

Do Espalhamento de Partículas Alfa à Energia Nuclear: Caminhos Percorridos por Rutherford

Carlos Alberto dos Santos
Instituto de Física – UFRGS
<http://www.professorcarlos.com/>

Em 1912, Frederick Soddy (1877-1956) chamou a atenção para a importância que a questão da transmutação teria para o futuro de um mundo sem combustível. A radioatividade havia sido descoberta em 1896, os cientistas já estavam convencidos da existência dos átomos, mas ainda não sabiam muito bem como ele era constituído. Um ano antes, Ernest Rutherford (1871 – 1937) havia proposto a existência do núcleo atômico, mas seus constituintes só foram descobertos anos depois: o próton em 1919, e o nêutron em 1932. Em 1938, com a descoberta da fissão nuclear, a humanidade viu-se a um passo daquela profecia de Soddy, não pela falta de combustível, mas pela possibilidade de utilização da energia nuclear. Naqueles 42 anos da história da radioatividade, Rutherford sempre esteve presente nos momentos cruciais, mas não viveu para presenciar a tragédia de Hiroshima e Nagasaki, em 1945, nem a construção para fins pacíficos, da primeira usina nuclear, em Obninsk, União Soviética, em 1954.

A comunidade científica elevou três personagens à categoria de ícone na história da radioatividade: Henri Becquerel (1852 – 1908), Marie Curie (1867 – 1934) e Rutherford. Mas, um exame retrospectivo mostra claramente diferentes papéis desempenhados por cada um. Até parece ter havido um acordo tácito, coisa que sabemos impossível. Em 1896, Becquerel observou e relatou o fenômeno logo considerado como a descoberta da radioatividade natural. Uma observação atenta dos trabalhos da época, como fez o prof. Roberto de Andrade Martins, mostra que a contribuição relevante de Becquerel limitou-se ao relato da observação. O entendimento detalhado do assunto coube a Marie Curie, sobretudo por intermédio da descoberta de novos elementos radioativos, e a Rutherford, que investigou a natureza da radiação emitida pelos materiais radioativos, tendo para isso que penetrar no átomo, qual um arqueólogo em busca de uma civilização perdida.

A história da radioatividade é um prodígio de nuances interessantes qualquer que seja a perspectiva escolhida pelo observador. Para um sociólogo da ciência há intrigas e preconceitos bairristas, bem como discriminação de gênero e de origem social. De uma perspectiva epistemológica, o tema é um verdadeiro tesouro pela sequência de equívocos cometidos por personalidades importantes da história da ciência. Muitos desses equívocos foram esclarecidos graças à competência com que Rutherford tratou os misteriosos raios Becquerel. Trabalho reconhecido com a mais alta condecoração que um cientista pode receber: o Prêmio Nobel. Há um século, precisamente em 10 de dezembro 1908, a Real Academia de Ciências da Suécia concedia-lhe o Nobel de Química “por suas investigações sobre a desintegração dos elementos, e a química das substâncias radioativas”.

Quando Marie e Pierre Curie anunciaram as descobertas do polônio e do rádio, Rutherford estava se instalando em Montreal, na Universidade McGill. Chegou no dia 20 de setembro de 1898 e já em janeiro do ano seguinte publicou um artigo com 54 páginas, hoje considerado um dos clássicos da literatura científica. Trata-se do trabalho no qual ele descobre que as emissões radioativas contêm, no mínimo, dois tipos de raios, alfa e beta. Essa postura frente aos problemas da radioatividade vai marcar a vida científica de Rutherford: ele quer saber o que são as emissões radioativas, por que elas são expelidas pelos elementos químicos e finalmente o que é que tem lá dentro do átomo. É assim que ele se transforma no *Indiana Jones* do núcleo atômico, e os raios alfa em seu principal *instrumento de escavação*, que precisa ser melhor conhecido para ser bem utilizado. Mas, Rutherford leva mais de cinco anos de árduo trabalho para descobrir que os raios alfa resultam da dupla ionização do átomo de hélio. Ou seja, os raios alfa não são raios, são partículas exatamente iguais aos núcleos de hélio. É interessante observar que o primeiro artigo publicado por Rutherford em 1906 é o último em que ele usa a denominação *raios alfa*. No artigo seguinte ele já utiliza *partícula alfa*.

