

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

HELAINÉ SPECALSKI ALVES


**MODELOS ATÔMICOS: diferentes abordagens em livros didáticos
do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD).**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2018

HELAINÉ SPECALSKI ALVES



MODELOS ATÔMICOS: diferentes abordagens em livros didáticos do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD)

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Ensino de Ciências – Pólo de Goioere, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientador: Prof. Dr Adelmo Lowe Pletsch

EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

MEDIANEIRA

2018



TERMO DE APROVAÇÃO

MODELOS ATÔMICOS: diferentes abordagens em livros didáticos do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD).

Por

Helaine Specalski Alves

Esta monografia foi apresentada às 9:00 h do dia 1 de setembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Ensino de Ciências – Pólo de .Goioerê, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

Prof.Dr. Adelmo Lowe Pletsch
UTFPR – Câmpus Medianeira
(orientador)

Prof Dr. Daniel Rodrigues Blanco
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof^a. Me. *Josiane Araujo de Souza*
UTFPR – Câmpus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso-.

Dedico este trabalho a minha Mãe por sempre me incentivar sempre a buscar conhecimento. Dedico também a minha preciosa Ágata e ao meu companheiro William Bartko.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me permitido chegar até aqui e principalmente pode ter colocado em meu caminho oportunidades e pessoas certas.

Ao meu orientador Prof. Dr. Adelmo Lowe Pletsch pelas orientações ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço aos professores do curso de Especialização em Ensino de Ciências, professores da UTFPR, Câmpus Medianeira.

Agradeço aos tutores presenciais e a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação.

Agradeço a minha família e ao meu companheiro William Bartko por todo o apoio durante a minha caminhada no curso de especialização, sem vocês o caminho que percorri teria sido muito mais árduo. Obrigado por toda a imensa paciência dedicada a mim, principalmente naqueles momentos ruins.

Obrigado a todos!

RESUMO

SPECALSKI, Helaine Alves. **MODELOS ATÔMICOS: diferentes abordagens em livros didáticos do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD)**. 2018. 34f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

Este trabalho teve como temática o estudo de atomística que é muito importante para o ensino de ciências, sua compreensão é fundamental para o estudo da química e física, pois permite compreender a constituição da matéria, pergunta que permeia a humanidade a vários séculos. Este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento em livros didáticos do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), utilizados em sala de aula, para averiguar como é abordado o tema de atomística. Devido a sua grande importância para o ensino de ciências, foram analisados três livros didático (Martha Reis, Química 1, 1^o edição; Eduardo Fleury Mortimer, Química 1, 1^o edição; Química Cidadã, volume 1, 2^o edição) que são indicados para uso em sala de aula pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Ao analisar os livros didáticos seguindo os parâmetros semelhança; profundidade e qualidade dos tópicos abordados; qualidade das imagens; relação teoria e prática pode-se notar que os livros apresentam várias semelhanças entre si e algumas diferenças entre si, como por exemplo, o uso de experimentos do cotidiano do aluno com o objetivo de deixar mais palpável o conteúdo.

Palavras-chave: Ensino de Química. Atomística. Livro Didático.

ABSTRACT

SPECALSKI, Helaine Alves. **ATOMIC MODELS: different approaches in textbooks of the National Book and Didactic Material Program (PNLD)**. 2018. 34 f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

This work has as its theme the study of atomistics that is very important in science teaching, its understanding is fundamental to the study of chemistry and physics, because it allows to understand the constitution of matter, a question that permeates humanity for several centuries. Due to its great importance for science education, three didactic books (Martha Reis, Chemistry 1, 1st edition; Eduardo Fleury Mortimer, Chemistry 1, 1st edition; Citizen Chemistry, volume 1, 2nd edition) were analyzed that are indicated for use in the classroom by the National Textbook Program (PNLD). When analyzing textbooks following the similarity parameters; depth and quality of the topics covered; quality of images; The relation between theory and practice may show that the books present several similarities among themselves and some differences among them, for example, the use of experiments of the student's daily life in order to make the content more palpable

Keywords: Chemistry Teaching. Atomistic. Textbook.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Figura1: Atividade Sobre Método Científico.....	20
Figura 2 – Tabela com os Passos para o Desenvolvimento do Método Científico...21	
Figura 3 –Recorte do Livro 3 com a Teoria Atômica de Dalton.....	24
Figura 4 - Atividade Experimental Proposta pelo Livro 2.....	26
Figura 5: Questões para discussão de experimento citada pelo livro 2.....	27
Figura 6 - (a) Ilustração do experimento de Rutherford no livro 1,2 e 3.....	28
Figura 7 - Atividade Experimental Teste de Chama Sugerida pelo Livro 3.....	29
Figura 8 - Abordagem do Átomo de Nagoaka no Livro 3.....	31
Figura 9 - Abordagem sobre o Modelo Atômico de Sommerdeld no Livro 1.....	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 Evolução dos Modelos Atômicos.....	13
2.1.1 O Ensino de Atomística	16
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	18
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	18
3.2 Levantamento de Dados em LD	18
3.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

O estudo de atomística é muito importante, pois é através dele que conseguimos obter a resposta para algumas perguntas que permeia a humanidade desde as primeiras civilizações, como por exemplo, “Do que somos feitos?” Qual a constituição da matéria? Ao compreendermos o átomo conseguimos obter a resposta para as perguntas citadas acima, compreendemos que toda a matéria é constituída por átomos.

Devido a sua importância para a ciência este conteúdo é estudado na disciplina de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental e também quando o aluno tem o seu primeiro contato com as disciplinas de física e química no ensino médio, pois a noção de átomo é fundamental para as duas disciplinas, porém o estudo aprofundado das teorias atômicas é feito na disciplina de química no primeiro ano do ensino médio, pois o conhecimento sobre a estrutura atômica possibilitara que os alunos compreendam outros conceitos químicos.

Apesar da grande importância desse conceito a realidade encontrada comumente em sala de aula é o desinteresse do aluno pelo estudo de atomística, bem como a falta de compreensão do mesmo pelo conteúdo.

