

## Pudim e Átomo são semelhantes?

Emerson Luis Pires  
Jaime da Costa Cedran  
Débora Piai Cedran

### Resumo

A compreensão da estrutura da matéria é objeto de interesse humano há séculos e, para tanto, são utilizadas representações científicas denotadas por modelos atômicos. Dentre esses diversos modelos, destaca-se o modelo atômico de Thomson, popularmente conhecido como modelo atômico do pudim de ameixa. Neste modelo, apresentado por Thomson no início do século XX, o pesquisador faz uso de conhecimentos sobre interações eletrostáticas para propor arranjos específicos de  $n$  corpúsculos com cargas negativas (elétrons) em uma estrutura esférica com quantidade elétrica positiva igual àquela dada pelo  $n$  corpúsculos. Neste modelo, a proposição de um átomo composto por subunidades atômicas é um conceito marcante e de grande importância no desenvolvimento histórico científico da modelagem atômica. Neste trabalho buscamos verificar como a apresentação e desenvolvimento desse modelo ocorre em livros didáticos de Química brasileiros e de alguns países sulamericanos (boliviano, chileno, colombiano e equatoriano) focando o uso de forma didática da história da ciência e a concordância do modelo original com aqueles apresentados nos livros textos. Constatamos que a proposta originalmente apresentada no trabalho publicado por J. J. Thomson em 1906 não é aquela apresentada nos livros didáticos, divergindo em vários aspectos. A proposição de um átomo constituído por unidades subatômicas e, portanto, substancialmente diferente da ideia de um átomo maciço e indivisível que, em geral, vigorava por quase dois milênios não é adequadamente explorada em qualquer texto. Além do fato da divisibilidade do átomo há ainda a questão da disposição específica dos elétrons que, surpreendentemente, não é apresentada em livro algum e sendo distorcida de tal modo que a ideia apresentada é a de um átomo esférico com cargas aleatoriamente distribuídas, assim como as passas dispersas em um pudim. Essa concepção é reforçada pela apresentação de imagens/figuras que de forma alguma correspondem à proposta feita por Thomson. É inegável a complexidade da elaboração de materiais didáticos, pois deve contemplar diversos conceitos, levando em conta diversos contextos, em um espaço limitado. Porém, a apresentação do modelo atômico de Thomson trazida pelos livros didáticos, poderia ser feita de forma que se aproximasse do modelo idealizado pelo cientista inglês e, principalmente, discutir a mudança de perspectiva na compreensão da constituição da matéria trazida pelo modelo que deixa de considerar o átomo como uma partícula indivisível.

**Palavras-chave:** Modelo atômico, Thomson, Ensino de Ciências

### Abstract

Understanding the structure of matter has been an object of human interest for centuries and, to this end, scientific representations denoted by atomic models are used. Thomson's atomic model stands out among these different models, popularly known as the plum pudding atomic model. In this model, presented by Thomson at the beginning of the 20th century, the researcher uses knowledge about electrostatic interactions to propose specific arrangements of  $n$  corpuscles with negative charges (electrons) in a spherical structure with a positive electrical quantity equal to that given by the  $n$  corpuscles. In this model, the proposition of an atom composed of atomic subunits is a striking concept of great importance in the scientific historical development of atomic modeling. In this work, we seek to verify how the presentation and development of this model occur in Brazilian Chemistry textbooks and those from some South American countries (Bolivian, Chilean, Colombian and Ecuadorian), focusing on the didactic use of the history of science and the agreement of the original model with those presented in the textbooks. We found that the proposal originally presented in the work published by J. J. Thomson in 1906 is different from the one presented in the textbooks, differing in several aspects. The proposition of an atom constituted by subatomic units and, therefore, substantially different from the idea of a massive and indivisible atom that, in general, was in force for almost two millennia is not adequately explored in any text. In addition to the fact of the divisibility of the atom, there is also the issue of the specific arrangement of the electrons, which, surprisingly, is not presented in any book and is distorted in such a way that the idea presented is that of a spherical atom with randomly distributed charges, just like the raisins scattered in a pudding. This conception is reinforced by the presentation of images/figures that in no way correspond

*to the proposal made by Thomson. The complexity of creating teaching materials is undeniable, as it must encompass different concepts, considering different contexts, in a limited space. However, the presentation of Thomson's atomic model brought by textbooks could be done in a way that would come closer to the model idealized by the English scientist and, mainly, discuss the change in perspective in understanding the constitution of matter brought by the model that fails to consider the atom as an indivisible particle.*

**Keywords:** Atom model, Thomson, Science Education

## Introdução

O uso da História da Ciência é amplamente defendido tanto como elemento complementar no ensino de ciências como na própria formação de professores. A História da Ciência ao ser adotada proporciona entre distintas possibilidades que o professor e seus alunos reflitam sobre o ato e consequências da construção do conhecimento científico dentro de uma perspectiva contextualizada no tempo e sociedade, possibilitando a ampliação das discussões para além dos conteúdos.

