

## INVESTIGAÇÃO DO CONCEITO DE ESTRUTURA DA MATÉRIA EM LIVROS DIDÁTICOS

ALICE GAIER VIARIO<sup>1</sup>; KARENINA TEIXEIRA DE MENEZES<sup>2</sup>; VITÓRIA SCHIAVON DA SILVA<sup>3</sup>; BRUNO DOS SANTOS PASTORIZA<sup>4</sup>; ALESSANDRO CURY SOARES<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [alicegaier@gmail.com](mailto:alicegaier@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [kareninateixeira24@gmail.com](mailto:kareninateixeira24@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [vitoriaschiavondasilva@gmail.com](mailto:vitoriaschiavondasilva@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [alessandrors80@gmail.com](mailto:alessandrors80@gmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [bspastoriza@gmail.com](mailto:bspastoriza@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

O que hoje é amplamente aceito pela comunidade científica foi, em algum momento, objeto de intensos debates (TABER, 2019). Essa afirmação evidencia o caráter construtivo da Química como Ciência, algo que deve ser compreendido pelos professores e trabalhado com os estudantes, promovendo uma construção ativa do conhecimento. Nesse sentido, CHASSOT (2016) reforça essa perspectiva ao afirmar:

Nunca é demais insistir que, quando se fala em átomos, moléculas, reações químicas, etc., estamos nos referindo à realidade sobre as quais não conhecemos mais do que o resultado de algumas interações. Por isso, construímos modelos das mesmas, que são mais ou menos aproximados, em virtude do que conhecemos do modelado. Os modelos são importantes ferramentas de que dispomos para tentar compreender um mundo ao qual o acesso real é muito difícil (p.264).

Então, para falar em sala de aula sobre um conceito, é importante entendê-lo no âmbito científico, inclusive na perspectiva epistemológica (CHASSOT, 2016; TABER, 2019). Sobre o conceito de estrutura da matéria, este tem uma importância nas Ciências, principalmente na compreensão de outros conceitos. Cabe destacar também que MELO e LIMA NETO (2013) afirmam que, muitas vezes, não se dá a atenção necessária ao conceito, inclusive que os modelos científicos costumam ser apresentados sem discussões mais profundas, quando, na verdade, é essencial reconhecer que a Ciência se baseia em modelos e não em verdades absolutas.

Antes de analisar a construção do conceito é importante investigar como este aparece no Ensino de Ciências, portanto uma revisão nos manuais didáticos se faz importante. Então, o objetivo deste trabalho é relatar a investigação do conceito de estrutura da matéria nos livros de Ensino Superior e Básico.

### 2. METODOLOGIA

Para atender ao objetivo, foram realizadas duas investigações em materiais didáticos: uma nos livros de Ciências da Natureza aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2021 e outra nos livros de Química voltados para o Ensino Superior (ES). Esta é uma pesquisa qualitativa, baseada na Análise de Conteúdo segundo BARDIN (2016). Para fins de sistematização os dois

processos, apesar de realizados em momentos distintos serão explicados concomitantemente.

No processo de pré-análise foram selecionados os livros, primeiramente foi consultada a Biblioteca do Campus Capão do Leão da UFPel para selecionar, dentro das áreas da Química os livros mais retirados pelos estudantes. Foram selecionados 17 livros, das áreas de Química Geral (4), Inorgânica (2), Orgânica (2), Bioquímica (2), Analítica (2) e Físico-Química (2), considerando obras com volume 1 e 2. Para os livros do PNLD foi consultado o edital, e a partir das coleções selecionadas pelo programa foram incluídos todos os livros de Ciências da Natureza, totalizando 42. Foi consultado os sumários dos livros, e índice remissivo, quando se aplica, bem como a leitura flutuante para identificar os trechos que contivessem unidades de significado.