De acordo com Ferreira et. al:

Os alunos consideram o tema desinteressante e desvinculado das experiências do seu cotidiano, visto que os átomos não podem ser vistos e manipulados individualmente e a relação da estrutura atômica com os fenômenos químicos não é percebida claramente” (Sousa; Justi e Ferreira, 2006).

Além da falta de interesse do aluno pelo ensino de atomística o professor sofre com a falta de informações trazidas nos livros didáticos sobre o tema. Comumente os Livros Didáticos (LD) trazem as teorias atômicas de forma resumida, sendo apenas conceitual, muitas vezes desvinculada com a evolução do pensamento científico e tecnológico envolvido na evolução dos modelos atômicos.

A abordagem histórica dos modelos atômicos feita nos livros didáticos também pode gerar incompreensões, não só em relação ao conceito de modelo como também sobre a razão da apresentação de alguns modelos atômicos seguindo uma ordem cronológica não problematizada. (Melo; Neto; 2013, p.122).

Devido à carência do tema nos livros didáticos os professores devem buscar as informações para trabalhar o conteúdo em outras fontes; uma fonte muito utilizada pelos professores para a busca de material de apoio para trabalhar em sala de aula é a internet, porém na internet as informações sobre a história da evolução dos modelos atômicos é encontrada fragmentada e com o conteúdo insuficiente, dificultando a pesquisa do professor, que muitas vezes tem o seu tempo limitado para pesquisas.

Assim surge a necessidade da elaboração de um material didático de fácil acesso que dê suporte para o professor trabalhar de forma eficiente com os alunos todos os fatores envolvidos na evolução dos modelos atômicos.

Este trabalho tem como objetivo realizar um levantamento em livros didáticos do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), utilizados em sala de aula, para averiguar como é abordado o tema de atomística.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 EVOLUÇÃO DOS MODELOS ATÔMICOS

Fenômenos químicos e físicos estão presentes na natureza e no nosso dia a dia, desde a antiguidade o homem vem observando a natureza buscando explicações para estes fenômenos, além da observação dos fenômenos naturais, uma questão que sempre intrigou o homem foi sobre a constituição da matéria. Onde os filósofos gregos por volta de 2500 anos atrás buscaram respostas criando suas hipóteses em busca da compreensão da composição da matéria.

Por volta de 478 a.C. Leucipo e Demócrito formularam a hipótese defendendo a matéria como sendo constituída de um único elemento, invisível e indivisível, chamado átomo, sendo a menor partícula constituinte de qualquer tipo de matéria não poderia ser fragmentada, pois se fosse divisível ao infinito, confundir-se-ia com o vazio” (Oliveira; Fernandes. 2006). A palavra átomo vem do grego *atomos*, que significa “não”, e *tomos*, “parte”, ou seja, “sem partes” ou “indivisível”.

Demócrito acreditava que os átomos, em adição às características já citadas acima, também eram inquebráveis, tinham peso e participação da constituição de todos os corpos, os quais tinham cada qual seu tipo de átomo. Como esta ideia não pôde ser comprovada na época devido à limitação de tecnologia e conhecimento, ela ficou conhecida como 1º modelo atômico, mas meramente filosófico. (Oki. 2002)

Aristóteles não concordava com a teoria atômica de Demócrito, pois afirmava que ela era incapaz de explicar a mudança nas substâncias e as transformações químicas. Se existem átomos para cada tipo de substância, não há possibilidade de transformações químicas, o que evidentemente se choca com a evidência.

De acordo com Figueiras (2004, p.38) Dalton retoma os estudos a cerca do átomo e por volta de 1807 publica a sua teoria atômica embasada em experimentos científicos, postulando que o átomo era uma esfera maciça, indivisível e sem cargas; os átomos de um mesmo elemento são idênticos entre si, sendo assim átomos de diferentes elementos tem massas diferentes; um composto seria a combinação específica de átomos de mais de um elemento.

O século XIX foi marcado por grandes avanços na ciência, e nestes avanços estava a busca pela compreensão da eletricidade, onde diversos cientistas da época dedicavam as suas pesquisas para compreender alguns fenômenos, como por exemplo a constatação feita por Benjamin Franklin de que os relâmpagos eram de origens elétricas.

Em 1857 Heinrich Geissler faz um experimento para tentar recriar os relâmpagos em um tubo fechado a vácuo, contendo um gás rarefeito, foram postos dois eletrodos com polos contrários, e estabelecendo entre eles um diferencial de potencial elétrico distribuído por uma fonte energética externa. Ao aplicar uma descarga elétrica, surgindo um feixe de luz colorido ligando um polo ao outro, que foram chamados de relâmpagos portáteis.

O experimento realizado por Geissler chamou a atenção de Thomson que também se dedicou a estudar a eletricidade e a partícula atômica. Ele fazia meticulosas medições, interferindo na trajetória dos raios através de campos elétrico e magnético controlados.

Thomson realizou diversas observações sobre os experimentos realizados por William Crookes acerca dos raios catódicos, concluindo que os raios catódicos eram feixes das partículas carregadas negativamente. Thomson encontrou que as partículas carregadas eram as mesmas, independente do metal usado para o cátodo. Ele conclui que essas partículas eram parte de todos os átomos chamando-as de elétrons.

A partir dos experimentos e da conclusão da existência de partículas positivas e negativas não era mais válido o modelo atômico proposto por Dalton, então Thomson em 1897 baseado nas novas evidências científicas elabora um novo modelo atômico, incluindo a presença das partículas positivas e negativas.

Thomson definiu o átomo como uma esfera homogênea de carga positiva, incrustados por cargas negativas, a quantidade de cargas positivas e negativas seriam iguais e dessa forma o átomo seria eletricamente neutro.

O físico alemão Eugen Goldstein (1850-1930), usando uma aparelhagem semelhante à de Thomson, observou o aparecimento de um feixe luminoso no sentido oposto ao dos elétrons concluindo que os componentes desse feixe deveriam apresentar carga elétrica positiva.

Posteriormente, em 1904, o cientista Ernest Rutherford (1871-1937) detectou a presença de partículas com carga elétrica positiva ainda menores, as quais ele

denominou prótons (p). Sendo a massa de um próton é aproximadamente 1836 vezes maior que a de um elétron.

