

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Departamento de Química e Bioquímica
Curso de Licenciatura em Química

Monografia de Conclusão de Curso

**Análise sobre atomística nos livros de Química do PNLD 2018
com base na História e Filosofia da Ciência.**

Orientador: Gustavo Bizarria Gibin

Discente: Camila Bignardi

Presidente Prudente – SP

1º semestre / 2018

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, por me proporcionar a vida, e todos os aprendizados possíveis;

A minha família por todo o apoio que sempre me foi dado e pela paciência que tiveram comigo desde que iniciei o curso;

Ao meu pai, por me ensinar a ser uma pessoa batalhadora, meu maior exemplo de pessoa, de força, meu herói;

A minha mãe, por sempre me incentivar a seguir meus sonhos, por sempre me apoiar com seu amor imensurável de mãe;

À minha irmãzinha, por simplesmente existir na minha vida e me tornar uma pessoa melhor;

Aos meus mais que amigos, irmãos que mesmo de longe, fazem parte de quem tenho me tornado, e só Deus sabe o quanto tenho a agradecer a vocês por tudo;

Ao meu namorado, por ser uma pessoa incrível, por ter sido um companheiro ímpar nesses meses e por me inspirar a ser uma pessoa muito melhor. Muito obrigada, anjo, por ser meu parceiro de Pokémon, de lab, enfim, ser meu parceiro na vida;

Aos professores desta instituição por todo o aprendizado que me foi proporcionado, tanto na área química quanto no profissional;

Em especial, aos professores, Beatriz Eleutério Goi e Valdemiro Pereira Carvalho Jr. por me acolherem e darem apoio, sendo exemplos de profissionais, que hoje me espelho, e espero ser um terço do que vocês são.

Ao professor Gustavo Bizarria Gibin, orientador deste trabalho, por toda ajuda e paciência, por todo auxílio não só neste trabalho, mas também durante toda a graduação.

B593a Bignardi, Camila
Análise sobre atomística nos livros de Química do
PNLD 2018 com base na História e Filosofia da Ciência /
Camila Bignardi. -- Presidente Prudente, 2018
29 f. : il., tabs. + 1 CD-ROM

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura -
Química) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente
Orientador: Gustavo Bizarria Gibin

1. Ensino de Química. 2. História e Filosofia da
Ciência. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos
pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
JUSTIFICATIVA	7
INTRODUÇÃO	8
REFERENCIAL TEÓRICO	9
QUESTÃO DE PESQUISA	11
OBJETIVOS	11
METODOLOGIA	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
1) Análise do tipo e da organização da informação histórica	13
a) Biografia do cientista	13
b) Descrição dos experimentos e observações realizados pelos cientistas	18
c) Atuação individual ou coletiva dos cientistas	21
d) Representação de experimentos	22
e) Presença do contexto histórico	26
2) A ciência é abordada de forma linear ou envolve as revoluções científicas?	27
CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIAS	28

RESUMO

O presente trabalho analisou se os livros didáticos de Química aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2018, possuem conteúdo de História e Filosofia da Ciência (HFC) contextualizado nos capítulos sobre atomística. Foi analisado de que maneira a HFC é abordada nos livros, ou seja, se é abordada de forma superficial ou se emprega o conceito de revoluções científicas de Thomas Kuhn (2013). O contexto histórico e filosófico da Ciência deve ser abordado nas aulas, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 2000) para promover a aproximação do aluno com o conhecimento científico. Os livros didáticos apresentam uma atuação dos cientistas quase que exclusivamente individual e não é discutido o papel das sociedades científicas para o avanço da Ciência. Também o contexto histórico é muito pouco utilizado para descrever a construção das teorias científicas. Foi possível observar que os livros normalmente abordam a HFC de maneira muitas vezes superficial e sua construção é mostrada nos livros de forma linear, e não são abordadas as revoluções científicas.

Palavras-chave: PNLD 2018, Livros didáticos de Química, História e Filosofia da Ciência.

ABSTRACT

In this work, the Chemistry's textbooks chosen by the National Program of Textbooks and Didactic Materials (NPTD) 2018 were analyzed in order to verify if Science's History and Philosophy (SHP) are contextualized in the chapters about atomistic. It was evaluated if the SHP has a formal, superficial approaching, or if it has applied the scientific revolutions concept of Thomas Kuhn (2013). The historic and philosophical Science context must to be approached in classes according to National Curricular Parameters (NCP) to promote the student closer to scientific knowledge. The results showed that usually the textbook approach the scientist roles individually, without to consider the social and historic contexts. The HPS is commonly treated in a very superficial way, using a linear route and the Kuhn's scientific revolutions are not approached.

Keywords: NTPD 2018, Chemistry textbooks; History and Philosophy of Science.

JUSTIFICATIVA

Dentre os materiais didáticos mais utilizados na educação básica, encontra-se o livro didático (SANTOS e MARTINS, 2011). O mesmo aborda os conteúdos e serve de norte para o professor dar segmento às aulas e para atividades a serem desenvolvidas em sala de aula. Por ser o material mais utilizado, espera-se que o mesmo aborde inúmeros contextos condizentes com o conteúdo.

A História e Filosofia da Ciência (HFC) é pouco abordada em salas de aula, e empregada como abordagem nos livros didáticos, pode promover melhorias no ensino de Ciências e de Química. A HFC pode ser uma maneira de aproximar o conhecimento científico, que envolve a Química, dos alunos (MATTHEWS, 1994). Ao trabalhar a HFC no ensino de Ciências, é possível abordar as revoluções científicas, segundo a concepção de Thomas Kuhn (2013), ou seja, como a Ciência evoluiu histórica e filosoficamente a partir das concepções e descobertas feitas por cientistas e em algumas vezes com rupturas violentas em relação às ideias ou teorias aceitas pela comunidade científica (KUHN, 2013).

Porém, o professor nem sempre conta com subsídio do livro didático (LD) para ministrar as suas aulas com enfoque na HFC. A HFC ainda é uma abordagem pouco empregada em livros didáticos, pois o avanço da Ciência geralmente é apresentado apenas como um crescimento linear e os cientistas são caracterizados apenas por meio da apresentação de nomes e datas de nascimento e de morte, além da descoberta científica. É interessante que os alunos conheçam a construção da Ciência de uma forma mais sofisticada, ou seja, compreender o contexto histórico de cada teoria e também que grupos de cientistas debatiam, para desenvolver teorias e conceitos. Esses conhecimentos humanizam o conhecimento científico e sua construção diante da sociedade. Tal aproximação pode fazer com que o aluno se interesse mais pelo assunto e pode promover melhorias no aprendizado de Química (MATTHEWS, 1994).

Assim, escolheu-se esse tema devido à dificuldade dos alunos em compreender a atomística, e dos professores em ensinar que os fenômenos macroscópicos tem explicação no nível microscópico (ROCHA e CAVICCHIOLI, 2005). Para Romanelli (1996), o desenvolvimento do conceito átomo em sala de aula demanda um processo de ensino e aprendizagem que envolve noções abstratas, a concepção de modelos, palavras e símbolos, que muitas vezes o aluno não consegue compreender e relacionar com o seu cotidiano.

