciais entre os átomos, resultando na ligação covalente polar. A ligação

covalente apolar ocorre entre átomos iguais e os elétrons são compartilhados igualmente pelos átomos envolvidos (Fernandes e Silva, 2019).

A partir da conectividade entre os átomos pode-se prever a geometria de uma molécula, ou seja, como os átomos estão arranjados espacialmente (Lima *et al.*, 2018; Clayden, 2012). No Quadro 3 estão representados exemplos de ligação covalente polar (ácido clorídrico) e ligação covalente apolar (dióxido de carbono).

A partir do kit molecular, também é possível representar e explorar a geometria molecular de diferentes moléculas, por exemplo, a geometria linear representada pela molécula de dióxido de carbono, a angular (água), a trigonal plana (formaldeído), a pirâmide trigonal (amônia), a tetraédrica (metano) e a gangorra (tetracloroeto de enxofre), conforme exposto no Quadro 4. Com essas estruturas, o professor pode explorar as ligações químicas, as ligações sigma (σ) e pi (π), a polaridade, o comprimento de ligação, a ressonância, a força de ligação entre os átomos, a hibridação dos orbitais, dentre outros conceitos.

Através desse kit molecular inclusivo, diferentes representações tridimensionais de compostos orgânicos podem ser abordadas. Os alunos podem utilizar o sentido tátil para compreender os conteúdos, pois as representações, no ensino de química, auxiliam os estudantes a compreender conteúdos abstratos. Dessa maneira, a junção do conhecimento envolvendo o sentido auditivo, oral e tátil com os materiais concretos possibilita uma aprendizagem mais significativa, desenvolvendo o conhecimento científico. Para os alunos com deficiência visual, representações com modelos concretos é imprescindível, pois, através de modelos táteis, os alunos podem desenvolver a representação do modelo mental e assim compreender o conteúdo estudado (Fabri e Giacomini, 2017; Fernandes *et al.*, 2017).

De acordo com Giordan (1999) e Marra e colaboradores (2017), a viabilidade de aproximar a química do modo concreto e perceptível aos sentidos faz com que os estudantes sintam-se motivados a assimilar os conceitos de forma mais efetiva. Nesse contexto, diversos exemplos podem ser discutidos com os alunos, contextualizando-os com temas que estão presentes em seu cotidiano, como o butano, que é um gás pertencente a classe dos hidrocarbonetos, sendo um dos gases presentes no gás liquefeito de petróleo (GLP) e também conhecido como gás de cozinha, sendo obtido pelo refino do petróleo (Gioda, 2018). Na Figura 5a encontra-se

Quadro 3: Representações de ligações química desenvolvidas com o kit molecular

Ligações química	Estrutura 2D	Estrutura 3D	Fórmula molecular	Nome
Covalente Polar			HCl	Ácido clorídrico
Covalente Apolar			CO ₂	Dióxido de carbono

Geometria molecular	Estrutura 2D	Estrutura 3D	Fórmula molecular	Nome
Linear			CO ₂	Dióxido de carbono
Angular			H ₂ O	Água
Trigonal Plana			CH ₂ O	Formaldeído
Pirâmide Trigonal			NH ₃	Amônia
Tetraedro			CH ₄	Metano
Gangorra			SCl ₄	Tetracloroeto de enxofre

representada sua estrutura no plano bidimensional (2D) e na Figura 5b tem-se a representação tridimensional (3D).



Figura 5: Representação da estrutura molecular do butano. (a) Estrutura molecular do butano bidimensional. (b) estrutura molecular do butano tridimensional, desenvolvida com o kit molecular inclusivo.

Outro exemplo é o ácido acético, principal componente do vinagre de cozinha representado na estrutura bidimensional (2D) na Figura 6a e em estrutura tridimensional (3D) na Figura 6b.

Além desses exemplos, pode ser explorada a estrutura molecular tridimensional de moléculas presente em fármacos, como, por exemplo, o captopril (utilizado no tratamento da hipertensão), o ácido acetilsalicílico (conhecido como aspirina, analgésico antipirético e anti-inflamatório), dentre vários outros (Raupp e Pino, 2015).