Por volta de 1900 os cientistas passaram a estudar elementos radioativos realizando diversos experimentos, H. Geiger e E. Marsden, bombardearam uma fina lâmina de ouro (0,0001mm) com partículas "alfa" (núcleo de átomo de hélio: 2 prótons e 2 nêutrons), com carga positiva, emitidas pelo "polônio" (Po), contido num bloco de chumbo (Pb), provido de uma abertura estreita, para dar passagem às partículas "alfa" por ele emitidas. Envolvendo a lâmina de ouro (Au), foi colocada uma tela protetora revestida de sulfeto de zinco (ZnS).

Ao observar os resultados citados acima Rutherford refletiu que: muitas partículas "alfa" atravessavam a lâmina de ouro, sem sofrer desvio e sua trajetória; poucas partículas "alfa" sofriam desvio em sua trajetória; outras, em número muito pequeno, batiam na lâmina e voltavam.

Essas observações invalidaram o modelo atômico de Thomson, era necessário um novo modelo atômico levando em consideração os novos fatos observados experimentalmente. Então Rutherford propôs um modelo atômico onde o átomo seria composto por um núcleo muito pequeno e de carga elétrica positiva, que seria equilibrado por elétrons (partículas negativas), que ficavam girando ao redor do núcleo, numa região periférica denominada eletrosfera.

Segundo Rutherford: o núcleo atômico conteria, além de prótons, outras partículas com peso semelhante ao dos prótons, mas, sem carga elétrica, apesar da afirmação Rutherford não definiu os nêutrons.

O responsável por definir a existência dos nêutrons foi o físico James Chadwick em 1932, com uma série de experiências muito bem elaboradas publicou um artigo de meia página na revista Nature intitulado "Possível existência de um nêutron". Esse pequeno artigo rendeu-lhe o prêmio Nobel de Física de 1935.

De acordo com o modelo atômico proposto por Rutherford, os elétrons ao girarem ao redor do núcleo, com o tempo perderiam energia, e se chocariam com o mesmo.

Alguns anos depois Bohr aperfeiçoou o modelo atômico proposto por Rutherford determinado à existência e organização dos níveis de energia que o átomo possui.

O dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) formulou uma teoria sobre o movimento dos elétrons, fundamenta na Teoria Quântica da Radiação (1900) de

Max Planck. A teoria de Bohr fundamenta-se nos seguintes postulados: 1º postulado: Os elétrons descrevem órbitas circulares estacionárias ao redor do núcleo, sem emitirem nem absorverem energia. 2º postulado (de Niels Bohr): Fornecendo energia (elétrica, térmica e etc.) a um átomo, um ou mais elétrons a absorvem e saltam para níveis mais afastados do núcleo. Ao voltarem as suas órbitas originais, devolvem a energia recebida em forma de luz (fenômeno observado, tomando como exemplo, uma barra de ferro aquecida ao rubro).

Podemos perceber que conforme a evolução da ciência ouve a evolução do modelo atômico, onde cada cientista aprimorou o modelo proposto anteriormente, porém como é estudado atualmente os modelos atômicos o aluno não consegue ver a relação continuidade entre os modelos atômicos, ele vê uma ruptura entre um modelo e outro. De acordo com Melo; Neto (2012) o aluno entende que o átomo foi descoberto e então estudado, quando na verdade o átomo não foi descoberto, mas sua teoria foi construída.

2.1.1 O ENSINO DE ATOMÍSTICA

O ensino de atomística é um dos primeiros conceitos a serem estudados na disciplina de química, devido ao átomo estar presente na constituição de todas as coisas, porém os alunos muitas vezes apresentam dificuldades em compreender a relação do átomo com a constituição da matéria. Além disso, o conteúdo de atomística é difícil de ser estudado por não ser palpável, sendo microscópico, devido a este fato vários cientistas tentaram explicar como é a constituição do átomo e propor modelos para deixar a sua teoria atômica mais palpável e de fácil compreensão.

De acordo com Melo; Neto (2012) “Os alunos do ensino médio necessitam perceber que os modelos são construções provisórias e suscetíveis de aperfeiçoamento. Os modelos avançaram para formas cada vez mais poderosas, abrangentes e úteis para explicar a realidade ao longo da história da ciência.” (Melo; Neto; 2013, p.122)

Uma alternativa para que o aluno compreenda a evolução dos modelos atômicos é trabalhar o conteúdo atrelado com a História da Ciência, explorando o desenvolvimento da ciência que permitiu que ocorresse o aperfeiçoamento do modelo atômico com o passar dos anos.

O uso da História da Ciência permite que o aluno deixe de acreditar na visão estereotipada de cientista, passando a ver que ele não é o “gênio” que criou uma teoria rapidamente, mas sim uma pessoa normal que dedicou anos para desenvolver suas pesquisas.

Entendemos, assim, que a História da Ciência pode contribuir para que haja uma melhora nas aulas, pois a mesma permite inserir os conceitos científicos dentro de uma realidade humana para que se possa construir aspectos importantes de se trabalhar o conhecimento científico, os interesses econômicos e políticos, além de valorizar a ciência como uma construção humana, não apenas mostrando os aspectos positivos, mas também que a ciência não é considerada inatingível. Além do fato de que os conceitos científicos são modificados através dos tempos até a consolidação de um paradigma dominante.(REIS, 2012.).

Assim o uso da história da evolução dos modelos atômicos abordando todos os aspectos sociais e tecnológicos vem como alternativa para despertar o interesse dos alunos e fazer com que eles veem significado no conhecimento químico relacionado a este tema.

Sendo que a partir do momento que há interesse por meio dos alunos eles irão ser motivados a buscarem o conhecimento e terão uma aprendizagem significativa.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 TIPO DE PESQUISA

De acordo com Gil, (2002, p. 44) caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica, com abordagem qualitativa por ser desenvolvida a análise do conteúdo de atomística encontrados em livros didáticos de químicas utilizados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

3.2 Levantamento de Dados em LD

Foi realizado um levantamento de dados em três livros didáticos utilizados pelo PNLD (Programa Nacional do Livro Didático), sendo eles Martha Reis, Química 1, 1º edição (Livro 1); Eduardo Fleury Mortimer, Química 1, 1º edição (Livro 2); Química Cidadã, volume 1, 2º edição (Livro 3); afim de obter informações de como é abordado em cada um deles o conceito de atomística, bem como identificar as carências conceituais e históricas apresentadas por cada livro.

