

## A NATUREZA DA REPRESENTAÇÃO SIMBOLICO E FIGURÁVEL DOS CONCEITOS CIENTÍFICOS E SUA POSSIBILIDADE DE DIDATIZAÇÃO

VITÓRIA SCHIAVON DA SILVA<sup>1</sup>; JAMILY DA SILVA DOS ANJOS<sup>2</sup>;  
ALESSANDRO CURY SOARES<sup>3</sup>, BRUNO DOS SANTOS PASTORIZA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas- vitoriaschiavondasilva@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – jamily.mikika.129@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – alessandrors80@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas- bspastoriza@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

Este texto apresenta um recorte de uma pesquisa maior. Inicialmente, foi necessário realizar uma seleção dos conceitos químicos que seriam objeto de análise, a fim de delimitar as possíveis características presentes nesses conceitos que possibilitam sua permanência e didatização na disciplina de Química. O critério de seleção envolveu tanto a relevância dos conceitos para o entendimento dos fundamentos da química quanto a sua presença na escola atualmente. Essas ideias centrais são vistas como essenciais para a competência básica porque servem como blocos de construção para uma compreensão científica futura e mais aprofundada (TALANQUER, 2015). Decidiu-se por abordar três conceitos amplamente discutidos na literatura da química e reconhecidos pela área como fundamentais para o ensino dessa ciência: Ligações Químicas, Estrutura da Matéria e Interações Intermoleculares (NUGRAHA, SINAGA, *et al.*, 2024; SERIBELI, ZAMBELLI e MAXIMIANO, 2023; TSAPARLIS e PAPPA, 2012). A escolha desses conceitos se justifica por sua importância histórica, sua permanência no ensino contemporâneo e pelos distintos níveis de complexidade que apresentam, os quais ilustram de maneira significativa os desafios de sua adaptação didática. Ainda que tenhamos destacado e discutido esses três conceitos, reconhecemos que, no Ensino de Química, há outros que também possuem características que lhes conferem fundamentalidade.

Uma vez que, o conceito da ciência “pura e aplicada” da Química é distinto daquele conceito tratado em ambientes de ensino e aprendizagem, mesmo distintos, apresentam relações, elementos, fatos e, principalmente, ideias que os conectam e que evidenciam que a produção dos conhecimentos escolares passa pela referência ao conhecimento produzido no campo da Ciência (inalcançável, inatingível e sumariamente diferente do campo escolar) (PASTORIZA, LOGUERCIO e MAZZOTTI, 2014). Mesmo tendo sido proposto em outro período histórico, percebemos que a atualidade e relevância continuam presentes no contexto da química, cabendo a essa área problematizá-los.

A primeira estratégia utilizada para entender as possíveis características desses conceitos e justificar sua presença na sala de aula foi examinar atentamente os livros didáticos de diferentes épocas e níveis de ensino. Tendo em vista que o livro didático é um material que organiza e sistematiza os conceitos científicos, acompanhando as mudanças no cenário da educação (SOUZA, 2017), a análise feita nesses livros busca compreender como os conceitos químicos aparecem ao longo do tempo, desde livros históricos e raros até os materiais didáticos atuais. A pesquisa procura identificar quais mudanças ocorreram ao longo desse período, quando e como os conceitos de Estrutura da Matéria, Interações Intermoleculares e Ligações Químicas começaram a ser ensinados, e se há uma linguagem

específica, modelos representativos ou processos de matematização associados a esses conceitos, por exemplo.

Para isso buscamos analisar os livros didáticos do Ensino Médio (participantes do Plano Nacional do Livro Didático - PNLD de 2021), livros didáticos de química do ensino superior, bem como livros históricos e raros de química que foram utilizados no Brasil entre 1800 e 1940 como material de referência ou de apoio. Esse recorte temporal se deu com base temporalidade do desenvolvimento dos conceitos selecionados para estudo. As discussões de Lewis sobre Ligações Químicas, por exemplo, começaram por volta de 1913, sendo um marco na compreensão da estrutura molecular e da ligação covalente. Da mesma forma, as contribuições de John Dalton para o modelo atômico, propostas em torno de 1803. Já as Interações Intermoleculares, inicialmente estudadas por Debye em 1912, foram posteriormente aprofundadas por Keesom em 1921 e London em 1927, estabelecendo o entendimento atual das forças de Van der Waals. Esse recorte temporal permitiu à pesquisa focar nos momentos cruciais de desenvolvimento dos conceitos, buscando materiais anteriores e posteriores à sua existência e possibilitando analisar como esses conhecimentos foram inseridos e adaptados ao longo do tempo.