Nesse sentido, diversos autores defendem a utilização da abordagem da história da ciência em situações de ensino, considerando que seu uso pode trazer algumas vantagens como, por exemplo, permitir que os alunos verifiquem como os modelos científicos são elaborados e modificados frente a novas evidências, fazer com que os alunos se sintam mais confiantes para revelar no ambiente escolar suas próprias ideias sobre o mundo<sup>1,2,3</sup>. Contribui também para uma melhor reflexão e preparação sobre “como fazer” para transpor para o contexto de sala de aula os conteúdos específicos<sup>4</sup>.

Porém, o aproveitamento de tais potencialidades depende da forma como os conceitos são apresentados e discutidos em sala de aula. Nesse contexto, os livros didáticos têm um papel importante na discussão, pois o fato deles apresentarem ou não o contexto histórico, e em caso positivo, a forma como está apresentado pode influenciar a abordagem dos professores em sala de aula sobre tais conceitos.

Ao analisarmos os livros didáticos de química, um dos conceitos que apresentam alguma informação histórica, trata da apresentação e discussão dos modelos atômicos. Em geral, os textos trazem um breve resumo de alguns dos modelos considerados prioritários pelos autores<sup>5</sup>. Comumente, é feita uma

---

<sup>1</sup> Matthews, M. R. “History, Philosophy, and Science Teaching: The Present Rapprochement.” *Science & Education*, 1, 1 (1992): 11.

<sup>2</sup> Guerra, A. & Moura, C. B. “História da Ciência no Ensino em uma perspectiva cultural: revisitando alguns princípios a partir de olhares do sul global”. *Ciência & Educação, Bauru*, 28, (2022): e22018.

<sup>3</sup> Sequeira, M. & Leite, L. “A História da Ciência no Ensino – Aprendizagem das Ciências” *Revista Portuguesa de Educação*, 1, 2 (1988): 29.

<sup>4</sup> Boaro, D. A. & Massoni, N. T. “O uso de elementos da história e filosofia da ciência (HFC) em aulas de física em uma disciplina de estágio supervisionado: alguns resultados de pesquisa” *Investigações em Ensino de Ciências*, 3, 23 (2018): 110.

<sup>5</sup> Chaves, L. M. M. P. “História da Ciência no Estudo de Modelos Atômicos em Livros Didáticos de Química” (Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 2011), 26-42.

introdução sobre a origem grega do termo átomo, atribuído à Leucipo e Demócrito, na sequência são apresentados, em ordem cronológica, os modelos propostos pelos cientistas: J. Dalton, J. J. Thomson, E. Rutherford e N. Bohr. Embora alguns livros ainda abordem outros modelos, os citados acabam sendo quase unânimes. Destacamos o modelo proposto por J. J. Thomson em 1904. O modelo de Thomson, é frequentemente vinculado a analogia com um “pudim de passas”, no qual os elétrons, que possuem carga elétrica negativa, seriam as “passas”, dispersos na “massa do pudim” que possuiria carga elétrica positiva.

Nesse contexto, o presente trabalho objetiva compreender a relação entre a proposta apresentada por Thomson em 1904 (no texto intitulado “*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*”) e a forma como esse modelo se encontra em livros didáticos de alguns países sul-americanos.

### Inspirações Elétricas e Atômicas

Na transição entre os séculos XIX e XX a discussão dos fenômenos elétricos estava em alta. Com a identificação da partícula carregada negativamente (elétron) presente nos átomos, se fazia necessário o desenvolvimento de modelos atômicos que contemplassem tal partícula.

Assim, no início de 1902, William Thomson, mais conhecido como Lord Kelvin, publicou uma de suas teorias atômicas<sup>6</sup>. Fazendo uso das leis da eletricidade desenvolvidas na época (com atrações e repulsões elétricas seguindo a lei do quadrado do inverso da distância), Kelvin, considerando que os átomos eram esféricos, propunha que átomos repeliam átomos assim como elétrons repelem elétrons pois os átomos seriam dotados de *eletricidade vítrea* distribuída uniformemente por toda a esfera enquanto que os elétrons seriam dotados de *eletricidade resinosa*<sup>7</sup>. Assumindo que os elétrons agem como partículas extremamente minúsculas e que ainda poderiam mover-se livremente fora e dentro de um átomo, o modelo proposto previa que se um dado átomo tivesse apenas um único elétron localizado em seu centro, então, esse átomo seria eletricamente nulo desde que a quantidade de eletricidade oposta fosse igual.

Fazendo uso de analogia com um sistema elétrico mecânico, no qual um elétron encontra-se fixo à extremidade de uma corda e com a outra extremidade fixa no centro do átomo, e supondo por fim um segundo elétron em condições similares conectado ao mesmo centro, Kelvin argumenta que as cordas estariam esticadas devido à repulsão recíproca que ocorre entre os dois elétrons. Essa situação é simétrica em todas as direções e resulta na configuração de uma superfície esférica de possibilidades de equilíbrio

---

<sup>6</sup> Kelvin, Lord. “Aepinus Atomized.” *The Philosophical Magazine*, Série 6, 3 (1902): 257.

