

CONSTRUÇÃO DE MODELOS PARA ILUSTRAÇÃO DE ESTRUTURAS MOLECULARES EM AULAS DE QUÍMICA

M. B. Lima, P. De Lima-Neto

Departamento de Química Analítica e Físico-Química - Universidade Federal do Ceará - CP 6035 - 60451-970 - Fortaleza - Ce

Recebido em 14/9/98; aceito em 12/1/99

CONSTRUCTIONS OF MODELS FOR ILLUSTRATION OF MOLECULAR STRUCTURE IN CHEMICAL CLASS. This paper describes the construction of a kit of molecular model for illustration of molecular structure in chemical class using cheap materials. The atoms were represented by plastic spheres and the bonds between the atoms were made from plastic straws which were cut in the required length using a scale of 1.6 cm corresponding to 100 pm. Examples of adaptations made in this kit for didactical application are given.

Keywords: molecular models; chemical class; illustration of chemical structure.

INTRODUÇÃO

No ensino da química, o modo como alguns temas específicos são abordados em sala de aula: (a) ligações químicas, (b) estruturas moleculares e (c) estereoquímica, leva o estudante, secundarista ou universitário, a imaginar a química como uma ciência abstrata, pois muitas vezes este não consegue conceber estas idéias no espaço tridimensional, dificultando consideravelmente o aprendizado, além de transmitir o conceito errôneo de que o estudo da química é meramente decorativo. Assim, cabe aos profissionais do ensino da química buscar alternativas didáticas que promovam a melhoria do aprendizado, mostrando aos alunos que a química é uma ciência cujos conceitos e leis são consequência direta do comportamento da natureza.

O uso de modelos moleculares é simples e de grande valia para este propósito, pois apoia a visualização das ligações químicas existentes entre os núcleos atômicos que compõem uma molécula, como também possibilita desenvolver no aluno a percepção do arranjo espacial destas. A construção de modelos moleculares pode ser feita de várias formas e usando os mais variados materiais¹⁻⁹. A Tabela 1 mostra comparativamente as vantagens e desvantagens de modelos comerciais e de modelos alternativos que estão propostos na literatura.

Portanto, visando aprimorar as técnicas de ensino da química a estudantes do segundo e terceiro graus, quando aplicada ao estudo da formação dos esqueletos moleculares e ao arranjo espacial das moléculas, este trabalho mostra como o profissional do ensino da química pode construir, de um modo prático e barato, seu próprio conjunto de modelos moleculares, para que este também incentive seus alunos a construir seus próprios conjuntos, objetivando desenvolver neles habilidade manual e criatividade, pois além de auxiliar no aprendizado por meio de ilustrações moleculares, é útil para mostrar a química como uma ciência da natureza e não como uma abstração. Outra grande vantagem que o profissional da química tem nas mãos ao construir seu próprio modelo é a possibilidade de fazer as adaptações que achar necessário para esclarecer alguns pontos da química, como por exemplo a diferença entre ligação de hidrogênio e ponte de hidrogênio, que é difícil mostrar utilizando os conjuntos comerciais existentes.

CONSTRUÇÃO DO CONJUNTO DE MODELOS MOLECULARES

Para a construção do conjunto foi desenvolvida uma técnica artesanal, onde os átomos são representados por bolinhas de

Tabela 1. Relação das vantagens e desvantagens de modelos comerciais e alternativos que são propostos na literatura.

Tipo	Vantagens	Desvantagens	Ref.
Comerciais	Acabamento fino, ângulos corretos	Importados, caros, limitado número de peças, são específicos, fácil desgaste, configurações espaciais restritas	
Bolas de isopor com palitos de dente	Acessível e versátil com ampla e pronta aplicação	Ocupa muito espaço e é de fácil desgaste	2
Canudos de bebida	Fácil aquisição, cores variadas	Montagem definitiva, frágil e muito leve.	3
Balões de aniversário	Acessível, cores variadas	Definitivo, frágil, muito leve	4
Arame	Fácil construção	Difícil manuseio da estrutura, uso restrito	5
Bolas de isopor com canudos, alfinetes e arames	Versátil, ampla aplicação em química, acessível	Montagens definitivas, difícil posicionamento dos ângulos	6

plástico (contas de bijuterias de número 08) nas quais foram inseridos prolongamentos de metal (aço galvanizado ou cobre) dispostos em ângulos corretos para fixar as ligações com o uso de formas improvisadas. Neste conjunto, as ligações são representadas por tubos de plástico coloridos (hastes de cotonetes), sendo que seus comprimentos estão relacionados aos das ligações reais através da adoção da seguinte escala⁸: 1,6 cm corresponde a 100 pm (picômetro). O cálculo do comprimento dos tubos de plástico na representação de uma determinada ligação química é feito somando os comprimentos das ligações dado na Tabela 2 e convertendo em centímetro⁸. Esta tabela associa ainda os diferentes tipos de átomos às cores adotadas para representá-los. A Tabela 3 mostra os diferentes tipos de átomos relacionados aos ângulos de ligação e ao formato destes no modelo.

