

**UMA ANÁLISE DOS CONCEITOS DE INTERAÇÕES INTERMOLECULARES  
DISCUTIDOS NOS LIVROS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS  
TECNOLOGIAS DO PNLD 2021**

**AN EXAMINATION OF INTERMOLECULAR INTERACTIONS AS  
PRESENTED IN THE PNLD 2021 NATURAL SCIENCES AND  
TECHNOLOGIES TEXTBOOKS**

Natália Maiquele Dalmann Maron<sup>1</sup>

Michael da Costa Rosa<sup>2</sup>

Fernanda Karolaine Dutra da Silva<sup>3</sup>

Vitoria Schiavon da Silva<sup>4</sup>

Alessandro Cury Soares<sup>5</sup>

Bruno dos Santos Pastoriza<sup>6</sup>

**Resumo:** Este trabalho teve o objetivo de analisar como livros didáticos do PNLD 2021 utilizados no Ensino Médio, discorreram sobre os conceitos de Interações Intermoleculares. Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi utilizada a análise de conteúdo de Bardin (1977) em um corpus de análise de 42 livros, que apresentou três categorias: Definição do Conceito, Aplicação do Conceito, Representação do Conceito. Destacou-se a importância da integração dos três níveis da Química (macroscópico, submicroscópico e simbólico) promovendo uma aprendizagem mais equilibrada e alinhada com os objetivos educacionais do Novo Ensino Médio.

**Palavras-chave:** Livros Didáticos; Interações Intermoleculares; PNLD 2021; Ensino de Química.

---

<sup>1</sup> Graduada em Licenciatura em Química (UFPel). Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: [nmaron02@gmail.com](mailto:nmaron02@gmail.com)

<sup>2</sup> Graduado em Licenciatura em Química (UFPel). Mestrando da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: [michaeldarosa24@gmail.com](mailto:michaeldarosa24@gmail.com)

<sup>3</sup> Mestra em Química (UFPel). Doutoranda da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: [fernandadutra5@gmail.com](mailto:fernandadutra5@gmail.com)

<sup>4</sup> Mestra em Química (UFPel). Doutoranda da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: [vitoriaschiavonasilva@gmail.com](mailto:vitoriaschiavonasilva@gmail.com)

<sup>5</sup> Doutor em Educação em Ciências: Química da vida e saúde (UFRGS). Professor Adjunto no Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos (UFPel), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: [alessandro.soares@ufpel.edu.br](mailto:alessandro.soares@ufpel.edu.br)

<sup>6</sup> Doutor em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde (UFRGS). Professor Adjunto no Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos (UFPel), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: [bspastoriza@ufpel.edu.br](mailto:bspastoriza@ufpel.edu.br)

**Abstract:** This study aimed to analyze how high school textbooks from the PNLD 2021 program addressed the concepts of Intermolecular Interactions. For the development of this research, Bardin's (1977) content analysis methodology was applied to a corpus of 42 textbooks, which revealed three categories: Concept Definition, Concept Application, and Concept Representation. The importance of integrating the three levels of Chemistry (macroscopic, submicroscopic, and symbolic) was emphasized, promoting a more balanced learning approach aligned with the educational objectives of the New High School reform.

**Keywords:** Textbooks; Intermolecular Interactions; PNLD 2021; Chemistry Education.

## 1 Introdução

O Livro Didático (LD) se encontra presente no contexto da educação brasileira desde o período imperial, onde era utilizado por aqueles que tinham acesso à educação (classes nobres) (Zacheu; Castro, 2015). Atualmente no Brasil é distribuído para todas as escolas públicas e regulamentado pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Estes livros vêm sendo analisados e organizados ao decorrer dos anos, e hoje são uma ferramenta de ensino e aprendizado consolidada nas escolas (Rocha; Farias, 2020).

Considerando a importância dos conceitos de Interações Intermoleculares para a Química, que permitem compreender as propriedades físico-químicas das substâncias (Zanon, 2018), torna-se pertinente investigar como esses conceitos são abordados nos LDs, pois são materiais que circulam os espaços educacionais. Assim, as Interações Intermoleculares se relacionam com vários ramos na Química, tais como: Química Orgânica, Química Inorgânica, Físico-química, Química Analítica etc., como também estão associadas a outros campos das Ciências. A partir disso, podemos pensar na importância de o estudante compreender esses conceitos.