<sup>7</sup> Kelvin, Lord. “Contact Electricity and Electrolysis According to Father Boscovich.” *Nature*, 56 (1897): 84.

estático entre os dois elétrons de forma independente do comprimento da corda. Não obstante, é possível imaginarmos que sendo o comprimento da corda idêntico ao raio do átomo então os elétrons estariam na superfície da esfera atômica. Para outros sistemas estáticos contendo números maiores de elétrons, Kelvin apresentou configurações estáveis com elevado grau de simetria e que seguem de perto as disposições dos retículos cristalinos descritos poucos anos antes por Bravais<sup>8</sup> como, por exemplo, um arranjo conforme um tetraedro quando com quatro elétrons ou com um elétron em cada vértice de um cubo quando com oito elétrons. A adoção de sistemas esféricos, devido à sua alta simetria, é bastante intuitivo e condiz com diversos sistemas naturais e, aparentemente, foi bastante satisfatório, levando Kelvin a afirmar que<sup>3</sup>:

De fato, quando o número de elétrons excede a quatro, nós devemos pensar na tendência de preenchermos uma superfície esférica, e quando com uma quantidade bastante elevada tenderia a ser uniforme por todo o volume do átomo conforme descrito anteriormente.

Com efeito o modelo de Kelvin segue de perto a geometria esférica sugerida por Dalton em 1808, porém, provavelmente impressionado e pressionado por séculos de observações e sobretudo por novas explicações científicas sobre fenômenos em torno da eletricidade, a necessidade de acrescentar características elétricas aos átomos parecia ser natural e até mesmo inevitável. O uso dos termos eletricidade vítrea e resinosa (desenvolvido um século antes por Du Fay<sup>9</sup>) assim como os diversos olhares sobre propriedades elétricas advindas de seu modelo e comentadas no seu trabalho deixam claro o enfoque por ele dado.

Um ano mais tarde, J. J. Thomson publica um trabalho intitulado “*The Magnetic Properties of Systems of Corpuscles describing Circular Orbits*”<sup>10</sup> no qual é discutido sobre o campo magnético de um sistema composto por diversos corpúsculos<sup>11</sup> dispostos em intervalos regulares e que giram em um círculo com velocidade uniforme com respeito ao seu centro. O estudo, conforme anunciado pelo próprio Thomson, visava o desenvolvimento de uma tese capaz de dar sustentação a uma teoria atômica a qual apresentaria por característica geral descrever os átomos dos elementos químicos como unidades formadas por um grande número de corpúsculos girando em torno do centro de uma esfera com eletrificação uniforme e

---

<sup>8</sup> Bravais, A. “Mémoire Sur Les Systèmes Formés Par Les Points Distribués Régulièrement Sur Un Plan Ou Dans l’Espace.” *Journal de l’École Polytechnique*, 33 (1850): 1.

<sup>9</sup> Boss, S. L. B., & Caluzi, J. J. Os conceitos de eletricidade vítrea e eletricidade resinosa segundo Du Fay. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 29, 4 (2007): 635.

<sup>10</sup> Thomson, J. J. “The Magnetic Properties of Systems of Corpuscles describing Circular Orbits.” *The Philosophical Magazine, Série 6*, 6 (1903): 673.

<sup>11</sup> Apesar da descoberta do elétron já ter ocorrido pelo próprio Thomson em 1897, ele evita essa denominação e correntemente faz uso do termo “corpúsculo” para se referir ao elétron.

positiva. Com efeito, apenas três meses mais tarde, em março de 1904, Thomson viria a publicar<sup>12</sup> aquele que seria conhecido como o “modelo atômico de Thomson ou do pudim de passas”. O autor inicia seu artigo com a proposta que os átomos dos elementos consistiriam em um número de corpúsculos eletricamente negativos contidos em uma esfera de eletrificação positiva uniforme; apesar dessa descrição ser um tanto quanto imprecisa no que diz respeito ao ordenamento das partículas na estrutura do átomo, vê-se no desenvolver do trabalho que, sobretudo, os corpúsculos são apresentados em número e posição com arranjos bastante específicos. A concepção de uma distribuição aleatória dessas partículas não é sustentada nem mesmo sugerida em todo o trabalho. Do ponto de vista de Thomson o que ocorre, conforme descrito em seu trabalho, é a distribuição de  $n$  corpúsculos (cada um possuindo uma carga elétrica negativa  $e$ ) que estão dispostos em intervalos angulares iguais em um círculo de raio  $a$  enquanto que as cargas positivas encontram-se em uma circunferência de raio  $b$  a qual, por sua vez, apresenta uma carga elétrica positiva total igual a  $ve$  que gera uma atração sobre os corpúsculos igual a  $ve^2a/b^3$  e que, conforme considerado pelo autor, estando os corpúsculos em repouso então haverá um balanço entre as forças de atração e repulsão.