Na construção deste conjunto foram utilizados arames de aço galvanizado com 1,6 mm de diâmetro para fixar os tubos de plásticos (haste de cotonetes) que representam as ligações. Fios

Tabela 2. Relação dos átomos representados no conjunto com as respectivas cores e tamanhos de ligação.

Elemento	Cor	Ligações Simples (pm)	Ligações Duplas (pm)	Ligações Triplas (pm)
Hidrogênio	Branco	30	-	-
Carbono	Preto	77	67	62
Silício	Cinza	77	67	-
Nitrogênio	Azul	70	62	55
Oxigênio	Vermelho	67	55	-
Fósforo	Púrpura	110	100	-
Boro	Marrom	vários	-	-
Enxofre	Amarelo	100	95	-
Metais	Dourado	vários	-	-
Flúor	Verde-claro	65	-	-
Cloro	Verde-escuro	99	-	-
Bromo	Castanho	115	-	-
Iodo	Violeta	135	-	-

de cobre rígido do tipo usado em instalações elétricas residencial nº 14 AWG (1,5 mm de diâmetro) também podem ser usados para este propósito, sendo que a sua capa pode ser usada para a construção das ligações flexíveis. As hastes de cotonetes devem ser adquiridas de modo que seu encaixe no arame permita fácil manipulação. A Figura 1 mostra todo o material utilizado para a elaboração do conjunto, sendo que o custo de um contendo trezentas peças é de aproximadamente vinte reais.

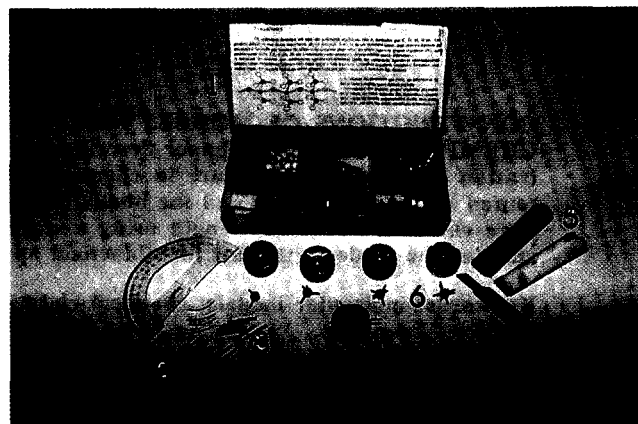


Figura 1. Material utilizado na construção do conjunto de modelos moleculares: (1) conjunto completo, (2) arames galvanizados, (3) tubos plásticos, (4) formas construídas, (5) massa epóxi para a construção das formas e (6) átomos em diferentes geometrias feitos com esferas de plástico.

Inicialmente foram preparadas peças individuais, nas geometrias mostradas na Tabela 3, usando um transferidor para posicionar os prolongamentos em ângulos corretos. O primeiro prolongamento foi feito inserindo um arame, com uma das pontas previamente achatada e aquecida, no furo já existente na bolinha. Os demais prolongamentos, em ângulos corretos, foram inseridos apoiando a bolinha, já com um prolongamento, no transferidor. Este procedimento está ilustrado na Figura 2.

Tabela 3. Relação dos diferentes tipos de átomos com respectivos ângulos de ligação e formato destes no modelo.

Tipo de átomo	Número de ligações	Ângulos de ligações em graus	Representação do átomo no modelo
Univalente	1	-	
		100	
Bivalente	2	110	
		180	
Trivalente	3	120	
Tetraédrico	4	110	
Octaédrico	6	90	
		120	
Bipirâmide -trigonal	5	120	
		90	



Figura 2. Inserção do prolongamento na esfera de plástico em ângulo correto com o auxílio do transferidor.

Entretanto, dificuldades experimentais foram encontradas no posicionamento dos ângulos no espaço tridimensional das peças representativas dos átomos de geometria tetraédrica, octaédrica e bipirâmide trigonal, mas que podem ser facilmente contornadas utilizando representações de modelos comerciais para medir os ângulos.

Após a montagem, estas peças foram utilizadas como moldes para a construção de formas, o que permitiu fazer um grande número de peças nas geometrias desejadas com mais rapidez. As formas foram construídas utilizando tampas de plástico de garrafa de refrigerante, sendo que as destinadas aos átomos com geometrias tetraédrica, octaédrica e bipiramidetrigonal foram feitos pequenos furos centralizados nas tampas para inserção dos arames. Na borda da tampa foram feitos pequenos cortes para encaixar a peça. A seguir, a tampa foi preenchida totalmente com massa epóxi seguida da introdução da peça, previamente lubrificada com vaselina ou graxa comum, até recobrir os arames. Quando a massa estava quase rígida, os arames eram descobertos e a peça retirada. A Figura 3 ilustra o procedimento acima descrito para peça de geometria tetraédrica.



Figura 3. Ilustração da montagem de uma forma para geometria tetraédrica.

