

MODELAGEM NO ENSINO DE ALOTROPIA

Marcelio Alves dos Santos¹; Ana Paula da Silva²; Bárbara Mileny Monteiro da Silva³; Anderson Sávio de Medeiros Simões⁴.

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba –IFPB, marcelioalves26@gmail.com¹,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba –IFPB, anapaula261803@gmail.com²,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB, barbaramilleny@gmail.com³,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba –IFPB, anderson_savio@hotmail.com⁴*

Resumo:

No ensino de química, o modo como alguns conteúdos e temas específicos como alotropia e estruturas moleculares são abordados em sala de aula, leva o estudante a imaginar a química como uma ciência abstrata e de obscura compreensão. Assim, uma alternativa que pode contribuir para visualização e verificação do arranjo espacial de moléculas é a utilização de modelos. Nesta perspectiva, visando promover nos estudantes de Química uma melhor visualização do arranjo espacial das moléculas e a diferenciação entre as variedades alotrópicas, este trabalho tem o propósito de confeccionar modelos concretos com materiais alternativos que possa auxiliar a aprendizagem no ensino de um conteúdo específico – Geometria Molecular – Alotropia. Para a montagem dos modelos moleculares utilizou-se bolinhas de isopor e palitos de churrasco em que o comprimento das ligações fosse de 6cm. Pode se constatar que os modelos concretos, podem contribuir de forma mais expressiva na compreensão e abordagem de alguns conceitos químicos, visto que sua manipulação e experiência tátil promove a compreensão de que as moléculas têm forma e ocupam lugar no espaço, conceito esse fundamental da Química, além de possibilitar uma melhor visualização de conteúdos que envolvam estruturas em três dimensões, permitindo a transição entre as representações microscópicas, simbólicas e macroscópicas com mais eficiência. Dessa forma, o profissional do ensino da química pode implementar esse instrumento didático para construir seu conjunto podendo adaptá-lo da maneira que melhor lhe convier para melhorar o aprendizado dos alunos, pois este modelo apresenta as seguintes vantagens em relação aos comerciais: número suficiente de peças, representação de átomos particulares, versatilidade, flexibilidade, baixo custo e materiais acessíveis.

Palavras-chave: Modelagem, ensino de química, geometria molecular; alotropia.

1.0 INTRODUÇÃO

No ensino de química, o modo como alguns conteúdos e temas específicos como alotropia e estruturas moleculares são abordados em sala de aula, leva o estudante a imaginar a química como uma ciência abstrata e de obscura compreensão, pois muitas vezes os alunos não conseguem interpretar as idéias em espaço tridimensional,

tornando impercebível o relacionamento entre o mundo micro e macro. Para modificar esta situação, muitos professores optam por utilizarem recursos e/ou ferramentas que possam facilitar a transposição didática de assuntos que comumente são tidos como difíceis e complexos pelos alunos (VASCONCELOS; ARROIO, 2013).

Assim, uma alternativa que pode contribuir para visualização e verificação do arranjo espacial de moléculas é a utilização de modelos. De acordo com Gilbert e Boulter (1995 apud Ferreira e Justi 2008)

Um modelo pode ser definido como uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou idéia, que é produzida com propósitos específicos como, por exemplo, facilitar a visualização; fundamentar elaboração e teste de novas idéias; e possibilitar a elaboração de explicações e previsões sobre comportamentos e propriedades do sistema modelado.

O uso de modelos concretos pode auxiliar na construção de conhecimentos relacionados a fenômenos microscópicos de difícil assimilação e que, muitas vezes, não possuem modelos de representações de fácil elaboração, como por exemplo, os alótropos do carbono. Os modelos moleculares são essenciais para o ensino de química, pois a experiência tátil na sua manipulação promove a compreensão de que as moléculas têm forma e ocupam lugar no espaço (SOLOMOS; FRYHLE, 2009).

Uma proposta bastante útil na visualização tridimensional das moléculas são os modelos comerciais, confeccionados de plástico. Entretanto, a quantidade e o formato das peças que constituem estes kits comerciais limitam de maneira significativa o tamanho e número de formas geométricas que podem ser montadas. Além disso, o custo destes kits é elevado e nem sempre os mesmos atendem à necessidade dos alunos (e professores), pois são construídos dentro de um padrão já instituído há décadas e que provoca limitações em cada modelo, especialmente, no que se refere às aplicações dentro do conteúdo de alotropia em que algumas moléculas são relativamente grandes.