Neste *interim*, pensamos que conceitos químicos, como as Interações Intermoleculares podem ser de difícil compreensão para os estudantes, devido ao seu grau de complexidade (Pauletti, 2017). Neste sentido, é importante que os professores tenham suporte de ferramentas didáticas que ajudem a superar esses entraves, dentre essas ferramentas estão os LDs disponibilizados aos professores. Frequentemente, os livros são as únicas ferramentas com discussões acerca de conceitos disponíveis nas escolas, diante disso, é importante que na medida do possível abordem os conceitos adequadamente tanto em termos didáticos quanto conceituais (Choppin, 2004).

A partir do contexto exposto, o objetivo deste trabalho foi de analisar como livros didáticos do PNLD 2021 utilizados no Ensino Médio discorrem sobre os

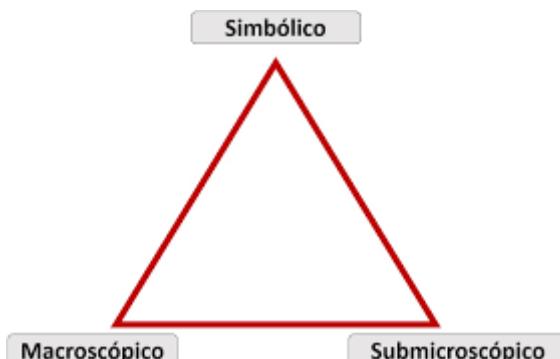
conceitos de Interações Intermoleculares. Dessa forma, por meio de uma Análise de Conteúdo fundamentada nos princípios de Bardin (1977), foi possível identificar distintas abordagens ao conceito em questão, conforme detalhado ao longo deste trabalho.

## 2 Uma breve reflexão acerca das noções de conceito e dos níveis de representação do conhecimento Químico

Uma vez que o enfoque desta análise se pauta na exploração a respeito de como é abordado o conceito de Interações Intermoleculares no contexto escolar, antes de discutir as categorias que emergiram da análise, é relevante destacar como compreendemos o termo *conceito*.

Com origem no Latim, *conceptus* (do verbo *concipere*), significando “coisa concebida” ou “formada na mente”, *conceito* remete a algo que foi pensado e estruturado por alguém, tendo relação com outros conceitos. Neste texto são as Interações Intermoleculares o objeto descrito e organizado como um *conceito*.

Ainda, salientamos que uma proposta amplamente aceita para a organização da Ciência Química e seus conceitos, está relacionada, no mínimo, em três níveis: o macroscópico, o representacional e o submicroscópico. Johnstone (2006) foi um dos primeiros pesquisadores a propor um modelo para explicar a relação entre esses níveis. Em sua abordagem, o nível macroscópico é caracterizado por aspectos palpáveis e observáveis; o submicroscópico, por elementos moleculares, átomos e partículas; e o simbólico, por representações abstratas como símbolos, equações e gráficos. Esses três níveis formam um triângulo conceitual conforme é possível observar na Figura 1.



**Figura 1:** Triângulo de Johnstone  
**Fonte:** Johnstone (2006, p. 59).

Johnstone argumenta que muitas das dificuldades enfrentadas na aprendizagem de Química decorrem do fato de que os processos de ensino geralmente se concentram em apenas dois níveis do triângulo (o macroscópico e o simbólico), negligenciando aspectos estruturais mais profundos relacionados ao nível submicroscópico. Além disso, é raro que os três níveis sejam utilizados de maneira integrada, o que compromete a compreensão dos estudantes e dificulta a abstração necessária para compreender os conceitos químicos.

Essa perspectiva é particularmente relevante quando se considera o ensino de Interações Intermoleculares, um tema que exige a integração dos três níveis do triângulo de Johnstone para uma compreensão completa. No nível macroscópico, os estudantes observam propriedades físicas, como pontos de ebulação e solubilidade. No nível submicroscópico, é essencial explorar as forças de interação entre moléculas, como ligações de hidrogênio, forças de van der Waals e interações dipolo-dipolo. Por fim, no nível simbólico, esses fenômenos são representados por equações químicas e diagramas estruturais. A falta de articulação entre esses níveis pode levar a concepções fragmentadas, limitando a compreensão do papel das Interações Intermoleculares na explicação de propriedades e da matéria.