INTRODUÇÃO

Os livros didáticos são o material didático mais utilizado pelos professores de todos os âmbitos educacionais, no cotidiano de sala de aula (SANTOS e MARTINS, 2011). O emprego dos livros didáticos no Brasil teve início no período colonial e desde então se tornaram muito utilizados, principalmente por volta de 1937. A partir dessa data, o Brasil passa a contar com um programa responsável pela distribuição dos livros didáticos aos estudantes da rede pública, chamado Programa Nacional do Livro e do material Didático (PNLD) pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC). O PNLD passou por inúmeras mudanças desde sua fundação até hoje, seja na sua execução quanto em relação ao nome do programa. Atualmente, o PNLD só não é responsável pelo fornecimento de livros didáticos para o Ensino Infantil, na educação básica. O PNLD tem a função de avaliar e disponibilizar as obras didáticas para a educação básica de rede pública em nível nacional de forma gratuita. Os livros didáticos são entregues nas escolas após a sua escolha, que é feita a partir de avaliações pedagógicas coordenadas com o Ministério da Educação, juntamente com especialistas de cada área. Após aprovados, os livros didáticos são apresentados no guia do livro didático do PNLD, que tem finalidade de orientar o corpo docente da escola na escolha das coleções para aquela etapa (BRASIL, 2018).

Os livros didáticos são bastante abrangentes em questão de conteúdos e de conceitos, os livros didáticos de Química podem utilizar a abordagem da HFC. A abordagem da HFC é defendida por inúmeros estudiosos da área, tal como Matthews (1994), que traz a ideia de que quando se aborda a HFC, é possível aproximar o aluno da Ciência. Ainda, tal abordagem pode contribuir para desconstruir visões equivocadas a respeito da Ciência (RIBAS e AIRES, 2012).

Existem diversas visões deformadas sobre o trabalho científico, como a visão individualista e elitista, em que os conhecimentos científicos são elaborados apenas por gênios isolados e não é considerado o aspecto coletivo. A visão socialmente neutra da Ciência não considera as relações entre a Ciência e a sociedade. A visão rígida considera a produção de conhecimentos apenas como algo mecânico (GIL PEREZ, et al., 2001). A abordagem da HFC no ensino de Química pode minimizar essas visões deformadas sobre a natureza da Ciência.

A Ciência é vista como um tipo de conhecimento especial, pois existe uma crença de que tanto ela quanto seus métodos sugerem credibilidade, pois “a ciência é objetiva. O conhecimento científico é conhecimento confiável porque é conhecimento provado objetivamente” (CHALMERS, 1993). Essa visão foi construída ao mesmo tempo em que a Ciência evoluiu com inúmeras descobertas, que guiavam umas às

outras, ou seja, é uma consequência de um crescimento linear do conhecimento (CHALMERS, 1993).

Pode-se afirmar que construção da Ciência começa na Grécia antiga, iniciando com a Física aristotélica, que foi a precursora para tantas outras novas concepções a respeito da Ciência. Isto contribuiu para o desenvolvimento da Ciência Normal, definida por Kuhn (2013) como a Ciência que é construída a partir de pesquisas firmemente baseadas em uma ou mais realizações científicas passadas. Assim, pode-se notar que a Ciência é construída sobre paradigmas, que são realizações científicas universalmente reconhecidas que fornecem, durante algum tempo, problemas e soluções para uma determinada comunidade que pratica Ciência (KUHN, 2013). Ou seja, a construção científica não é dada somente por acúmulo de conhecimentos, mas também pela alteração de paradigmas, tanto que diversos conceitos científicos sofreram mudanças profundas ao longo da História da Ciência. Os paradigmas podem ser articulados e servir de base para as leis quantitativas, como por exemplo a lei de Boyle, que relaciona a pressão com o volume do gás (KUHN, 2013).

Além da evolução científica, é necessário considerar o avanço tecnológico que ocorreu e ainda ocorre, que possibilita que a ciência avance e traz à tona novas informações que sustentam ou fazem com que as teorias mostrem-se não efetivas.

REFERENCIAL TEÓRICO

A HFC é uma abordagem que gera muitas discussões e inúmeros autores dissertam sobre a mesma, desde historiadores a cientistas que se dedicaram a estudar à respeito desse campo de conhecimento. O conceito de ciência “normal” é proposto por Thomas Kuhn, físico que dedicou sua vida à pesquisa da HFC. Kuhn defende que a Ciência “Normal” é construída a partir de pesquisas firmemente baseadas em uma ou mais realizações científicas passadas. Para designar o conjunto de conhecimentos científicos, Kuhn usa o termo paradigmas, que “são as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência” (KUHN, 2013). Kuhn desenvolveu esse conceito, pois ele acreditava que a prática científica é uma tentativa de forçar a natureza a encaixar dentro de limites já pré-estabelecidos.

Para Kuhn, os paradigmas são o que tornam possível que um cientista faça parte de uma comunidade científica, além de serem constituídos como uma rede de compromissos.

No período de Ciência normal pode existir mais do que apenas uma solução para um quebra cabeça, pois uma criança pode montá-lo, o cientista tem que compreendê-lo e notar que existem certas regras, deve haver conhecimento científico por trás do mesmo. O estudo da Ciência é munido de regras, que derivam de compromissos que os cientistas têm com seu paradigma.

“Em primeiro lugar, temos aquela classe de fatos que o paradigma mostrou ser particularmente reveladora da natureza das coisas. Ao empregá-los na resolução de problemas, o paradigma tornou-os merecedores de uma determinação mais precisa, numa variedade maior de situações. [...] Uma segunda classe mais usual, porém mais restrita, de fatos a serem determinados diz respeito àqueles fenômenos que, embora frequentemente sem muito interesse intrínseco, podem ser diretamente comparados com as predições da teoria do paradigma. [...] Uma terceira classe de experiências e observações esgota as atividades de coletas de fatos na ciência normal. Consiste no trabalho empírico empreendido para articular a teoria do paradigma, resolvendo algumas de suas ambiguidades residuais e permitindo a solução de problemas para os quais ela anteriormente só tinha chamado a atenção” (KUHN, 2013, p. 41).

Kuhn (2013) compreende a Ciência normal como uma atividade de resolução de “quebra-cabeças” (*puzzles*), já que como eles, ela se desenvolve segundo regras relativamente bem definidas. Só que na Ciência, os quebra-cabeças são apresentados pela Natureza. Os quebra-cabeças ainda podem gerar anomalias que colocam o paradigma em risco, o que pode ser importante pela definição de alguns problemas que levam a outras soluções, mas nesse caso, vem a crise. Com a crise, um novo paradigma é criado. Ainda para o autor, os paradigmas podem surgir no meio da noite, e o cientista tem que entendê-lo e desvendá-lo (KUHN, 2013).

Kuhn (2013) ainda sugere que as revoluções científicas só fazem sentido para aqueles que tem o paradigma afetado pelas mesmas, se não, fazem apenas parte de um processo de desenvolvimento. Ainda de acordo com o autor, na Ciência houveram grandes rearticulações dos paradigmas, que contribuíram para grandes mudanças em diversos conceitos. Quando ocorre uma revolução científica, há o abandono de um paradigma, para-se de praticar a ciência que está por trás deste trabalho.

O desenvolvimento de novos paradigmas traz à tona explicações melhores para acontecimentos novos, ou antigos, mas que melhor se encaixem em uma determinada sociedade ou época. Por exemplo, o flogisto explicava diversas reações químicas, descreve Kuhn, a formação de ácidos a partir da combustão de substâncias como o carbono e o enxofre. Porém, com as teorias ácido-base criadas por Lewis, Arrhenius e Bronsted, além da teoria da combustão que foi desenvolvida por Lavoisier, a concepção do flogisto foi deixada para trás. Isso é o que acontece com os paradigmas em revoluções científicas.

