



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Ensino de geometria molecular por meio da modelagem com balões

Daniel Telichevesky¹ (PG)* e Maurícius Selvero Pazinato¹ (PQ)

*daniel.telichevesky@gmail.com

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Instituto de Química - IQ, Programa de Pós-Graduação em Química - PPGQ, Porto Alegre.

Palavras-Chave: Geometria Molecular; Modelagem; Balões

Área Temática: Formação de professores

Resumo: O ensino de geometria molecular apresenta desafios por envolver conceitos abstratos que transitam entre os níveis de representação do conhecimento químico. Este trabalho relata uma atividade de modelagem realizada com balões, aplicada em uma disciplina de Curso de Licenciatura em Química, voltada à formação de professores e analisa as respostas de seus participantes. A atividade consistiu em representar moléculas, modelando-as com a utilização de balões de aniversário. Participaram dez licenciandos, que inicialmente demonstraram concepções incompletas ou equivocadas sobre ligação química e geometria molecular. Após a atividade, foram observados avanços na compreensão das geometrias moleculares e na identificação das limitações do modelo. Conclui-se que a modelagem com balões pode favorecer a aprendizagem e a prática reflexiva na formação de futuros professores de Química.

INTRODUÇÃO

O ensino de Química requer que os estudantes sejam capazes de abstrair as informações apresentadas a eles para que possam interpretá-las. Johnstone (1993) estabeleceu os três níveis de representação da matéria, sendo eles os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico. É desejável que os professores de Química transitem entre eles em suas aulas, de tal forma a proporcionarem a seus alunos uma compreensão abrangente da Química, de seus diferentes fenômenos e modos de representação.

Um dos conteúdos que, por muitas vezes, pode ser abstrato para estudantes em qualquer nível de ensino é a geometria molecular (Dean *et al.*, 2019). Antes mesmo de entendê-la, é necessário conhecer a natureza dos átomos e das ligações químicas envolvidas para formar as substâncias estudadas.

Por causa de suas naturezas, o entendimento desses conceitos exige a capacidade de transitar entre os níveis submicroscópico e simbólico da representação química. Desta forma, a compreensão de suas consequências macroscópicas (tais como polaridade, solubilidade e reatividade, para citar algumas) depende do entendimento do comportamento submicroscópico inicialmente, ou seja, da capacidade de imaginar entidades e partículas químicas, bem como suas formas de interação. Além disso, para comunicar

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

essas consequências macroscópicas é necessário que os estudantes se apropriem da linguagem e representações químicas (Da Costa *et al.*, 2025). Surge, assim, um obstáculo epistemológico que já possui diversos modelos para ser contornado.

Neste contexto, o presente trabalho apresenta uma proposta para abordar o assunto em sala de aula, utilizando balões de aniversário em atividades de modelagem, algo que ainda apresenta poucos relatos e discussões na literatura. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é relatar uma atividade de modelagem realizada com balões, aplicada em uma disciplina de Curso de Licenciatura em Química, voltada à formação de professores analisar as percepções dos licenciandos que participaram do estudo.

MODELOS E MODELAGEM

A Química, enquanto ciência que estuda a matéria e seus comportamentos, depende da criação e utilização de modelos de diversas naturezas – tais como símbolos, equações matemáticas, desenhos, entre outros – para explicar seus fenômenos a nível molecular e representá-los macroscopicamente. Um modelo pode ser entendido como uma representação parcial de algo abstrato, sendo produzido com propósitos específicos, e ao processo de criação de modelos é dado o nome de modelagem (Gilbert; Boulter, 1995). A modelagem também pode ser usada como uma prática didática que tem potencial de auxiliar os estudantes a compreenderem melhor dado fenômeno estudado e modelado (Justi; Gilbert, 2002), além de promover uma prática que segue as premissas do próprio método científico (Ferreira; Justi, 2008).

