

## Análise da Introdução do livro de Marie Curie “*Traité de Radioactivité*”

Vitor Soares

Adriana Bispo dos Santos Kisfaludy

Deividi Marcio Marques

### Resumo

*Este trabalho tem como objetivo a análise da introdução do livro “*Traité de Radioactivité*” publicado em 1910 na França e foi escrito por Marie Curie. No capítulo de introdução, Madame Curie traz importantes ideias e conceitos referentes a radioatividade, sobre a descoberta deste fenômeno, constituição e natureza das partículas subatômicas, a presença do gás hélio em processos radiativos e as formas de emanção do rádio. Os comentários sobre essa introdução serão feitos de modo a elucidar algumas ideias que eram aceitas naquela época, sobretudo, na ideia da constituição da matéria. Será mostrado, também, os conceitos advindos de outros físicos, sobretudo de Ernest Rutherford, que pesquisaram sobre as diferentes formas de radiação e suas controvérsias. Além dessas questões históricas, o trabalho pretende abordar a importância da interface entre a História da Ciência e o Ensino de Ciências e como este material pode ser incorporado na prática docente da Educação Básica.*

**Palavras-chave:** Radioatividade; gás hélio; emanção; História da Ciência.

### Abstract

*This paper aims to analyze the introduction of the book “*Traité de Radioactivité*” published in 1910 in France and was written by Marie Curie. In the introductory chapter, Madame Curie brings important ideas and concepts concerning radioactivity, about the discovery of this phenomenon, constitution and nature of subatomic particles, the presence of helium gas in radioactive processes and the forms of emanation of radio. Comments on this introduction will be made in order to elucidate some ideas that were accepted at that time, especially the idea of the constitution of the subject. It will also be shown the concepts coming from other physicists, especially Ernest Rutherford, who researched the different forms of radiation and their controversies. In addition to these historical issues, the paper intends to address the importance of the interface between the History of Science and Science Teaching and how this material can be incorporated into the teaching practice of Basic Education.*

**Keywords:** Radioactivity; helium gas; emanation; History of Science.

A radioatividade é um assunto presente em nossos dias, desde seu uso na medicina para o tratamento de tumores cancerígenos ao uso para a geração de energia elétrica que abastece importantes centros urbanos. Além disso, é um tema presente nos currículos e nos livros didáticos nas aulas de Química e Física na Educação Básica, cujo conteúdo reporta as diferentes formas de radiação oriundas de elementos e compostos radioativos e seus desdobramentos como decaimento radioativo e tempo de meia vida.

Ao analisarmos alguns destes materiais didáticos, constatamos a quase ausência de fatos históricos que ocorreram no começo do século passado em relação aos estudos envolvendo fenômenos radioativos. Há interessantes trabalhos que tratam deste tema por um viés histórico<sup>1</sup> inclusive com proposta de abordagem em sala de aula<sup>2</sup> o que pode proporcionar diferentes aplicações deste tema.

Para os propósitos deste artigo, vamos nos concentrar na Introdução do livro *Traité de Radioactivité*<sup>3</sup>, escrito por Marie Curie e publicado no ano de 1910. Nesta obra, Marie Curie inicia dizendo que

Esta obra representa o conjunto de lições que constituíram durante esses últimos anos o curso de Radioatividade ministrado na Sorbonne. A redação dessas lições foi completada por alguns desenvolvimentos que não encontravam seu lugar nas aulas.<sup>4</sup>

No decorrer do capítulo introdutório, Marie Curie faz menções a alguns fatos que foram observados por Ernest Rutherford e Frederick Soddy, mas que ainda não estavam muito bem esclarecidos na época como, por exemplo, a produção de hélio por corpos radioativos e as emanações produzidas por alguns compostos.

---

<sup>1</sup> Deividi M. Marques, "As investigações de Ernest Rutherford sobre a estrutura da matéria: Contribuições para o Ensino de Química" (dissertação de mestrado, UNESP – Bauru, 2006).

<sup>2</sup> Giovana T. Pinto, Deividi M. Marques, Uma Proposta Didática na Utilização da História da Ciência para a primeira série do Ensino Médio: A Radioatividade e o cotidiano. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces. Volume 1, 2010 – pp. 27-57.

<sup>3</sup> Iremos utilizar a expressão "Tratado de Radioatividade" no decorrer do artigo.

<sup>4</sup> Marie Curie, *Traité de Radioactivité*. Gauthier, 1910 (p.5).