O trabalho é desenvolvido com Thomson fazendo o estudo de estabilidade para sistemas contendo 2, 3, 4, 5, 6,...corpúsculos. Para cada caso o autor verifica as forças atuantes considerando os corpúsculos distribuídos em anéis internos à esfera de eletrificação positiva. Além dessas também foram consideradas e analisadas situações distintas em que parte dos corpúsculos pode ser encontrado tanto nos anéis como no centro da circunferência. Segundo Thomson<sup>7</sup>,

Quando o número de corpúsculos excede a 8, o número de corpúsculos centrais requerido para garantir a estabilidade aumenta muito rapidamente em relação ao número de corpúsculos no anel.

As distribuições corpusculares propostas para os casos em que o número total de corpúsculos é superior a 10 são bastante diferenciadas e até mesmo exóticas como por exemplo<sup>7</sup>: “...um sistema de 13 corpúsculos consistirá de um anel de 10 e um triângulo de 3, os planos do anel e triângulo serão paralelos mas não coincidentes”, ou então, “assim o sistema de 19 corpúsculos consistirá de um anel externo de 12, um anel interno de 6 em um plano paralelo ao anel externo, e um corpúsculo ao longo do eixo de rotação”.

Além da possibilidade de anéis Thomson afirma que quando os corpúsculos não estão restritos a um plano, mas podem se mover em todas as direções, ocorrerá então um arranjo na forma de uma série de

---

<sup>12</sup> Thomson, J. J. “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 Philosophical Magazine*, Série 6, 7 (1904): 237.

camadas concêntricas que poderão acomodar os corpúsculos com, se necessário, corpúsculos dentro dessas cascas ou camadas de modo similar ao já descrito para o caso de anéis.

Após fazer o desenvolvimento sobre o arranjo dos corpúsculos no átomo propriamente dito, Thomson busca a explicar, baseado nessa configuração corpuscular, algumas propriedades conhecidas até aquela época. Segundo o autor, o arranjo corpuscular para átomos com número de corpúsculos maiores pode ser interpretado como um arranjo de um átomo menor acrescido de outros anéis ou camadas, o que a configuraria uma espécie de agrupamento ou família de elementos com características em comum, similar ao arranjo dado por Mendeleev. A variação da massa atômica assim como a questão vibracional também são ressaltadas por Thomson como provenientes do aumento de corpúsculos nos anéis ou mesmo na quantidade de camadas presentes em cada átomo. Ainda, conforme o autor, quando um anel está sujeito à perturbações provenientes de uma fonte externa, um ou mais corpúsculos podem ser facilmente retirados e assim adquirir uma carga positiva, explicação essa compatível com o fenômeno da ionização. Dando sequência a sua explanação, Thomson expõe que caso o anel externo apresente grande estabilidade pode ser possível que um ou mais corpúsculos sejam introduzidos à superfície do átomo sem comprometer o anel e nesse caso o átomo passaria a apresentar uma carga negativa, ou seja, teria o comportamento de um elemento eletronegativo.

### Seleção e análise dos Livros Didáticos

A partir da breve descrição histórica do modelo atômico proposto por Thomson, passamos a analisar de que forma tal modelo é abordado em alguns livros didáticos do Brasil e de alguns países sul americanos.

Foram elencados onze livros para a análise, listados na Tabela 1, sendo sete deles brasileiros (todas as obras aprovadas no Plano Nacional do Livro Didático, PNLD, 2021 da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias), um boliviano, um equatoriano, e um chileno, os três cancelados pelos respectivos ministérios da educação, e, por fim, um livro colombiano, sendo um dos mais utilizados no país<sup>13</sup>.

Primeiramente discutimos brevemente como os modelos atômicos de forma geral estão apresentados nos livros didáticos e na sequência nos aprofundamos no modelo de Thomson. Aspectos sobre a abordagem da construção histórica do modelo, de sua descrição e propriedades associadas e ainda o uso de referências/links visando informações complementares. Por fim, atividades e exercícios propostos também foram verificados e comparados quanto à função de auxiliar no entendimento dos conceitos ou apenas na dimensão de memorização.

---

<sup>13</sup> Lozano, L. P. L. & Martinez, D. A. “¿Hay contenido CTSA en los libros de texto de química?” *Praxis & Saber*, 6, 11 (2015): 152.