Para refletir sobre a produção do conhecimento científico, tomamos como inspiração as discussões epistemológicas de Gaston Bachelard. Não nos limitamos a um único conceito do autor, mas mobilizamos especialmente sua epistemologia histórica, a noção de ruptura epistemológica e a ideia de perfil epistemológico. Compreendemos que utilizar sua proposta como referencial filosófico para pensar a ciência implica evidenciar os modos de produção dos conhecimentos que são objeto de nosso estudo, com o objetivo de problematizar a própria ciência.

## 2. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como de natureza qualitativa e de caráter documental, fundamentada na análise de livros didáticos e históricos, bem como na elaboração de um percurso epistemológico. A escolha desse caminho metodológico decorre da necessidade de compreender, em perspectiva histórica e epistemológica, a constituição dos conceitos de ligações químicas, estrutura da matéria e interações intermoleculares.

O estudo foi desenvolvido em duas etapas principais. A primeira consistiu na análise de livros didáticos, envolvendo três conjuntos de obras: (i) os livros do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2021, por representarem os materiais mais recentes em circulação nas escolas de educação básica; (ii) os livros de ensino superior, selecionados a partir dos exemplares mais retirados na biblioteca do Campus Capão do Leão da Universidade Federal de Pelotas, local que concentra os cursos de Química da instituição; e (iii) os livros históricos de Química, publicados entre os séculos XVII e XIX, localizados nas bibliotecas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) e da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Nessa etapa, a análise de conteúdo (BARDIN, 2011) foi empregada para identificar recorrências, diferenças e modos de apresentação dos conceitos químicos.

Na segunda etapa, procedeu-se à construção de um percurso epistemológico, fundamentado em fontes primárias e secundárias, a fim de apontar as principais ideias que contribuíram para a constituição dos conceitos trabalhados. Esse percurso buscou articular as contribuições históricas e epistemológicas, situando o

desenvolvimento das noções químicas em sua historicidade, em consonância com a proposta de análise documental (CELLARD, 2008).

A partir dessas duas etapas metodológicas — a análise de livros didáticos e históricos e a construção de um percurso epistemológico —, em articulação com estudos da didática da Química, da epistemologia e da história, foi possível identificar uma característica do conceito químico que permite compreender sua didatização e sua permanência no espaço escolar até a atualidade. Nessa perspectiva, a análise documental e o percurso epistemológico evidenciam o modo como determinados conceitos são apresentados, sistematizados e mantidos nos diferentes contextos de ensino, considerando tanto suas dimensões históricas quanto epistemológicas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No campo da química, muitos dos conceitos fundamentais que atravessam a educação básica e superior — como Ligações Químicas, Interações Intermoleculares e Estrutura da Matéria — só puderam ser estabilizados, ensinados e reaproveitados em diferentes contextos e tempos históricos porque, desde sua formulação científica, estiveram vinculados a construção imaginativa simbólica e figurável. Aqui, propõe-se que a existência de um modelo na origem do conceito é também uma condição de sua didatização. Gaston Bachelard, ao tratar da epistemologia da ciência, nos ensina que o conhecimento não se dá por mera descrição do real, mas por instrumentação teórica e modelar: o cientista "imagina", formaliza, constrói imagens. A ciência, para ele, é sempre construída sobre uma racionalidade que rompe com o senso comum, e esse rompimento é frequentemente mediado por modelos (BACHELARD, 1996).

Nesse sentido, o modelo é um mediador epistemológico, mas também pode ser pensado como condição de possibilidade da própria existência do conceito científico enquanto tal. A história dos conceitos de ligação química, por exemplo, mostra que sua inteligibilidade sempre dependeu de modelos: do octeto de Lewis, do modelo da repulsão dos pares de elétrons (VSEPR), até os orbitais moleculares. Embora esses modelos tenham sido complementados ou reformulados, eles permanecem como âncoras didáticas, permitindo a reatualização do conceito em diferentes níveis de ensino. O mesmo vale para as Interações Intermoleculares, que são abstrações de forças entre entidades que não podem ser vistas. Essas interações só se tornaram inteligíveis e ensináveis porque foram modeladas: por vetores de força, esquemas de distribuição eletrônica, representações geométricas e energéticas. Sem esse aparato representacional, não haveria como compartilhar tais conceitos ao contexto educativo, pois faltaria um suporte cognitivo que ancore o invisível ao simbólico, o abstrato ao figurável.