Na Figura 7, tem-se a representação da estrutura da

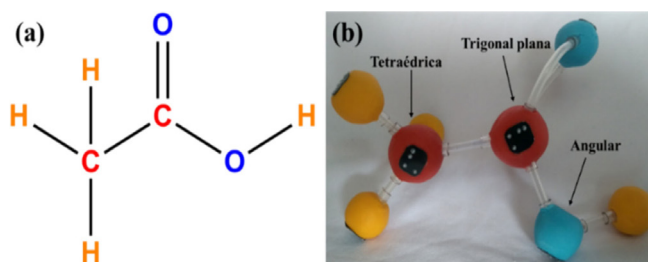


Figura 6: Representação da estrutura molecular do ácido acético. (a) Geometria molecular do ácido acético bidimensional. (b) geometria molecular do ácido acético tridimensional desenvolvida com o kit molecular inclusivo, representando a geometria molecular presente entre as ligações química.

molécula do ácido acetilsalicílico, sendo a estrutura bidimensional (2D) na Figura 7a e a estrutura tridimensional (3D) na Figura 7b.

Outro conceito, envolvendo o entendimento de estruturas tridimensionais e de grande importância no cotidiano das pessoas, é a quiralidade das moléculas, sendo essa a condição necessária para a existência de enantiômeros (Carey, 2011). Os enantiômeros podem apresentar atividades biológicas distintas um do outro como, por exemplo, o fármaco ibuprofeno representado na Figura 8, que é um anti-inflamatório composto por dois enantiômeros, sendo

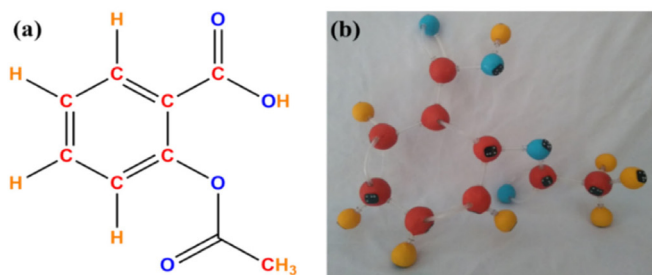


Figura 7: Representação da estrutura molecular do ácido acetilsalicílico. (a) Geometria molecular bidimensional do ácido acetilsalicílico. (b) estrutura tridimensional do ácido acetilsalicílico desenvolvida com o kit molecular inclusivo.

que somente o enantiômero (*S*) (Figura 8a e 8b) é o agente ativo; o isômero (*R*) (Figura 8c e 8d) é inativo, ou seja, não possui ação anti-inflamatória (Paiva, 2006). Na farmacologia, muitos medicamentos são quirais, como, por exemplo, a fluoxetina, em que o enantiômero *R* é um antidepressivo e a *S*-fluoxetina foi testada para tratar enxaqueca. Para o fármaco cetamina, o isômero (*S*) possui ação anestésica, enquanto o isômero (*R*) causa alucinações e agitação (Ribeiro *et al.*, 2016).