Nesta perspectiva, visando promover nos estudantes de Química uma melhor visualização do arranjo espacial das moléculas e a diferenciação entre as variedades alotrópicas existentes em substâncias simples na natureza, este trabalho tem o propósito de confeccionar um modelo concreto com materiais alternativos que possa auxiliar a aprendizagem no ensino de um conteúdo específico – Geometria Molecular – Alotropia.

2.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A importância da construção de modelos

O processo de produção de um modelo é uma atividade iniciada mentalmente, por um indivíduo ou um grupo de pessoas, que posteriormente é expressada mediante diferentes formas de representação: verbal, matemático, visual, gestual e finalmente o mais comum o modelo concreta qual utiliza-se materiais resistentes (SANTOS; MALDANER, 2013).

A necessidade de articulação entre o mundo micro e macro é uma preocupação salientada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999), uma vez que, para a compreensão de certos conteúdos de química, é preciso se recorrer a interpretações conforme modelos explicativos do mundo microscópico, bem como construir modelos que subsidiem a compreensão desses conteúdos. Ainda segundo Morisson e Morgan (1999 apud Santos e Maldaner 2013), a aprendizagem de e sobre modelos pode ocorrer por intermédio de dois processos distintos: a construção e a utilização de um modelo.

Mora, Hernández e Danache (2005) apresentam algumas propostas importantes na construção de um modelo, como: a) observar as manifestações do fato, fenômeno ou sistema que se deseja explicar com o modelo; b) descobrir, registrar e classificar as regularidades dos aspectos do sistema que se deseja modelar; c) criar analogias e/ou metáforas que permitam visualizar, de modo concreto, o que se deseja modelar.

Na visão dos autores, a criação de um modelo, faz-se uma previsão do evento que está se modelizando e se os resultados não estiverem de acordo, realiza-se novos ajustes para melhorar cada etapa da construção. Posteriormente, repete o processo com uma nova predição e observa se as mudanças estão de acordo com o fato ou referente.

Os modelos são empregados muitas vezes nas matérias que envolvem análises científicas, visando entender os fenômenos que nos cercam. Essa utilização costuma ter diversos enfoques: representar entidades mais simples, distanciando-as parcialmente da complexidade do fenômeno, tornar visíveis as entidades abstratas, interpretar os resultados experimentais, incentivar hipóteses diferentes sobre os fenômenos e assim prever propriedades do sistema (JUSTI; GILBERT, 2002).

São estes sistemas modelados que constituem muitas das visualizações que hoje são utilizadas na Química e na sala de aula de Química. Por este motivo é imprescindível que os professores reconheçam a importância e o papel dos modelos e

da modelagem no ensino de Química, de modo a incorporá-los adequadamente nas suas práticas.

Justi (2006) tem dado uma maior importância ao processo de elaboração de modelos. Entretanto, ressalta que os textos científicos raramente descrevem como se deu a construção de um determinado modelo. Isso pode ser interpretado como uma indicação de que não existem regras gerais para a construção de modelos, o que implica, de um modo geral, supor-se que a capacidade de construir modelos é uma destreza que não pode ser ensinada.

Na busca de auxiliar os estudantes na construção de modelos como mecanismo de aprimoramento de estudo, existem diversos argumentos na literatura que defendem sua utilização. Segundo DE JONG (1991 apud MANTOVANI 2013)

Aumento da motivação, intensificação do aprendizado cognitivo, melhora nas habilidades de pensamento crítico, melhora na transferência do aprendizado para outras situações, desenvolvimento de atitudes favoráveis aos assuntos sociais, como a conservação do meio ambiente, desenvolvimento de uma atitude mais positiva em direção ao aprendizado e o processo instrucional, desenvolvimento da comunicação e habilidades sociais, melhora na atmosfera da classe, aumento da flexibilidade do professor e formação de professores com maior senso do seu valor.

As contribuições dos diversos autores trazidos sinalizam a importância de se refletir sobre a natureza do conhecimento científico como algo dinâmico, provisório e sobre o papel dos modelos na construção desse conhecimento.