Convencido de que aquela partícula poderia servir como sonda para mergulhar no interior do átomo, Rutherford inicia um programa de pesquisa que ficou conhecido como espalhamento de partículas alfa. As circunstâncias lhes são favoráveis. Em 1907, Arthur Schuster aposenta-se voluntariamente para deixar sua vaga na Universidade de

Manchester para Rutherford. Manchester já era naquela época um dos grandes celeiros científicos da Inglaterra. Ali Rutherford teve auxiliares de peso: Hans Geiger, Henry Moseley, Charles Darwin, James Chadwick, Ernest Marsden, Niels Bohr, Nevill Mott e Thomas Royds, que, em 1908, realizou o experimento definitivamente comprobatório de que a partícula alfa é o núcleo de hélio.

Foi com o espalhamento de partículas alfa que, em 1911, que Rutherford chegou ao modelo atômico que deu origem à teoria quântica, nas mãos de Niels Bohr em extraordinário trabalho realizado em 1913. Sob o ponto de vista epistemológico, a história do projeto é magnífica. O início se deu ainda em Montreal, quando Rutherford percebeu que o feixe de raios alfa (ele ainda não sabia que se tratava de partículas) era mais disperso no ar do que no vácuo, levando-o a supor que se tratava da interação dos raios alfa com as partículas do ar. A partir daí ele começou a bombardear diferentes materiais com partículas alfa.

Entre 1908 e 1909, Geiger e Marsden realizaram a experiência definitiva, bombardeando uma fina folha de ouro com partículas alfa. Como era de se esperar, a maioria das partículas atravessava a folha apresentando pequenos desvios, mas surpreendentemente algumas atingiam a folha e voltavam. Era como se uma bala de revólver retornasse ao ser atirada contra uma folha de papel. Aquilo virou um mistério, A explicação do espalhamento das partículas alfa baseava-se no modelo atômico de Thomson, o famoso professor do Laboratório Cavendish, em Cambridge, o homem que descobrira o elétron em 1897. Chamava-se pudim de ameixa, o modelo. O pudim representava as cargas positivas (ainda não existia o próton, nem o núcleo), enquanto as ameixas representavam os elétrons. Os pequenos desvios das partículas alfa resultavam da interação eletrostática com a carga positiva do *pudim*. Desvios maiores eram atribuídos a múltiplos espalhamentos. Mas, esses múltiplos espalhamentos não conseguiam explicar o retorno das partículas, ou o retro-espalhamento.

Ninguém sabe exatamente quando Rutherford teve a luminosa idéia de propor um modelo atômico diferente. O que todos sabem é que isso aconteceu dois anos depois das medidas de Geiger e Marsden. Entre o final de 1910 e o início de 1911 ele pediu que Geiger repetisse as medidas, pois ele tinha uma idéia de como calcular os espalhamentos em grandes ângulos e os retro-espalhamentos. Tudo foi explicado supondo que o átomo

era constituído por um pequeno núcleo, em torno do qual orbitavam os elétrons. O núcleo continha a carga positiva e praticamente toda a massa do átomo.

Na sequência da história, vemos Rutherford descobrindo o próton em 1919 e contribuindo decisivamente para a descoberta do nêutron, realizada por Chadwick em 1932. Vemos também o experimento de Rutherford transformar-se na técnica de análise de materiais conhecida como retroespalhamento Rutherford, ou RBS na sigla inglesa para *Rutherford BackScattering*, de larga utilização em laboratórios de pesquisa e industriais.