### 3 Metodologia

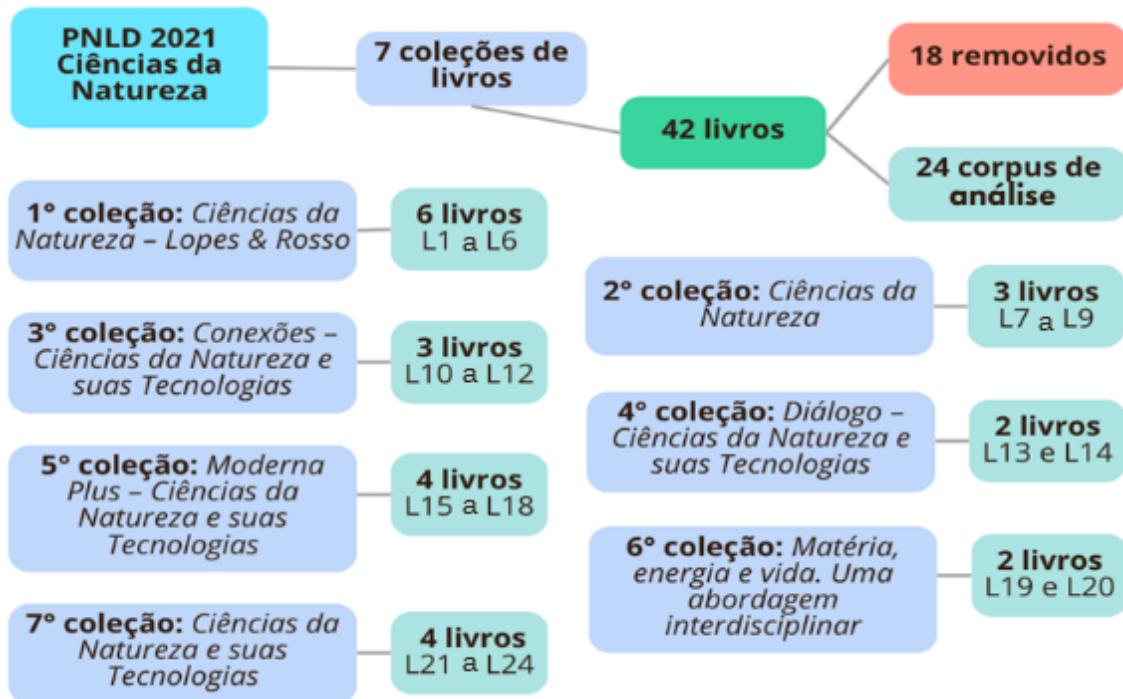
Esta pesquisa tem um caráter qualitativo, uma vez que valoriza a subjetividade e visa um impacto na sociedade, com foco na interpretação de documentos (Ludke; André, 2017). Para tanto, realizamos uma análise de conteúdo com base na abordagem proposta por Bardin (1977), que implica em três momentos: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados.

Na pré-análise, a primeira etapa, consultamos o sumário e o índice remissivo e realizamos a leitura flutuante<sup>7</sup> para definir quais livros entravam no *corpus* de análise, iniciando a formulação das hipóteses e dos objetivos.

O objeto de estudo desta pesquisa são os livros de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do PNLD de 2021, referente ao primeiro edital de livros para o novo Ensino Médio. Para encontrar esses materiais foi consultado o guia digital PNLD 2021 de obras didáticas por áreas do conhecimento e especificidades, onde encontramos

<sup>7</sup> “consiste em estabelecer contato com os documentos a analisar e em conhecer o texto deixando-se invadir por impressões e orientações” (BARDIN, 1977, p. 96).

disponibilizadas 7 coleções, sendo cada coleção formada por 2 a 6 livros, contabilizando um total de 42 volumes, conforme Figura 2.



**Figura 2:** Sistematização sobre análise dos livros didáticos  
**Fonte:** Autores (2025).

A segunda etapa, exploração dos materiais, envolveu o desenvolvimento da operação de unitarização em que surgiram o total de 470 unidades. Estas unidades foram codificadas, sendo que “L” representa o livro analisado e “U” a unidade em discussão. Dessas unidades emergiram 3 categorias, sendo elas: I. Descrição do conceito; II. Aplicação do conceito; III. Representação do conceito.