Kuhn (2013) deixa claro que a história da ciência torna-se a disciplina que registra aumentos sucessivos como os obstáculos que inibiram sua acumulação. Assim, pode-se observar que nos livros didáticos, a presença da HFC ocorre de maneira muitas vezes superficial, e pode se tornar uma abordagem para ministrar os conteúdos científicos.

QUESTÃO DE PESQUISA

Como a História e Filosofia da Ciência são abordadas no conteúdo de atomística presente nos livros didáticos de Química escolhidos pelo PNLD 2018?

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo avaliar de que maneira a História e Filosofia da Ciência é abordada nos livros didáticos de Química do Ensino Médio, especificamente nos capítulos referentes ao tema de atomística.

Outro objetivo consiste em analisar se a HFC está inserida de acordo com o pensamento de Thomas Kuhn, ou seja, se são consideradas as revoluções científicas, as mudanças e controvérsias que ocorreram no meio científico, ou se a mesma é descrita apenas por meio do acúmulo de conhecimento de forma linear.

METODOLOGIA

Foram analisados os capítulos referentes ao tema de atomística nos seis livros didáticos do primeiro ano do Ensino Médio de Química aprovados pelo PNLD 2018. A análise foi feita a partir da leitura destes, para poder observar se a HFC é abordada neste tema ou não, e de que forma essa abordagem é feita. A análise foi feita por categorização temática, adaptada do trabalho de Ternes, Scheid e Gullich (2009), onde foram analisados livros de Ciências, do Ensino Fundamental quanto a HFC, e do trabalho de Vidal e Porto (2017), que analisaram livros de Química do PNLD de 2007.

A análise contou com duas categorias, a primeira teve a finalidade de analisar o tipo e a organização da informação histórica quanto à vida dos cientistas e sua contribuição para a Ciência, dividida em 5 subcategorias, apresentadas a seguir:

- a) Biografia do cientista (data de nascimento e morte do mesmo);
- b) Descrição dos experimentos e observações pelos cientistas;
- c) Se serão citadas sociedades científicas ou apenas cientistas individuais;
- d) Representação de experimentos;
- e) Presença do contexto histórico.

E a outra categoria tem a finalidade de analisar a evolução da Ciência, se a mesma é descrita por meio de um desenvolvimento de conhecimentos de forma linear ou de forma mais próxima ao real, em que são consideradas as revoluções científicas. A evolução linear retrata o avanço científico apenas de forma contínua, como um acúmulo de conhecimentos. A evolução mais sofisticada, próxima ao real, mostra o avanço de ideias de forma não estritamente contínua, com a ocorrência de controvérsias e revoluções científicas, por exemplo.

Os livros que foram analisados são apresentados a seguir na tabela 1.

Tabela 1. Relação de livros analisados.

Livro	Título	Autores	Volume	Capítulo
1	Química	Ciscato, et al.	1	3
2	Vivá	Novais e Tissoni	1	2 e 4
3	Ser Protagonista – Química	Bruni, et al.	1	5
4	Química	Martha Reis	1	4 e 6
5	Química	Mortimer e Machado	1	6
6	Química Cidadã	Wildson e Mól (orgs)	1	5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os livros selecionados e apresentados na tabela 1 foram analisados de acordo com as categorias escolhidas na seção de metodologia deste trabalho.

Na tabela 2 é apresentada uma síntese da análise dos dados em todas as categorias nos livros didáticos.

Tabela 2. Panorama geral da análise dos livros didáticos de acordo com as categorias definidas

Livro	Categorias					
	1 – a	1 – b	1 – c	1 – d	1 – e	2
01	Sim	Sim	Individual*	Sim	Não	Linear
02	Sim	Sim	Individual*	Sim	Não	Linear
03	Sim	Sim	Individual*	Sim	Não	Linear
04	Sim	Sim	Individual*	Sim	Não	Linear
05	Sim	Sim	Individual*	Sim	Sim	Linear
06	Sim	Sim	Individual*	Sim	Não	Linear

*O individual nesse caso, se refere às citações dos cientistas, feitas em sua maior parte de modo individual.

Observando a tabela 2, nota-se que a HFC é abordada de maneira muito superficial na maioria dos livros. Em relação à biografia dos cientistas, são apresentados muitas vezes apenas a data de ano de nascimento, da descoberta do conceito científico e data de morte dos cientistas. Os principais experimentos científicos são abordados nos livros, por meio de imagens e de textos. A maioria dos textos indica também uma atuação individual dos cientistas e não relata o papel do trabalho coletivo dos cientistas e das sociedades científicas. E de forma geral, as revoluções científicas e o contexto histórico não são abordados.

Assim, a análise teve início a partir da primeira categoria, que visava analisar o tipo e a organização da informação histórica.

1) Análise do tipo e da organização da informação histórica

a) Biografia do cientista

Assim, a grande maioria dos livros apresentou apenas uma biografia rasa dos cientistas, abordando apenas o ano de nascimento e de morte, e isso faz com que haja pouca aproximação entre o cientista e do aluno. Esse tipo de abordagem, ao não dar uma dimensão humana aos personagens da Ciência, não apresentando sua história, não favorece a superação de estereótipos bastante difundidos – como o de que os cientistas são pessoas que trabalham isoladas, por possuírem uma inteligência exclusiva de uma ínfima parcela da população (CACHAPUZ, et al., 2005).

No livro 1 foi observado que para cada cientista é indicado apenas o ano de nascimento e de morte e a sua principal contribuição científica, tal como no exemplo a seguir:

“Demócrito de Abdera (cerca de 460 a.C. - cerca de 370 a.C.), discípulo de Leucipo, propôs, então, que as menores partículas da matéria são obtidas por sucessivas divisões fossem chamada de átomos (indivisível).” (Livro 1, p. 82).

Observou-se no livro 2 que há indicação da data de nascimento e morte dos cientistas e suas principais contribuições para a Ciência, tal como exemplificado a seguir:

“[...] atribuem essa descoberta a Joseph Priestley (1733-1804), que, em 1774, divulgou a descoberta de uma gás que alimentava melhor a combustão do que o ar. [...]” (Livro 2, p. 86).

Nesse livro também existem algumas biografias mais estendidas na forma de caixas de texto, que contam um pouco da realização desses cientistas, se os mesmos ganharam prêmios e como obtiveram reconhecimento, conforme o apresentado na figura 1, a seguir:



Marie Skłodowska Curie, polonesa, e Pierre Curie, francês, em foto por volta de 1900; o casal e Antoine-Henri Becquerel ganharam o Prêmio Nobel de Física em 1903, por seus estudos sobre a radioatividade. Em 1911, Marie Curie recebeu o Prêmio Nobel de Química pela descoberta de dois elementos radioativos (que emitem radiação): o rádio e o polônio – nome dado em homenagem à Polônia, país onde nasceu. Marie Curie foi a primeira mulher a receber um Prêmio Nobel e a primeira pessoa a receber dois deles.

Figura 1. Biografia de Marie e Pierre Curie (Livro 2).

A estratégia de ampliar a discussão sobre a História de alguns cientistas é relevante. Entretanto, o uso de caixas de texto separadas do texto principal pode indicar que aquele trecho consiste em uma curiosidade ou algo que não seja relevante, e portanto, não precisa ser lido. Assim, em muitos casos, a leitura de caixas de texto pode não ser realizada pelos estudantes.

O livro 3 indica apenas o ano de nascimento e o de morte para cada cientista e a sua contribuição científica, como no exemplo a seguir:

“[...] quando John Dalton (1766-1844) elaborou um modelo de estrutura da matéria que explicava os fenômenos químicos já identificados, o conceito de átomo já era conhecido (Livro 3, p. 77).