Para a análise de dados nos livros didáticos foram utilizados os seguintes parâmetros semelhança; profundidade e qualidade dos tópicos abordados; qualidade das imagens; relação teoria e prática.

3.4 Levantamento do Material Didático Utilizado em Sala

Através do levantamento de dados realizados com os livros didáticos (Livro 1,2 e 3), foi possível perceber como de maneira geral os livros didáticos abordam o tema, e quais são as carências históricas, teóricas e tecnológicas atreladas ao tema que os livros didáticos apresentam.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados os livros didáticos Martha Reis, Química 1, 1º edição (Livro 1); Eduardo Fleury Mortimer, Química 1, 1º edição (Livro 2); Química Cidadã, volume 1, 2º edição (livro 3). Para a análise do conteúdo relacionado à atomística nos LD foram levados em consideração os parâmetros semelhança; profundidade e qualidade dos tópicos abordados; qualidade das imagens; relação teoria e prática em cada livro.

O Livro 1 e o 3 trazem a ideia conceitual do átomo de Dalton em capítulos que antecedem o capítulo de evolução atômica junto com a ideia de átomo de Leucipo e Demócrito proposta na Grécia antiga. O Livro 3 traz a informação sobre a ideia de átomo de Leucipo e Demócrito e logo em seguida traz a teoria do modelo atômico de Dalton com o objetivo de explorar os conceitos de substâncias simples e compostas. No capítulo de atomística o livro retoma a ideia do átomo de Dalton explorando novamente as conclusões que o cientista obteve em seu trabalho.

Já no Livro 3 Leucipo, Demócrito e Dalton são mencionados no capítulo onde é explorado a constituição da matéria como uma introdução para os conceitos de constituição da matéria e reações químicas, que é o capítulo que antecede o capítulo que trabalha com os modelos atômicos, no capítulo destinado a trabalhar os modelo atômico é apenas citado que Danton retomou a ideia de Leucipo e Demócrito para embasar a sua teoria atômica e logo em seguida já é trabalhado o átomo de Thonsom.

“Em 1803, o químico inglês John Danton (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.” (Reis, M; 2013, p. 2013)

É muito importante que os LD abordem a ideia do átomo filosófico e a sua contribuição para a formulação do modelo atômico de Dalton, porém percebemos que os dois livros citados acima abordam o átomo filosófico e até mesmo o átomo proposto por Dalton (Livro 3) em capítulos que antecedem o capítulo de atomística, sendo assim é fundamental que o livro traga a retomada desses modelos atômicos em seu texto no capítulo de atomística, bem como o professor em sala de aula

O livro 1 traz uma tabela com os passos básicos necessários para a formulação do pensamento científico, no capítulo onde é trabalhada a ideia do que é uma molécula e também o estudo dos gases. O livro não propõe atividade para que o aluno desenvolva os passos citados na tabela.

Figura 2: Tabela com os passos para o desenvolvimento do método científico.
Fonte: Livro Química 1, Martha Reis, p. 98, 2013.

Na tabela abaixo estão apresentadas as principais etapas do método científico indutivo utilizado pelos cientistas para a construção do conhecimento que vamos começar a estudar agora.

Etapas	Características
Observação	Descrição qualitativa e/ou quantitativa de um fenômeno.
Experimentação	Verificação prática de todas as condições em que ocorre o fenômeno em estudo.
Verificação de regularidades	Constatação das condições em que o fenômeno se repete da mesma maneira.
Reunião e organização dos dados	Organização dos dados obtidos.
Interpretação	Interpretação e explicação do fenômeno a partir dos dados obtidos.
Afirmção de regras	Generalizações de fatos que ocorrem apenas com uma parcela dos itens relacionados ao fenômeno.
Afirmção de leis	Generalizações que ocorrem sem restrições, baseadas em experimentações e deduções lógicas.
Elaboração de teorias	A teoria elaborada para a explicação de uma lei pode ser abandonada a favor de outra teoria que se mostre mais completa e correta.
Criação de modelos	Um modelo é uma imagem mental que o cientista utiliza para explicar uma teoria a respeito de um fenômeno que não pode ser observado diretamente.
Previsão de outros fenômenos	A teoria elaborada para explicar o fenômeno deve ser capaz de prever o que ocorrerá em outras situações além das que foram experimentadas.

Ao aluno compreender como é desenvolvido o método científico ele passa a entender “o fazer ciência” que era e é ainda praticado pelos cientistas, pois muitas vezes os alunos tem a visão que os cientistas fizeram e fazem as suas descobertas ao acaso, e na verdade o que chamamos de descobertas é fruto de um longo estudo

que consiste na realização das etapas citadas na figura acima para chegar a uma teoria.

Outro ponto chave para a compreensão do método científico é o aluno compreender a necessidade e como se dá a criação de modelos na ciência, compreensão fundamental para compreender os modelos atômicos.

Os 3 livros trazem uma breve explicação sobre os modelos na química, onde o Livro 3 trata os modelos em um texto onde é explicado a importância da atividade proposta (figura 1) em uma linguagem bastante simples e de fácil compreensão. Já o livro da 1 e o 2 trazem um breve texto explicando a importância dos modelos científicos,

Alguns fenômenos necessitam de modelos para serem compreendidos. Não devemos enxergar o modelo como uma cópia da realidade. Um modelo é apenas uma representação, uma aproximação do que ocorre na realidade. Ao mesmo tempo cada modelo é útil na explicação de certas propriedades e transformações que a realidade apresenta. Se algumas transformações ou propriedades não podem ser explicadas por um modelo, ele deve ser substituído ou modificado. Isso não impede que ele continue sendo utilizado nas situações mais simples.” (Química 1, Mortimer, p. 151, 2013.

