

## Uma Proposta para Integrar os Estudos dos Modelos Atômicos e a Radioatividade a partir da História da Ciência

Nara Fernandes Leite da Silva

Nilva Lúcia Lombardi Sales

### Resumo

*O trabalho aqui apresentado é relativo ao produto educacional construído em uma pesquisa de mestrado profissional. Trata-se de uma sequência de ensino, pensada para alunos da 1ª série do Ensino Médio, que utilizou a abordagem histórica para evitar a desconexão de conteúdos, deixando-os mais atraentes para os alunos. Nela abordamos os temas Modelos Atômicos e Radioatividade de forma conectada a partir da História da Ciência. A escolha dos temas partiu do raciocínio de que, o aluno ao conhecer sobre as proposições dos modelos atômicos, ou seja, para estudar o átomo, precisa compreender o que acontece com ele, o que leva às discussões sobre a radioatividade. Além disso, a BNCC, na primeira competência específica de Ciências da Natureza, propõe uma discussão sobre a interação entre matéria e energia, o que pode incluir esse tema. A História da Ciência é a responsável, nesta proposta, de contextualizar e conectar os temas em questão, uma vez que algumas das construções relativas aos modelos do átomo se fizeram da utilização da radioatividade. A sequência de ensino é composta por 12 aulas diversificadas que utilizam atividades tais como: discussão em grupo, slides, vídeo, simulação e experimentos demonstrativos. Um elemento comum de todas as aulas, foi a utilização de pequenos textos para apresentar o contexto histórico da época em que o modelo do átomo a ser estudado foi proposto. Estes textos foram elaborados a partir de trabalhos históricos já presentes na literatura tanto sobre Modelos Atômicos, como sobre a Radioatividade. Outro elemento importante para nortear a construção das atividades foram os livros didáticos de Química. Como este trabalho foi aplicado em uma escola estadual da cidade de Uberaba, Minas Gerais, trazemos também alguns dos resultados obtidos como, por exemplo, a percepção de que a utilização da História da Ciência contribuiu para obtermos maior envolvimento e participação dos alunos.*

**Palavras-chave:** Modelos Atômicos; Radioatividade; História da Ciência; Ensino de Química

### Abstract

*The work presented here is related to the educational product built in a professional master's research. It is a teaching sequence, designed for 1st grade high school students, which used the historical approach to avoid disconnecting content, making it more attractive to students. In it we approach the themes Atomic Models and Radioactivity in a connected way from the History of Science. The choice of themes started from the reasoning that, when the student learns about the propositions of atomic models, that is, to study the atom, he needs to understand what happens to it, which leads to discussions about radioactivity. In addition, the BNCC, in the first specific competence of Natural Sciences, proposes a discussion on the interaction between matter and energy, which may include this topic. The History of Science is responsible, in this proposal, for contextualizing and connecting the themes in question, since some of the constructions related to the models of the atom were made using radioactivity. The teaching sequence is composed of 12 diversified classes that use activities such as: group discussion, slides, video, simulation and demonstration experiments. A common element of all classes was the use of small texts to present the historical context of the time in which the model of the atom to be studied was proposed. These texts were elaborated from historical works already present in the literature both on Atomic Models and on Radioactivity. Another important element to guide the construction of activities were the Chemistry textbooks. As this work was applied in a State School in the city of Uberaba, Minas Gerais, we also bring to some of the results, such as the perception of how the use of the History of Science contributed to obtain greater involvement and participation of the students.*

**Keywords:** Atomic Models; Radioactivity; History of Science; Chemistry teaching

## Introdução

A realidade do ensino de ciências nas escolas é tema de discussão há muito tempo e dentre os problemas apontados se destacam a falta de interdisciplinaridade, a fragmentação dos conteúdos, e a dificuldade de relacionar os assuntos abordados em sala com o cotidiano dos alunos<sup>1</sup>. Ensinar química sempre foi um desafio para os professores tendo em vista o “pré-conceito” de que o conteúdo é constituído só por fórmulas e cálculos. Pensando nisto desenvolvemos uma sequência de ensino, parte de uma pesquisa do Mestrado Profissional<sup>2</sup>, que utiliza uma abordagem histórica para trabalhar os conceitos de modelos atômicos e radioatividade com os alunos de 1º ano do Ensino Médio. A escolha dos temas partiu do raciocínio de que aluno, ao conhecer sobre as proposições dos modelos atômicos, ou seja, para estudar o átomo, precisa compreender o que acontece com ele, o que leva às discussões sobre a radioatividade. Além disso, o tema Radioatividade é bem atraente para os alunos uma vez que está vinculada na mídia, muitas vezes, de forma pejorativa e sensacionalista, devido a sua associação à bomba atômica, à Segunda Guerra Mundial, e aos acidentes nucleares que ocorreram ao longo da nossa história<sup>3</sup>.

Uma oportunidade de mudar essa visão negativa da radioatividade foi incorporá-la aos estudos de modelos atômicos a partir da História da Ciência. Os documentos vigentes, quando da construção e aplicação desta sequência de ensino, eram os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), e o Currículo Básico Comum (CBC), documento elaborado pela Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais (SEE-MG), que nos davam autonomia para fazer tal integração. Como instrumento de apoio utilizamos o livro didático Química: Ensino Médio<sup>4</sup>, um dos aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018, que foi disponibilizado para a escola na qual a pesquisa foi realizada. O documento orientador para a Educação Básica atual é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que propõe na primeira competência específica de Ciências da Natureza, uma discussão sobre a interação entre matéria e energia, o que nos permite incluir esse tema. Assim, a História da Ciência é a responsável, nesta proposta, por contextualizar e conectar os

---

1 Aloísio O. Maldaner et al., “Currículo contextualizado na área de ciências da natureza e suas tecnologias: a situação de estudo”, in *Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil*, org. Lenir B. Zanon, Aloísio O. Maldaner (Ijuí: Editora Unijuí, 2007): 109 -138.