2.2 Principais Alotropos dos Elementos Químicos

Alotropos são diferentes formas ou variedade do mesmo elemento no mesmo estado.(BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005). As principais diferenças entre as variedades alotrópicas existentes na natureza consiste em dois motivos principais, sendo que o primeiro remete à quantidade de átomos (atomicidade) e a segunda ao arranjo espacial dos átomos. Os principais elementos capazes de formar substâncias alotrópicas são: oxigênio, fósforo, enxofre e carbono.

O oxigênio elementar constitui cerca de 21% em massa da atmosfera, sendo também, o elemento mais abundante na crosta da terra (46% em massa) e ainda compõe cerca de dois terços da massa de uma pessoa. O oxigênio tem dois alótropos, o dióxigênio (O_2) e o ozônio (O_3), com alotropia decorrente da sua atomicidade. (SHRIVER; ATKINS, 2008)

O dióxigênio tem sua importância na indústria na fabricação do aço, tratamento de esgotos, atmosfera artificial, aplicações médicas, submarinos e

além de ser um dos responsáveis pelo processo de respiração dos seres vivos. Sobre outro alótropo do oxigênio, o ozônio que tem um odor pungente; ele tem grande importância na manutenção da vida na Terra uma vez que a sua presença na camada gasosa que envolve o nosso planeta ajudar a filtrar grande parte das radiações ultravioletas que nos atingiriam de forma catastrófica. (PEIXOTO,1998; SHRIVER; ATKINS, 2008)

O fósforo é o 12º elemento em abundância na crosta terrestre (0,1%), ele possui cerca de 10 variedades alotrópicas, que podem ser classificadas em três categorias principais: branca, vermelha e preta. Os alótropos do fósforo se diferem na quantidade de átomos existentes na constituição de cada variedade alotrópica, exceto o fósforo preto (P_n), a forma menos comum e menos reativa que tem uma estrutura lamelar, semelhante à do grafite. O fósforo branco é formado por moléculas (P_4), é venenoso e muito reativo, por esta razão tem sido usado pelas grandes potências na fabricação de artefatos militares na fabricação de granadas e bombas incendiárias; quando exposto à luz solar ou ao calor ele é convertido na variedade vermelha ($(P_4)_n$), que é mais inerte quimicamente e de grande utilidade prática, pois é usado no fabrico das lixas de caixas de fósforos de segurança. (PEIXOTO, 2002a)

O enxofre (S) é o nono elemento mais abundante no universo e constitui cerca de 0,03% da crosta terrestre. A grande importância do enxofre nas nossas vidas pode ser exemplificada em múltiplos processos industriais como, por exemplo, na produção de ácido sulfúrico para baterias, fabricação de pólvora e vulcanização da borracha. Na indústria farmacêutica, em bactericidas e antibióticos. Na agroindústria na fabricação de adubos, defensivos e etc. As variedades alotrópicas do enxofre surgem pelas diferentes formas de ligação entre os átomos e também pela arrumação das moléculas poliatômicas de enxofre. (PEIXOTO, 2002b)

O enxofre é o elemento químico que possui um grande número de variedades alotrópicas, porém as formas mais importantes são: o enxofre rômico (α - S_8) e o enxofre monoclinico (β - S_8). Ambos são formados por moléculas em forma de anel e de mesma fórmula molecular, S_8 , sendo que a diferença entre os dois está no arranjo espacial dos átomos no retículo cristalino.

O carbono (C) é outro elemento capaz de realizar o fenômeno da Alotropia podendo existir pelo menos sete alótropos do carbono, que são: grafite (alfa e beta), diamante, lonsdaleíta (diamante hexagonal), coaíta, carbono (VI) e os fullerenos. Essas formas alotrópicas diferem no arranjo espacial de átomos de carbono. (PEIXOTO, 1997)