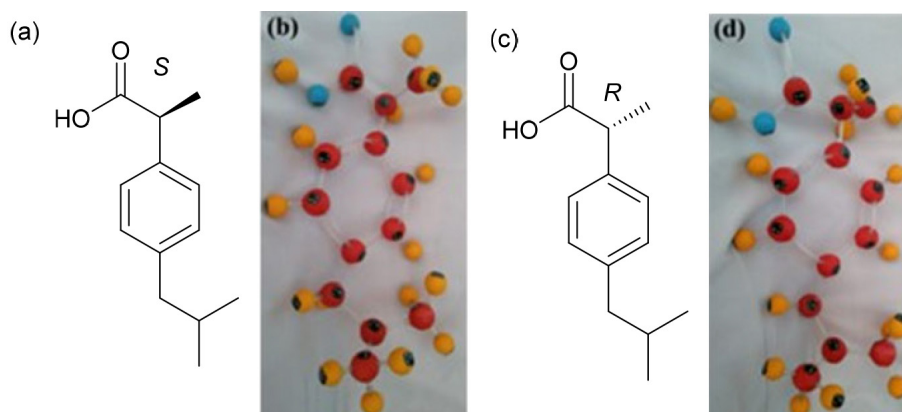


Figura 8: Representação da estrutura molecular do ibuprofeno (a) Estrutura bidimensional do enantiômero (*S*)-ibuprofeno. (b) Estrutura tridimensional do enantiômero (*S*)-ibuprofeno desenvolvida com o kit molecular inclusivo. (c) Estrutura bidimensional do enantiômero (*R*)-ibuprofeno. (d) Estrutura tridimensional do enantiômero (*R*)-ibuprofeno desenvolvida com o kit molecular inclusivo.

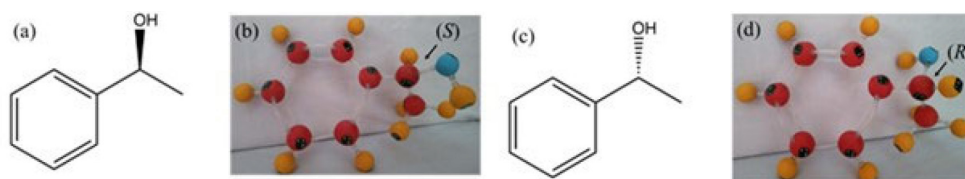


Figura 9: Representação da estrutura molecular do feniletanol. (a) Estrutura bidimensional do enantiômero (*S*)-feniletanol. (b) Estrutura tridimensional do enantiômero (*S*)-feniletanol desenvolvida com o kit molecular inclusivo. (c) Estrutura bidimensional do enantiômero (*R*)-feniletanol. (d) Estrutura tridimensional do enantiômero (*R*)-feniletanol desenvolvida com o kit molecular inclusivo.

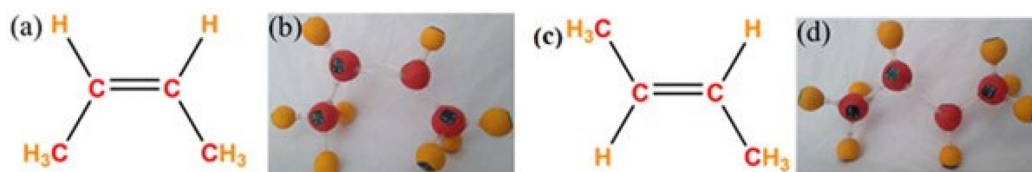


Figura 10: Representação da estrutura molecular do 2-butenos. (a) Estrutura bidimensional do *cis*-2-butenos. (b) Estrutura tridimensional do *cis*-2-butenos desenvolvida com o kit molecular inclusivo. (c) Estrutura bidimensional do *trans*-2-butenos. (d) Estrutura tridimensional do *trans*-2-butenos desenvolvida com o kit molecular inclusivo.

Outra molécula que pode ser explorada para o entendimento da quiralidade e da isômeria é o feniletanol (Figura 9), pertencente à classe dos álcoois secundários quirais, molécula muito usada como bloco de construção na síntese de diferentes fármacos dentro da química medicinal, na síntese de compostos bioativos e agroquímicos (Sampaio *et al.*, 2020).

No conceito de isomeria, o conhecimento de moléculas diastereoisoméricas também é de grande relevância: essas moléculas possuem propriedades físicas diferentes, como ponto de fusão e ebulição, solubilidade, etc. (Gandolfi *et al.*, 2020). Os isômeros *cis* e *trans* são diastereoisômeros. Para nomeá-los, basta levar em conta a prioridade dos átomos ligados à dupla, de acordo com a regra de nomenclatura de Cahn-Ingold-Prelog. Os substituintes de maior prioridade, se estiverem do mesmo lado, levam à nomenclatura *cis* e, em lados opostos, *trans*, como pode ser observado nos isômeros do 2-butenos, representado na Figura 10.

Para um alqueno trissubstituído ou tetrassubstituído, a terminologia *E* (substituintes de maior prioridade em lados opostos) e *Z* (substituintes de maior prioridade do mesmo lado) é utilizada, levando em conta a regra de nomenclatura de Cahn-Ingold-Prelog (Clayden, 2012; Cahn *et al.*, 1966).