2 Nara Fernandes Leite da Silva, “Uma abordagem para o Ensino de Modelos Atômicos e Radioatividade a partir da História da Ciência” (dissertação de mestrado, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, 2019).

3 Jucelino Cortez, “O Legado de Madame Curie: Uma abordagem CTS para o Ensino da Radioatividade” (dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014).

4 Martha Reis Marques da Fonseca. *Química: Ensino Médio* (São Paulo: Ática, 2016).

temas em questão, uma vez que algumas construções relativas aos modelos do átomo se fizeram da utilização da radioatividade.

A sequência de ensino é composta por aulas diversificadas em que utilizamos de pequenos textos para apresentar o contexto histórico da época em que o modelo do átomo a ser estudado foi proposto. Estes textos foram elaborados a partir de trabalhos históricos já presentes na literatura tanto sobre Modelos Atômicos, como sobre a Radioatividade. Outro elemento importante para nortear a construção das atividades foram os livros didáticos de Química. Como esta pesquisa foi aplicada em uma Escola Estadual da cidade de Uberaba, Minas Gerais, apresentaremos também alguns de nossos resultados. Um deles é a percepção de como a utilização da História da Ciência contribuiu para obtermos maior envolvimento e participação dos alunos.

### Sequência de Ensino

A Sequência de Ensino que apresentaremos neste trabalho é um produto educacional (Silva, 2019) criado a partir de uma pesquisa de Mestrado Profissional em Química. Ela é composta por 12 tópicos (aulas), e tem a finalidade de fazer o aluno compreender que a ciência não se desenvolve sozinha, e nem tão pouco isolada de fatores políticos, históricos e sociais. Na sequência de ensino cada aula possui atividades para contextualizar os conceitos abordados. A expectativa é apresentar aos alunos uma introdução dos conhecimentos da época em que os conceitos que discutiremos foram construídos. Para isso utilizamos diferentes atividades, tais como: atividades práticas demonstrativas, textos com informações científicas e históricas, e vídeos. Estas atividades possibilitaram tanto discussões em pequenos grupos quanto um diálogo geral com a turma. Ressaltamos que essa sequência é apenas uma maneira de se trabalhar esses conteúdos, podendo então, sofrer alterações de acordo com a necessidade de cada cenário escolar, ficando também a critério do professor a forma como aplicar e avaliar as atividades propostas. Um resumo dessas atividades se encontra no quadro 1, e a seguir detalharemos a sequência aplicada que também pode ser analisada na íntegra acessando o link do produto educacional.<sup>5</sup>

---

5 O produto educacional está disponível em ([https://profqui.iq.ufrj.br/wp-content/uploads/2020/09/UFTM\\_Produto\\_NARA-FERNANDES-LEITE-DA-SILVA\\_2017.pdf](https://profqui.iq.ufrj.br/wp-content/uploads/2020/09/UFTM_Produto_NARA-FERNANDES-LEITE-DA-SILVA_2017.pdf)) (acessado em 13 de junho de 2022).

Quadro 1: Cronograma da sequência de ensino<sup>6</sup>

Tópico	Tema	Atividade Realizada
1	O fazer científico	Aplicação da atividade prática da “caixa preta”.
2	Modelo atômico de Dalton	Problematização inicial conduzida pela professora sobre a compreensão da constituição da matéria. Apresentação das primeiras propostas sobre a constituição da matéria.
3	Prática de eletrização da matéria	Problematização inicial através de experimentos com canudos e folha de seda sobre eletrização dos corpos.
4	Modelo atômico de Thomson	Leitura e discussão do texto sobre Thomson e seu modelo para o átomo.
5	História da Radioatividade	Exposição do contexto histórico da descoberta dos raios x, e da radioatividade.
6	Modelo Atômico de Rutherford	Apresentação do contexto histórico dos experimentos de Rutherford sobre os tipos de emissões radioativas, e apresentação e discussão do experimento realizado pelos assistentes de Rutherford usando uma simulação do PHET.
7	Rutherford e seu Modelo Atômico	Leitura e discussão do texto sobre Rutherford e seu modelo para o átomo.
8	O Modelo atômico de Bohr	Leitura e discussão de um texto sobre o contexto histórico do modelo atômico proposto por Bohr.
9	Contextualizando o Modelo Atômico de Bohr	Realização do experimento do teste de chama e discussão sobre sua associação ao modelo de Bohr.
10	A descoberta do Nêutron	Leitura e reflexões sobre a descoberta do nêutron.
11	Alguns Conceitos Importantes	Aula teórica e expositiva sobre alguns conceitos importantes para continuidade da sequência de ensino. Conceitos: átomo neutro, íons, isótopos, isótonos, números quânticos... Aula dialogada sobre o modelo quântico para o átomo, e a distribuição eletrônica.
12	Por dentro do Átomo	Videoaula sobre as partículas subatômicas, a composição do núcleo e os processos radioativos, após discussões sobre o tema.