O diamante, o grafite e os fulerenos são as formas mais importantes de carbono. O diamante é um isolante elétrico e térmico, transparente e duro. Na sua estrutura cada átomo de carbono está rodeado tetraedricamente por quatro outros átomos de carbono, resultando numa célula unitária cúbica. O grafite, presente na ponta do lápis, é a forma mais estável do carbono, constitui um sólido macio e cinza, é um bom condutor de calor e eletricidade e sua estrutura é formada por átomos ligados que formam anéis hexagonais contidos em um mesmo plano. O fulereno é uma variedade sintética de alotropia do carbono que tem estrutura poliédrica com átomos de carbono nos vértices, um exemplo é o fulereno-60 (C_{60}) formado somente por faces pentagonais e hexagonais.(ROCHA-FILHO, 1996;SHRIVER; ATKINS, 2008)

3.0 METODOLOGIA

Para a montagem dos modelos moleculares utilizou-se bolinhas de isopor (25mm), palitos de churrasco, estilete, estilete, bola de futebol, barbante. Os materiais são baratos e encontrados com facilidades em papelaria e supermercados.



Figura 1: Material utilizado para confecção das estruturas

Inicialmente foi necessário cortar os palitos com um estilete do tamanho escolhido que foi de 6cm para representação das ligações e em seguida fazer as pontas dos palitos para melhor penetração nas bolinhas de isopor. Na confecção da

estrutura do fulereno utilizou-se uma bola de futebol para adquirir a forma esférica, pois a mesma é semelhante ao fulereno inclusive na quantidade de pontos que foi representada pelos 60 carbonos.

Na estrutura do grafite foi utilizado o barbante para demonstrar o aspecto lamelar da ligação de Van der Waals para manutenção das folhas de grafite unidas. As demais estruturas foram montadas normalmente como previsto.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A visualização espacial das estruturas químicas pode ser um ponto fundamental para auxiliar o ensino e a compreensão dos fenômenos e explicações envolvidos nessa Ciência. Diversos autores acreditam que a facilidade de compreensão em alguns conceitos químicos se deve à melhor visualização em três dimensões das estruturas, seguida de uma correta manipulação mental dessas. Além disso, essa habilidade também permite a transição entre as representações microscópicas, simbólicas e macroscópicas com mais eficiência.

Foram realizados os modelos representando algumas substâncias alótropicas:

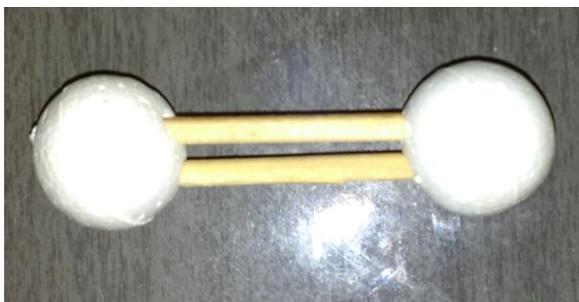


Figura 2: Representação da estrutura do Dioxigênio (O₂)

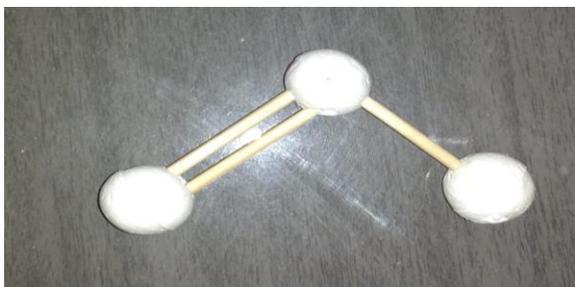


Figura 3: Representação da estrutura do Ozônio (O₃)