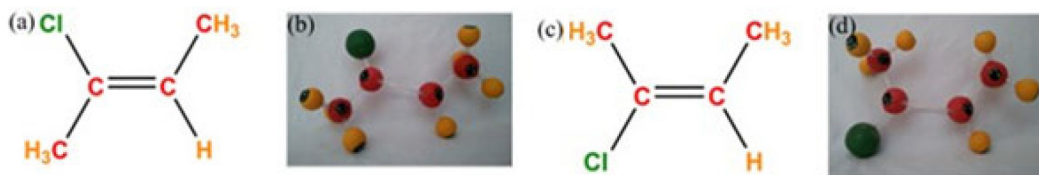


Figura 11: Representação da estrutura molecular do 2-cloro-2-buteno. (a) Estrutura bidimensional do isômero (Z)-2-cloro-2-buteno. (b) Estrutura tridimensional do isômero do (Z)-2-cloro-2-buteno desenvolvida com o kit molecular inclusivo. (c) Estrutura bidimensional do isômero (E)-2-cloro-2-buteno. (d) Estrutura tridimensional do isômero (E)-2-cloro-2-buteno desenvolvida com o kit molecular inclusivo.

Na Figura 11, está representado um exemplo de isomeria de alquenos trissubstituído, o 2-cloro-2-buteno.

A versatilidade do kit molecular permite que muitas estruturas moleculares possam ser representadas, abordando diferentes conteúdos de forma inclusiva. Devido ao fato de ser desenvolvido com materiais acessíveis e de baixo custo, pode ser facilmente reproduzido e, com isso, contribuir para um ensino inclusivo e auxiliar no processo de ensino aprendizagem, envolvendo professores, alunos com deficiência visual, bem como os alunos videntes.

Conclusão

Os avanços em relação à elaboração de políticas educacionais inclusivas estabelecem a garantia de direito para a inserção de estudantes com necessidades educacionais especiais na rede regular de ensino, conforme contemplado na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9394/1996) e no Estatuto da Pessoa com Deficiência (13146/2015) (Brasil, 2015). Infere-se que todo o processo de ensino e aprendizagem requer o desenvolvimento das propostas políticas pedagógicas, relativa ao planejamento adaptado, escolhas de metodologias ativas, processos de avaliação qualitativa, recursos didáticos, avaliação da aprendizagem e formação docente inicial e continuada.

Nesse sentido, é de extrema relevância que a formação inicial do docente de química, com vista a aspectos teóricos e filosóficos relativos à inclusão escolar, seja recebida como parte integrante do processo de formação e não como um

adendo para complementar os estudos. O enfrentamento a esses desafios fez com que os autores propusessem possibilidades de práticas pedagógicas eficientes para docentes e discentes e, assim, os mesmos se habilitem para superar os desafios que existem em sala de aula e na sociedade, colaborando com uma educação inclusiva. Dessa forma, foi desenvolvido um kit molecular flexível que pode promover um ensino inclusivo tanto na educação básica, como no ensino superior, e auxiliar no ensino das ligações químicas, geometria molecular, isomeria e estereoquímica. Devido ao kit molecular ter sido desenvolvido com materiais de baixo custo (isopor revestido com massa de biscoito e hastes de caneta reciclável), é facilmente reproduzido, podendo ser construído e utilizado por diferentes públicos, auxiliando professores e alunos no ensino de química.

Gesieli Prado Cardoso da Silva (gesieli@alunos.utfpr.edu.br), licenciada em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Atualmente é professora SEED-PR. Curitiba, PR – BR. **Franciane de Fátima Foques** (franfoques@yahoo.com.br), mestra em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, bacharel e licenciada em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é editora de conteúdo de materiais didáticos da rede privada de ensino. Curitiba, PR – BR. **Marta Rejane Proença Filietaz** (martafiletiz@utfpr.edu.br), licenciada em Pedagogia, mestra em Educação e doutora em Distúrbios da comunicação pela Universidade Tuiuti do Paraná. Atualmente é professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, PR – BR. **Cristiane Pilissão** (pilissao@utfpr.edu.br), bacharel em Química pela Universidade Federal de Santa Maria, licenciada em Química, mestra e doutora em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, PR – BR.