A Estrutura da Matéria também nasce de sucessivos modelos: do átomo indivisível de Dalton aos orbitais quânticos, passando por Bohr, Rutherford e outros. Cada etapa dessa construção é didatizável justamente porque é representável. Mesmo os modelos propostos inicialmente aos estudos do entendimento da matéria, continuam presentes no ensino, porque cumprem a função de introdução progressiva ao pensamento científico — Essa discussão e apresentação da característica do conceito presente na sala de aula, pode ser resumida assim: não é qualquer conceito científico que se torna didatizável — apenas aqueles que, ao longo de sua gênese histórica, foram modelados num sentido imagético e remodulados. Sem uma representação simbólica e figurável, o conceito permanece no nível de uma abstração inacessível, e por isso mesmo, intransponível ao

contexto escolar. O modelo fornece a visualização, a simplificação, a indicação — recursos indispensáveis à construção do conhecimento no processo de ensino aprendizagem. Portanto, os conceitos de Ligações Químicas, Interações Intermoleculares e Estrutura da Matéria permanecem nos currículos e manuais escolares não apenas por sua importância explicativa, mas porque sua construção imagética permite que eles sejam ensinados, traduzidos, visualizados, experimentados — em suma, didatizados.

#### 4. CONCLUSÕES

A análise realizada permitiu identificar como os conceitos de Ligações Químicas, Estrutura da Matéria e Interações Intermoleculares foram historicamente constituídos e como sua representação simbólica e figurável contribuiu para sua inserção e manutenção no Ensino de Química. Observou-se que a presença de representações simbólicas e figuráveis esteve associada à possibilidade de permanência desses conceitos em diferentes contextos escolares.

A metodologia adotada, combinando análise documental de livros didáticos e históricos com a construção de um percurso epistemológico, possibilitou indicar as mudanças na apresentação dos conceitos ao longo do tempo. Essa abordagem evidenciou as etapas de modelagem e formalização dos conceitos, bem como sua adaptação em materiais escolares de diferentes épocas e níveis de ensino.

Os resultados indicam que os conceitos estudados foram sistematizados e representados por meio de modelos que facilitaram sua compreensão no contexto educativo. A análise permitiu compreender a relação entre a historicidade desses conceitos e sua manutenção nos currículos escolares, mostrando como se estruturaram para serem compartilhados em diferentes períodos e contextos.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico:** contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contra Ponto, 1996.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo.** Lisboa: Edição 70, 2011.
- CELLARD, André. A análise documental. In: **A pesquisa qualitativa:** enfoques epistemológicos. Rio de Janeiro: Vozes, 2008. p. 295-316.
- NUGRAHA, Asep W. et al. Analyzing the Difficulties Students Face in Comprehending Fundamental Concepts in the Field of Atomic Structure and Chemical Bonds in the Basic Chemistry Course. **Proceedings of the 5th International Conference on Innovation in Education, Science, and Culture,** 2024.
- PASTORIZA, Bruno D. S.; LOGUERCIO, Rochele; MAZZOTTI, Tarso. A delimitação do conceito de representações escolares aplicada à Educação em Ciências. **Acta Scientiae**, v. 16, n. 1, 2014.
- SERIBELI, Fábio L.; ZAMBELLI, Maria H.; MAXIMIANO, Flavio A. Interações intermoleculares: Análise dos Livros de Química do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio. **Educação em Química en Punto de Vista**, 7, 2023.
- SOUZA, Ivan V. D. Gêneros textuais no livro da educação de jovens e adultos. In: **O livro didático na Educação Básica:** múltiplos olhares. Jundiaí: Paco Editorial, 2017. p. 103-121.
- TSAPARLIS, Georgios; PAPPA, Eleni T. Types of intra-and intermolecular bonding: the case of general chemistry textbooks. In: BRUGUIÈRE, C.; TIBERGHIEN, A.; CLÉMENT, P. **Proceedings of the ESERA 2011 Conference.** v. 3, 2012.