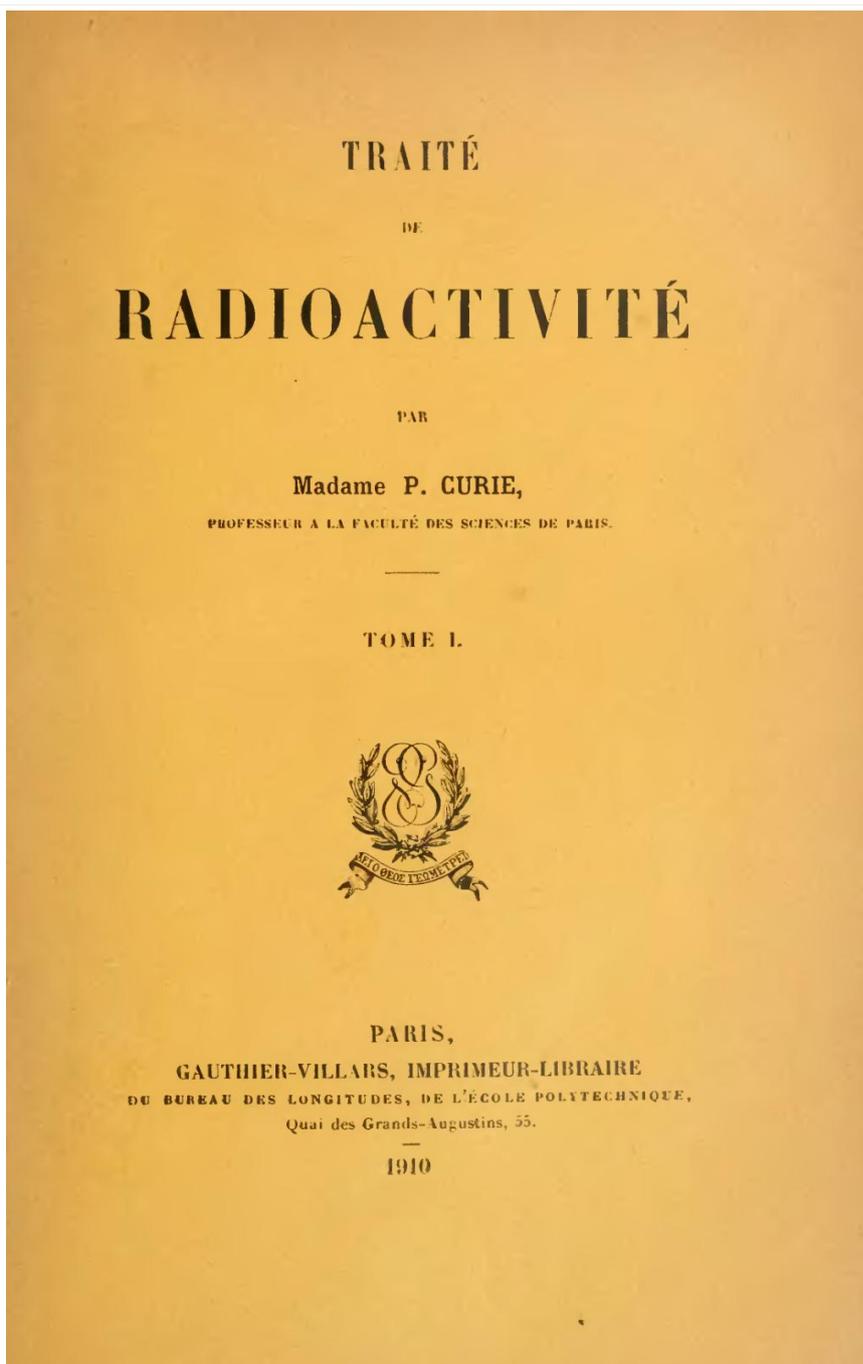


Figura 1. *Traité de Radioactivité*<sup>5</sup>

### Corpos radioativos produzem hélio?

A presença de gás hélio durante os estudos de compostos radioativos já havia sido observado e publicado por Rutherford e Royds<sup>6</sup> antes da publicação do livro de Marie Curie. O experimento descrito nessa comunicação consistia em isolar partículas alfa a partir de miligramas de rádio e estudá-las

<sup>5</sup> <https://fr.wikisource.org/wiki>

<sup>6</sup> RUTHERFORD, E., ROYDS, T. The Nature of the  $\alpha$  Particle from Radioactive Substances. *Philosophical Magazine*, Nov/1909, p. 261 – 268.

espectroscopicamente. A confirmação seria as linhas amarelas característica do gás hélio, o que pode ser constatado.

Rutherford, ainda no Canadá, havia observado sobre a produção de hélio ao estudar o comportamento de alguns compostos radiativos ao emitirem partículas alfa.