Tabela 1: Livros analisados

Código	Livro
I	Mortimer, E.; Horta, A.; Mateus, A.; Panzera, A.; Garcia, E.; Pimenta, M.; Munford, D.; Franco, L.; Matos, S. <b>Matéria, energia e vida. Uma abordagem interdisciplinar. Materiais, Luz e Som: Modelos e propriedades.</b> Scipione, São Paulo, 2020
II	Godoy, L.; Dell’Agnolo, R. M.; Melo, W. C. <b>Ciências da Natureza – Matéria, Energia e a Vida.</b> FTD, São Paulo, 2020
III	Fukui, A.; Nery, A. L. P.; Carvalho, E. G.; Aguiar, J. B.; Liegel, R. M.; Aoki, V. L. M. <b>Ser Protagonista,</b> SM São Paulo, 2020
IV	Thompson, M. Rios, E. P.; Spinelli, W.; Reis, H.; Sant’Anna, B.; Novais, L. D.; Antunes, M. T. <b>Conexões. Ciências da Natureza e suas Tecnologias-Matéria e energia.</b> Moderna, São Paulo, 2020
V	Santos, K. C.; Chinellato, E. A.; Silva, R. A.; Kimura, M.; Ferraro, A. C. N. S.; Fróes, A. L. D.; Ogo, M. Y.; Michelin, V. S. <b>Diálogo Ciências da Natureza e suas Tecnologias - O Universo da Ciência e a Ciência do Universo.</b> Moderna, São Paulo, 2020
VI	Amabis, J. M.; Martho, G. R.; Ferraro, N. G.; Penteado, P. C. M.; Torres, C. M. A.; Soares, J.; Canto, E. L.; Leite, L. C. C. <b>Moderna Plus - Ciências da Natureza e suas Tecnologias: O Conhecimento Científico.</b> Moderna, São Paulo, 2020
VII	Lopes, S.; Rosso, S. <b>Ciências da Natureza - Evolução e Universo.</b> Moderna, São Paulo, 2020
VIII	Ministerio de Educación – Estado Plurinacional de Bolivia; <b>Texto de Aprendizaje. 2do Año de Escolaridad,</b> La Paz, 2021
IX	Ministerio de Educación del Ecuador; <b>Química 1º Curso – Texto del Estudiante,</b> Quito, 2018
X	Martínez, C. H. M.; Gómez, L. Y. P.; Escobar, M. S.; Escalante, F. A.; Gutiérrez, D. G.; <b>Hipertexto Santillana – Química 1,</b> Bogotá, 2010
XI	Orellana, E. C. <b>Texto del estudiante de Ciencias Naturales - 8º básico.</b> SM, Santiago, 2020.

### Modelos atômicos: como os livros apresentam?

Os livros de Godoy *et al.* (livro II) e Fukui *et al.* (livro III) fazem menção ao atomismo grego e também trazem o modelo de Dalton de modo resumido. Nesses livros não há uma apresentação de uma trajetória histórica, mas sim a citação de dois modelos atômicos anteriores ao de Thomson; a apresentação de modelos atômicos será posteriormente seguida com a apresentação dos modelos de Rutherford e Bohr, ou seja, há apenas um alinhamento cronológico de alguns modelos atômicos. Os demais livros fazem poucas ou nenhuma citação a respeito. O fato do modelo de Thomson ser resultante em parte dos conceitos de interação eletrostática conhecidos na época é pouco ou nada explorado. Nos livros (I), (IV), (IX) e (X) há apenas menção aos fatos das descobertas dos raios catódicos e à identificação do elétron (fato realizado pelo próprio J. J. Thomson) em anos anteriores. Não é feita correlação alguma entre esses conhecimentos e o desenvolvimento do modelo atômico. No livro (VI) não há qualquer alinhamento histórico sendo

apresentado o modelo isoladamente e apenas feita uma correlação entre o trabalho de Thomson e de Millikan no que concerne às determinações referentes aos elétrons. No livro (VII) não ocorre nenhuma apresentação de quaisquer modelos atômicos.

No que diz respeito ao uso de referências bibliográficas podemos considerar que além de demonstrar a profundidade e busca pela fidedignidade da informação apresentada por meio da consulta de diferentes fontes sobre um determinado assunto, também tem importante papel no letramento científico dos discentes. Conforme Lakatos e Marconi<sup>14</sup>, a pesquisa bibliográfica promove o contato entre o pesquisador e a obra escrita sobre o assunto em questão, facilitando a análise sob diferente enfoque ou abordagem. Apesar de sua importância, verificou-se que nenhum livro faz uso desse recurso, ou seja, não há qualquer menção a obras que possam ser consideradas como fonte de informações ou mesmo consultas complementares aos assuntos abordados. No livro de Amabis *et al.* (livro VI) consta uma única referência bibliográfica, especificamente um livro de química de uso universitário, o qual é utilizado somente para fins de fonte de uma imagem e não para informações complementares. Há apenas três livros entre os avaliados que apresentam o recurso de usar *links* para acesso a algum material na *web* e *que* venha a contribuir como fonte de informação. O livro de Fukui *et al.* (livro III) apresenta um *link* para um artigo científico em português sobre a temática dos 200 anos do modelo de Dalton e outro *link* (em inglês) sobre a descoberta do elétron; a página é bastante simplificada apresentando apenas uma figura ilustrativa sobre o experimento de raios catódicos e outra ilustração do modelo de “pudim de passas”. No livro do Thompson *et al.* (livro IV) há um *link* (em inglês) que apresenta no formato de uma “linha do tempo” algumas citações bastante simplistas de alguns episódios relacionados ao desenvolvimento dos modelos atômicos. De fato, o *link* apresentado no livro é utilizado apenas como fonte da imagem ilustrativa do modelo de Thomson apresentada no livro e não como fonte de informações textuais. Nenhum livro proporciona aos alunos o estímulo pela busca de mais informações sobre a temática apresentada. A formatação e estrutura editorial não permitem que o aluno se aproxime do modo científico da construção do conhecimento, *i. e.*, que o conhecimento científico não pode ser encarado como um produto cumulativo e descontextualizado, mas sua construção caracteriza-se por tensões, contradições e rupturas com o conhecimento já existente<sup>15</sup>.