Referências

- ANJOS, P. T. A. e CAMARGO, E. P. Didática multissensorial e o ensino inclusivo de ciências. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*, v. 17, p. 192-196, 2011.
- BARREIRO, E. J.; FERREIRA, V. F. e COSTA, P. R. R. Substâncias enantiomericamente puras (SEP): A questão dos fármacos quirais. *Química Nova*, v. 20, n. 6, p. 647-656, 1997.
- BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C.; BONOMO, F. A. F.; VARGAS, G. N.; ARAÚJO, R. J. S. e ALVES, D. R. A experimentação no ensino de química para deficientes visuais com o uso de tecnologia assistiva: o termômetro vocalizado. *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 3, p. 245-249, 2017.
- BRASIL. Ministério de Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. *Grafia Química Braille para uso no Brasil*. 3ª ed. Brasília: SECADI, 2017.

- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.
- BUSTOS, C.; FEDRIZZI, B. e GUIMARÃES, L. B. M. Percepção dos deficientes visuais cores x texturas. In: *Conferência latino-americana de construção sustentável, X Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído*, São Paulo-SP, 2004.
- CAHN, R. S.; INGOLD, C. K. e PRELOG, V. Specification of molecular chirality. *Angewandte Chemie International Edition*, v. 5, n. 4, p. 385-415, 1966.
- CAREY, F. A. *Química orgânica*. 7ª ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.
- CARUSO, F. T.; HUSSEIN, F. R. G. S. e DOMINGUES, R. C. P. R. Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação num enfoque multissensorial. *Química Nova na Escola*; v. 39, n. 2, p. 195-203, 2017.
- CLAYDEN, J. e GREEVES, N. *Organic Chemistry*. 2ª ed. Oxford: OUP, 2012.