Notou-se que o livro 4 indica apenas o ano de nascimento e de morte dos cientistas, bem como o ano de suas descobertas, tal como no exemplo a seguir:

[...] 1803, químico inglês John Dalton (1766-1844) desenvolveu uma teoria sobre a estrutura da matéria retomando a antiga ideia de átomo (partícula indivisível) imaginada pelos filósofos gregos Demócrito e Leucipo, por volta de 450 a.C. (matéria descontínua). [...] (Livro 04, p. 89).

Foi observado no livro 5, que há apenas a indicação dos anos de nascimento e morte dos cientistas, de acordo com o exemplo a seguir.

[...] Dalton usou a hipótese atômica na explicação das leis ponderais da Química, então recentemente formuladas por Lavoisier (1743--1794) e Proust (1754-1826). [...] (Livro 5, p. 154).

O livro 6 indica o ano de nascimento e morte para quase todos os cientistas, exceto por aqueles cuja data de morte não é conhecida.

[...] Dalton desenvolveu sua teoria inspirando-se nas ideias atomistas do físico inglês Isaac Newton [1642-1727], tomando como referência os estudos meteorológicos e pesquisas sobre a solubilidade dos gases em água que Dalton vinha desenvolvendo [...]" (Livro 6, p. 150).

[...] físico japonês Hantaro Nagaoka [1865-1950] apresentou à Sociedade de Física e Matemática de Tóquio um artigo sobre o movimento de partículas num átomo ideal. Nele, propôs seu modelo saturniano de átomo. [...]" (Livro 6, p. 154).

Ainda há uma caixa de texto, chamada História da Ciência, que traz parte da bibliografia de Ernest Rutherford, e também suas contribuições científicas, apresentada na figura 2.



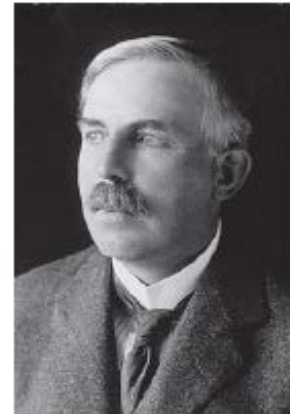
ERNEST RUTHERFORD

Ernest Rutherford, o curioso garoto nascido em 30 de agosto de 1871 na cidade de Brightwater, Nova Zelândia, foi o quarto dos doze filhos do construtor autodidata e lavrador James Rutherford e da professora Marta, escoceses que tinham ido colonizar aquele país. Sua mãe teve papel marcante em sua vida, incentivando o interesse pelas Ciências que o menino demonstrou desde muito cedo.

Em 1885, em reconhecimento a dois artigos que publicara sobre a radioatividade, ganhou uma bolsa de estudos e foi trabalhar no laboratório Cavendish, na Universidade de Cambridge, Inglaterra, sob a orientação de Joseph John Thomson. Logo que chegou a Cambridge, Rutherford teve seu potencial reconhecido e foi convidado por Thomson a participar dos estudos sobre os efeitos da passagem de raios X em tubos de gás.

Em 1907, Rutherford voltou à Inglaterra. Recebeu diversos prêmios, entre eles o Nobel de Química de 1908. Seus trabalhos marcam o rompimento entre os domínios da Física e da Química, por uni-los na busca da compreensão do átomo, e seu legado mais importante foi a definição de um novo modelo para explicá-lo.

Rutherford morreu em 1937 e deixou contribuições para outras áreas da Ciência, até para aquelas nas quais era praticamente leigo, como a Geologia, pois suas pesquisas concorrem para determinar a datação dos materiais.



Biblioteca do Congresso, Washington

▲ O físico neozelandês **Ernest Rutherford** possuía uma habilidade notável para a Física e se destacaria nos estudos, recebendo diversos prêmios.

Figura 2. Caixa de texto de título História da Ciência aborda a bibliografia e as contribuições científicas de Ernest Rutherford (Livro 6).

Essas informações apresentadas em caixas de texto são mais completas, pois abordam um pouco da vida e obra de grandes cientistas, o que é desejável para promover uma melhoria sobre a natureza da Ciência. Entretanto, como são apresentadas em caixas de texto, é possível que estudantes e até mesmo professores concluam que consistem em informações não tão relevantes e não sejam abordadas, pois não constam do corpo do texto principal.

Portanto, a maioria dos livros apresentou a biografia dos cientistas de forma excessivamente simplificada e rasa, na qual apenas foram abordadas as datas de nascimento e morte, além da principal contribuição científica. Outras obras apresentaram caixas de texto, com informações mais detalhadas sobre a obra dos cientistas, entretanto, ficavam fora do corpo do texto principal, o que pode resultar em uma ideia ao leitor de que é opcional a sua leitura.

b) Descrição dos experimentos e observações realizados pelos cientistas

No livro 1 pode-se observar que os experimentos e observações feitas pelos cientistas são descritos de forma concisa, com uma explicação adequada sobre a teoria desenvolvida.

“[...] Os átomos dos elementos químicos oxigênio e hidrogênio se diferenciavam principalmente por suas massas, as quais se mantinham constantes, independentemente das substâncias de que participavam. Para estimar a massa atômica dos diferentes átomos, Dalton combinou os elementos químicos cuja massa desejava determinar com um elemento químico de referência, o hidrogênio, cuja massa classificou como padrão e igual a um. Dessa forma, se a massa atribuída a um determinado elemento químico fosse cinco, isso significa que o átomo desse elemento químico tem massa igual a cinco vezes a massa do átomo de hidrogênio [...]” (Livro 1, p. 85).

No livro 2 notou-se que há a descrição das observações e conclusões dos cientistas de forma clara e objetiva.

“[...] Rutherford propôs em 1903 um experimento para determinar a característica dessas emissões radioativas. Ele inseriu uma amostra de material radioativo (polônio) na cavidade de um bloco de chumbo; nesse bloco havia uma pequena abertura para que as radiações emitidas saíssem em uma só direção, impedindo que elas se dispersassem. Um feixe dessas radiações passava entre duas placas de um condensador – uma com carga positiva e outra com carga negativa – e colidia com um anteparo fluorescente. [...]” (Livro 2, p. 48).

No livro 3 pode-se observar a descrição do experimento e das ideias dos cientistas. Existem trechos no corpo do texto e também em caixas de texto, chamadas de “Química tem História”, como a apresentada na figura 3.