Figura 4: Representação da estrutura do Fósforo branco

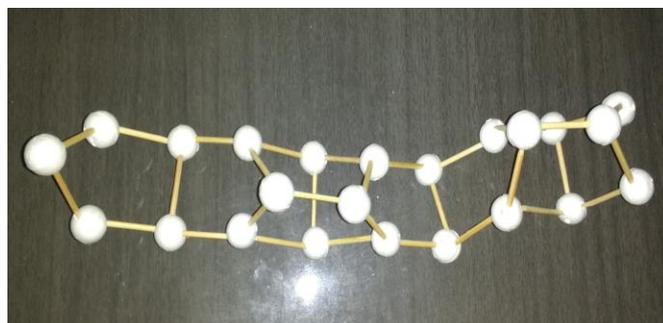


Figura 5: Representação da estrutura do Fósforo vermelho

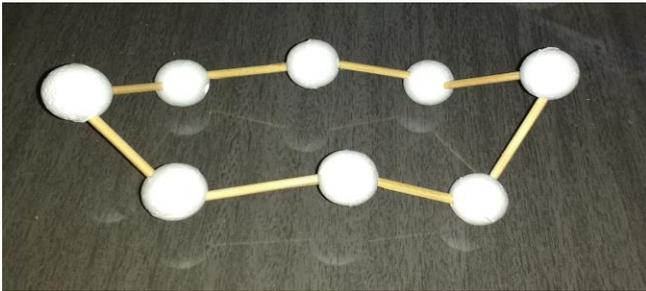


Figura 6: Representação da molécula do Enxofre (S8)