A partir destas ações, verificamos que 24 livros exploram o conceito de Interações Intermoleculares, sendo estes assumidos como o *corpus* final constituinte do presente texto e suas análises. Portanto, o último momento refere-se ao tratamento dos dados, em que os resultados são investigados para serem interpretados com significados, ou seja, desenvolver as reflexões e discussões em torno dos resultados encontrados nos momentos anteriores. No Quadro 1 apresentamos os livros que compõem nosso *corpus* de análise.

Código	Título	Autores	Editora	Ano de Publicação
--------	--------	---------	---------	-------------------

L1	Ciências da Natureza Lopes & Rosso - Água, Agricultura e o uso da terra	Sônia Lopes Sergio Rosso	Moderna	2020
L2	Ciências da Natureza Lopes & Rosso - Corpo humano e vida saudável	Sônia Lopes Sergio Rosso	Moderna	2020
L3	Ciências da Natureza Lopes & Rosso - Energia e Consumo sustentável	Sônia Lopes Sergio Rosso	Moderna	2020
L4	Ciências da Natureza Lopes & Rosso - Evolução e Universo	Sônia Lopes Sergio Rosso	Moderna	2020
L5	Ciências da Natureza Lopes & Rosso - Poluição e Movimento	Sônia Lopes Sergio Rosso	Moderna	2020
L6	Ciências da Natureza Lopes & Rosso - Mundo tecnologia Ciência aplicada	Sônia Lopes Sergio Rosso	Multiverso	2020
L7	Ciências da Natureza: Matéria, Energia e Vida	Leandro Godoy Rosana Maria Dell'Agnolo Wolney Cândido Melo	Multiverso	2020
L8	Ciências da Natureza: Ciência sociedade e ambiente	Leandro Godoy Rosana Maria Dell'Agnolo Wolney Cândido Melo	Multiverso	2020
L9	Ciências da Natureza: Ciência tecnologia e cidadania	Leandro Godoy Rosana Maria Dell'Agnolo Wolney Cândido Melo	Multiverso	2020
L10	Conexões Ciências e suas tecnologias: Saúde e tecnologia	Miguel Thompson Eloci Peres Rios Walter Spinelli Hugo Reis Blaidi SantAnna Vera Lúcia Duarte de Novais Murilo Tissoni Antunes	Moderna	2020
L11	Conexões Ciências e suas tecnologias: Conservação e transformação	Miguel Thompson Eloci Peres Rios Walter Spinelli Hugo Reis Blaidi SantAnna Vera Lúcia Duarte de Novais Murilo Tissoni Antunes	Moderna	2020
L12	Conexões Ciências e suas tecnologias: universo, matéria e evolução	Miguel Thompson Eloci Peres Rios Walter Spinelli Hugo Reis Blaidi SantAnna Vera Lúcia Duarte de Novais Murilo Tissoni Antunes	Moderna	2020
L13	Diálogo Ciências e suas tecnologias: vida na terra: como isso é possível?	Kelly Cristina dos Santos Éverton Amigoni Chinellato Rafael Aguiar da Silva Marissa Kimura Ana Carolina N. dos Santos Ferraro Marcela Yaemi Ogo Vanessa S. Michelan	Moderna	2020