A produção de hélio é de extrema importância, como sendo o primeiro e bem autenticado caso de transmutação de um elemento em outro. Esse processo de transmutação é de caráter muito especial por ser espontâneo e a uma razão que independe do nosso controle. Para explicar a produção de hélio pelo rádio, em termos químicos, foi sugerido que o hélio não é um elemento verdadeiro, mas é um estado de combinação instável de hélio com algum elemento conhecido ou desconhecido, e que esta combinação está continuamente se separando, com a liberação do hélio.<sup>7</sup>

Marie Curie diz o seguinte sobre esse tema:

Entre os produtos das destruições de corpos radioativos, existe um particularmente interessante: é o gás hélio que é produzido constantemente pelo rádio, o actínio, o polônio, o urânio e o tório. A experiência provou que os átomos de hélio emitidos devem ser considerados como partículas alfa que perderam sua carga elétrica.<sup>8</sup>

É possível ver que, para a Marie Curie, os elementos radioativos produziam gás hélio, corroborando com Rutherford e Royds. No entanto, é possível verificar que: 1) a própria partícula alfa, que é emitida por corpos radioativos, seria um átomo de hélio; 2) o hélio era um produto da decomposição radioativa do rádio ou 3) ocorria o surgimento do hélio em algum momento durante as emissões das partículas alfas.

Para entendermos essas relações entre partículas alfa e átomos de hélio, devemos considerar que naquela época não havia ainda a ideia de um átomo formado por um núcleo<sup>9</sup>. Hoje, ao falarmos sobre partículas alfa, dizemos que são núcleos de átomos de hélio, ou seja, formado por 2 prótons e 2 nêutrons. No entanto, pelo entendimento sobre a composição da estrutura do átomo na época, a ideia de que partículas alfa eram átomos de hélio faria todo sentido, uma vez que a presença deste gás podia ser identificada pelo uso do espectroscópio que, ao analisarem, as linhas amarelas características deste elemento podia ser verificada.

---

<sup>7</sup> Ernest Rutherford. The Radiation and Emanation of Radium – Part II, ago/1904b. IN. The Collected Papers of Lord Rutherford of Nelson. Volume I, New Zealand, Cambridge, Montreal. Interscience Publishers Inc. New York, 1962.

<sup>8</sup> Marie Curie, *Traité de Radioactivité*. Gauthier, 1910 (p.11)

<sup>9</sup> O modelo nuclear foi proposto por Rutherford em 1911.

Ainda em 1908, Rutherford, explicou como essas partículas perderiam elétrons e se tornariam átomos de hélio:

Considerando as evidências, nós concluímos que a partícula alfa é um átomo projetado de hélio que tem de algum modo durante sua trajetória, adquirido duas unidades de carga de eletricidade positiva. É um pouco inesperado que o átomo de um gás monoatômico como hélio carregue uma dupla carga. Não deve ser esquecido, porém, que a partícula alfa é liberada a uma alta velocidade como resultado de uma intensa explosão atômica, e lançada através das moléculas da matéria em seu caminho. Tais condições são excepcionalmente favoráveis à perda de elétrons que compõe o sistema atômico. Se a partícula alfa pode perder dois elétrons deste modo, a dupla carga é explicada.<sup>10</sup>

É interessante notarmos que a explicação para tal fato havia uma relação direta com a ideia de átomo proposta por J.J.Thomson. Uma vez que, segundo ele, os átomos eram compostos por uma esfera positivamente carregada e seus elétrons anexados a esse sistema em anéis concêntricos dentro desta esfera<sup>11</sup>. Neste caso, a partícula alfa perdendo seus elétrons, explicaria sua semelhança, e até uma garantia, de ser um átomo de hélio, sendo uma evidência a presença de uma dupla carga positiva.

O que fica evidente, por outro lado, a discussão sobre a constituição atômica dos elementos radioativos. Ao que tudo indica, houve controvérsias a respeito se os átomos de elementos radioativos seriam iguais aos átomos dos elementos não radioativos e a presença do gás hélio nos processos de emissão radioativa justificaria esse fato, como narrado por Marie Curie

Isso resulta que o átomo de hélio forma, segundo toda probabilidade, um dos constituintes de todos ou quase todos os átomos radioativos, e pode em geral um constituinte dos edifícios atômicos<sup>12</sup>

O conhecimento e o entendimento deste episódio histórico nos mostra, por exemplo, como eram propostos os modelos atômicos para entender a estrutura da matéria e como isso tinha uma relação direta com os fatos experimentais observáveis. No que tange o ensino de ciências, sobretudo o ensino de química, modelos atômicos muitas vezes se confunde a pensar somente nos modelos atômicos consagrados e presentes nos livros didáticos sem, no entanto, refletir sobre a ideia que subjaz a

---

<sup>10</sup> Ernest Rutherford, The Chemical Nature of the Alpha Particles from Radioactive Substances. *Nobel Lecture*, 1908.