O “Modelo de Modelagem”, proposto por Justi e Gilbert (2002), apresenta os passos necessários para se conduzir uma etapa de modelagem. Em um ciclo inicial, é necessário definir os objetivos da modelagem, qual é a origem do modelo, quais são as experiências anteriores já vivenciadas com o fenômeno modelado e a produção de um modelo mental inicial. Esses últimos são de extrema importância no processo de modelagem, podendo ser baseados em modelos já existentes, na adoção de um modelo consensual ou na criação de um novo modelo. Assim sendo, ao iniciar-se uma atividade de modelagem, é importante pensar quais conhecimentos, científicos ou não, podem contribuir para a criação do modelo a ser utilizado.

Com um modelo mental pronto, isto é, uma ideia (ou hipótese) de como seria o modelo, é necessário definir de qual modo o modelo será expresso, se vai ser um desenho, uma equação, um experimento, se vai ser puramente verbal ou se vai possuir um componente material, entre outras considerações. Ao considerar como o modelo será expresso, alguns experimentos mentais podem ser realizados para refletir se ele irá recriar adequadamente o fenômeno desejado. Nesta etapa, o modelo pode ser rejeitado, devendo-se reiniciar o ciclo

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química



inicial da modelagem, ou modificado, devendo-se selecionar um novo modo de expressão para ele.

Caso os experimentos mentais sejam bem-sucedidos, isto é, valendo-se das experiências anteriores e das bases teóricas, o modelo mental cumpre com seu objetivo. Então, é chegado o momento de planejar e conduzir os testes empíricos, demonstrando o modelo para outras pessoas e verificando se este é capaz de explicar o fenômeno desejado. Caso negativo, deve-se modificar o modelo, mas, caso positivo, é necessário considerar sua abrangência e suas limitações, ou seja, aquilo que pode e não pode ser explicado pelo modelo. A Figura 1 ilustra o esquema do processo de modelagem.

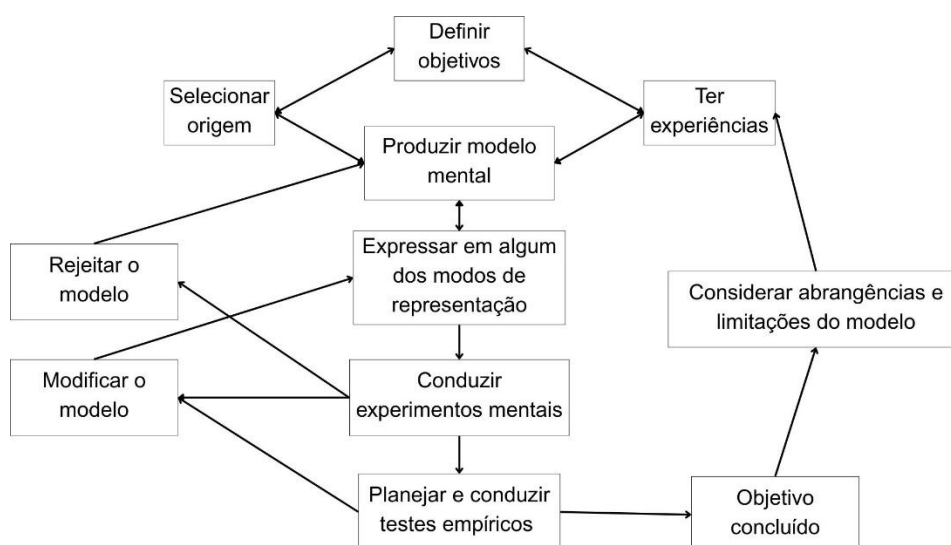


Figura 1: Esquema representativo do modelo de modelagem, adaptado de Justi e Gilbert (2002)

MODELOS PARA LIGAÇÕES QUÍMICAS E ARRANJOS MOLECULARES

É necessário diferenciar um modelo científico, ou seja, aquele que é aceito pela comunidade científica, de um modelo curricular. Este último, por muitas vezes, trata-se de uma simplificação do modelo científico para torná-lo compreensível para os estudantes de nível básico (Gilbert *et al.*, 2000).