---

<sup>6</sup> Fonte: autoral.

### Tópico 1: O Fazer Científico – Atividade da Caixa Preta

Esta aula tem como objetivo fazer o aluno compreender e vivenciar como ocorre o fazer científico. Para isso produzimos uma caixa encapada com papel preto, com quatro pequenos furos e um objeto dentro dela (utilizamos uma tampa de marca texto), como mostramos a seguir:



Figura 1: Caixa preta (Fonte: autoral)

Sugerimos que a atividade seja feita em grupo, e em qualquer espaço da escola (fizemos no laboratório de ciências). Com a sala em ordem distribuimos uma caixa para cada grupo analisar e identificar qual o objeto havia dentro dela sem violá-la. A orientação dada aos alunos foi que “a partir daquele momento, eles deveriam se portar como cientistas que viveram no passado, sem acesso a instrumentos de observação contemporâneos, e por isso deveriam usar apenas os sentidos (tato, visão e olfato) para identificar o objeto no interior da caixa”. Após essa ação pedimos para que os grupos desenhassem em um papel o objeto por eles observado e descrevessem suas características. Em seguida socializamos as informações levantadas pelos grupos e fizemos o seguinte questionamento:

“Vocês têm certeza de que o objeto que está dentro da caixa é o que vocês desenharam no papel?”

“Vocês não conseguem e nem podem abrir ou violar a caixa, assim, como comprovariam para alguém que o objeto que vocês afirmam estar dentro da caixa, é realmente o que vocês dizem?”

Essas perguntas servem para auxiliar o professor na discussão com os alunos sobre o fazer científico, pois permite mostrar ao aluno que a ciência convive com as incertezas, e que nem sempre consegue violar suas “caixas pretas”. Por isso a construção de modelos é uma etapa muito importante do fazer científico. Assim trouxemos o aluno para o contexto do estudo do átomo, uma vez que seu estudo se faz a partir de modelos, já que não é possível ter acesso direto a este objeto.

### Tópico 2: O Átomo e o Modelo Atômico de Dalton

Para esta aula sugerimos que o professor inicie uma conversa com os alunos perguntando se eles sabem do que é constituído a matéria, fazendo um diagnóstico do conhecimento prévio deles sobre o assunto. Nesta aula apresentamos um breve panorama histórico, a partir de uma aula expositiva, com a etimologia da palavra átomo, e informações sobre os filósofos e poetas da antiguidade que discutiram sobre a

constituição da matéria. Iniciamos a aula apresentando ideias de Leucipo, Demócrito, Epicuro, Lucrecio, Tales de Mileto, Anaxímenes, Heráclito e Aristóteles, pois eram os personagens presentes no livro didático adotado na escola e que se mostrou bastante interessante para essa discussão inicial. Em seguida apresentamos a eles Dalton e o contexto em que desenvolveu seu trabalho a partir de um texto construído com base nos trabalhos de Ferreira (1987)<sup>7</sup>, Filgueiras (1996)<sup>8</sup>, Lobato (2007)<sup>9</sup> e Viana (2007)<sup>10</sup>. Este texto, assim como os demais usados nesta sequência de aulas, não era muito longo para que fosse possível realizar a leitura e discussão dele em uma aula. A figura 2 mostra a estrutura deste texto.

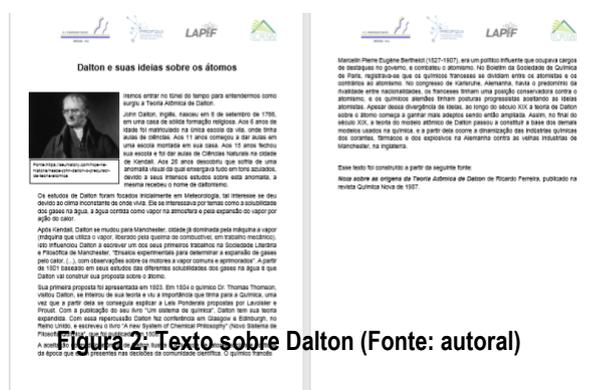


Figura 2. Texto sobre Dalton (Fonte: autoral)

Para a leitura do texto os alunos poderiam se revezar, e quando necessário intervíamos com alguma explicação ou comentário. Terminada a leitura, explicamos como Dalton (1766 – 1844) propõem o seu modelo para o átomo, seguido de seus postulados, sistematizando assim, os conceitos iniciais sobre modelos atômicos como normalmente presentes nos livros didáticos de química. O encerramento dessa aula foi com a discussão (que pode ser em duplas, ou grupos) das questões presentes ao final do texto, que envolviam tanto aspectos conceituais como históricos do que foi apresentado.

### Tópico 3: Atividade Prática de Eletrização da Matéria

7 Ricardo Ferreira, "Nota sobre as origens da Teoria Atômica de Dalton", *Química Nova*, v. 10, nº 03 (fev. 1987): 204-207.

8 Carlos A. L. Filgueiras, "A Espectroscopia e a Química: Da descoberta de novos elementos ao limiar da teoria quântica", *Química Nova na Escola*, v. 3, nº 1 (maio 1996): 22-25.

9 César de Barros Lobato, "Misturas e Combinações Químicas dos gases: Estudos e aplicações atômicas de John Dalton (1766 - 1844)" (dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2007).