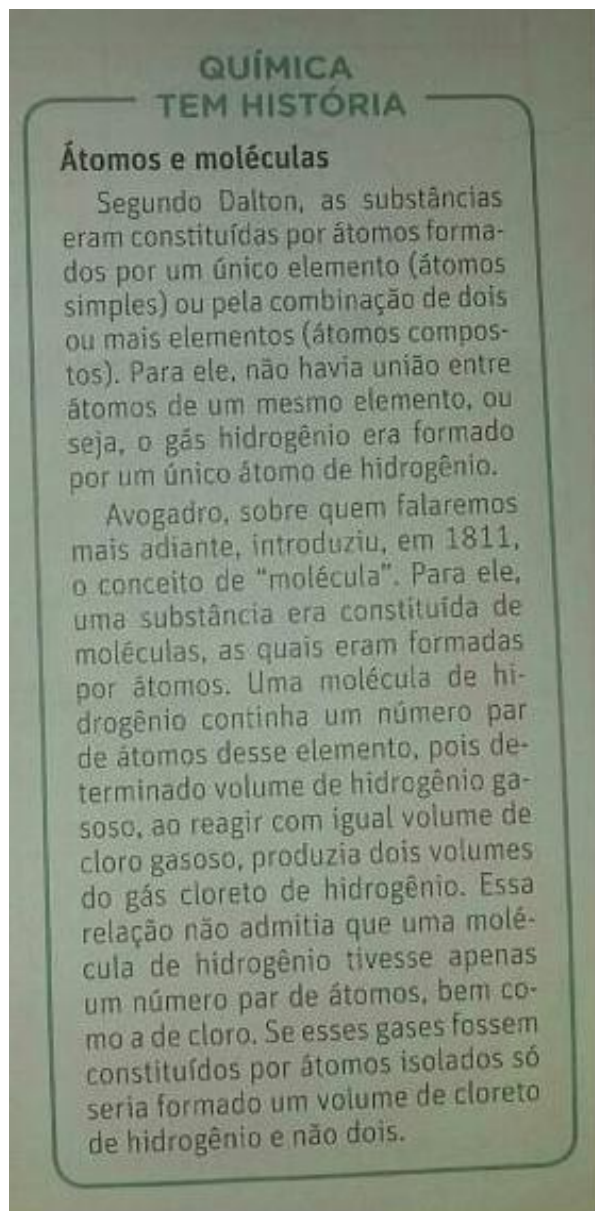


Figura 3. Caixa de texto Química tem História apresenta a concepção de átomos e moléculas de Dalton (Livro 3).

No livro 4 observou-se que há a descrição, mesmo que muitas vezes breve, dos experimentos e dos modelos desenvolvidos. Também são apresentadas representações comparativas dos experimentos, conforme a figura 4, onde são exibidos os esquemas do experimento de Thomson, o que foi observado experimentalmente e as conclusões.

Esquema do experimento	Observação experimental	Conclusão
	<p>Submetidos a um campo elétrico externo à ampola, os raios canais desviam-se em direção à placa negativa.</p>	<p>Possuem carga positiva.</p>
	<p>Quanto maior a massa, menor o desvio sofrido pela partícula. O grau de desvio no campo elétrico demonstrou que os raios canais de menor massa eram produzidos quando se utilizava o gás hidrogênio, $H_2(g)$, e, nesse caso, apresentava massa aproximadamente igual à do átomo de hidrogênio, H, e 1836 vezes maior que a massa do elétron.</p>	<p>A massa depende do gás utilizado no experimento.</p>
	<p>Os raios canais e os elétrons possuem cargas de sinais opostos, mas de mesma intensidade.</p>	<p>Elétron: - Próton: +</p>

Figura 4. Representação explicativa do experimento de Thomson (Livro 4).

No livro 5 foi observada a descrição dos experimentos de forma extremamente concisa, mostrando as bases nas quais as observações foram construídas.

Principais características do modelo de Thomson:

- Os átomos são esféricos e o volume total do átomo é igual ao volume da esfera.
- A carga positiva está uniformemente distribuída na esfera.
- Os elétrons se movem nessa esfera sob o efeito de forças eletrostáticas.

Figura 5. Caixa de texto com a síntese das principais ideias de Thomson (Livro 5).

No livro 6 foi possível notar a descrição dos pensamentos, conclusões e experimentos científicos. O trecho mostrou-se bastante explicativo, porém não é mostrado como um raciocínio foi criado, é descrito apenas o trabalho experimental, suas observações e os resultados obtidos.

“[...] Um desses modelos foi proposto pelo físico inglês Joseph John Thomson [1856-1940]. Tomando como base as investigações de Faraday, ele realizou experimentos com tubos de descarga contendo quatro diferentes gases e utilizou três metais diferentes na constituição dos eletrodos. Os dados coletados nessas experiências permitiram a Thomson alcançar sempre os mesmos valores para a razão entre a carga e a massa do elétron (e/m), que compunham os raios catódicos, cujos valores eram da mesma ordem de grandeza dos encontrados por Zeeman e Lorentz. Thomson observou, assim, que os raios catódicos eram os mesmos, independentemente, da composição do cátodo, do anticátodo ou do gás na válvula. [...]” (Livro 6, p. 169).

Assim, notou-se que os livros apresentam uma descrição da ideia do cientista, filósofo ou pesquisador, inclusive com o uso de representações por meio de imagens, porém muitas vezes, esse processo é abordado de forma superficial, sem mostrar de fato como foi construído o conhecimento científico.

c) Atuação individual ou coletiva dos cientistas

No livro 1 observou-se que a citação a respeito da atuação dos cientistas é feita em sua grande parte de maneira individual ou em duplas, como aluno e orientador.

[...] filósofos como Leucipo de Mileto (cerca de 624 a.C.- -cerca de 546 a.C.) especulavam sobre a composição da matéria, com questões como: de que são feitos o oceano, a areia, a terra o ouro, enfim, toda a matéria que nos rodeia? [...] (Livro 1, p. 82).

[...] o físico e químico inglês Henry Gwyn Jeffreye Moseley (1887-1915), que foi assistente de Rutherford, propôs que a propriedade que identificava um átomo de um determinado elemento químico não era sua massa, conforme o proposto desde a teoria de Dalton, mas sim o número de prótons do seu núcleo [...] (Livro 1, p. 85).

[...] Em uma série de experimentos realizados entre 1908 e 1909, o físico Robert Millikan (1868-1953) e seu aluno de doutorado Harvey Fletcher (1884-1981), ambos estadunidenses [...] (Livro 1, p. 86).

No livro 2 pode-se notar que os cientistas são citados tanto em grupos, quanto individualmente, tal como exemplificado a seguir. Ainda assim, os textos se referem apenas a pequenos grupos de trabalho, com duas ou três pessoas atuando em parceria, como no caso de Marie e Pierre Curie e Antoine Becquerel ou com relações entre aluno e orientador, como Michael Faraday e Humphry Davy.

[...] Humphry Davy e pelo discípulo deste, Michael Faraday (1791-1867, na primeira metade do século XIX, esse processo – a eletrólise – levou à ideia de que os átomos estariam de alguma forma associados a cargas elétricas [...] (Livro 2, p. 85).

[...] Um desses estudiosos foi o físico inglês William Crookes. Ele realizou experimentos usando descargas elétricas em gases a baixíssima pressão [...] (Livro 2, p. 86).

[...] Marie Skłodowska Curie, polonesa, e Pierre Curie, francês, em foto por volta de 1900; o casal e Antoine-Henri Becquerel ganharam o Nobel de Física em 1903, por seus estudos sobre a radioatividade [...] (Livro 2, p. 88).

No livro 3, o texto pode dar a entender que o trabalho dos cientistas é realizado exclusivamente de forma individual, de acordo com o exemplo apresentado a seguir: “[...] Nesse contexto, foram muito importantes as contribuições de Jons Jacob Berzelius (1778-1848), que elaborou entre diversos outros trabalhos [...]. (Livro 3, p. 79).

No livro 4 foi possível observar que os cientistas são citados de forma individual e em grupos.

[...] o físico alemão Eugen Goldstein (1850-1930) descobriu um novo tipo de raio utilizando uma ampola de Crookes modificada. [...] (Livro 4, p. 139).

[...] interpretando os resultados de uma grande série de experimentos, a equipe de Rutherford chegou à conclusão de que o átomo não se parecia com uma esfera positiva com elétrons incrustados [...] (Livro 4, p. 150).