Um exemplo de modelo curricular é o “compartilhamento de elétrons” que ocorre na ligação covalente, diferenciando-se da “transferência de elétrons” das ligações iônicas. O uso destes modelos simplificados para compreender a natureza da ligação química pode levar os estudantes a criarem concepções errôneas sobre ela e sobre suas consequências.

Outro exemplo de modelo, com suas limitações, é a “Regra do Octeto”, a qual pode gerar obstáculos epistemológicos na compreensão da ligação química (Pazinato *et al.*, 2021). Em seu estudo, Mortimer, Mol e Duarte (1994) avaliaram as respostas de vestibulandos em uma questão sobre a termoquímica



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

da formação do cloreto de sódio a partir dos gases ionizados. Ao realizar os cálculos corretamente, os vestibulandos deveriam perceber que atingir os octetos de valência para sódio e cloro gasosos era um processo endotérmico, e portanto, não ocorreria espontaneamente. No entanto, 38% dos participantes utilizaram a regra do octeto para validar suas justificativas, ao passo que apenas 7,8% utilizaram uma explicação apropriada, demonstrando como essa regra pode ser um dogma no ensino de Química.

Dois modelos científicos que explicam como as ligações químicas ocorrem são a Teoria de Ligação de Valência (TLV) e a Teoria do Orbital Molecular (TOM). Apesar destes necessitarem de um tratamento quântico para serem explicados, o que pode dificultar o seu entendimento para os alunos do ensino médio, a simplificação de alguns de seus enunciados pode constituir um modelo curricular adequado para ser abordado neste nível de ensino. Por intermédio desses modelos pode-se explicar a ligação química como uma interação entre dois átomos ou íons que leva a um estado de equilíbrio, resultado de um abaixamento da energia total do sistema, que é estável por um tempo relativamente longo.

Referente aos arranjos moleculares, é necessário que haja compreensão de que há dois elétrons envolvidos em cada ligação, e que a partir do modelo eletrostático, sabe-se que deve haver a repulsão dos pares de elétrons que formam as ligações. Assim, a Teoria da Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência (RPECV) é um modelo bastante utilizado para prever o arranjo espacial de diferentes moléculas e centros moleculares.

Um recurso didático bastante adotado em aulas de Química são os Kits de Montagem Molecular, como os das marcas MolyMod®, Atomlig, entre outros. Esses Kits permitem a montagem modular de uma grande variedade de moléculas, isto é, montá-las e desmontá-las para formar outras moléculas, proporcionando a visualização tridimensional do nível submicroscópico, que muitas vezes não é possível de perceber em representações simbólicas (Da Costa *et al.*, 2025). Esse recurso apresenta algumas limitações para o ensino da geometria molecular, pois não promove uma investigação acerca da geometria de determinada molécula, visto que as peças dos kits já vêm com encaixes das bolas e bastões no formato adequado. Além disso, esses kits têm custo elevado, sendo inviável para muitas escolas.

Outra possibilidade mais acessível é representar moléculas utilizando balas de goma ou massinha de modelar como átomos e palitos de dente como ligações (Buchman, 2016; Pereira, 2023). Essas possibilidades também apresentam algumas limitações, pois a representação da geometria das moléculas formadas dificilmente fica próxima aos ângulos de ligação estabelecidos experimentalmente. Desta forma, na próxima seção é apresentada uma proposta de atividade de modelagem, que busca minimizar as limitações do emprego de modelos com materiais pré-fabricados ou alternativos.

MODELANDO A GEOMETRIA MOLECULAR: UMA PRÁTICA EM SALA DE AULA

Retomando o modelo de modelagem, deseja-se utilizar um modelo para explicar os diferentes arranjos e geometrias moleculares, de tal forma que este modelo os represente naturalmente, sem que haja necessidade de os estudantes montarem os arranjos preocupados com os ângulos de ligações ou que elas estejam pré-determinadas no modelo. Recorrendo a experiências anteriores, propõe-se o uso de balões, os quais devem ser amarrados em conjuntos de dois a seis balões para tentar demonstrar os cinco possíveis arranjos moleculares e as diferentes geometrias possíveis.