Trabalhar com o aluno a ideia da formulação de modelos científicos é essencial, pois através dela o aluno compreende que os cientistas buscam formular um modelo para “deixar palpáveis” suas teorias elaboradas. De acordo com Guevara e Valdez (2004) os modelos científicos estabelecem uma relação nítida entre os dados primários ou os experimentos em si, as leis para a interpretação, análise, correlação e comparações, e o modelo (construção imaginária) que possibilita “visualizar” o fenômeno.

Outro parâmetro utilizado para a análise dos LD foi à qualidade dos tópicos abordados, estando relacionado com a profundidade que os conceitos são explorados. Os três livros didáticos trazem a ideia atômica de Leucipo e Demócrito, porém o que aprofunda um pouco mais a história da atomística que antecede o modelo de Danton é o Livro 2.

O livro 1 é o qual melhor explora o átomo de Danton trazendo a ideia que ele desenvolveu para elemento químico e também para exemplificar como ocorriam as reações químicas, como mostra as figuras abaixo:

Figura 3: Recorte do livro 3 com a teoria atômica de Dalton.
 Fonte: Livro Química 1, Martha Reis, p. 99, 2013.

1 Modelo atômico de Dalton

Em 1803, o 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). Dalton foi muito habilidoso na elaboração de modelos mentais e na construção de representações físicas desses modelos. Ele utilizou pequenos círculos para representar os átomos dos diferentes elementos químicos.



Neste livro, representamos os átomos de Dalton da maneira a seguir, com diâmetros relativos e cores fantasia, para tornar a explicação mais fácil e didática.

As cores da figura abaixo são ilustrativas; átomos e moléculas não têm cor. As imagens estão fora de tamanho de escala.

Átomos de:

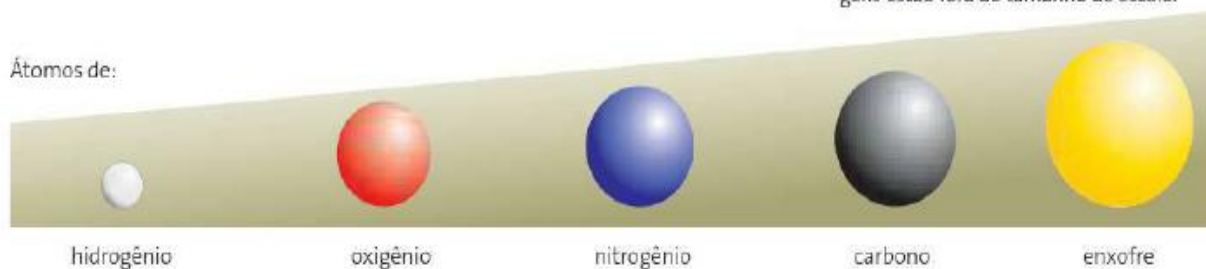


Figura 4: Recorte do livro 3 com a explicação de Dalton para átomos compostos.
Fonte: Livro Química 1, Martha Reis, p. 100, 2013.

Os postulados de Dalton explicavam por que **compostos diferentes** podem ser formados pelos **mesmos elementos químicos**, ou seja, bastava para isso que a **proporção entre esses elementos fosse diferente nos diferentes compostos**. Por meio de uma única ideia, era possível explicar todas as leis ponderais que regiam as transformações químicas. Observe os exemplos a seguir envolvendo a queima do carbono:

- Dado experimental: uma massa igual a 3 g de carbono se combina com 4 g de gás oxigênio para formar 7 g de um gás muito tóxico, o monóxido de carbono.



Explicação pela teoria de Dalton: os “átomos compostos” de monóxido de carbono são constituídos de um “átomo simples” de carbono e um “átomo simples” de oxigênio.

- Dado experimental: uma massa igual a 3 g de carbono se combina com 8 g de gás oxigênio para formar 11 g de um gás atóxico, o dióxido de carbono (ou gás carbônico).



Explicação: pela teoria de Dalton, no dióxido de carbono, que contém duas vezes mais oxigênio para a mesma quantidade de carbono, cada “átomo composto” é formado de um “átomo simples” de carbono e dois “átomos simples” de oxigênio.

A partir dessa argumentação, os cientistas da época passaram a

Os demais livros abordam a teoria de Danton brevemente expondo as suas conclusões e trazem um quadro com o resumo de sua bibliografia. As demais teorias atômicas são melhores exploradas nos três livros.

Uma diferença encontrada nos livros é a maneira em que os livros vão introduzindo para o leitor como surgiram as novas teorias atômicas. Pois hoje se sabe que conforme a ciência foi evoluindo houve a necessidade de aprimorar os modelos atômicos, cada modelo era utilizado para sanar os problemas da época, e a partir do momento que surgiam novas evidências onde o modelo atômico não respondia mais ao problema encontrado, era necessário que surgisse um novo modelo atômico. Como por exemplo, o modelo atômico de Danton respondeu muitas

questões encontradas na época (1803), mas a partir do momento em que surgiram evidências da existência de cargas, sendo elas positivas e negativas, o átomo de Dalton não se encaixava mais para explicar a existência das cargas, então foi reformulado um novo modelo atômico, o modelo atômico de Thomsom. O livro 1 passa direto do átomo de Dalton para o de Thomsom sem trazer para o leitor a discussão a cerca da eletrificação dos matérias que foi fundamental para a elaboração do modelo atômico de Thomsom, pois as informações sobre a eletricidade dos materiais encontra-se no capítulo anterior ao capítulo de modelos atômicos. Já o Livro 2 e o 3 trazem as informações conceituais sobre as evidências da existência de cargas elétricas dentro do capítulo de atomística, descrevendo também o experimento da ampola de Crookes.

O livro 2 se destaca por propor uma atividade experimental com questões para discussão para ser realizada pelos alunos em sala de aula, para que os alunos compreendam a presença de cargas elétricas nos materiais como mostra a figura abaixo:

Figura 4: Atividade experimental proposta pelo livro 2.

Fonte: Livro Química 1, 1ª edição; Eduardo Fleury Mortimer, p.155, 2013.