L14	Diálogo Ciências e suas tecnologias: uma reflexão necessária	Kelly Cristina dos Santos Éverton Amigoni Chinellato Rafael Aguiar da Silva Marissa Kimura Ana Carolina N. dos Santos Ferraro Marcela Yaemi Ogo Vanessa S. Michelan	Moderna	2020
L15	Moderna Plus Ciências da natureza e suas tecnologias - Água e vida	José Mariano Amabis Gilberto Rodrigues Martho Nicolau Gilberto Ferraro Paulo Cesar Martins Penteado Carlos Magno A. Torres Júlio Soares Eduardo Leite do Canto Laura Celloto Canto Leite	Moderna	2020
L16	Moderna Plus Ciências da natureza e suas tecnologias - Matéria e energia	José Mariano Amabis Gilberto Rodrigues Martho Nicolau Gilberto Ferraro Paulo Cesar Martins Penteado Carlos Magno A. Torres Júlio Soares Eduardo Leite do Canto Laura Celloto Canto Leite	Moderna	2020
L17	Moderna Plus Ciências da natureza e suas tecnologias - Ciência e tecnologia	José Mariano Amabis Gilberto Rodrigues Martho Nicolau Gilberto Ferraro Paulo Cesar Martins Penteado Carlos Magno A. Torres Júlio Soares Eduardo Leite do Canto Laura Celloto Canto Leite	Moderna	2020
L18	Moderna Plus Ciências da natureza e suas tecnologias - Universo evolução	José Mariano Amabis Gilberto Rodrigues Martho Nicolau Gilberto Ferraro Paulo Cesar Martins Penteado Carlos Magno A. Torres Júlio Soares Eduardo Leite do Canto Laura Celloto Canto Leite	Moderna	2020
L19	Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: Materias e energia: Transformações e conservação	Eduardo Mortimer Andréa Horta Alfredo Mateus Arjuna Panzera Esdras Garcia Marcos Pimenta Danusa Munford Luiz Franco Santer Matos	Scipione	2020
L20	Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: Desafios contemporâneos da juventude	Eduardo Mortimer Andréa Horta Alfredo Mateus Danusa Munford Luiz Franco Santer Matos Arjuna Panzera Esdras Garcia Marcos Pimenta	Scipione	2020
L21	Ciências da natureza e suas tecnologias: Composição e estrutura dos corpos	Ana Fukui Ana luiza P. Nery João Batista Aguilar Elisa Garcia Carvalho	Ser protagonista	2020

		Rodrigo Marchiori Liegel Vera Lucia Mitiko Aoki		
L22	Ciências da natureza e suas tecnologias: Matéria e transformações	Ana luiza P. Nery Rodrigo Marchiori Liegel Vera Lucia Mitiko Aoki	Ser protagonista	2020
L23	Ciências da natureza e suas tecnologias: Ambiente e ser humano	João Batista Aguilar Tatiana Nahas Vera Lucia Mitiko Aoki	Ser protagonista	2020
L24	Ciências da natureza e suas tecnologias: Vida, Saúde e Genética	Ana Fukui Ana luiza P. Nery João Batista Aguilar Elisa Garcia Carvalho Rodrigo Marchiori Liegel Tatiana Nahas Venerando Santiago de Oliveira (Venê)	Ser protagonista	2020

**Quadro 1:** Apresentação dos livros analisados

**Fonte:** Autores (2025).

### 3 Resultados e discussões

A seguir, serão expostos os resultados referentes a cada categoria emergente identificada na análise, acompanhados de uma descrição que contextualiza sua natureza, relevância e relação com os dados investigados.

#### 3.1 Descrição do conceito

Esta categoria procura reunir as unidades que tratam dos conhecimentos químicos que descrevem o conceito em si e suas relações. Ou seja, se refere à explicitação e compreensão dos significados de termos, ideias ou fenômenos.

Assim, relacionamos as unidades que emergiram dessa categoria com o nível submicroscópico (Johnstone, 2006), que trata de descrever os elementos estruturais que não podem ser observados diretamente, como átomos, moléculas, íons e as interações que ocorrem entre eles. Fornecendo a base explicativa e descritiva para os fenômenos vistos no nível macroscópico (que serão abordados posteriormente), como a ligação entre partículas que determina o estado físico ou as Interações Intermoleculares que explicam propriedades como tensão superficial e ponto de ebulação. A compreensão desse nível requer abstração e a capacidade de imaginar modelos que representam esses componentes invisíveis, tornando-o um dos maiores desafios no aprendizado da Química.

Diante do exposto, esta categoria identifica como os conceitos que permeiam as Interações Intermoleculares estão sendo descritos, e quais conhecimentos estão sendo

mobilizados para explorar o conceito. Essa foi a categoria que mais apresentou unidades, totalizando 236, e todos os 24 livros do *corpus* apresentaram unidades referentes a ela. A primeira coleção se destacou, apresentando 72 unidades dessa categoria, enquanto a segunda coleção foi a que menos emergiu dessa categoria, apresentando apenas 12 unidades.