A representação da geometria das moléculas por meio de balões de aniversário já foi utilizada anteriormente, tendo seu uso descrito desde 1951 (Roberts; Traynham, 1976). No entanto, esses trabalhos propõem seu uso para o ensino de geometria/arranjo molecular sem considerar aspectos e referenciais da atividade de modelagem. A proposta enfoca nas vantagens da representação tridimensional apenas para moléculas com hibridizações sp , sp^2 e sp^3 .

Nossa proposta foi empregar os balões em uma atividade de modelagem, considerando o esquema proposto por Justi e Gilbert (2002). Também, ampliamos as representações para contemplar além dos arranjos correspondentes às hibridizações sp (linear), sp^2 (trigonal plana) e sp^3 (tetraédrica, piramidal triangular ou angular), as hibridizações sp^3d (bipiramidal triangular) e sp^3d^2 (octaédrica). Neste modelo, baseado na Teoria RPECV, cada balão representa um par de elétrons formando uma ligação ou livres, ao invés de representar um átomo específico. A ideia é proporcionar aos estudantes a visualização do arranjo, explicando que geometrias como, por exemplo, a piramidal e a angular surgem a partir do arranjo tetraédrico. Assim, cada balão configura-se como um análogo de um orbital, no qual cada par de elétrons encontra-se.

A atividade de modelagem foi realizada em uma disciplina de formação de professores e participaram 10 estudantes, na qual foi proposto que utilizassem seis balões para representar algumas moléculas. A primeira molécula proposta foi a de gás carbônico, que possui geometria linear. A Figura 2 ilustra a representação da molécula e como foi o processo de modelagem dos estudantes.



Figura 2. Representação da molécula de CO_2 , um modelo inicial proposto por um aluno e o modelo final

É possível perceber na Figura 2, que o ciclo de modelagem foi bem-sucedido para propor uma representação do arranjo molecular linear.

Inicialmente, os alunos trataram cada balão como um átomo em si, seguindo o modelo atômico proposto por Dalton. Após algumas discussões, eles perceberam que não poderiam ficar segurando os balões e que o modelo criado deveria representar o arranjo espacial da geometria linear, chegando à conclusão de que deveriam amarrar os balões.

Os outros quatro arranjos moleculares também foram formados, representando as moléculas BF_3 , CH_4 , PCl_5 e SF_6 (Figura 3). Quando foi pedido que representassem a molécula de formaldeído (CH_2O), os acadêmicos perguntaram como fariam para demonstrar a ligação dupla entre o carbono e o oxigênio. Ao serem instigados sobre o que cada balão representava em seu modelo, perceberam que bastaria utilizar 3 balões para representar o arranjo tridimensional desta molécula, pois cada balão representa uma ligação simples (sigma) da molécula.



Figura 3. Representação das moléculas de BF_3 , CH_4 , PCl_5 e SF_6 , respectivamente, conforme o modelo proposto

Também foi perguntado aos estudantes como fariam para representar moléculas como NH_3 e H_2O com este modelo, dado que ele representa apenas o arranjo molecular desejado. Cientes das limitações do modelo, eles propuseram uma representação em que cada balão representou um par de elétrons, sendo empregadas diferentes cores para destacar os pares de elétrons livres presentes nestas moléculas. A Figura 4 apresenta os modelos elaborados por alguns estudantes para representar as geometrias piramidal e angular.



Figura 4. Representação das moléculas de NH_3 e H_2O , respectivamente

CONCEPÇÕES E PERCEPÇÕES DOS ESTUDANTES

Antes da realização da atividade de modelagem, os estudantes responderam a um questionário para que fosse possível analisar seus



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

conhecimentos prévios sobre a temática da modelagem. O quadro 1 apresenta um resumo das questões e os argumentos esperados que os estudantes usassem nas respostas.