Evidências para a natureza elétrica na constituição dos materiais

Até agora, consideramos que a matéria é constituída por átomos que se movimentam no vazio. Consideramos também o átomo como uma partícula homogênea, sem nos preocuparmos em discutir se poderia, ele próprio, ser constituído por outras partículas. Esse modelo foi útil para explicar diversas propriedades de sólidos, líquidos e gases, como a compressão e a dilatação. Ele é insuficiente, no entanto, para explicar algumas propriedades dos materiais, como o fato de alguns deles conduzirem eletricidade.

Nesta atividade vamos estudar alguns outros fenômenos que evidenciam a natureza elétrica dos materiais e propor um modelo para a estrutura do átomo que explique esses fenômenos.

Material

Folha de papel, régua de plástico, papel toalha, canudinho de refresco, suporte com garra, linha, pente e bastão de vidro.

O que fazer

- A1** Peguem a folha de papel e recortem-na em pedaços bem pequenos. Aproximem a régua de plástico dos pedaços de papel, sem tocá-los. Observem e registrem o que ocorreu.
- A2** Atritem a régua com o papel toalha e aproximem-no do papel picado, sem tocá-lo. Observem e registrem o que ocorreu.
- A3** Amarrem o canudinho de refresco com a linha e prendam-no ao suporte com a garra, de modo que o canudinho possa girar livremente. Atritem o canudinho com o papel toalha. Atritem um bastão de vidro contra um pedaço de papel toalha e aproximem-no da extremidade do canudinho que foi atritada. Observem e registrem o que ocorreu.



Figura 6.9
A condutividade elétrica dos materiais não pode ser explicada por nosso modelo de partículas.

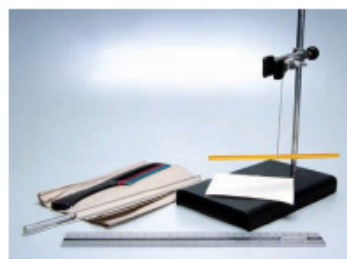


Figura 6.10
Materiais necessários para a atividade.

6

O livro também propõe questões para discussão sobre o experimento, as questões propostas enriquece o uso da prática experimental, pois elas fazem com que o aluno reflita sobre o que ocorreu no experimento tendo uma compreensão aprofundada da prática. As questões propostas pelo livro estão na figura abaixo:

Figura 5: Questões para discussão de experimento citada pelo livro 2.
Fonte: Livro Química 1, 1ª edição; Eduardo Fleury Mortimer, p.156, 2013.

Questões para discussão

- Q1. Em quais experimentos vocês constataram que houve atração entre os materiais?
- Q2. Em quais experimentos vocês constataram que houve repulsão entre os materiais?
- Q3. Por que é necessário atritar o material (por exemplo, o pente com o cabelo ou o bastão de vidro com o papel toalha) para que esse fenômeno de repulsão e de atração apareça?
- Q4. O que esses fenômenos sugerem em relação à constituição da matéria?
- Q5. Considerando que os materiais sejam constituídos por dois tipos de partículas com cargas elétricas opostas – positiva e negativa –, desenhem como as cargas se distribuem:
 - a) no canudinho e no bastão de vidro antes de eles terem sido atritados com o papel toalha no experimento do item A3.
 - b) no canudinho e no bastão de vidro depois de terem sido atritados com o papel.
 - c) no canudinho e no pente no experimento do item A4, depois de terem sido atritados.
- Q6. Proponham um modelo para o átomo que seja coerente com as observações e hipóteses discutidas nesta atividade.

Para introduzir o átomo de Rutherford o Livro 1 apenas cita brevemente que Rutherford se baseou nos estudos a cerca da radioatividade para executar o seu experimento e formular sua teoria atômica, pois os conceitos a cerca da radioatividade são trabalhados no livro em um capítulo que antecede ao capítulo de atomística.

“Em 1893, o físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) foi estudar na Inglaterra sobre sob a orientação de Thomsom, e começou a investigar as propriedades dos raios x e das emissões radioativas...” (Reis, M.2013, p.167).

Já o Livro 2 e o 3 explora importância do estudo da radioatividade para a formulação de um novo modelo atômico no capítulo de atomística.

O Livro 2 se aprofunda mais nos conceitos a cerca da radioatividade e também traz um texto de cunho bibliográfico sobre o casal Currie no capítulo. Os

três livros trazem para o aluno o experimento de Rutherford com ilustrações e explicações sobre o experimento, considerando a sua importância para a formulação do modelo atômico de Rutherford, o que é de suma importância, pois foi através das evidências experimental observadas por Rutherford que colocaram em choque a teoria atômica de Thomsom e o levaram a reformular um novo modelo atômico.

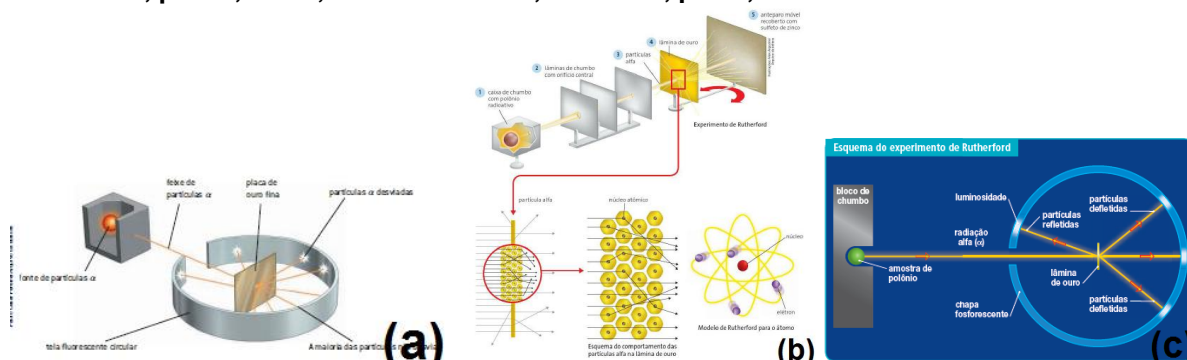
Para trabalhar o átomo de Bohr os três livros trazem os conceitos a cerca da investigação da natureza da luz, definição de ondas e estudo de espectro de emissão, sendo que o Livro 2 detalha melhor estes conceitos para o aluno. O Livro 2 e o 3 sugerem como atividade experimental o teste de chama o qual instiga o aluno para a compreensão dos espectros de emissão e o movimento dos elétrons entre os orbitais de energia quando são excitados. O Livro 1 traz o teste de chama como uma curiosidade para o aluno.