10 Hélio Elael Bonini Viana, "A Construção da Teoria Atômica de Dalton como estudo de caso: e algumas reflexões para o ensino de química", (dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 2007).

Para introduzir as discussões sobre o modelo atômico de Thomson realizamos uma atividade prática de eletrização<sup>11</sup> da matéria. Com isso mantivemos a proposta de apresentar aos alunos os conhecimentos do contexto da época em que modelo atômico foi desenvolvido. Para facilitar a atividade optamos por usar materiais atuais, como canudos de plástico e pedaços de papel. Sugerimos realizar a atividade em pequenos grupos. Na figura 3 temos algumas imagens das atividades propostas.

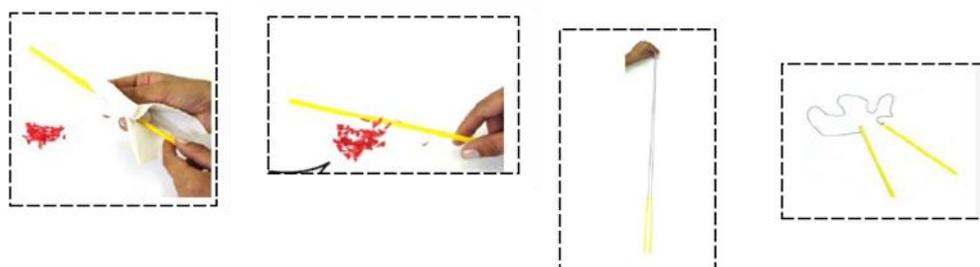


Figura 3: Atividades de eletrização envolvendo papel de seda, canudo de plástico e barbante. (Fonte: Nunes e Arantes)<sup>12</sup>

Sugerimos ainda nesta aula um desafio: enquanto os alunos desenvolviam a prática, atritamos um pedaço de papel de seda em um canudo de plástico para grudá-lo na parede e desafiamos os alunos a fazerem o mesmo como se fosse “mágica”. Mesmo esse momento de descontração foi utilizado como de aprendizagem quando propusemos algumas questões sobre as observações que eles haviam realizado nesta atividade. Com isso iniciamos a discussão sobre a relação entre as propriedades elétricas dos corpos e a constituição da matéria. A principal questão a ser colocada nesta atividade era se a constituição da matéria, como entendida até aquele momento, seria capaz de explicar ou não as propriedades elétricas observadas na atividade e que já eram conhecidas no período em que o modelo atômico de Dalton havia sido proposto. Tal discussão só foi concluída na aula seguinte, como indicaremos a seguir.

#### Tópico 4: O Modelo Atômico de Thomson

Nesta aula retomamos o questionamento da aula anterior: “o modelo atômico proposto por Dalton consegue responder o fenômeno observado na aula prática com os canudos de plásticos e o papel de seda?” Após a socialização das opiniões dos alunos, distribuimos um texto construído com base nos trabalhos de Lopes (2009)<sup>13</sup> e Oliveira (2018)<sup>14</sup> com fragmentos da história de Joseph Jon Thomson (1856 – 1940) importantes

11 Nunes, Luiz Antônio Oliveira & Alessandra R. Arantes. *Física em Casa*. São Carlos: Instituto de Física de São Carlos, 2009.

12 Ibid.10, p. 1-2.

13 Cesar V. M. Lopes, “Modelos Atômicos no início do século XX: da física clássica à introdução da teoria quântica”, (tese de doutorado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2009).

14 Gustavo Santana de Oliveira, “História da ciência e ensino: análise do seu uso e incentivo

para esta aula (Silva, 2019, p. 132)<sup>15</sup>. Optamos por realizar a atividade com os alunos em dupla, pois assim eles poderiam, após a leitura, discutir as questões propostas ao final do texto. Por fim, após uma nova socialização das ideias dos alunos, pudemos construir junto com eles a ideia de que o modelo de Dalton já não respondia bem aos conhecimentos da época e, por isso, houve a necessidade de construir outro modelo para o átomo que pudesse explicar estas propriedades da matéria. Assim, conseguimos abordar com eles a não linearidade na natureza do conhecimento científico, já que a mudança de um modelo para outro não ocorre de forma simples e direta, como muitas vezes se coloca, mas sim envolvendo elementos do contexto da época do desenvolvimento do trabalho científico.

### Tópico 5: História da Radioatividade

Consideramos essa aula a peça-chave para a integração dos temas de modelos atômicos e radioatividade, pois é com ela que o aluno entenderá o quanto esses conteúdos estão interligados. Para essa aula utilizamos de recursos multimídia como Datashow e notebook, e ela pode ser desenvolvida em qualquer espaço da escola. A aula, e os slides foram elaborados para que se “contasse uma história” aos alunos sobre esse episódio histórico (Silva, 2019, p.135)<sup>16</sup>. Na figura 4 podemos ver a estrutura de alguns dos slides utilizados.

