

## ENSINO DE QUÍMICA E HISTÓRIA DA CIÊNCIA: O MODELO ATÔMICO DE RUTHERFORD

**Deividi Marcio Marques**

Depto. Ciências Biológicas – Faculdade de Ciências

Unesp – campus Bauru

**João José Caluzi<sup>1</sup>**

Depto. de Física – Faculdade de Ciências

Unesp – campus Bauru

### Resumo

É muito comum estudantes do Ensino Médio considerarem a Química como uma das disciplinas mais difíceis. As objeções são tanto em termos dos cálculos envolvendo simples reações quanto aos nomes de substâncias da Química Orgânica e Inorgânica. Bem sabemos, a Química é uma Ciência que por muitas vezes se vale da abstração como uma das alternativas de ensino. O uso inadequado dos modelos atômicos consagrados para explicar fenômenos experimentais pode induzir os alunos a cometerem certos equívocos. Como resultado da assimilação incorreta dos modelos os alunos não desenvolvem a habilidade de relacionar um modelo com os dados experimentais. Como exemplo desse tipo de problema podemos citar uma das questões do vestibular da UFMG. Foi solicitado aos candidatos que esquematizassem modelos para água no estado sólido e líquido. A questão deixava claro que o gelo é menos denso que a água líquida. Segundo Mortimer (1995) apenas 13% dos candidatos considerou o fator densidade e esquematizaram as partículas do gelo mais afastadas que na água líquida.

Muitos estudantes estão deixando o Ensino Médio sem terem a habilidade de relacionar um modelo com um dado experimental. Diante deste problema nos perguntamos: Como esta habilidade foi trabalhada pelo professor? Aqui convém fazermos uma análise do papel do professor no ensino de Química. Segundo nosso entendimento cabe ao professor trazer questões a sala de aula que resultem em conflitos cognitivos. São estes conflitos que possibilitam a mudança no perfil conceitual do aluno. O professor deve ir mais além. Ele deve oferecer ao aluno a chance de conhecer o modelo científico afim de utiliza-lo para resolver problemas ligado ao seu cotidiano. Assim, o aluno perceberá que “o mundo dos cientistas” não é tão distante do seu e que questionando suas vivências também poderá iniciar-se na Ciência.

Neste texto iremos abordar as dificuldades relacionadas ao modelo de átomo. Segundo Romanelli (1996) os professores não se preocupam com a maneira como os alunos aprendem nem o porque desse aprendizado. Percebe-se uma certa dificuldade em relacionar as idéias científicas com as idéias dos alunos, uma vez que para muitos professores o conceito de modelo atômico é tido como algo imutável, ou seja, é algo comprovado cientificamente que não deve ser contestado. O professor muitas vezes se esquece que o modelo atômico é **apenas** um modelo transitório e hipotético que foi idealizado para interpretar muitas das propriedades das substâncias e solucionar problemas encontrados ao longo do desenvolvimento da teoria. Para Romanelli (1996), é necessário elevar o nível de reflexão e a capacidade de atuação dos professores que já se encontram nas escolas, pois se nota a falta de habilidade na maioria dos professores de relacionar os conceitos de uma teoria, seus modelos e os dados experimentais. Caracterizando assim uma falha grave em sua formação.

---

<sup>1</sup> Grupo de Pesquisa em Educação Científica. Também professor do Programa de Pós-Graduação em educação para a Ciência. Email: caluzi@fc.unesp.br

Outro fator, decorrente do primeiro, que parece dificultar o processo de ensino e aprendizagem é o livro didático. Os professores em sua maioria utilizam o livro didático como um cânon, ou seja, considerando o seu conteúdo como algo acabado, verdadeiro, longe de qualquer tipo de crítica ou objeção. Inferindo destes livros, e passando aos seus alunos, o conceito de uma Química pronta e acabada. Em termos de atomismo, Mortimer (1988) nos mostra que os livros didáticos têm dificuldade em relacionar um modelo atômico com os fatos experimentais. Como dito anteriormente o professor faz do seu livro didático algo dogmático livre de erros e de contestações, sentindo-se, portanto obrigado a segui-lo fielmente. O que se sugere é que o professor crie seu próprio material didático a partir de suas idéias, reflexões e principalmente de seus objetivos. Assim o professor estará adequando sua aula a realidade de seus alunos.

Quando o assunto é modelos atômicos o professor pode valer-se da História da Química. Vários estudos, (Mortimer, 1995); (Chassot, 1996), mostram que há um certo paralelismo entre as idéias dos alunos e as idéias dos primeiros pensadores atomistas. Isso não quer dizer que as idéias elaboradas pelos filósofos sejam tão simples quanto à dos estudantes, mas sim que os estudantes também apresentam idéias tão bem fundamentadas quanto aos dos filósofos que fizeram parte da construção da Ciência. Quando um aluno diz que a matéria é formada por inúmeras partículas indivisíveis, esse mesmo aluno acaba tendo a mesma conclusão que Demócrito (460 – 370 a.C.) teve há séculos. Ainda hoje como sugere Chassot (1996), as idéias de Demócrito são adequadas para algumas explicações sobre os átomos.