Quadro 1: Perguntas do questionário e argumentos esperados

Pergunta	Argumentos esperados
1. Diferença de geometria entre NH_3 e BF_3 .	O par de elétrons livres do nitrogênio em NH_3 repele as ligações N-H, o que não ocorre no BF_3 .
2. Como ocorre a formação de ligações químicas.	Aproximação dos elétrons do nível de valência de cada átomo até ocorrer a minimização de energia; sobreposição de orbitais atômicos.
3. Por que os átomos formam moléculas.	Aumento na estabilidade ao diminuir a energia do sistema por formar moléculas.

Na Tabela 1 é apresentada uma análise dos argumentos utilizados nas respostas fornecidas. Nota-se que se esperava a utilização de uma argumentação completa, baseada nos três níveis de representação da matéria.

Tabela 1: Análise dos argumentos utilizados pelos estudantes

Pergunta	Argumentos utilizados	Porcentagem de estudantes
1. Diferença de geometria entre NH_3 e BF_3 .	Argumento completo, sem desenho	20%
	Argumento parcial, sem explicar a repulsão dos pares de elétrons; apresentou desenho das moléculas.	60%
	Sem argumento apresentado	20%
2. Como ocorre a formação de ligações químicas.	Argumento completo	0%
	Argumento parcial, sem explicar a aproximação dos elétrons	20%
	Argumento incompleto, explicando apenas a interação entre os elétrons	60%
	Argumento conceitualmente errado	20%
3. Por que os átomos	Argumento completo	40%
	Argumento parcial, mencionando apenas estabilidade ou redução de energia	40%



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

formam
moléculas.

Uso de argumentos conceitualmente
errados

20%

É possível observar conforme os dados da Tabela 1 que foram poucos os alunos que puderam apresentar uma argumentação completa para as perguntas propostas. Isso indica que antes da realização da atividade de modelagem, os professores em formação inicial ainda apresentavam algumas concepções equivocadas sobre geometria molecular e ligação química. Esses resultados reforçam a importância de realizar atividades de revisão na formação do(a) professor(a) de Química.

Após a atividade de modelagem, os estudantes avaliaram o modelo utilizado. Para responder às perguntas, eles deveriam demonstrar um entendimento do modelo e do conteúdo simultaneamente. O Quadro 2 apresenta as perguntas contidas na avaliação da modelagem e as respostas esperadas.

Quadro 2: Perguntas sobre a avaliação da atividade de modelagem e argumentos esperados

Pergunta	Argumentos esperados
1. O que os balões representam e sua relação com o alvo.	Os balões se comportam como análogos dos orbitais moleculares e atômicos das moléculas representadas, pois representam a repulsão das ligações químicas.
2. Como utilizar o modelo para explicar as geometrias de H ₂ O e NH ₃ .	Utilizar balões de cores e tamanhos distintos para representar as ligações com os átomos de hidrogênio e os pares de elétrons não ligantes.
3. Como usar o modelo para representar cadeias orgânicas.	Os estudantes poderiam propor um modelo, conforme seus entendimentos da atividade, mas deveriam ser capazes de reconhecer as limitações dele para representar cadeias orgânicas.

Na Tabela 2, a seguir, é apresentada uma análise dos resultados obtidos. Nota-se que ainda se esperava que os participantes usassem dos três níveis de representação da matéria em suas explicações.

Tabela 2: Análise das respostas em relação à atividade de modelagem

Pergunta	Argumentos utilizados	Porcentagem de estudantes
1. O que os balões representam e sua relação com o alvo.	Argumento completo	0%
	Argumento parcial, sem explicar a repulsão dos pares de elétrons	80%

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

	Sem argumento apresentado	20%
2. Como utilizar o modelo para explicar as geometrias de H ₂ O e NH ₃ .	Argumento completo	80%
	Argumento sem apresentação do modelo apropriadamente	20%
3. Como usar o modelo para representar cadeias orgânicas.	Argumento completo	40%
	Argumento parcial, sem reconhecer limitações do modelo	40%
	Argumento apenas com limitações do modelo	20%

