

REFLEXÕES SOBRE A TEORIA ATÔMICA

SARAH ESTHER DA SILVA SAAB¹; MILENA COSTA GUIDOTTI²; WAGNER
TENFEN³

¹Universidade Federal de Pelotas – sarahesthersaab@outlook.com

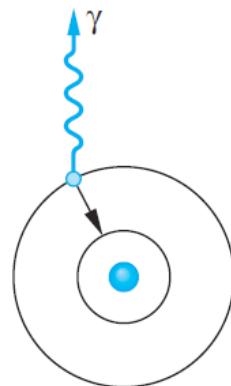
²Universidade Federal de Pelotas – milenaguidotti@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – wtenfen@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Quando se escuta a palavra “átomo”, geralmente, a primeira imagem que vem à mente é uma representação visual como na Figura 1. Mas nem sempre foi assim. Afirmar que “todas as coisas são feitas de átomos” como fez Feynman, poderia causar grande alvoroço entre os cientistas se fosse proclamada há um século. Mesmo depois de J.J. Thomson ter descoberto os elétrons e ter sido laureado com o Nobel de Física em 1906 por tal feito, ainda havia questionamentos acerca dos constituintes da matéria serem, de fato, os átomos. Físicos influentes, como E. Mach, sequer admitiam a existência do átomo, e ainda, entre os que acreditavam em sua existência, se discutia se ele seria algo maciço ou se teriam espaços vazios entre suas partes [1].

Figura 1: átomo de Bohr.



Fonte: [2]

Os livros didáticos mostram a evolução, no âmbito de história da ciência, dos modelos atômicos como uma construção linear feita apenas por um grupo seletivo de cientistas geniais, sendo que entre os cientistas contemporâneos aos modelos, não havia consenso sobre qual seria o “mais correto”, pois mesmo que respondessem algumas perguntas de sua época, ainda não eram modelos completos. Por isso, ao estudar um pouco mais sobre o assunto é possível verificar que a realidade não é tão simples assim. Observa-se um foco nos modelos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr, enquanto há um negligenciamento, pelos livros texto de todos os níveis acadêmicos, com diversos modelos alternativos como o de Le-nard e Langmuir que serão brevemente introduzidos neste trabalho.

2. METODOLOGIA

Este trabalho de iniciação científica está em sua fase inicial. Nesses dois últimos meses foi feita uma revisão teórica a respeito do objeto de estudo como os constituintes da matéria, sua evolução histórica, análise das bases teóricas e experimentais da física atômica tal como apresentadas na literatura introdutória e em outros textos. Com o intuito de buscar entendimento sobre os modelos atômicos clássicos para então compreender o modelo atômico da mecânica quântica desenvolvido por Schrödinger.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de ilustrar o problema, as discussões serão feitas no âmbito da apresentação dos modelos de P. Lenard e J. J. Thomson, que, além de seus respectivos referenciais teóricos, utilizaram experimentos com raios catódicos para a fundamentação dos seus modelos atômicos. A mesma comparação será feita entre as propostas de Bohr e Langmuir, que concordavam que os resultados teóricos de Bohr condiziam com o esperado de acordo com a experimentação, mas apenas para o caso do átomo de hidrogênio e por isso chegaram a modelos distintos ao tentar encontrar a mesma correspondência para o caso do átomo de hélio.

Philipp Lenard apresentou sua proposta de modelo atômico em 1903 [3]. Este átomo era constituído pelos chamados “dinamídeos”, partículas muito pequenas e separadas por espaços amplos, possuíam massa e foram imaginadas como dipolos elétricos constituídos por duas partículas de mesma carga e sinais opostos e de número igual à massa atômica. Ele foi um dos primeiros a afirmar que a matéria sólida era cerca de um milionésimo de todo o átomo [4].

Um ano depois, em 1904, J.J. Thomson apresentou sua ideia de modelo atômico, o qual ficou conhecido como modelo de “pudim de passas”. O átomo segundo esse modelo foi imaginado como uma esfera, não maciça, de carga positiva e com elétrons rotacionando em seu interior e sofrendo repulsão mútua, logo, estavam uniformemente distribuídas sobre uma circunferência imaginária de raio menor do que o raio da esfera.

Ambas propostas foram dadas com base em seus respectivos estudos acerca dos raios catódicos. Inclusive, Lenard foi laureado com um Nobel de física por suas contribuições sobre o tema. Logo, os dois físicos detinham grande prestígio na comunidade científica, no entanto, nos livros texto só são encontradas informações a respeito dos estudos e modelo atômico de Thomson.

É inegável que a proposição da estrutura do átomo segundo Bohr [5,6] foi um significativo passo adiante na definição de um modelo atômico que represente satisfatoriamente as observações experimentais previamente realizadas. Entretanto, o modelo continua sendo falho em diversos aspectos, mesmo quando aplicado ao próprio átomo de hidrogênio. A estrutura fina do espectro do átomo de hidrogênio já havia sido observada por Michelson em 1891 [7], o que duplica as linhas espectrais do átomo de hidrogênio para as séries já conhecidas. Este fato foi apontado prontamente logo após a publicação do primeiro trabalho de Bohr, cujo modelo é capaz de representar apenas a estrutura geral, sem correções finas, para as transições eletrônicas no átomo de hidrogênio. Uma outra inconsistência prontamente apresentada foi a incapacidade do modelo de Bohr de representar a estrutura espectral do átomo de hélio não ionizado, e mesmo a sua tentativa de determinar teoricamente o primeiro potencial de ionização para este átomo não encontrou correspondência com os dados experimentais de Franck e Hertz [8].