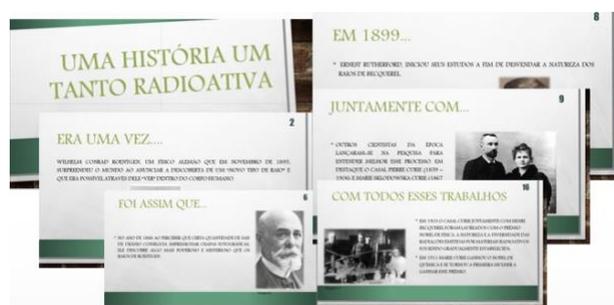


Figura 4: Slides sobre a História da Radioatividade (Fonte: autoral)

Em determinado momento, quando falávamos do brilho visto pelos cientistas nos materiais que eles estudavam, fizemos uma simulação com luz negra e alguns materiais fluorescentes para que os alunos tivessem, pelo menos, uma ideia do tipo de observação da época. Essa demonstração está ilustrada na figura 5. Fica a critério do professor se ele irá ou não incluir nesse momento alguma discussão sobre fenômenos como fluorescência e fosforescência. Nós optamos por diferenciar conceitualmente esses

a utilização”, (dissertação de mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, 2018).

15 Ibid. 2, p 132.

16 Ibid. 2, p 135.

fenômenos de forma simples. Neste momento optamos pela substituição dos termos “comprimento de onda” e “frequência” por “cor”, para falar da relação destas grandezas com a energia emitida ou absorvida pelo material. Essa escolha foi feita para simplificar a linguagem usada uma vez que os alunos do 1º ano do ensino médio ainda não conhecem tais conceitos e não era nosso objetivo discuti-los. Esta substituição será utilizada ao longo da sequência de ensino, sempre que necessário. Os alunos mostraram-se bastante entusiasmados com as observações, pois esse brilho sempre desperta algum encantamento. Retomamos as discussões, já que a ideia era apenas que eles compreendessem o tipo de luminosidade que estávamos falando na discussão do contexto histórico. Assim, como nas aulas anteriores incluímos ao final dos slides algumas questões tanto do contexto histórico como de conceitos científicos sobre o tema para que os alunos pudessem discutir em pequenos grupos.

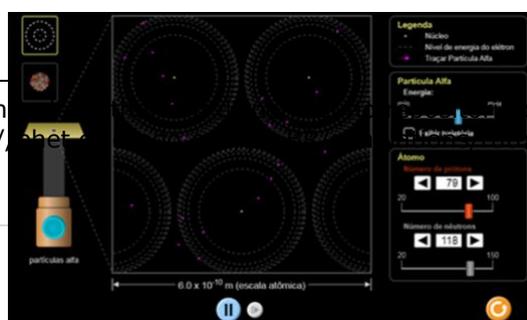


Figura 5: Atividade com a luz negra e materiais fluorescentes (Fonte: autoral)

### Tópico 6: Modelo Atômico de Rutherford

Nesta aula continuamos as discussões sobre a história da radioatividade, novamente usando recursos multimídia. Desta vez utilizamos alguns slides e uma simulação do conhecido “Experimento de Rutherford”<sup>17</sup>. Os conceitos abordados nesta aula envolvem os trabalhos de Rutherford sobre a Radioatividade. A simulação do experimento foi realizada a partir de uma projeção feita com o Datashow, ou seja, na forma de experimento demonstrativo. Mas, é possível utilizar a sala de computadores para os estudantes explorarem, individualmente ou em duplas, a simulação. Fica a critério do professor a forma de utilizá-la. Durante a simulação pedimos aos alunos para observarem o experimento com a finalidade de discutimos se o modelo de Thomson poderia explicar aquele fenômeno. Quando eles indicam a inviabilidade desse modelo para explicar estas observações, solicitamos que os alunos propusessem um novo modelo que estivesse de acordo com as observações da simulação do experimento.

17 “Simulação sobre experimento de Rutherford”, Universidade do Colorado, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=3b8t-3b8t-3b8t> em 22 de junho de 2022).



18 “Simulação sobre experimento de Rutherford-scattering” (acessado em 22 de junho de 2022).

Figura 6: Simulação do “experimento de Rutherford” (Fonte: Cópia da tela da simulação)

### Tópico 7: Rutherford e seu Modelo Atômico

Nesta aula retomamos a pergunta feita para os alunos na aula do tópico anterior, “como seria para eles o átomo proposto por Rutherford, a partir do experimento com a folha de ouro”. Neste momento os alunos já estão cientes de que o experimento conhecido como de Rutherford, na verdade foi realizado pelos seus assistentes Geiger e Marsden. Após uma breve discussão, apresentamos a eles um texto estruturado a partir de Marques (2011)<sup>18</sup>, e Moura (2014)<sup>19</sup>, no qual puderam conhecer um pouco da história e trajetória acadêmica de Ernest Rutherford (1871 – 1937), até a construção do seu conhecido modelo para o átomo. Como rotina, ao final do texto existiam questões para serem discutidas e respondidas pelos alunos.

### Tópico 8: O Modelo Atômico de Bohr

Começamos esta aula perguntando aos alunos, se eles consideravam o modelo atômico de Rutherford o mais aceito na atualidade, e discutimos o porquê no caso afirmativo e negativo. Para apresentar a eles um novo personagem nesta história dos modelos atômicos, usamos um texto adaptado de Trancoso (2016)<sup>20</sup>, contendo a história de Niels Henrik David Bohr (1885 - 1962). Vale destacar, nessa história que Bohr ganhou uma bolsa para trabalhar no laboratório de J.J.Thomson, onde não é recebido com muita estima pelo diretor do laboratório, mas que ainda assim lhe oferece boas oportunidades. Uma delas foi de conhecer Rutherford, no jantar anual do Laboratório de Cavendish, e lá surge o convite para ir fazer um curso com Rutherford e seus assistentes em Manchester.<sup>21</sup> Já trabalhando com Rutherford, Bohr se envolve nas pesquisas

---

18 Deividi Marcio Marques, “As investigações de Ernest Rutherford sobre a estrutura da matéria: Contribuições para o Ensino de Química” (dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, 2006).