Essa discussão, mesmo que pontual, sobre a atuação dos cientistas em grupos ou equipes é importante para desenvolver nos estudantes a ideia de que cientistas não atuam de forma isolada.

Nos livros 5 e 6 o texto apresenta que os cientistas trabalham de forma individual em sua maior parte, apenas alguns parágrafos trazem a ideia de grupos.

Assim pode-se perceber que na maioria dos textos analisados nos livros, a profissão de cientista é apresentada apenas como um trabalho de forma individual. Assim, nos livros didáticos não foram apresentadas as sociedades científicas, que são fundamentais para o avanço da Ciência. Isso muitas vezes pode fazer com que os alunos acreditem que apenas um cientista é necessário para “fazer Ciência”.

d) Representação de experimentos

No livro 1 os experimentos encontram-se com boa representação, em sua grande maioria, tal como a representação para o experimento de Crookes, apresentada a seguir:

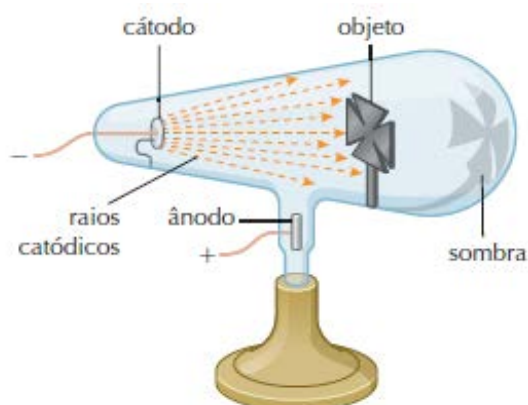


Figura 6. Representação do tubo de Crookes (Livro 1).

No entanto, a representação do experimento de Rutherford (figura 7) mostra-se

um pouco confusa, pois a observação do experimento é realizada de um ponto superior, o que pode proporcionar dúvidas ao leitor. Cabe salientar que é importante explicar a imagem que representa o experimento e discutir a perspectiva utilizada para compor a figura, e que isso não foi realizado no texto.

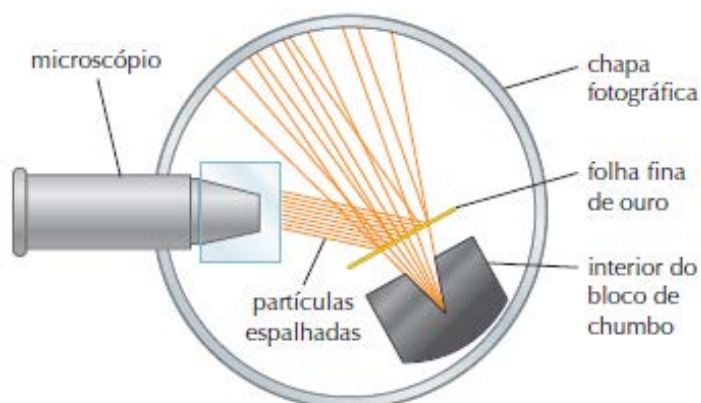


Figura 7. Representação do experimento de Rutherford (Livro 1).

No livro 2, as representações são feitas de forma coerente com o experimento descrito, tal como na figura 8, que representa o experimento de Rutherford.

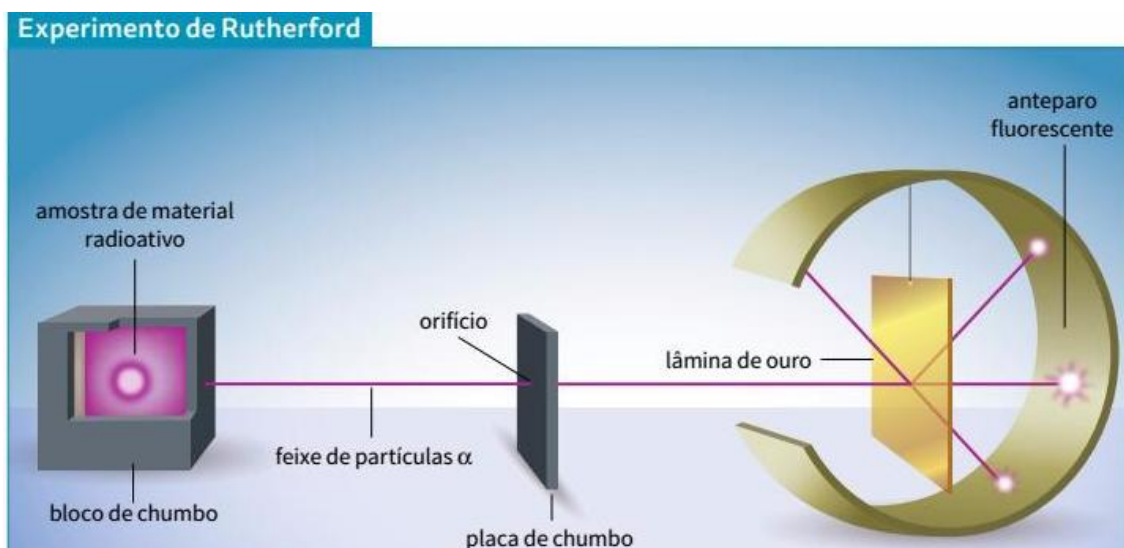


Figura 8. Representação do experimento de Ernest Rutherford e sua equipe (Livro 2).

No livro 3 foi observado que todos os experimentos e modelos atômicos foram bem representados, em imagens explicativas, que indicam os instrumentos e materiais utilizados em cada experimento, tal como na figura 9.

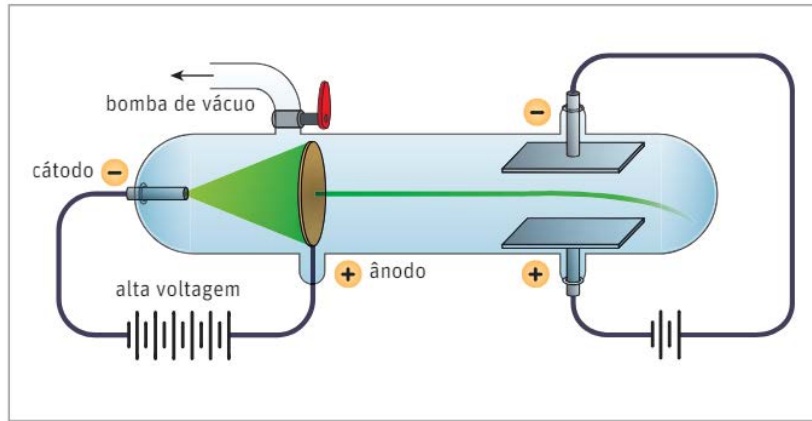


Figura 9. Representação do experimento de Thomson com os tubos de Crookes (Livro 3).

No livro 4 observou-se que todos os experimentos e modelos atômicos foram representados, de forma coerente com o texto apresentado, tal como representado a seguir.