- COELHO, F. A. S. Fármacos e quiralidade. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 3, p. 23-32, 2001.
- COSTA, S. C. e FERNANDES, J. C. B. Listening to pH. *Journal of Chemical Education*, v. 2, n. 96, p. 372-376, 2018.
- DUARTE, C. C. C.; OSHIRO, L. C. S.; CARVALHO, L. P.; BENEDETTI, F. E. e SOUZA, J. A. Química além da visão: uma proposta de material didático para ensinar química para deficientes visuais. *Revista ELO – Diálogos em Extensão*, v. 8, n. 2, p. 42-50, 2019.
- FABRI, P. H. e GIACOMINI, R. A. Estudo da motivação do aluno no processo de ensino e aprendizagem promovida pelo uso de modelos moleculares, validado por meio de áudio e vídeo. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 3, p. 196-208, 2017.
- FARIA, B.; BONOMO, F.; RODRIGUES, A.; VARGAS, G.; SILVA, J.; OLIVEIRA, M. e BENITE, C. Ensino de química para deficientes visuais numa perspectiva inclusiva: estudo sobre o ensino da distribuição eletrônica e identificação dos elementos químicos. *Resumos do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XI ENPEC)*, Florianópolis-SC, 2017.
- FERNANDES, T. C. *Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação e dos programas computacionais para um ensino mais inclusivo*. 2014. 88f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- FERNANDES, J. M.; FRANCO, P. S.; ZAMBELLI, M. H. e FREITAS, R. I. A elaboração de materiais para o ensino de modelos atômicos e distribuição eletrônica para discente cego: produtos de um projeto PROBIC-Jr. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 6, p. 95-108, 2017.
- FERNANDES, S. L. e SILVA, J. L. P. B. Um sistema conceitual para ligação covalente na perspectiva da teoria histórico-cultural. *Resumos do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XII ENPEC)*. Rio Grande do Norte, Natal, 2019.
- FERNANDES, G. A.; OCAMPO, R. A.; CONSTANTINO, A. R. e DOP, N. S. Application of didactic strategies as multisensory teaching tools in organic chemistry practices for students with visual disabilities. *Journal of Chemical Education*, v. 96, n. 4, p. 691-696, 2019.
- FERREIRA, C.; ARROIO, A. e BRITO, R. D. Uso de modelagem molecular no estudo dos conceitos de nucleofilicidade e basicidade. *Química Nova*, v. 34, n. 9, p. 1661-1665, 2011.
- GANDOLFI, R. C.; PEREIRA, M. A. A.; LIMA, R. Y.; SILVA, E. F.; MARTINS, J. V. T. B.; CARVALHO, R. G.; FIGUEIREDO JUNIOR, A. G.; FERRAZ, R. R. N. e MENEZES-RODRIGUES, F. S. A importância da técnica de cromatografia líquida de alta eficiência no isolamento do fármaco enantiômero puro esomeprazol. *International Journal of Health Management Review*, v. 6, n. 1, p. 1-12, 2020.
- GIBIN, G. B. e FERREIRA, L. H. A formação inicial em química baseada em conceitos representados por meio de modelos mentais. *Química Nova*, v. 33, n. 8, p. 1809-1814, 2010.
- GIODA, A. Comparação dos níveis de poluentes emitidos pelos diferentes combustíveis utilizados para cocção e sua influência no aquecimento global. *Química Nova*, v. 41, n. 8, p. 839-848, 2018.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 10, p. 43-49, 1999.
- LACONSAY, C. J.; HENRY, B. e TANTILLO, D. J. Visualization without vision - how blind and visually impaired students and researchers engage with molecular structures. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, v. 26, n. 1, p. 1-21, 2020.
- BRASIL. *Lei n. 13.146, de 6 de julho de 2015. Estatuto da Pessoa com Deficiência*. Brasília, 2015.
- LIMA, B. T. S. A natureza da ciência e o ensino: investigando as percepções de futuros professores de química. *Resumos do VI Congresso Nacional de Educação (VI CONEDU)*, Fortaleza, 2019.
- LIMA, B. T. S. *Proposta de Química Orgânica para alunos com deficiência visual: desenhando prática pedagógica inclusiva*. 2017. 172 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.
- LIMA, E. F. O uso das TICs e da pesquisa como recursos pedagógicos no ensino de bioquímica para o curso de licenciatura em Química. *Revista de Graduação USP*, v. 2, n. 2, p. 115-120, 2017.
- LIMA, F. S. C.; ARENAS, L. T. e PASSOS, C. G. A metodologia de resolução de problemas: uma experiência para o estudo das ligações químicas. *Química Nova*, v. 41, n. 4, p. 468-475, 2018.
- LIMA, M. B. e LIMA, N. P. Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de química. *Química Nova*, v. 22, n. 6, p. 903-906, 1999.
- LIMA, V. L. E. Os fármacos e a quiralidade: uma breve abordagem. *Química Nova*, v. 20, n. 6, p. 657-663, 1997.
- LOUNNAS, V.; WEDLER, H. B.; NEWMAN, T.; SCHAFTENAAR, G.; HARRISON, J. G.; NEPOMUCENO, G.; PEMBERTON, R.; TANTILLO, D. J. e VRIEND, G. Visually impaired researchers get their hands on quantum chemistry: application to a computational study on the isomerization of a sterol. *Journal of Computer-Aided Molecular Design*, v. 28, p. 1057-1067, 2014.
- MARANHÃO, J. C.; DAXENBERGER, A. C. S. e SANTOS, M. B. H. O ensino de química em uma perspectiva inclusiva: proposta de adaptação curricular para o ensino da evolução dos modelos atômicos. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, v. 4, n. 2, p. 568-587, 2018.
- MARRA, N. N. S.; CAMPOS, R. C. R.; SILVA, N. S. e CAVALCANTE, F. S. Z. Atividade experimental de química para uma turma inclusiva com um estudante cego: a importância do estudo do contexto. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 8, p. 13-30, 2017.
- MELAKU, S.; SCHRECK, J. O.; GRIFFIN, K. e DABKE, R. B. Interlocking toy building blocks as hands-on learning modules for blind and visually impaired chemistry students. *Journal of Chemical Education*, v. 93, n. 6, p. 1049-1055, 2006.
- PAIVA, A. P. O fenômeno da quiralidade – bases de estereoquímica. *Química*, série II, n.103, p. 56-61, 2006.
- PAULO, P. R. N. F.; BORGES, N. M. e DELOU, C. M. C. Produção de materiais didáticos acessíveis para o ensino de química orgânica inclusiva. *Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, v. 11, n. 23, p. 116-125, 2018.
- POZO, J. I. e CRESPO, M. A. G. *A aprendizagem e o Ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- RAUPP, D. T. e PINO, J. C. D. O desafio do ensino de estereoquímica no Ensino Médio e o papel da visualização. *Resumos do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC)*, Águas de Lindóia, São Paulo, 2013.