19 Cristiano Barbosa de Moura, “Discutindo a natureza da Ciência no Ensino Médio: Um Caminho a partir de desenvolvimento dos Modelos Atômicos” (dissertação de mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2014).

20 Marcelo Delena Trancoso, “A História das Ciências colaborando no estudo da estrutura atômica e dos Modelos Atômicos no Ensino Médio” (dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016).

21 Ibid. 12, p. 122.

desenvolvidas por ele dando início aos seus próprios trabalhos. Em um deles Bohr expõe suas dúvidas em relação a instabilidade do modelo atômico de Rutherford, principalmente considerando os conhecimentos do eletromagnetismo da época que indicam que cargas elétricas aceleradas emitem energia. Isso faria com que os elétrons perderiam energia em seus movimentos ao redor do núcleo, o que torna a estrutura instável. Com isso surge mais uma vez a necessidade de um novo modelo para o átomo, que foi apresentado aos alunos a partir deste texto, que também conta um pouco da história de Bohr. Novamente a dinâmica foi a mesma, leitura pelos alunos, com mediação do professor para esclarecer dúvidas e discussão, em pequenos grupos, sobre as questões propostas. O texto pode ser encontrado no produto educacional (Silva, 2019, p. 163)<sup>22</sup>.

### Tópico 9: Contextualizando o Modelo Atômico de Bohr

Nesta aula detalhamos os postulados de Bohr a partir dos espectros de luz emitidos por diferentes substâncias usando o teste de chama. Na figura 7 mostra uma imagem dos slides que utilizamos nesta aula para discutir esse experimento e suas interpretações.



Figura 7: Slides sobre o teste de chama e o modelo atômico de Bohr (Fonte: autoral)

Para explicar os fenômenos envolvidos neste experimento demonstrativo, falamos sobre o espectro eletromagnético e a relação entre as emissões ou absorções de energia de suas “cores”<sup>23</sup>. Ao mostrar o contexto histórico, citamos alguns personagens como Carl Wilhelm Scheele (1742 – 1786), Robert Wilhelm Eberhard von Bunsen (1811 – 1899) e Gustav Robert Kirchhoff (1824 – 1887), que estudaram os espectros emitidos por diferentes elementos químicos.



<sup>22</sup> Ibid.2, p.163.

<sup>23</sup> Usamos esse termo para nos referir aos conceitos de comprimento de onda e/ou frequência, já que não era nosso objetivo nos aprofundarmos nas discussões sobre o espectro eletromagnético.

Figura 8: Teste de chama realizado na aula do tópico 9 (Fonte: autoral)

Como em outros tópicos, os slides foram norteadores da discussão e continham ao final questões para que os alunos pudessem discutir sobre os conceitos, e o contexto histórico abordado (Silva, 2019, p. 171)<sup>24</sup>.

### Tópico 10: A Descoberta do Nêutron

Dando continuidade, apresentamos aos alunos um texto construído a partir de Trancoso<sup>25</sup>, com a história de James Chadwick (1891 – 1974), que propôs que o átomo possuía uma partícula neutra em seu núcleo, ampliando desta forma, informações sobre a estrutura do átomo. Apresentamos, também, Arnold Johannes Wilhelm Sommerfeld (1868 – 1951)<sup>26</sup>, que sugeriu o átomo com orbitas elípticas. Caso o professor disponha de tempo, seria interessante abordar sua participação na construção da bomba atômica, um assunto que os alunos adoram comentar<sup>27</sup>. Por conter um contexto histórico e conceitual mais amplo e rico, esse texto é um pouco maior que os anteriores, como pode ser visto na figura 9.

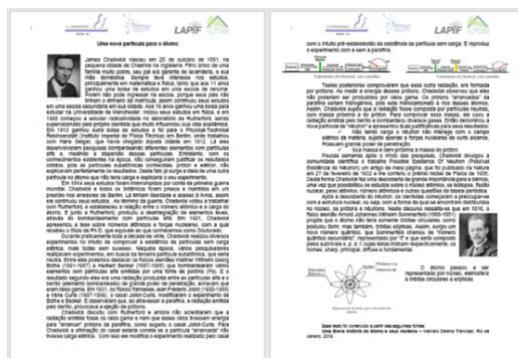


Figura 9: Texto sobre Chadwick (Fonte: autoral)

### Tópico 11: Alguns Conceitos Importantes

A partir dessa aula, propomos algo que costumeiramente não é feito nas aulas de química do 1º ano do Ensino Médio no conteúdo de modelos atômicos, discutir as características do núcleo do átomo para melhor

24 Ibid. 2 p. 171.

25 Ibid., 19.

26 Ibid., 19 pag. 88.

27 Ibid., 19 pag. 75.

compreender o fenômeno de radioatividade. Tivemos condições de adentrar nesse assunto, devido às contribuições da história da ciência, que nos possibilitou conectá-los, trazendo maior significado para os alunos. Assim sendo, apresentamos alguns conceitos importantes tais como, os números quânticos principal e secundário, distribuição eletrônica, isótopo, entre outros conceitos. As aulas foram expositivas e dialogadas, porém o professor poderá adequar esse conteúdo de acordo com suas necessidades e preferências. A referência para esta aula foi o livro didático<sup>28</sup> adotado pela escola, que do nosso ponto de vista ofereceu um suporte conceitual adequado. Cabe destacar que a abordagem dos conteúdos Princípio da Incerteza de Heisenberg, o Princípio da Dualidade da Matéria de Louis de Broglie; a teoria de Erwin Schrödinger; e os Números Quânticos principal e secundário foi realizada apenas de forma introdutória e fenomenológica. Isso porque nossa intenção era apresentar estes conceitos aos alunos para que, quando fosse necessário nos referirmos a eles, os alunos tivessem uma ideia geral do que se tratava.