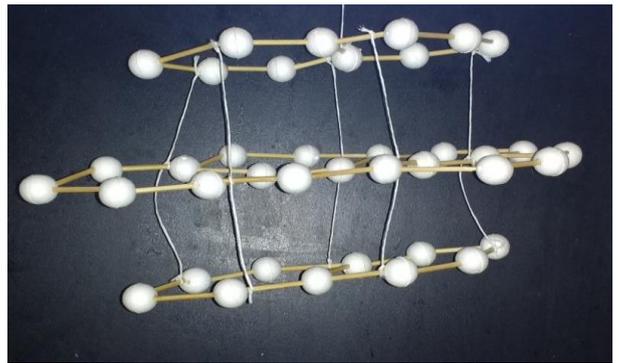


Figura9: Representação da mesma estrutura do grafite por um outro ângulo

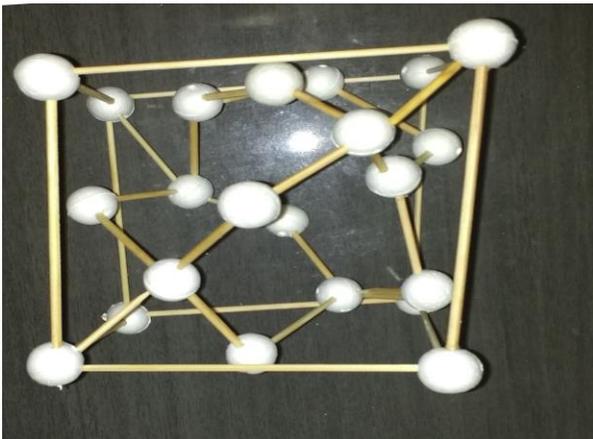


Figura 7: Representação da Estrutura do Diamante

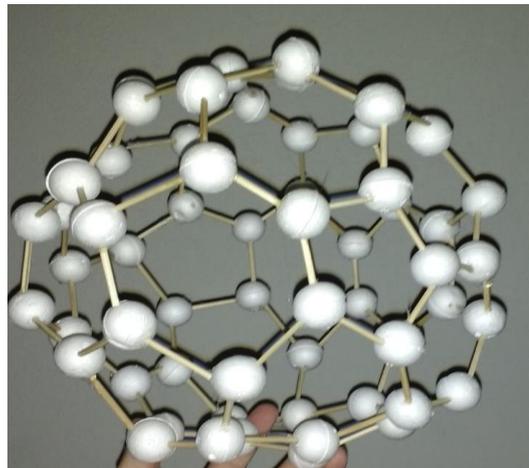


Figura10: Representação da estrutura do fulero-60

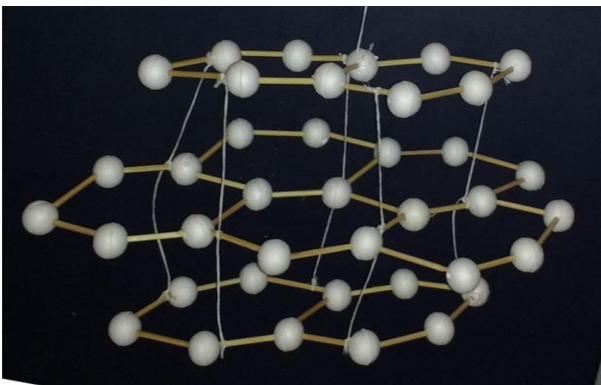


Figura 8: Representação da estrutura do grafite

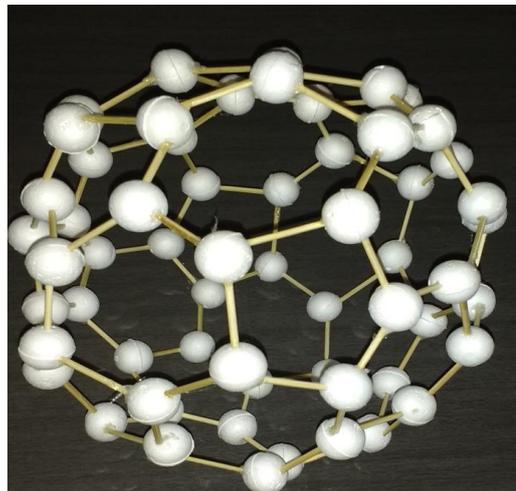


Figura11: Representação da mesma estrutura do fulero-60 por outro ângulo

5.0 CONCLUSÃO

No decorrer deste trabalho, observei a importância do uso de materiais concretos na visualização dos conteúdos de Alotropia e Geometria Molecular. Sendo que o uso de modelos moleculares concretos contribui para aprimorar o ensino de química, pois propicia de forma significativa em uma melhor abordagem do conteúdo ministrado através da visualização em 3D das moléculas, além da interação quando está fazendo a montagem das estruturas saindo do ambiente virtual para o ambiente real, pois a maioria dessas moléculas é vista apenas em livros didáticos.

Dessa forma, o profissional do ensino da química pode implementar esse instrumento didático para construir seu conjunto podendo 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) baixo custo e (f) materiais acessíveis.

Ao finalizar este trabalho, acredita-se que o mesmo pode contribuir para o aprendizado dos alunos de Química. Assim, crê-se que deve partir do professor a iniciativa de estimular a construção de Modelos procurando assim novas descobertas e sempre buscando respostas alternativas no decorrer do aprendizado, a fim de facilitar o processo de ensino.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação – MEC, Secretária de Educação Média e Tecnológica - Semtec. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999b.

BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química: a ciência central**. 9 ed. Prentice-Hall, p 241, 2005.

FERREIRA, Poliana Flávia Maia; JUSTI, Rosária da Silva. Modelagem e o "Fazer Ciência". **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 28 p.32-36, maio 2008.

JUSTI, R. S. La enseñanza de ciencias basada em la elaboración de modelos. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.24, p. 173-184, 2006.

MANTOVANI, V.L. **Visualização e Modelagem em Química Orgânica: Visões de professores em um curso de educação continuada**.2013.147f.Tese(Mestrado)-Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo,2013.

MORA, Arévalo X .; HERNANDÉZ, Ortega A.; DANACHE, Dominguez R. E. Os modelos em La construcción e evaluación de los conocimientos em físico química. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, número extra, p. 1-6, 2005.

PEIXOTO, Eduardo Motta Alves. Carbono. **Química Nova na Escola: Elemento Químico**, São Paulo, n. 5, p.34, maio 1997.

PEIXOTO, Eduardo Motta Alves. Enxofre. **Química Nova na Escola: Elemento Químico**, São Paulo, n. 16, p.51, novembro 2002b.

PEIXOTO, Eduardo Motta Alves. Fósforo. **Química Nova na Escola: Elemento Químico**, São Paulo, n. 15, p.51, maio 2002a.

PEIXOTO, Eduardo Motta Alves. Oxigênio. **Química Nova na Escola: Elemento Químico**, São Paulo, n. 7, p.36, maio 1998.

ROCHA-FILHO, Romeu C.. Os Fullerenos e sua espantosa geometria molecular. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 4, p.7-10, nov. 1996.

SANTOS, Wildson Luiz P. dos; MALDANER, Otavio Aloisio. **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: EditoraUnijuí, 2013. 212-226 p.

SHRIVER, Duward F.; ATKINS, Peter William. **Química Inorgânica**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 339-399 p. Tradução de Roberto de Barros Faria e Cristina Maria Pereira dos Santos.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; ARROIO, A. Explorando as percepções de professores em serviço sobre as visualizações no ensino de química. **Química Nova**, São Paulo, vol. 36, n. 8, p. 1242-1247, 2013.