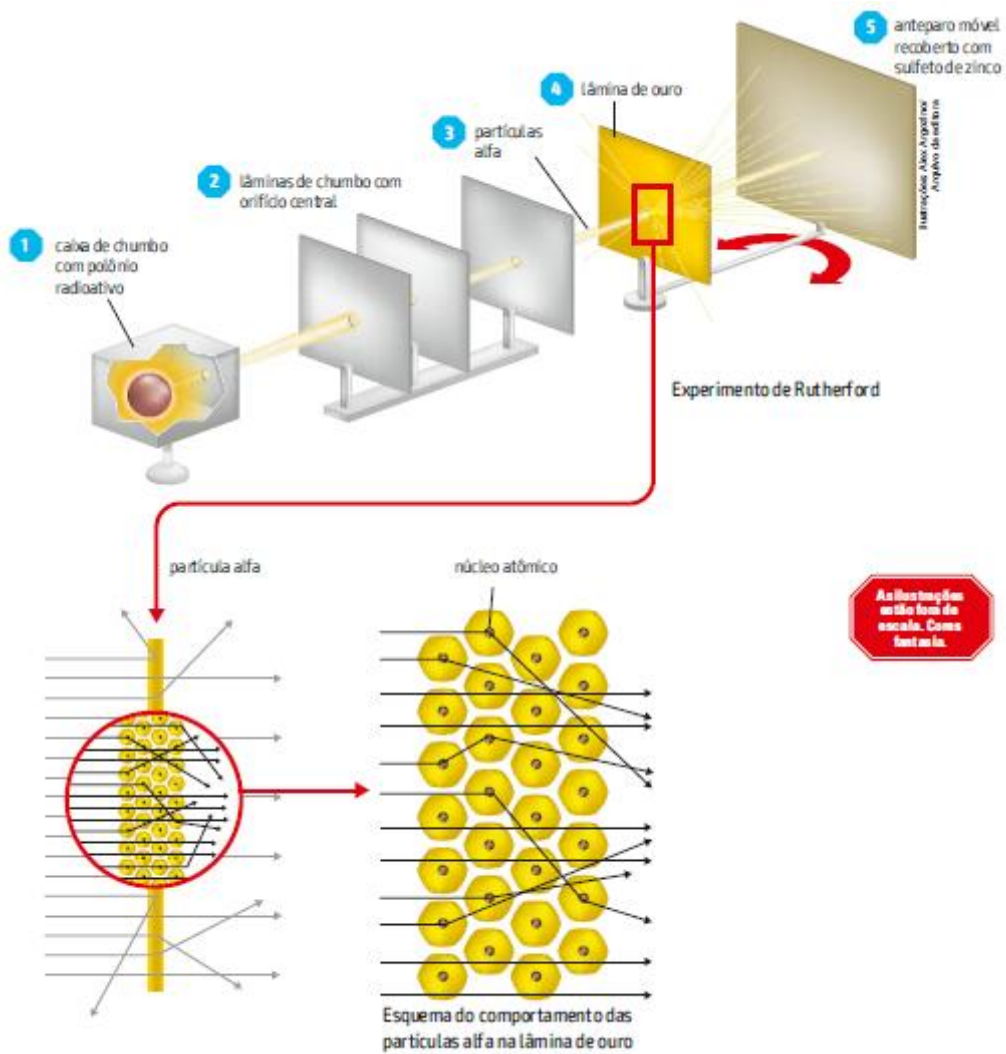


Figura 10. Representação do experimento de Rutherford (Livro 4).

É importante destacar que na figura 10 existe a preocupação em estabelecer uma relação entre o sistema experimental e o nível atômico-molecular. Isto pode auxiliar a compreensão dos alunos sobre o experimento e o modelo de Rutherford.

No livro 5 observou-se que há apenas uma representação de experimento no capítulo analisado, que é do experimento de Rutherford. A representação é explicativa, traz informações importantes para compreensão dos fenômenos observados pelo cientista. Também é realizada uma amplificação da representação do desvio das partículas α em relação ao núcleo dos átomos, importante para a compreensão do experimento e sobre a proposta do modelo atômico de Rutherford.

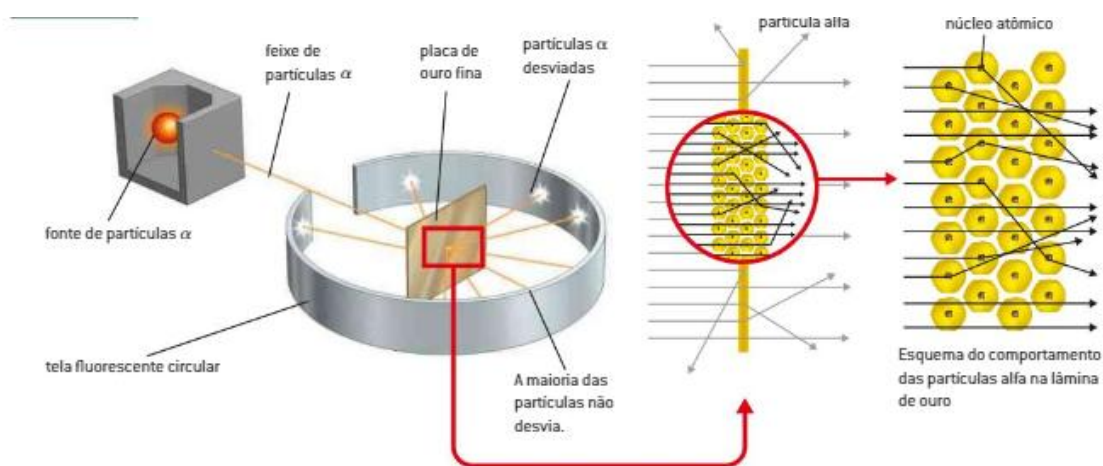


Figura 11. Representação do experimento de Rutherford (Livro 5).

No livro 6 observou-se que as representações contidas no livro são mais relacionadas aos modelos atômicos do que aos experimentos realizados pelos cientistas. Nas figuras 12 e 13 são representados os modelos atômicos de Dalton e Thomson, respectivamente.

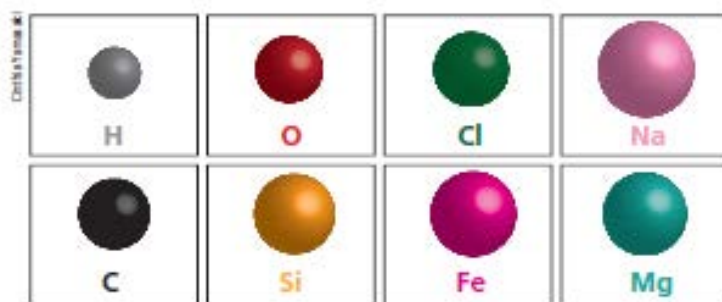


Figura 12. Representação dos átomos de diferentes elementos químicos para Dalton (Livro 6).



Figura 13. Representação da analogia sobre o modelo atômico de Thomson (Livro 6).

Nas figuras 14 é apresentado um sistema que representa o experimento de Thomson, que é extremamente simplificado e não apresenta uma legenda que auxilie na sua compreensão.

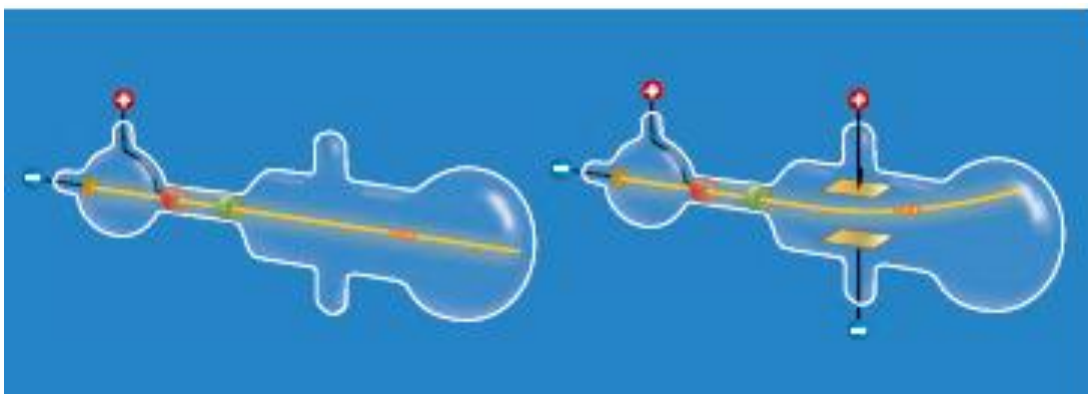


Figura 14. Representação do experimento de Thomson (Livro 6).