Outro exemplo que nos revela a importância da História da Química no Ensino da Química é o modelo atômico de Dalton (1766 – 1844). A sua proposta atômica não foi muito bem aceita no meio científico. Na França, por exemplo, a proposta foi acolhida com um certo desprezo por cientistas de nome como Laplace e Berthollet por falta de provas. Isso implica que, mesmo uma teoria com certa carência de comprovação empírica não tem o seu desenvolvimento impedido, pois esta “não é questão a ser decidida pelas evidências empíricas, mas pela negociação baseada em argumentos racionais...”, (Mortimer, 1995). Assim, cabe ao professor em sala de aula a tarefa de saber argumentar e trabalhar as opiniões dos alunos baseando-se nos grandes debates da Ciência. Além de promover a discussão, o professor estará fornecendo ao seu aluno a oportunidade de conhecer todo o processo de construção da Ciência, desde a construção de um modelo baseado na observação e fatos experimentais bem como à consolidação de uma teoria. A reflexão epistemológica deve vir sempre acompanhada do conhecimento histórico (Leal, 2001).

Portanto, a utilização da História da Química deve servir de apoio aos conteúdos abordados uma vez que nada é considerado como imutável, irrefutável ou mesmo dogmático na Ciência. Nada está a salvo de críticas e reflexões. No entanto é tarefa do professor de Química ter um bom preparo acadêmico a fim de saber promover e fundamentar as contextualizações da Ciência com seus alunos.

### **O Modelo Atômico de Rutherford**

Um modelo interessante para ser discutido é o modelo atômico proposto por Rutherford. Ele apresenta algumas características importantes que podem ser exploradas pelos professores em sala de aula como: 1) é uma das mais importantes descobertas do início do século 2) contradiz as leis do eletromagnetismo clássico e 3) a solução desta contradição, juntamente com a radiação do corpo negro, o efeito fotoelétrico, etc, conduziu a formulação da Mecânica Quântica. Estas características serão discutidas no Trabalho de Conclusão de Curso de um dos autores. Inicialmente apresentaremos alguns dados biográficos de Rutherford e em seguida discutiremos o modelo.

Ernest Rutherford nasceu perto de Nelson, na Nova Zelândia em 30 de agosto de 1871. Estudou na Nova Zelândia até o seu doutorado sobre a magnetização do ferro. Depois foi professor e dirigiu um laboratório de Física na Universidade de McGill, em Montreal, Canadá no período de 1898 a 1907. Na Universidade McGill trabalhou com Frederick Soddy (1877 – 1956) desenvolvendo pesquisas sobre a transmutação dos elementos em emissões radioativas. Após esse período foi sucessor da cadeira de Física de Arthur Schuster na Universidade de Manchester, na Inglaterra. Com a aposentadoria de J.J. Thomson (1856 – 1940) do Laboratório Cavendish, Rutherford tornou-se o novo diretor desta instituição, na qual foi professor de Física e professor de Filosofia Natural da Royal Institution. Devido aos seus trabalhos sobre a radioatividade que contribuíram para o desenvolvimento dessa Ciência, foi laureado em 1908 com o Prêmio Nobel de Física.

Rutherford começou estudando emissões radioativas do urânio em Cambridge. Destingiu dois tipos de emissão a alfa e a beta. Com seus colaboradores, elucidou as propriedades e características da radiação alfa. Ele fez teste das curvas de decaimento e recuperação de radioelementos começando pelo tório. Desenvolveu também a teoria de transmutação dos radioelementos e elaborou um modelo para a estrutura do átomo.

Sobre a estrutura atômica Rutherford passou por um longo processo de investigação até chegar ao desenvolvimento do modelo. Rutherford procurava interpretações e explicações sobre a natureza das emissões alfa, pois eram muito energéticas e possuíam uma velocidade comparável a da luz.

Após experiências realizadas com Hans Geiger, em 1908, Rutherford conclui que as emissões alfa eram na verdade átomos de hélio totalmente ionizados. Sabendo disso, ele procurou utiliza-las para estudar os átomos, uma vez que as emissões alfa só poderiam ser de natureza atômica. Em novas experiências, Rutherford procurou bombardear com partículas alfa a matéria e constatou que inúmeras partículas apresentaram um desvio da sua trajetória ao atravessarem a matéria. Intrigado com esse resultado, ele iniciou um estudo sobre a possível origem desses desvios.