EXEMPLOS DE ALGUMAS ADAPTAÇÕES DIDÁTICAS DO CONJUNTO

Dentre as aplicações para o uso de modelos temos: a verificação dos elementos de simetria numa molécula, a avaliação do grau de impedimento estérico, a diferenciação de isômeros, o estabelecimento de mecanismos de reação, a determinação da configuração *r/s* em torno de um centro quiral. Isso deve ser

feito sempre respeitando os padrões já convencionados e evitando abuso na tentativa de demonstrações incorretas⁹.

Depois de dominada a técnica artesanal de construção é possível adaptar os modelos para solucionar diversos problemas de estereoquímica e percepção tridimensional de estruturas na área de ensino em química. Como dito anteriormente, um exemplo é a demonstração da diferença entre “ponte de hidrogênio” e “ligação de hidrogênio” como está mostrado na Figura 4. Isso pode ser feito adaptando alguns átomos de hidrogênio com dois prolongamentos em forma linear (180°) e angular (110°), e alguns átomos de oxigênio na forma trigonal (120°).



Figura 4. Ilustração da adaptação feita para mostrar a diferença entre ponte de hidrogênio e ligação de hidrogênio: (a) representação da ponte de hidrogênio no diborano e (b) representação da ligação de hidrogênio entre o ácido acético e a água com a indicação do uso de ligação segmentada para representar a ligação de hidrogênio.

As ligações de hidrogênio no modelo, também podem ser representadas de forma segmentada. Estas foram construídas com hastes de cotonetes de cores claras e no seu interior foi adicionado um pequeno fragmento de arame, que é posicionado no centro do tubo. Esta adaptação também pode ser usada para representar as duplas ligações, como por exemplo as do anel aromático, como ilustrado na Figura 5.

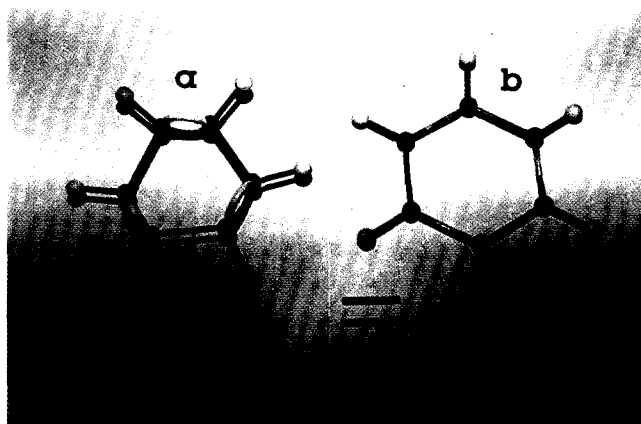


Figura 5. Ilustração do uso de ligações segmentadas para representação de anéis aromáticos: (a) representação usual dos modelos comerciais e (b) representação de ligações segmentadas utilizadas neste modelo.

Uma outra adaptação aplicada a este modelo, foi a representação de átomos particulares em cores diferentes, que lembram o aspecto físico da substância que o contém (vide Tabela 2) como por exemplo, cor cinza para representar o silício, violeta

para o iodo e castanho para o bromo. Isso evita fazer considerações usando outros átomos do modelo, como normalmente é feito quando são utilizados os modelos comerciais, que possuem um número limitado de peças.

CONCLUSÃO

O profissional do ensino da química construindo seu conjunto poderá adaptá-lo da maneira que melhor lhe convier para melhorar o aprendizado dos alunos, pois esta apresenta as seguintes vantagens em relação aos comerciais: (a) número suficiente de peças, (b) representação de átomos particulares, (c) versatilidade, (d) flexibilidade e (e) baixo custo.

REFERÊNCIAS

1. Sutton, O. J. R.; *J. Chem. Educ.* **1970**, *47*, 305.

2. Schweikert, W. W.; *J. Chem. Educ.* **1975**, *52*, 501.
3. Mak, T. C. W.; Lam, C. N.; Lau, O. W.; *J. Chem. Educ.* **1977**, *54*, 438.
4. Niac, G.; *J. Chem. Educ.* **1978**, *55*, 303.
5. Mano, E. B.; Oliveira, C. M. F.; Guimarães, P.; *Ciênc. e Cult.* **1979**, *31*, 1161.
6. Toma, H. E. E.; Ferreira, C. A. M.; *Quím. Nova* **1982**, *5*, 131.
7. Muller, R. A.; *Quím. Nova* **1982**, *5*, 131.
8. Cochrane of Oxford Molecular Models, Orbit System and Minit System: Manual do usuário
9. Petersen, Q. R.; *J. Chem. Educ.* **1970**, *47*, 24.
10. Lee, J. D.; *Química Inorgânica*, 3ª Edição, Editora Edgard Blucher Ltda. 1980, 163, São Paulo, Brasil.
11. Mceachern Jr, D. M.; Lehman, P.; *J. Chem. Educ.* **1970**, *47*, 389.
12. Huang, Y. Y.; *J. Chem. Educ.* **1980**, *57*, 112.
13. Gillespie, R. J.; *J. Chem. Educ.* **1970**, *47*, 18.