Todos os livros trouxeram representações de experimentos relevantes, na maioria das vezes de forma explicativa e coerente com o tratado no texto. Muitos experimentos trazem uma indicação do que é cada equipamento e como foi utilizado no experimento, como pode ser observado na figura 10.

e) Presença do contexto histórico

Observou-se que apenas o livro 5 aborda o contexto histórico e também as tecnologias existentes na época, tal como exemplificado no trecho a seguir:

“[...] Marie Curie, nome que passou a adotar depois de desposar o físico francês Pierre Curie, era polonesa, de nome de solteira Maria Sklodowska. Na impossibilidade de frequentar a Universidade de Varsóvia, por ser mulher, ela mudou-se para Paris em 1891, onde começou a estudar Ciências Físicas na Universidade de Sorbonne. Ela licenciou-se em 1893 em Ciências Físicas e um ano mais tarde em Matemática”. (Livro 5, p. 161).

“[...] A ciência do século XX tornou a realidade atômica observável. Várias tecnologias foram desenvolvidas para possibilitar essa observação. Métodos como a difração de raios X permitem determinar a posição e a distância entre as partículas num arranjo cristalino. Apenas na década de 1980 foi desenvolvida uma tecnologia que permite “ver” os átomos de um material. A microscopia de tunelamento fornece imagens de átomos isolados e planos inteiros de átomos na superfície de um material.” [...] (Livro 5, p. 153).

Assim, essa obra faz uma discussão sobre o contexto histórico da sociedade europeia e da academia no período de vida da Marie Curie. Além disso, é apresentada uma discussão sobre a tecnologia ligada aos tipos de microscopia. Entretanto, essas discussões são realizadas apenas de forma pontual.

De forma geral, o panorama histórico não é abordado nos livros didáticos. Essa contextualização seria coerente com as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 2000), que estimula que a HFC seja uma abordagem importante a ser empregada no ensino de Química. Dessa forma, a HFC não é abordada de forma consistente nos livros didáticos de Química.

2) A ciência é abordada de forma linear ou envolve as revoluções científicas?

Dentre os seis livros analisados notou-se que nenhum deles abordou a Ciência por meio das revoluções científicas, mas sim de forma estritamente linear, ou seja, a construção científica é organizada por meio de um acúmulo linear de conhecimentos, com uma descoberta que consiste em uma evolução de outra descoberta, o que traz melhorias para explicação e entendimento da Ciência. Não foram apresentadas revoluções científicas, ou seja, quando ocorrem alterações dos paradigmas aceitos pelas comunidades científicas.

Ao observar os livros didáticos, notou-se que o desenvolvimento tecnológico também não foi abordado, dessa forma não é estabelecida uma relação entre Ciência e Tecnologia, que poderia auxiliar na hora de abordar a ciência de forma mais próxima do real. Ou seja, essa abordagem torna mais coerente a evolução científica de acordo com o tempo e do quão avançados eram os instrumentos.

Exemplificando a abordagem de forma linear, pode-se observar que em todos os livros começa-se citando os filósofos gregos, e suas teorias desenvolvidas, até o átomo de Bohr.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim, pode-se concluir que a HFC não é abordada da maneira esperada pelos livros didáticos de Química. Embora todos tragam a biografia dos cientistas, são apresentadas apenas as datas de nascimento e de morte, e alguns trazem algumas informações a mais sobre a vida dos cientistas. Além disso, os livros retratam a construção científica apenas como contribuição individual dos cientistas, e não são todos os livros que citam a atuação dos cientistas em pequenos grupos ou duplas. Não são abordados os papéis das sociedades científicas para o avanço da Ciência.

A contextualização histórica foi apresentada apenas no livro 5, e é uma das tendências apontadas pelos PCNs (BRASIL, 2000), além disso, outro fator que foi observado, indo contra a proposta de ensino da HFC, é que o avanço da Ciência é abordado unicamente de forma linear, ou seja, os avanços ocorrem apenas por meio da acumulação de conhecimentos. Assim, não são apresentadas as revoluções científicas, as rupturas radicais de paradigmas em que teorias são abandonadas por outras pelas sociedades científicas.

Os livros didáticos analisados abordam a HFC de forma muito superficial, portanto, seria necessário promover melhorias na discussão sobre a natureza da Ciência. É importante discutir que os cientistas atuam de forma coletiva em sociedades científicas; que a Ciência é uma construção humana e como tal, é passível de erros; e portanto, teorias podem ser substituídas por outras, como ocorre nas revoluções científicas.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Educação, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Histórico**. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/historico>. Acesso em: 29 de Maio de 2018.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Histórico**. 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 29 de Maio de 2018.

CACHAPUZ, A., et al. **A Necessária Renovação do Ensino de Ciências**. Editora Cortez, São Paulo, 2005.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência afinal?** Editora Brasiliense, 1993.

CISCATO, C. A. M.; PEREIRA, L. F.; CHEMELLO, E. **Química**. Vol 1. Editora Moderna São Paulo, 2016.

FONSECA, M. R. M. da **Química: ensino médio**. 2 ed. São Paulo: Ática, 2016.

GIL PEREZ, D.; et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

KUHN, T. S. **A estrutura das Revoluções Científicas**. 12ª ed, São Paulo: Perspectiva, 2013.

LISBOA, J. C. F. **Ser protagonista**. Vol 1. 3 ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

MATTHEWS, M. R. **Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual**. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v. 12, n. 2, p. 255-277, 1994.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: Ensino Médio**. 3ed São Paulo, Scipione, 2016.

NOVAIS, V. L. D. de.; ANTUNES, M. T. **Vivá: Química**. Vol.1, Curitiba: Positivo, 2016.

RIBAS H. L.; AIRES J. A. História e Filosofia da Ciência no ensino de química: o que os alunos pensam sobre a colaboração entre os cientistas. In.: **Encontro de Educação Química da Bahia**. Salvador, 17-20 de Julho de 2012.

ROCHA, J. R. C. da; CAVICHIOLI, A.; Uma Abordagem Alternativa para o Aprendizado dos Conceitos de Átomo, Molécula, Elemento Químico, Substância Simples e Substância Composta nos Ensinos Fundamental e Médio. **Química Nova na Escola**, n. 21, p. 29-33, 2005.

ROMANELLI, L. I. O Professor e o Conceito Átomo. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 27-31, 1996.

SANTOS, W. L. P. dos.; MÓL, G. **Química Cidadã**. Vol 1, 3 ed., São Paulo; Editora AJS, 2016.

SANTOS, V. A.; MARTINS, L. A importância do livro didático. **Candombá – Revista Virtual**, v. 7, n. 1, p. 20-33, 2011.

TERNES, A.; SCHEID, N.; GÜLLICH, R. A História da Ciência em livros didáticos de Ciência utilizados no Ensino Fundamental. In.: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 8 de novembro de 2009.

VIDAL, P. H.; PORTO, P. A. A História da Ciência nos livros didáticos de Química do PNLEM 2007. **Ciência e Educação** v. 18, n. 2, p. 291-308, 2012.