Foi por meio da experiência relatada nos livros didáticos que Rutherford desenvolveu seu modelo. Para isso teve como subsídio um artigo publicado em 1909 cujo título era *Sobre a Reflexão Difusa das Partículas Alfa*. Este artigo foi publicado por Geiger e Marsden. Eles relatam nesse artigo que bombardearam com partículas alfas uma delgada folha de ouro com uma espessura de 6 microns. Em torno desta folha de ouro foi colocado um anteparo revestido com uma camada de sulfeto de zinco. As partículas alfas ao colidirem com esta superfície revestida podiam ser detectadas. O resultado foi que um certo número de partículas ao se chocarem com a folha de ouro apresentou um ângulo de desvio de 90°. Algumas partículas alfa retornavam a ponto de incidência sendo que algumas eram refletidas com um ângulo de quase 180 graus, ou seja, em direção da fonte de emissão. Nesse artigo ainda há os resultados dos números de partículas desviadas quando utilizavam folhas de outros metais tais como chumbo, alumínio e platina. Pela observação desses novos desvios, Geiger e Marsden concluem que o número de partículas que sofreram desvio aumentava em proporção à massa atômica dos respectivos metais.

Foi, portanto baseado nesses resultados que Rutherford escreveu um artigo em 1911 com o título *O Espalhamento das Partículas Alfa e Beta na Matéria e a Estrutura do Átomo*. Nesse artigo ele relata as dispersões das partículas alfa e beta obtidos pelo trabalho de Geiger e Marsden, acrescenta cálculos matemáticos para explicar essas dispersões e conclui que o átomo é o responsável por esse fenômeno. Infere ainda que o átomo deve consistir em um centro maciço eletricamente carregado e pequeno. É aqui que surge a idéia do átomo nucleado composto de um núcleo positivo e de proporções relativamente pequena circundado por elétrons de igual número as unidades positivas contidas no núcleo.

Para sustentar sua nova imagem da estrutura atômica, Rutherford cita um artigo do Físico japonês H. Nagaoka de 1904. Nesse artigo Nagaoka considera como “Sistema saturniano” um modelo do átomo formado por uma partícula central carregada positivamente rodeada por anéis de elétrons girando com uma velocidade angular comum. Rutherford propõe nesse artigo o modelo de átomo que, segundo seu biógrafo David Wilson, era revolucionário, pois até aquele momento o modelo de Thomson não justificava as diferentes evidências decorrentes das observações.

Essa foi, portanto um das grandes contribuições de Rutherford para a constituição da matéria. Seu modelo nuclear do átomo é citado em inúmeros livros didáticos. A importância de ser relatado a origem do modelo atômico de Rutherford está no fato dos livros didáticos apresentam discordâncias isto é, em alguns materiais didáticos esse relato aparece com erros considerados graves. Como diz Mortimer (1988) há uma mistura de fatos que ocorreram em épocas diferentes, e que são apresentados nos livros como se tivessem ocorrido na mesma época, por exemplo, em certos livros didáticos apresentam como uma das conclusões da experiência a descoberta do elétron, sendo que, na verdade o elétron foi descoberto em 1897 por J.J. Thomson, ou seja, aproximadamente 10 anos antes dos experimentos de Rutherford.

### Referências Bibliográfica

- ARAGÃO, R.M. R. *et al.*, Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o Ensino de Química, *Química Nova na Escola*, nº 1, mai 1995.
- BOHR, N. *Sobre a constituição de átomos e moléculas*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1969.
- CHASSOT, A.I., Sobre prováveis modelos atômicos, *Química Nova na Escola*, nº 3, mai 1996.
- KNELLER, G. F. *A Ciência como atividade humana*. Rio de Janeiro: Zahar/Edusp, 1989.
- LEAL, M.C., Como a Química funciona?, *Química Nova na Escola*, nº 14, nov 2001.
- MASON, L. F. *História da Ciência*. Porto Alegre: Editora Globo, 1964.
- MORTIMER, E. F., Concepções atomistas dos estudantes, *Química Nova na Escola*, nº 1, mai 1995.
- \_\_\_\_\_, *O ensino de teoria atômica e de ligação química no segundo grau: drama, tragédia ou comédia?* Tese de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, 1988.
- NYE, M. J. *The question of the atom*. Los Angeles: Tomash Publishers, 1984.
- RIVAL, M., *Os grandes experimentos científicos*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1997. (Coleção Ciência e Cultura).
- ROMANELLI, L. I, O papel mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem do conceito átomo, *Química Nova na Escola*, nº 3, mai 1996.
- THUILLIER, P, *De Arquimedes a Einstein: A face oculta da invenção científica*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1994. (Coleção Ciência e Cultura).
- WILSON, D. *Rutherford. Simple Genius*, Londres: Library of Congress Cataloging in Publication Data, 1983.