Nos livros brasileiros e equatoriano aparecem alguns exercícios envolvendo o modelo de Thomson como forma de reforçar ou memorizar o conteúdo. Esses exercícios aparecem, em geral, no final do capítulo e estão tipicamente no formato de questões de múltipla escolha. São feitas apenas algumas associações entre datas e nomes e não há questionamentos no sentido de suscitar reflexão sobre as origens e/ou consequências advindas do modelo proposto. Nos livros boliviano e colombiano não constam exercícios

<sup>14</sup> Lakatos, E. M. & Marconi, M. A. *Fundamentos de metodologia científica* (São Paulo: Atlas, 2003).

<sup>15</sup> Louguercio, R. Q. & Del Pino, J. C. “Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química”. *Acta Scientiae*, 8, 1 (2006): 67.



### Descrição e propriedades decorrentes do modelo de Thomson

Em geral, os autores/editores dos livros didáticos optaram por apresentarem o conteúdo numa estrutura em que um dado tema seja apresentado em uma sequência de diversos e breves subitens de forma que os textos não sejam tão longos. Com a adoção desse formato a leitura aparenta ser mais dinâmica e assim mais atrativa ao aluno, limitando, contudo, a possibilidade de aprofundamento/detalhamento do assunto, ficando essa função a cargo e critério dos professores. Como parte de uma estratégia editorial didática, há também o uso bastante intenso de diagramas, tabelas, imagens de personagens, locais e ilustrações diversas.

As descrições dadas ao modelo de Thomson reforçam, na maioria dos casos (Tabela 2), a ideia que o átomo é uma esfera maciça (o que pode ser considerado uma extensão do modelo de Dalton) contendo cargas nela distribuída. A descrição feita em geral é a de que o átomo seria uma massa esférica contendo tanto cargas positivas como negativas uniformemente distribuídas. A distinção apresentada é que as cargas negativas seriam nesse momento relacionadas aos elétrons. Somente dois livros dentre os analisados (livros II e V) faz um pequeno detalhamento quanto às posições dos elétrons mencionando relações quanto à quantidade dos mesmos e ainda informando sobre a disposição desses em anéis, conforme descrito no trabalho original de Thomson. A descrição textual é breve e bastante vaga em todos os casos. A imagem mental do modelo é inicialmente induzida em alguns livros pelos autores mencionando *tortas*, *pudins* ou mesmo *panquecas* e reforçado com o uso de imagens (Figura 1).

**Tabela 2: Explicações/Propriedades do Modelo Atômico de Thomson apresentadas pelos livros didáticos analisados.**

Código	
I	Os átomos são esféricos; a carga positiva está uniformemente distribuída na esfera; os elétrons podem se mover nessa esfera sob o efeito de forças eletrostáticas.
II	Os átomos apresentam “corpúsculos” que se encontram no interior de uma esfera com carga positiva uniforme organizados em uma série de anéis paralelos. Cada anel possui uma quantidade distinta de corpúsculos, de modo que aqueles com maior quantidade se encontram próximos à superfície da esfera enquanto que aqueles com menor quantidade se encontram próximos ao centro.
III	O modelo atômico é denominado de “pudim de passas”. O átomo seria constituído de uma esfera maciça, de carga elétrica positiva, a qual contém “corpúsculos” de carga negativa (elétrons) nela dispersos e em número suficiente para anular sua carga positiva.
IV	Os fenômenos elétricos são explicados considerando a adição ou retirada de elétrons do átomo, provocando um desequilíbrio das cargas elétricas. Os átomos que passam a ter carga elétrica, são chamados de íons.

V	O átomo consiste em uma esfera maciça, com carga positiva e na qual pequenas partículas negativas, os elétrons, estão distribuídas em circunferências concêntricas.
VI	O átomo é constituído de uma esfera maciça de carga positiva em cujo interior há elétrons de modo que a carga total seja nula... Dois aspectos relevantes foram introduzidos: a existência de <b>cargas elétricas</b> na estrutura do átomo e o fato de ele <b>não ser indivisível</b> , como se propunha antes.
VII	Não há apresentação de modelos atômicos, apenas apresenta que os átomos são constituídos por elétrons, nêutrons e prótons e faz relação com os respectivos cientistas que identificaram essas partículas.
VIII	O átomo é composto por elétrons com carga negativa em uma esfera positiva, “como uma torta de passas ou uma panqueca”.
IX	O átomo é constituído por uma esfera de matéria com carga positiva, na qual se encontram os elétrons em número suficiente para neutralizar sua carga. A distribuição das cargas proposta por Thomson explica o surgimento dos raios catódicos. Os elétrons, ao desprender-se dos átomos formam os raios catódicos enquanto que o restante do átomo, com carga positiva, forma os raios canais.
X	O átomo possui uma parte positiva distribuída uniformemente ao longo todo o volume deste, enquanto os elétrons estavam imersos em esta matriz de prótons, como passas em um pudim
XI	Em 1904, Joseph Thomson (1856–1940) propôs que o átomo era uma esfera com carga positiva uniforme e cargas negativas inseridas. Assim se explicava a neutralidade eléctrica da matéria.