Mesmo que o primeiro defeito apontado para o modelo de Bohr possa ser corrigido a partir da consideração de que o elétron move-se em torno do núcleo atômico em trajetórias elípticas (em complementação à proposta original de órbitas circulares) e da aplicação das correções relativísticas apropriadas para a dinâmica do elétron em tais trajetórias, as observações de que o modelo de Bohr é incapaz de representar a estrutura do espectro do átomo de hélio e o seu primeiro potencial de ionização constituem discrepâncias persistentes entre teoria e experimento [9]. O fato de que os livros texto ignorem estes fatos, ou contem a história dos modelos atômicos com pouco detalhamento, indica para o estudante que o desenvolvimento da teoria atômica foi linear, sem dificuldades aparentes e que em última análise os modelos propostos evoluíram naturalmente para a descrição do átomo pela mecânica ondulatória de Schrödinger.

Nesta linha, ignora-se indevidamente o esforço de uma comunidade científica no sentido da construção de determinada teoria científica. Por exemplo, as tentativas de Langmuir [10] em reconciliar o modelo atômico de Bohr com os dados experimentais mais recentes do potencial de ionização para o átomo de hélio produziram propostas de dinâmicas exóticas dos elétrons neste átomo (ou no hidrogênio molecular). Em uma delas, os elétrons do átomo de hélio deveriam mover-se longitudinalmente e em direções opostas em órbitas circulares em latitudes distintas, uma trinta graus acima do equador do átomo e outra trinta graus abaixo. O próprio autor verifica que nestas condições o potencial de ionização calculado se afasta ainda mais dos valores determinados experimentalmente, indicando inclusive instabilidade da estrutura atômica. Mesmo assim, levanta a possibilidade de que esta configuração possa ser correspondente a um estado perturbado do átomo de Bohr. Na sua outra proposta, Langmuir sugere que os elétrons do átomo de hélio oscilam em um meridiano do átomo, em órbitas semicirculares. Curiosamente, esta dinâmica exótica implica nos mesmos resultados obtidos anteriormente por Bohr para o átomo de hélio, o que faz com que este modelo também seja insuficiente para a descrição do seu potencial de ionização. Desta forma o seguinte questionamento se estabelece: qual modelo atômico deveríamos escolher para a representação do átomo de hélio, uma vez que os resultados de Bohr e Langmuir para este sistema são idênticos? Este questionamento é razoável, entretanto fica obscurecido pelas escolhas dos livros texto de física moderna que simplesmente ignoram os modelos atômicos menos famosos.

4. CONCLUSÕES

Após esses estudos iniciais, que buscou trazer aprendizados a respeito dos modelos atômicos, será feita a apropriação dos conceitos necessários para a compreensão do átomo descrito pela mecânica ondulatória de Schrödinger e iniciaremos a fase teórica deste trabalho. Esta fase envolverá a determinação da estrutura eletrônica de átomos e moléculas, e a partir dos resultados obtidos poderemos calcular as seções de choque para as colisões de pósitrons com átomos e moléculas. A comparação entre os resultados obtidos para estas seções de choque poderão ser comparados diretamente com dados experimentais e outras aproximações teóricas disponíveis na literatura.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **Vida longa para o átomo de Bohr.** Jornal da Unicamp. 14 dez. 2018. Acessado em 24 set. 2020. Online. Disponível em: <<https://www.unicamp.br/unicamp/ju/artigos/peter-schulz/vida-longa-para-o-atomo-de-bohr>>
- [2] TIPLER, Paul A.; LLEWELLYN, Ralph. **Modern physics.** Macmillan, 2003.
- [3] **Philipp Lenard (1862-1947).** GPET Física Unicentro. 4 out. 2018. Acessado em 24 set. 2020. Online. Disponível em: <<https://www3.unicentro.br/petfisica/2018/10/04/philipp-lenard-1862-1947/>>
- [4] **Philipp Lenard – Biographical.** NobelPrize.org. Nobel Media AB 2020. Acessado em 24 set. 2020. Online. Disponível em: <<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1905/lenard/biographical/>>
- [5] BOHR, Niels. XXXVII. On the constitution of atoms and molecules. **The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science**, v. 26, n. 153, p. 476-502, 1913.
- [6] BOHR, Niels. LXXIII. On the constitution of atoms and molecules. **The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science**, v. 26, n. 155, p. 857-875, 1913.
- [7] MICHELSON, Albert A. XXXVIII. On the application of interference-methods to spectroscopic measurements.—I. **The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science**, v. 31, n. 191, p. 338-346, 1891.
- [8] J.Franck u. G. Hertz, Verb. d. **Deutsch. Phys. Ges.** XV. p. 34 (1913).
- [9] TENFEN, Danielle Nicolodelli; TENFEN, Wagner. O modelo atômico de Bohr e as suas limitações na interpretação do espectro do átomo de hélio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 216-235, 2017.
- [10] LANGMUIR, Irving. The structure of the helium atom. **Physical Review**, v. 17, n. 3, p. 339, 1921.