Outro parâmetro utilizado para a análise dos LD foram o uso de imagens utilizadas para ilustrar o capítulo de atomística. O uso de imagens deixa o texto mais dinâmico e atrativo para o aluno, além de facilitar a compreensão do aluno ao ler os textos, como por exemplo, o aluno lê o texto sobre o experimento de Rutherford e ao ver a figura ilustrando o experimento consegue compreender o experimento e seus resultados sem que seja realizado o experimento em sala de aula.

Os três livros utilizam varias imagens ao longo do capítulo, utilizando imagens de alguns cientistas citados no capítulo, imagens para ilustrar os experimentos descritos no capítulo, como por exemplo, os três livros utilizam imagens para ilustrar o experimento que Rutherford realizou e os seus resultados.

Figura 6: (a) Ilustração do experimento de Rutherford no livro 1,2 e 3.

Fonte: Livro Química 1, 1º edição; Eduardo Fleury Mortimer, p.165, 2013.; Livro Química 1, Martha Reis, p. 158, 2013.; Química Cidadã, volume 1, p.156, 2013.



Outro parâmetro utilizado para analisar os LD foi a relação teoria e prática encontrada nos LD, os três LD analisados trazem em seus textos os experimentos que foram utilizados pelos cientistas o que facilita e enriquece a compreensão do aluno no conceito. Um ponto positivo que vale ser destacado é as sugestões de realização de experimentos que alguns livros trouxeram em partes do capítulo, como por exemplo, o Livro 3 que sugere o uso do experimento “teste de chama” para o aluno melhor compreender o movimento dos elétrons entre os orbitais de energia e também os espectros de emissão.

Figura 7: Atividade experimental teste de chama sugerida pelo livro química cidadã. Fonte: Química Cidadã, volume 1, p.168, 2013.

Química na escola

Consulte as normas de segurança no laboratório, na última página deste livro.

Átomos que emitem luz

Esse experimento é demonstrativo. Deve ser feito apenas pelo professor no laboratório ou em sala apropriada na escola.

Materiais

- 5 fios de 10 cm de níquel-crômio (resistência de chuveiro)
- 1 bico de gás ou lamparina a álcool
- pinça de madeira ou pregador de roupas de madeira
- soluções aquosas 0,5 mol/L de: NaCl, KCl, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, CaCl_2 e BaCl_2

Procedimento

1. Prenda cada fio de níquel-crômio a um suporte de madeira e faça um pequeno gancho na outra extremidade.
2. Mergulhe um fio na solução de cloreto de sódio (NaCl).
3. Coloque-o na chama, que deve ser regulada para estar bem clara.
4. Observe a coloração da chama e anote no caderno.
5. Repita os procedimentos anteriores utilizando um pedaço de fio de níquel-crômio para cada solução. Evite usar um mesmo fio de níquel-crômio para mais de uma solução para evitar contaminação. Se assim for necessário, lave bem o fio antes de usá-lo na outra solução.

Destino dos resíduos

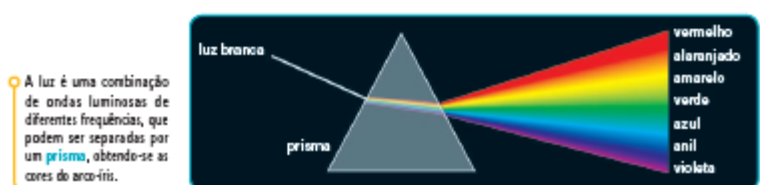
Evite contaminação das soluções, não misturando os fios usados de cada solução para que as mesmas possam ser devidamente rotuladas e armazenadas pelo professor para que sejam reaproveitadas em outras atividades.

Análise de dados

1. O que você observou?
2. Qual é a relação entre as cores observadas com as substâncias que foram aquecidas?
3. A qual conclusão você pode chegar a partir desses testes?

Uma propriedade dos átomos conhecida desde o século XIX é a emissão de luz, que acontece quando eles são aquecidos em uma chama, como você pode observar no experimento anterior. Além de emitir luz, os átomos também emitem outros tipos de radiação, o que só é percebido por instrumentos ópticos.

Sabe-se que, quando a luz solar atravessa um prisma, ela se decompõe nas cores do arco-íris. A esse fenômeno damos o nome espectro luminoso (veja quadro abaixo).



O livro 2 ao trabalhar com os “fatos” e “descobertas” que antecederam e levaram ao surgimento da teoria atômica de Thonsom sugere a realização de uma atividade experimental para que os alunos verifiquem a existência de cargas

elétricas, o que é muito importante, pois o principal motivo que fez com que o modelo atômico de Dalton fosse refutado na época (1897) foi que a partir do momento que a existência das cargas elétricas passou a ser conhecida o modelo atômico de Dalton, até então aceito na época que não abrangia a presença de cargas elétricas precisou ser reformulado que foi o que Thomson fez.

A figura 4 citada anteriormente mostra a atividade experimental que o Livro 2 sugere para que os alunos possam compreender a existência de cargas elétricas nos materiais. O experimento é simples e não requer o uso de reagentes e vidrarias avançadas, utilizam materiais de baixo custo e de fácil acesso, o experimento pode ser executado em sala de aula, sem a necessidade do uso de laboratório, o que é uma vantagem, pois muitas escolas não possuem laboratórios de ciências equipados.

O livro também propõe questões para discussão que levam o aluno a refletir sobre o experimento realizado, dando um significado maior a prática e também instiga a curiosidade do aluno para a compreensão da constituição da matéria, fazendo com que o aluno se interesse mais pelas discussões nas aulas de atomística e também tenha uma aprendizagem muito mais significativa.