RAUPP, D. e PINO, J. C. D. Estereoquímica no ensino superior: historicidade e contextualização em livros didáticos de química orgânica. *Acta Scientiae*, v. 17, n. 1, p. 146-168, 2015.

RAZUCK, R. C. S. R. e GUIMARÃES, L. B. O desafio de ensinar modelos atômicos a alunos cegos e o processo de formação de professores. *Revista Educação Especial*, v. 27, n. 48, p. 141-154, 2014.

RIBEIRO, A. R.; AFONSO, C.; CASTRO, P. M. L. e TIRITAN, M. E. Fármacos quirais em diferentes matrizes ambientais: ocorrência, remoção e toxicidade. *Química Nova*, v. 29, n. 5, p. 598-607, 2016.

ROMERO, A. L.; BAPTISTELLA, L. H. B.; COELHO, F. e IMAMURA, P. M. Resolution of ibuprofen: a project for an experimental organic chemistry course. *Química Nova*, v. 35, n. 8, p. 1680-1685, 2012.

SAMPAIO, V. H. G.; ASSUNÇÃO, J. C. C.; DANTAS, C. R. A. A.; FERREIRA, D. A.; BASTOS, A. K. P. e SAMPAIO, C. G. Biocatalisadores vegetais na redução de acetofenonas pró-quirais e suas contribuições para a química verde. *Conexão Ciência e Tecnologia*, v. 14, n. 3, p. 34-44, 2020.

SCALCO, K. C.; PINHEIRO, B. S.; PIETRO, G. M. e KIIL, K. B. O modelo molecular adaptado e o desenvolvimento da noção

da tridimensionalidade. *Resumos do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)*, Salvador, Bahia, 2012.

SILVA, R. P. *A Tabela periódica como tecnologia assistiva na educação em química para discentes cegos e com baixa visão*. 2017. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

SILVA, W.; SOUSA, A. E. S. B.; SONDERMANN, D. V. C. e COMARÚ, M. W. Materiais didáticos inclusivos para o ensino de química: desafiando professores em formação. *Resumos do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XI ENPEC)*, Florianópolis, 2017.

SINGH, K.; SHAKYA, P.; KUMAR, A.; ALOK, S.; KAMAL, M. e SINGH, S. P. Stereochemistry and its role in drug design. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, v. 5, n. 11, p. 4644-4659, 2014.

THOMAS, J. C. *Aplicação do sistema de fluxo contínuo em reações de resolução cinética enzimática: obtenção de álcoois secundários opticamente ativos empregando a lipase B de Candida antartica*. 2015. 121 f. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

Abstract: *Inclusive molecular kit for the teaching of three-dimensional structures for visually impaired students.* Research in teaching-learning is a way to find solutions to problems experienced in the classroom and, consequently, develop teaching methods to address these problems. In Brazil, there has been a natural transition to accommodate students with disabilities in the regular curriculum. However, methods to teach chemistry to this population are still very incipient. In order to address this issue, we have developed a sustainable, affordable and versatile molecular kit that can be used to make chemistry classes more accessible to visually impaired students. The kit uses biscuit dough-coated Styrofoam spheres and recyclable pen sticks and is designed to address topics related to chemistry: chemical bond, molecular geometry and stereochemistry. It is an ideal alternative for instructors, regular students, and especially students visually impaired students.

Keywords: visual impairment, molecular kit, isomerism, stereochemistry