Para codificação foram utilizados algarismos arábicos de forma crescente junto da letra L para identificar os livros (Ln) e da letra U para identificar as unidades criadas em cada um (Ux). Constituindo o sistema “LnUx”. Foram considerados no corpus de análise todos os livros que continham o conceito de estrutura da matéria, totalizando 9 no ES e 16 no PNLD. Foram extraídos todos os trechos, inclusive as figuras dos livros. Ao todo nos livros de ES foram criadas 159 unidades e no PNLD 183. Por fim, a organização das unidades de significado deu origem às categorias de análise, que no caso do ES foram: 1. Definição do conceito com caráter *à priori*; 2. Ideias que justificam e/ou embasam o conceito; 3. Ideias de ruptura com um modelo estabelecido; e do PNLD: 1. Definição do conceito, que contém três subcategorias: 1.1 Definição com uso de modelo, 1.2 Definição com uso de analogias e 1.3 Definição do conceito explicando outros; 2. Ruptura entre modelos; 3. Dispersão/Apagamento do conceito.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado desta pesquisa foram originados dois trabalhos em formato de artigo, que buscaram discutir o conceito de estrutura da matéria em cada um dos delineamentos: ES e PNLD. A fim de facilitar a apresentação dos resultados as unidades de significado serão apenas indicadas pela sua origem, seguido de numeral arábico crescente. De forma geral, é possível apontar algumas semelhanças na abordagem do conceito, principalmente em sua definição, tanto a nível superior quanto básico. Como, por exemplo, os modelos atômicos, utilizados para o desenvolvimento da estrutura da matéria foram bastante semelhantes, trazendo os filósofos gregos, Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr e pressupostos da Mecânica Quântica. É interessante perceber que nos livros do PNLD o modelo de Hantaro Nagaoka é apresentado, mas nos de ES em apenas um foi citado como uma ideia que foi retomada por Rutherford. Neste ponto Rutherford retomou uma ideia proposta em 1904 pelo físico japonês Hantaro Nagaoka:

Um átomo poderia ser composto por um pequeníssimo núcleo carregado positivamente (no centro do átomo) rodeado por uma região comparativamente maior, contendo os elétrons (ES1).

Trataremos com maior detalhe das diferenças. Para os livros de ES foram mais aprofundadas as ideias voltadas à Mecânica Quântica e a estrutura eletrônica do átomo, mas também em definições das regiões do núcleo e eletrosfera e sua composição. Uma quantidade considerável de unidades indicaram a justificção de algum modelo atômico, tanto na sua proposição quanto para o entendimento de suas propriedades, o que percebemos como positivo (FERNANDES; PORTO, 2012; MOURA, 2014; TABER, 2019). Um ponto

que chamou a atenção nesta pesquisa foi a presença de explicações para a estrutura da matéria sem a relação com modelos atômicos estabelecidos, como por exemplo:

Como você provavelmente sabe, um átomo consiste de um núcleo denso, carregado positivamente, circundado a uma distância relativamente grande por elétrons carregados negativamente. O núcleo consiste de partículas subatômicas denominadas nêutrons, que são eletricamente neutras; e de prótons, que são positivamente carregados (ES2).

Enquanto para os livros do PNLD o conceito apareceu bastante disperso, dentre todas as coleções analisadas um dos livros focava mais em descrever o percurso de desenvolvimento dos modelos atômicos mas nos outros livros alguns modelos para a estrutura da matéria apareciam sem qualquer relação. A presença de analogias também foi elemento marcante em ambos enfoques, chamando atenção o fato de algumas montarem que os próprios cientistas propuseram como representação de suas teorias: “Thomson propôs, como imagem para seu modelo, um pudim de passas, sobremesa típica do Natal inglês, à época. Uma melancia, porém, também pode servir de analogia ao modelo” (PNLD1). Um ponto importante foi o uso dos modelos atômicos explicando outros conceitos, fato que traz relevância para estes, como também relaciona os conceitos.

Foi possível perceber que nos livros de ES além da definição do conceito, houve o foco em justificar o surgimento deste, bem como apresentar alguns contextos. Já para o PNLD a própria definição de alguns modelos já visava a explicação de outros conceitos, como a natureza elétrica da matéria ou da luz:

No modelo de Bohr, quando o elétron emite um fóton (ou seja, emite radiação eletromagnética) com uma certa frequência, ele perde energia e vai de uma órbita com raio maior para uma com raio menor. É o mesmo que dizer que ele vai de um estado de maior energia para um de menor energia (PNLD2).