Apesar de não haver um entendimento completo do processo de Modelagem de Justi e Gilbert (2002), os licenciandos puderam compreender como ele pode ser utilizado em sala de aula para benefício de seus futuros alunos. Destaca-se que 80% dos participantes compreenderam como utilizar os balões para representar as geometrias angular e piramidal, que dentro do contexto molecular, dependem do arranjo tetraédrico dos pares de elétrons em torno do átomo central. Ademais, 40% deles, além de reconhecerem que há limitações no modelo utilizado, retomaram o processo de modelagem e foram capazes de propor uma nova abordagem para utilização do modelo com balões, mesmo que não estivessem cientes do todo processo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do processo de modelagem, os estudantes participaram ativamente da construção de modelos, utilizando balões, para representar as geometrias moleculares. A atividade de modelagem possibilitou transitar entre os três níveis de representação do conhecimento químico (Johnstone, 1993). Os licenciandos se envolveram nas atividades propostas e compreenderam a importância do modelo e da atividade de modelagem para explicar as geometrias moleculares, bem como para conhecer como ocorre a construção do conhecimento a partir da metodologia proposta. Com isso, espera-se que os licenciandos ao vivenciarem abordagens como a desenvolvida, no futuro, quando professores, as empreguem no ensino de Química, possibilitando a compreensão dos fenômenos considerando os três níveis do conhecimento químico.

REFERÊNCIAS

BUCHMAN, Josué. **Aplicação de diferentes metodologias e análise do processo de ensino/aprendizagem em química em escolas públicas do**

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

interior do estado do Rio Grande do Sul. 2016. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2016.

DA COSTA, Mara Célia Rodrigues *et al.* Reflexões de práticas docentes no contexto do estágio supervisionado envolvendo ensino de funções orgânicas oxigenadas. **Química Nova na Escola**, v. 47, p. 38-49, 2025.

DEAN, Natalie L.; EWAN, Corrina; BRADEN, Douglas; MCINDOE, J. Scott. Open-source laser-cut-model kits for the teaching of molecular geometry. **Journal of Chemical Education**, v. 96, n. 3, p. 495-499, 2019.

FERREIRA, Poliana Flávia Maia; JUSTI, Rosária da Silva. Modelagem e o “fazer ciência”. **Química Nova na Escola**, v. 28, p. 32-36, 2008.

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J.; ELMER, R. Positioning models in science education and in design and technology education. In: GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J. (org.). **Developing models in science education**. Dordrecht: Kluwer, 2000. p. 3-17.

GILBERT, John K.; BOULTER, Carolyn J. Stretching models too far. In: **Annual conference of the american educational research association, San Francisco**. 1995. p. 18-22.

JOHNSTONE, Alex H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p. 701, 1993.

JUSTI, Rosaria; GILBERT, John. Models and modelling in chemical education. In: GILBERT, John K. *et al.* (ed.). **Chemical education: towards research-based practice**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2002. p. 47-68.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MOL, Gerson; DUARTE, Lucienir Pains. Regra do octeto e teoria da ligação química no ensino médio: dogma ou ciência. **Química Nova**, v. 17, n. 2, p. 243-252, 1994.

PAZINATO, Maurício S.; BERNARDI, Flávia M.; MIRANDA, Ana Carolina G.; BRAIBANTE, Mara Elisa F. Epistemological profile of chemical bonding: evaluation of knowledge construction in high school. **Journal of Chemical Education**, v. 98, p. 307-318, 2021.

PEREIRA, Felipe Marques. **Ensino da Teoria VSEPR com apoio de um aplicativo de realidade aumentada para a aprendizagem de geometria molecular e arranjo eletrônico**. 2023. 119 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2023.

ROBERTS, Royston M.; TRAYNHAM, James G. Molecular geometry: as easy as blowing up balloons. **Journal of Chemical Education**, v. 53, n. 4, p. 233, 1976

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química