### Tópico 12: Por Dentro do Átomo

Para encerrarmos a sequência, passamos um vídeo denominado, “Mergulhando no mundo do átomo”, do Telecurso 2000<sup>29</sup>, que mesmo não sendo um vídeo atual, explica com simplicidade e clareza o que precisávamos. Em particular, o vídeo falava sobre as partículas nucleares, os prótons e nêutrons, serem formados por subpartículas, chamadas de quarks. Também trazia informações sobre a interação destes quarks, mediadas pelos glúons, que mantêm estas partículas unidas do núcleo. Ou seja, é a interação nuclear forte a responsável por manter estável o núcleo atômico, uma vez que na sua ausência, a interação de repulsão das cargas elétricas de mesmo sinal impediria tal configuração. A partir disso, o vídeo também descreve o fenômeno da radioatividade, que ocorre quando a interação nuclear não é suficiente para manter a estabilidade do núcleo, ocasionando assim a liberação de energia, seja por emissão de partículas, como a alfa ou beta, ou ondas eletromagnéticas, como a radiação gama. Além disso, o vídeo ainda traz algumas aplicações, assim como benefícios e malefícios dos processos envolvendo a radioatividade. Para complementar o vídeo e esclarecer um os conceitos que envolvem o fenômeno da radioatividade utilizamos alguns slides para detalhar como ocorre a interação entre os prótons e nêutrons no núcleo. Por fim, apresentamos um

---

28 Martha Reis Marques da Fonseca, *Química: Ensino Médio*, (São Paulo: Ática, 2016).

29 Telecurso “Mergulhando no núcleo do átomo - Aula 48 de física”, São Paulo: Tv N, 2012. Son., color. Legendado, ([https://www.youtube.com/watch?v=X0xfIKfXNsk.](https://www.youtube.com/watch?v=X0xfIKfXNsk)) (acessado em 30 de março de 2022).

modelo construído com bolas de acrílico, de isopor e fitas de velcro para ilustrar a estrutura destas partículas e suas interações. No nosso modelo os prótons e nêutrons são representados pelas esferas de acrílico, mostrando que são constituídos por partículas ainda menores, os quarks, as bolas de isopor. Elas têm cores diferentes para representar os diferentes sabores<sup>30</sup> dos quarks<sup>31</sup>, neste caso o “down” e o “up”. Enfim, usamos pedaços de fita de velcro para representar o glúon que é a partícula mediadora que permite que esses quarks se agrupem em trios para formar uma das partículas do núcleo. Mas é importante comentar que há um processo dinâmico de troca de glúons entre quarks para manter a estrutura do núcleo estável. Por isso representamos essa partícula mediadora por um elemento que permita que as bolinhas se fixem, mas que também se soltem para se rearranjarem e se fixarem em outras, simbolizando essa dinâmica das partículas que compõem o núcleo atômico. O modelo que construímos é mostrado na figura 10.



Figura 10: Representação do próton e do nêutron com suas partículas quark up e quark down (Fonte: autoral)

Nessas últimas aulas, por não termos tempo disponível, não propusemos atividades de fechamento como nas anteriores. Deixamos claro que todas as atividades aqui propostas são apenas um exemplo de como utilizar a História da Ciência como meio de integração dos conteúdos de Modelos Atômicos e Radioatividade. Salientamos que o professor tem autonomia para adaptar o que foi proposto de acordo com sua necessidade. O produto educacional também possui como material complementar as possíveis respostas das atividades e a avaliação que aplicamos durante a sequência (Silva, 2019, p. 191 - 206)<sup>32</sup>.

### Algumas Reflexões Sobre a Aplicação da Sequência de Ensino

A sequência de ensino foi aplicada em sete turmas de 1º ano no Ensino Médio, envolvendo cerca de 250 alunos, distribuídos em 5 salas de uma Escola Estadual da Cidade de Uberaba no Estado de Minas Gerais. Não é nosso objetivo apresentar aqui os resultados detalhados da pesquisa associada ao desenvolvimento e aplicação do produto educacional apresentado neste artigo. Contudo, como houve essa análise,

30 A expressão sabor aqui representa uma característica específica destas partículas, como com a massa ou carga elétrica também seriam outras características. Para compor próton e nêutron os sabores dos quarks são o “up” e “down”, mas existem outros também.

31 Podemos dizer que os quarks são partículas elementares, pois ao contrário de prótons e nêutrons, eles não são constituídos de nenhuma outra estrutura ou partícula.

32 Ibid. 2, p. 191 -206.

pretendemos trazer, como nosso título diz, algumas reflexões gerais relativas às discussões detalhadas presentes em Silva (2019)<sup>33</sup>.