<sup>11</sup> J.J.Thomson, On the structure of the atom: an investigation of the stability and periods of oscillation of a number of corpuscles arranged at equal intervals around the circumference of a circle; with application of the results to the theory of atomic structure, The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 1904.

<sup>12</sup> Marie Curie, *Traité de Radioactivité*. Gauthier, 1910 (p.11)

construção ou a elaboração deste modelo. Fazer modelos é projetar uma imagem, uma ideia mediante a fatos descritos ou observáveis e que não é, por vezes, uma representação da realidade.

## O que são emanções?

O termo emanção já era conhecido entre os cientistas que estudavam processos radioativos. Rutherford publicou, em 1900, um artigo<sup>13</sup> em que relatou a descoberta de um inesperado fenômeno. Ele percebeu que uma substância exposta durante algum tempo na presença de tório, torna-se radioativa. Rutherford averiguou logo que isto era devido à deposição, na superfície da substância exposta, de uma camada invisível de material radioativo. Essa radioatividade excitada decaía rapidamente e desaparecia em poucos dias. A essa nova substância, Rutherford chamou de emanção, que, segundo ele, possivelmente poderia ser um vapor do tório.

Marie Curie disserta sobre as emanções em seu capítulo introdutório:

Assim o rádio, o tório e o actínio liberam de uma maneira continua gases radioativos nomeados emanções, onde a atividade desaparece com o tempo (...) Quando um gás fica ativo ao contato do rádio, do tório ou do actínio, dizemos que esse gás contém emanções radioativas proveniente de um dos corpos.<sup>14</sup>

Marie Curie notou que, em uma caixa contendo somente rádio, actínio ou tório, depois de um tempo, apareciam gases que também eram radioativos. Ela também notou que, se esses gases fossem separados do material radioativo, eles continuariam radioativos por um tempo e depois ficariam inertes. O tempo que eles levariam para perderem sua atividade seria diferente dependendo do material radioativo de origem. Outra característica importante que ela notou foi que as paredes dos recipientes que continham as emanções também ficavam radioativas, devido à radiação induzida, a qual é distinta para cada material radioativo de origem.

Vários experimentos foram feitos, anteriormente, por Rutherford e Soddy<sup>15</sup> para saberem mais sobre essas emanções. Baseado nos resultados, eles concluíram que essas emanções não têm afinidades químicas e são similares ao gases nobres.

Hoje, sabe-se que essas emanções são, na verdade, o próprio gás nobre Radônio e seus isótopos. Por isso que em todos os experimentos feitos, essas emanções não reagem com outros compostos, visto que o Radônio é um gás inerte. Sabe-se disso pois o Radônio faz parte das séries

---

<sup>13</sup> Ernest Rutherford, A Radioactive Substance emitted from Thorium Compounds, 1900.

<sup>14</sup> Ibid, p. 9.

<sup>15</sup> Ernest Rutherford, Frederick Soddy, The Cause and Nature of Radioactivity part I, 1902.

radioativas, isto é, com o decaimento radioativo do rádio, do actínídeo e do tório, um dos produtos deste decaimento é o Radônio.

### **Considerações finais**

Esse trabalho propôs-se a analisar a introdução do livro “*Traité de Radioactivité*” de Marie Curie, esclarecendo algumas ideias apresentadas no texto e, também, mostrar a importância de inserir a História da Ciência em seu ensino. Pode-se perceber, com esse trabalho, como a ciência está em constante evolução e que ideias aceitas como certas em uma época podem ser aperfeiçoadas e estudadas mais a fundo em outra. Por isso é importante o ensino da História da Ciência, para que o aluno perceba que a ciência não é estática e ele entenda que cada regra e teoria estudada teve todo um processo para ser proposta.

### **SOBRE OS AUTORES:**

#### **VITOR SOARES**

Licenciatura em Química - UFU

[vitorsoares865@gmail.com](mailto:vitorsoares865@gmail.com)

#### **ADRIANA BISPO DOS SANTOS KISFALUDY**

Escola de Educação Básica de Campo Grande - MS

[prof.adrianakisfaludy@gmail.com](mailto:prof.adrianakisfaludy@gmail.com)

#### **Deividi Marcio Marques**

Universidade Federal de Uberlândia

[deividi@ufu.br](mailto:deividi@ufu.br)