O termo pudim de passas, apesar de frequentemente estar associado ao modelo atômico de Thomson, não aparece em seu trabalho original. Seu surgimento ocorre, possivelmente, na forma de uma analogia em 1906 em uma reportagem anônima publicada num periódico de divulgação das indústrias Merck<sup>16</sup>. Não se tem conhecimento de como e quando tal expressão passou a ser utilizada em livros didáticos, mas é possível avaliar que seu uso é bastante questionável visto que, por tratar-se de uma iguaria bastante específica da culinária britânica, não remete a qualquer referencial cultural para leitores de quaisquer outras localidades e assim não contribui com qualquer significância para o entendimento do modelo.

Outro aspecto de grande importância é que a imagem do pudim de passas nada tem em comum com a proposta do modelo atômico de Thomson. No pudim de passas, as passas (= elétrons) estão distribuídas aleatoriamente por entre a massa do pudim (= esfera maciça); concepção também geralmente apresentada de forma textual nos livros acadêmicos. Porém, a modelagem dada por Thomson não condiz em hipótese alguma com uma aleatoriedade na distribuição dos elétrons. Muito pelo contrário, os elétrons estão dispostos de modo ordenado, em anéis concêntricos, conforme leis muito bem estabelecidas pelas

<sup>16</sup> “What is Matter?”. *Merck’s Report*, 15, 12 (1906): 359.

interações eletrostáticas. No caso de materiais destinados ao público brasileiro é possível encontrar imagens que buscam contemplar a questão de proximidade cultural como, por exemplo, o livro de Mortimer *et al.* (livro I) o qual substitui a imagem do pudim de passas pela imagem de uma melancia ou, como em outros casos<sup>17,18</sup> pela imagem de um panetone. É possível, no entanto, que o uso dessas imagens tenha por fim um efeito negativo no que concerne à devida compreensão da proposta originária feita por Thomson. Devido à escassa ou mesmo inexistência de uma explicação mais genuína do trabalho de cientista britânico, as imagens utilizadas acabam por apropriar-se do modelo atômico e, por serem elementos do cotidiano, possuem um efeito bastante eficiente em termos de memorização. Assim, os alunos são fortemente levados a adotar o arranjo mostrado pelas figuras utilizadas como o verdadeiro equivalente da disposição de elétrons e demais cargas no modelo proposto.

No que diz respeito às consequências advindas do modelo, ou seja, propriedades esperadas devido à estrutura atômica proposta, é necessário considerar que a proposição de um novo modelo atômico deve, assim como qualquer outra modelagem científica, ocorrer quando da observação de fatos que demonstrem o comportamento básico de um sistema e por consequência ser capaz de propor ou prever propriedades do mesmo. Desse modo, a apresentação de um modelo não basta por si só, é necessário a apresentação e discussão das propriedades e limitações de modo conjunto. No entanto, o que nos deparamos ao analisar os livros textos é que basicamente não é apresentada nada além de uma breve associação feita com os raios catódicos (livro IX) ou com a formação de íons (livro IV).

Ao propor essa discussão, entendemos que, historicamente, o modelo atômico de Thomson foi um modelo transitório, inclusive no que diz respeito ao relativo curto intervalo de tempo entre sua proposição e seu “declínio”. Assim, é natural que a relevância dada pelos livros didáticos seja relativamente menor em relação aos demais modelos como, por exemplo, o modelo de Dalton e de Rutherford/Bohr. Porém, o foco da discussão do modelo de Thomson nos materiais didáticos, em geral, deixa de lado a principal característica, do ponto de vista epistemológico, deste modelo, que é a mudança de perspectiva da constituição atômica, ou seja, a noção de átomo (considerando a própria raiz etimológica da palavra, do grego, não-divisível) emerge como partícula última da matéria, aquela que não poderia ser dividida. O livro de Amabis *et al.* (livro VI) é bastante limitado na apresentação do modelo de Thomson porém é bastante enfático em chamar a atenção com relação a dois aspectos introduzidos por esse modelo: (i) a existência

---

<sup>17</sup> Problemas resolvidos/Física Moderna / UFRGS 2001, <https://www.fisica.net/problemasresolvidos/fisicamoderna/ufrgs-2001.php> (acessado em 10 de novembro de 2023)

<sup>18</sup> Imagem na Química, <https://imagemnaquimica.blogspot.com/2016/03/o-pudim-de-passas-de-thomson.html> (acessado em 10 de novembro de 2023)

de **cargas elétricas** na estrutura do átomo e (ii) o fato do átomo **não ser indivisível**, como anteriormente proposto<sup>19</sup>.