Alguns dos livros analisados trouxeram para o aluno modelos atômicos que são poucos conhecidos e trabalhados em livros didáticos, o Livro 3 cita de maneira breve o átomo de Nagaoka antes de trabalhar com o modelo atômico de Rutherford. O átomo de Nagaoka é muito citado como o modelo atômico japonês, porém é pouco conhecido, foi desenvolvido em 1904, Nagaoka propôs um modelo para o átomo em que haveria um núcleo positivo massivo e, girando em torno dele, os elétrons. O modelo de Nagaoka explicava alguns experimentos, mas falhava em outros. Este modelo atômico já considerava a ideia de um núcleo com massa positiva, ideia que foi comprovada alguns anos depois por Rutherford em seus experimentos.

Figura 8: Abordagem do átomo de Nagaoka no livro 3.
Fonte: Fonte: Química Cidadã, volume 1, p.154, 2013

Pierre e Marie Curie prestaram extraordinários serviços para a descoberta do fenômeno da radioatividade.

Modelo atômico de Nagaoka

Em 5 de dezembro de 1903, o 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. Logo em seguida, Nagaoka publicou os principais resultados de sua pesquisa em revistas científicas, entre as quais a *Nature*. O modelo proposto por Nagaoka foi construído partindo da crítica ao modelo Aepinus, proposto por Lorde Kelvin, em 1902. No modelo de Kelvin, os elétrons se movimentariam livremente numa esfera carregada positivamente. Nagaoka, em 1908, continuava discordando do modelo de Lorde Kelvin e disse que os elétrons estariam situados fora da esfera carregada positivamente.

Em seus artigos, Nagaoka rejeitava a interpenetrabilidade entre cargas positivas e negativas. O modelo de Nagaoka considerava que o átomo com as seguintes características:

- Teriam massa central grande, carregada positivamente.
- Essa massa central atrairia os elétrons de mesma massa e com cargas negativas.
- Os elétrons girariam em um anel circular, distribuídos em intervalos angulares iguais, repelindo-se uns aos outros.

No fim do século XIX, o físico neozelandês Ernest Rutherford [1871-1937] foi convencido por J. J. Thomson a trabalhar com o fenômeno então recentemente descoberto: a radioatividade. Seu trabalho permitiu a elaboração de um modelo atômico que possibilitou o entendimento da radiação emitida pelos átomos de urânio, polônio e rádio.

154

O livro 1 traz o modelo atômico de Sommerfeld que busca explicar o comportamento do elétron nos níveis de energia e também a existência das raiais explicando os espectros de emissão.

Figura 9: Abordagem sobre o modelo atômico de Sommerfeld no livro 1.
Fonte: Livro Química 1, Martha Reis, p. 177, 2013.

O modelo atômico de Sommerfeld

Quando um átomo possui mais de um elétron, esses elétrons passam a interagir uns com os outros (pela repulsão elétrica, por exemplo).

Esse fato torna complexo determinar os níveis de energia em que os elétrons se movimentam e, também, o número de elétrons que podem se movimentar em cada nível de energia de modo a explicar corretamente o espectro de emissão dos elementos.

Um primeiro passo para esclarecer essa questão foi o uso de espectroscópios de melhor resolução (mais potentes). Isso permitiu observar que **as raiais consideradas anteriormente constituídas por uma única linha eram, na realidade, um conjunto de linhas distintas muito próximas umas das outras**. Estava descoberta a chamada **estrutura fina** dos espectros de emissão.

O desdobramento das linhas do espectro indica que os níveis de energia (n) são constituídos por subníveis de energia (l) bastante próximos uns dos outros.

O esquema ao lado mostra o desdobramento de níveis energéticos.

Para explicar essa multiplicidade das raiais espectrais verificadas experimentalmente, em 1915 o físico alemão Arnold Sommerfeld (1868-1951) deduziu algumas equações matemáticas, que indicavam:

Cada nível de energia n está dividido em n subníveis, correspondentes a uma órbita circular e a $n - 1$ órbitas elípticas de diferentes

Quanto maior a energia, mais próximo do núcleo o elétron se encontra. Quando o elétron emite radiação e retorna ao nível correspondente ao seu estado fundamental.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de atomística é a base fundamental para a compreensão da química e da física, devido a sua importância é essencial que ele seja bem trabalhado em sala de aula pelo professor. O livro didático deve dar o suporte necessário para o professor trabalhar o conteúdo com o aluno em sala de

Os três livros didáticos analisados trabalham de maneira satisfatória o conteúdo de modelos atômicos, permitindo que através de seus textos o aluno tenha conhecimento e compreensão dos modelos atômicos. Foi possível notar algumas diferenças e semelhanças entre os Livros Didáticos ao trabalhar com os tópicos de atomística, sendo que o Livro 1 e 3 trouxeram para o leitor uma maior contextualização através de textos, figuras e experimentos do conteúdo, porém o livro 2 abordou mais a teoria em seus tópicos, sendo considerado através desta análise o mais rico em conceitos.

REFERÊNCIAS

MELO, M.R. **Estrutura atômica e ligações química – uma abordagem para o ensino médio**. 202. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

REIS, André S.; SILVA, Maria D. B.; BUZA, Ruth G. C. O uso da história da ciência como estratégia metodológica para a aprendizagem do ensino de química e biologia na visão dos professores do ensino médio. **História da Ciência e Ensino. Construindo Interfaces**. v. 5, p. 4, 2012.

FONSECA, Martha Reis Marques Da. **Química 1: 1**. São Paulo: Ática, 2013

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. **Química 1: 2 ed**. São Paulo: sCIPIONE, 2013.

MÓL, G. de S. et al. **Química cidadã: 2 ed**. São Paulo: AJS, 2013.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas , 2002.

OLIVEIRA, Ó. A.; FERNANDES, J. G. **Evolução dos modelos atômicos de Leucipo a Rutherford**. Natal: EDUFRRN Editora da UFRN, 2006.

OKI, M. C.M; O conceito de elemento, da antiguidade a modernidade. **Química Nova na Escola**. V. 16, novembro 2002.

SOUZA, V.C.A.; JUSTI, R.S. e FERREIRA, P.F.M. Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Rutherford-Bohr: uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, p. 7-28, 2006.

GUEVARA, M; VALDEZ, R. Los modelos en la enseñanza de la química: algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza y aprendizaje. *Educación Química*, México, v. 15, n. 3, p. 243-247, 2004.