A partir de autores como ROSA (2017), ROCHA e FARIAS (2020) e SILVA e COSTA (2022) entendemos o livro didático como uma das principais ferramentas do processo de ensino e aprendizagem. Então, é esperado que estes materiais tenham o máximo de detalhamento e aprofundamento dos conceitos, visando tanto apoiar os docentes no processo de planejamento quanto discentes durante seus estudos. Ainda, conforme MELZER e AIRES (2015), MOURA e GUERRA (2016), BIGNARDI e GIBIN (2021) e MARCHESI e CUSTÓDIO (2023), o conceito de estrutura da matéria, e a explicação dos modelos atômicos apresenta várias lacunas no ensino, inclusive gerando concepções alternativas tanto em estudantes quanto docentes.

#### 4. CONCLUSÕES

Dos 42 livros do PNLD e 17 do ES analisados, ao total 25 apresentaram o conceito de estrutura da matéria. As explicações para a estrutura da matéria apresentadas nas duas esferas foram bastante semelhantes, demarcando os mesmos modelos atômicos. Porém, nos livros de ES o conceito foi aprofundado em suas justificações enquanto no PNLD em sua aplicação. Nos livros de ES apareceram definições para a estrutura da matéria sem a presença de relação com uma teoria ou cientista, desvinculando as ideias de seus proponentes. Nos livros do PNLD chama mais atenção a dispersão do conceito nos livros.

Investigando o conceito nos livros didáticos foi possível perceber que em ambos segmentos, ES e PNLD, ele é trabalhado com algumas lacunas, apresentando semelhanças mas principalmente diferenças entre ambos. Não há uma unanimidade no título dos capítulos que irão abordar o conceito, causando uma dispersão do conceito. Cabe questionar, se o conceito de estrutura da matéria é tão importante para o entendimento de outros, como a interação entre os átomos ou as propriedades dos materiais, por que este é trabalhado de forma tão simplificada e fragmentada?

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BIGNARDI, C.; GIBIN, G. B. Análise sobre modelos atômicos em Livros Didáticos de Química segundo a História e Filosofia da Ciência. **Caderno Amazonense de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática**, v. 1, n. 1, p. e202105-e202105, 2021.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: Questões e desafios para a educação**. ed. 7, Ijuí: Unijuí, 2016.
- FERNANDES, M. A. M.; PORTO, P. A. Investigando a presença da história da ciência em livros didáticos de química geral para o ensino superior. **Química Nova**, v. 35, p. 420-429, 2012.
- MARCHESI, M. Q.; CUSTODIO, R. Evolução histórica dos modelos atômicos. **Revista Chemkeys**, v. 5, 2023.
- MELO, M. R.; LIMA NETO, E. G. de. Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em Química. **Química Nova na Escola**, v. 35 n. 2 p. 112-122, 2013.
- MELZER, E. E. M.; AIRES, J. A. A história do desenvolvimento da teoria atômica: um percurso de Dalton a Bohr. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 11 n. 22, p. 62-77, 2015.
- MOURA, C. B.; GUERRA, A. Reflexões sobre o processo de construção da ciência na disciplina de química: um estudo de caso a partir da história dos modelos atômicos. **Revista Electrónica de Investigación en educación en ciencias**, v. 11, n. 2, p. 64-77, 2016.
- ROCHA, C. J. T. da; FARIAS, S. A. de. A importância do livro didático na integralização de aulas de Química em escola pública. **EDUCA-Revista Multidisciplinar em Educação**, v. 7, n. 17, p. 1547-1560, 2020.
- ROSA, M. D.'A. O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e os livros didáticos de ciências. **Revista de Produtos Educacionais e Pesquisa em Ensino**, v. 1, n. 2, 2017, p.132-149.
- SILVA, A. M. da; COSTA, D. K. da. Análise do conceito de equilíbrio químico apresentado nos livros didáticos de Química, aprovados pelo PNLD 2018-2020. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, v. 6, n. 3, p. 366-383, 2022.
- TABER, K. S. **Foundations for teaching chemistry: Chemical knowledge for teaching**. Routledge, 2019.