Vale destacar que a pesquisa desenvolvida teve natureza qualitativa e que utilizamos como principal elemento para levantamento dos dados as construções textuais que os alunos fizeram ao final de cada tópico após as discussões das questões apresentadas. Como já foi dito essas questões abordavam tanto os conceitos científicos relativos aos modelos atômicos e radiatividade, como também aspectos do contexto histórico. As questões de cunho científico eram baseadas no nível de profundidade do tema apresentado no livro didático<sup>34</sup> utilizado pela escola, que ao nosso ver, atendia bem aos objetivos educacionais desta proposta. Já as questões sobre os aspectos históricos foram adequadas às percepções atuais sobre o uso da História da Ciência no Ensino de Ciências, segundo a literatura da área<sup>35 36 37</sup>. Além disso, também foi utilizado o diário de campo da pesquisadora e um questionário final no qual os alunos avaliaram as atividades desenvolvidas.

De forma geral, nossos dados mostraram que houve maior envolvimento e participação dos alunos quando alguns fatos históricos despertavam a curiosidade deles. Percebemos também que essa estrutura de aulas com atividades e discussões históricas e conceituais permitiram diversos momentos de diálogos entre o professor e os alunos, fato que na maioria das vezes não ocorre. O que parece indicar que o uso da História da Ciência contribui para um maior engajamento dos alunos com as aulas.

Para além do envolvimento, pela análise das respostas dos alunos às atividades aplicadas, podemos fazer algumas análises sobre a aprendizagem deles. Com relação às questões envolvendo o contexto histórico, percebemos que eles tiveram um pouco de dificuldade em respondê-las no início por se tratar de uma abordagem diferente do que estavam acostumados nas aulas de química. Mas ao longo do desenvolvimento da sequência observamos que, a quantidade de acertos aumentava chegando ao nível em que a maioria dos alunos apresenta respostas que consideramos satisfatória para as questões. Já as questões de caráter científico mostraram um efeito contrário. Inicialmente tivemos a maioria dos alunos apresentando respostas que consideramos satisfatórias mantendo-se assim até o início da segunda metade das atividades. Acreditamos que como os últimos tópicos envolviam conceitos mais complexos os alunos tiveram mais dificuldade na compreensão destes. Claro que esta é apenas uma análise superficial, pois não é o objetivo

---

33 Ibid. 2.

34 Ibid., 4.

35 Thaís Cyrino de Mello et al., "Historiografia e Natureza da Ciência na sala de aula". *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (2011): 27 – 59, <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n1p27> (acessado em 22 de junho de 2022).

36 Roberto de Andrade Martins, "A história das ciências e seus usos na educação", *Estudos de história e filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no Ensino* 1 (2006): 17-30.

37 Michael R. Matthews, "História, Filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual de reaproximação", *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* 3, nº12 (1995): 164- 214.

deste trabalho aprofundar essa discussão, mas sim indicar as potencialidades e também suas limitações desta proposta de ensino.

Ressaltamos alguns momentos de maior destaque da nossa sequência, considerando o envolvimento dos alunos. O primeiro foi a aula com a caixa preta, uma atividade que despertou a curiosidade dos alunos, fazendo com que eles se envolvessem totalmente na aula. Outro momento foi a aula da História da Radioatividade, que fez com que participassem mais das discussões. Houve também um bom envolvimento com a atividade da exposição dos materiais fluorescentes, já que eles ficaram procurando objetos em seus pertences que pudessem emitir aquela luz, tentando expandir os conceitos discutidos. O experimento do teste de chama, para contextualizar o modelo atômico proposto por Bohr Deixou os alunos maravilhados com “o fogo colorido”, como eles chamavam. Eles acharam lindas as cores que eram emitidas por cada sal, e ficavam na expectativa de qual seria a próxima cor. Por fim, a discussão final da sequência didática envolvendo detalhes da composição do núcleo atômico, no qual eles trouxeram vários questionamentos a partir de informações que eles possuíam de algum veículo de divulgação científica, já que este é um tema muito presente nesses materiais.

### **Considerações Finais**

Enfatizando que o objetivo da nossa proposta de ensino era interligar os conteúdos de Modelos Atômicos e Radioatividade, utilizando a História da Ciência, percebemos que a História da Ciência foi de fundamental importância para essa conexão. Por meio dela construímos uma sequência de ensino atrativa, em que conectamos, de forma natural, os conteúdos de interesse. Uma vez que uma parte da história do átomo se faz da utilização da radioatividade, que é um fenômeno nuclear cuja compreensão está intimamente ligada ao estudo da estrutura atômica. Acreditamos que a sequência de ensino permitiu uma boa interação dos alunos com a professora, contribuindo para a participação dos alunos nas aulas, e também em sua aprendizagem.

Com este trabalho percebemos que a ligação entre os dois conteúdos ocorre de forma natural, e que a História da Ciência foi muito importante, não só na junção dos temas, mas também para fazer o aluno compreender sobre o fazer científico e como os contextos no qual o cientista está imerso o influenciam e, também, são influenciados neste processo. Por fim, expomos essa diferente possibilidade para abordar estes conteúdos, cabendo a cada que se interesse por esta perspectiva adequá-la a sua realidade.

### **Autoras**

**Nara Fernandes Leite da Silva**  
[narinha\\_fls@hotmail.com](mailto:narinha_fls@hotmail.com)

**Nilva Lúcia Lombardi Sales**  
[nilvasales@ufscar.br](mailto:nilvasales@ufscar.br)