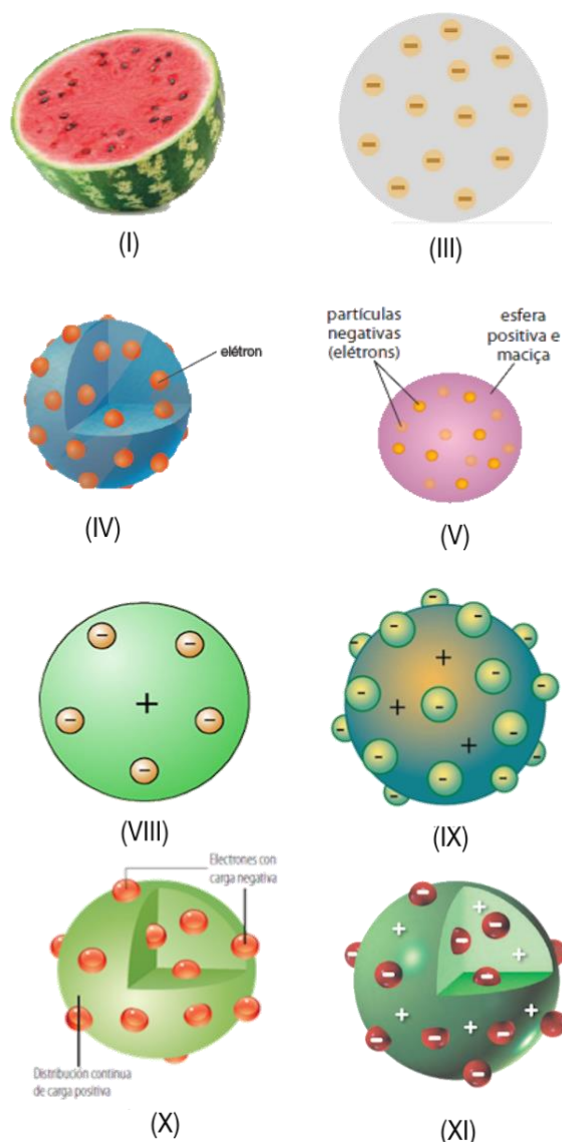


Figura 1: Imagens/figuras utilizadas nos livros analisados para representar o modelo atômico de Thomson. A numeração apresentada refere-se ao código do livro texto dado na Tabela 1. Os livros (II), (VI) e (VII) não apresentam imagens do modelo de Thomson.

No trabalho de Thomson, é apresentada a proposta de um modelo de átomo divisível, contemplando a partícula que ele próprio havia identificado em trabalhos anteriores, o elétron. Tal partícula foi contemplada

<sup>19</sup> Destaca-se aqui o uso por parte dos autores do livro Amabis *et al.* (livro VI) do negrito em **cargas elétricas** e **não ser divisível** para enfatizar essas propriedades

também em outros modelos contemporâneos à proposta de Thompson, como no trabalho de Lord Kelvin<sup>20</sup>, por exemplo, porém, nesse contexto, nos atemos aos modelos trazidos nos livros didáticos

Portanto, considerando a sequência histórica geralmente abordada nos livros didáticos, esse é o primeiro modelo que possibilita a discussão da existência de partículas menores que átomos, fato que poderia ser discutido com mais ênfase. Mas, ao invés disso, observamos que o foco está na apresentação do modelo utilizando analogias que não são condizentes com a proposta original do publicada pelo cientista britânico.

### Considerações Finais

Com base nas discussões desenvolvidas no decorrer do texto, evidenciamos a diferença entre o modelo proposto por Thomson em seu trabalho original de 1906, e a forma como o modelo está apresentado nos livros didáticos analisados. Tais livros contemplam entre outras funções a de apresentar aos alunos uma sequência de módulos temáticos e então auxiliar no processo de aprendizado. Para esse propósito ser atingido é possível fazer uso de diferentes recursos textuais e visuais e ainda apresentar outros meios (por exemplo, textos alternativos, atividades em sala de aula, experimentos, etc) que também possam trazer elementos pertinentes ao conhecimento e compreensão do tema em estudo. Nesse sentido, compreendemos a complexidade da elaboração desse material, que precisa contemplar diversos conceitos, levando em conta diversos contextos, em um espaço limitado.

Porém, mesmo no pequeno espaço destinado à apresentação do modelo de Thomson disponibilizado pelos livros didáticos, seria possível abordá-lo de forma que se aproximasse do modelo idealizado pelo cientista inglês e, principalmente, discutir a mudança de perspectiva na compreensão da constituição da matéria trazida pelo modelo que deixa de considerar o átomo como uma partícula indivisível.

### Sobre os Autores

Emerson Luis Pires

[elpires@utfpr.edu.br](mailto:elpires@utfpr.edu.br)

Jaime da Costa Cedran

[jccedran@uem.br](mailto:jccedran@uem.br)

Débora Piai Cedran

[depiai@yahoo.com.br](mailto:depiai@yahoo.com.br)

---

<sup>20</sup> Kelvin, Lord. "Aepinus Atomized." *Op. Cit.*