De forma geral os livros propõem Interações Intermoleculares como algo “imprescindível” para formação das propriedades das substâncias, isso pode ser observado em unidades como: “caso não houvesse atração entre as moléculas, todas as substâncias moleculares seriam encontradas somente no estado gasoso” (L21U4). Essa afirmação evidencia a necessidade das Interações Intermoleculares para promover a coesão entre as moléculas e permitir a existência de substâncias nos estados líquido e sólido, ampliando assim a diversidade de materiais e suas aplicações. Isto foi possível perceber na unidade L15U11: “um dos fatores responsáveis pelas moléculas ficarem mais próximas nas fases sólida e líquida são interações de atração mútua entre elas, chamadas Interações (ou forças) Intermoleculares” (L15U11). Consideramos potentes unidades como essas em L15, pois permitem explorar a importância das Interações Intermoleculares não só para a existência dos diversos estados físicos da matéria, mas também indica implicitamente sua importância para a diversidade de materiais e suas aplicações práticas.

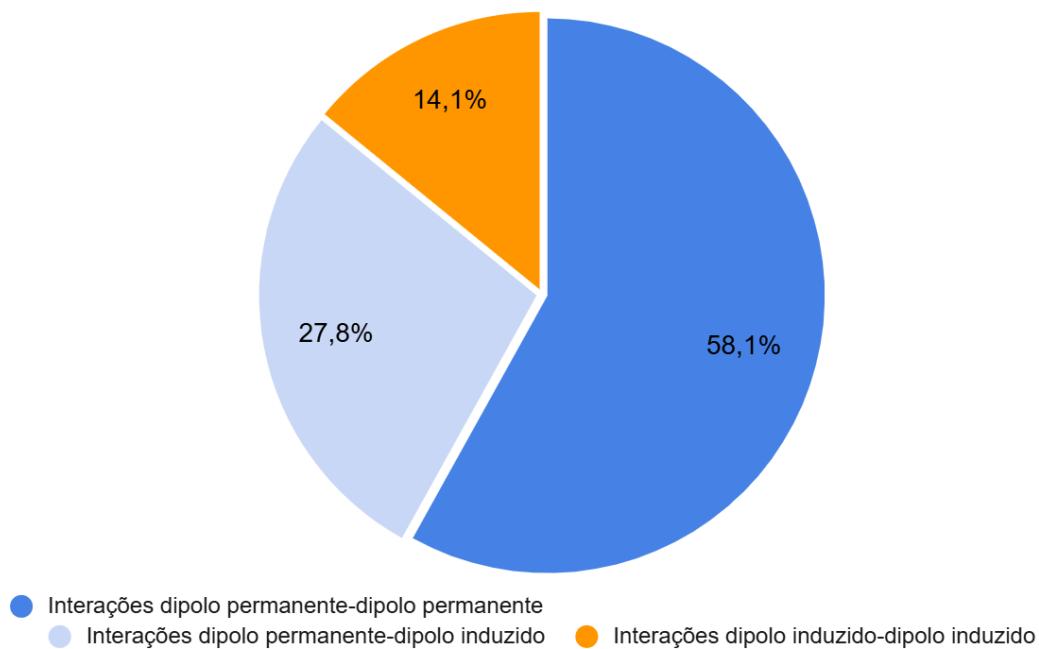
Ademais, a partir da descrição das interações, notamos que conceitos como os de polaridade e geometria molecular têm uma relação direta com as Interações Intermoleculares. Sendo assim, implica ao estudante ter domínio de outros conhecimentos para discussão do conceito de interesse, como se percebe em L13U11: “as Interações Intermoleculares podem ser mais fracas ou mais fortes, dependendo principalmente de dois fatores: a geometria e a polaridade da molécula” e em:

O físico-químico holandês Johannes Diederik van der Waals (1837-1923) identificou que o comportamento das substâncias depende das forças de interação que acontecem entre as moléculas, nomeadas Interações Intermoleculares, e que estas dependem da polaridade de cada molécula (L7U2).

Portanto, esses trechos presentes nos livros didáticos indicam que ao entender a relação entre polaridade, geometria molecular e Interações Intermoleculares, os estudantes estarão mais bem equipados para compreender esses conceitos. Assim, devem ter esclarecidos não apenas as interações em si, mas também os princípios subjacentes que determinam sua natureza e intensidade. Visto a importância dessas

relações, identificamos a fragilidade dos livros apenas citarem tais relações, mas não explorarem efetivamente esses conceitos junto às Interações Intermoleculares, e o aprofundamento que essas relações podem gerar.

Ainda, as interações que mais aparecem são as do tipo Interações dipolo permanente-dipolo permanente, Interações dipolo permanente-dipolo induzido e Interações dipolo induzido-dipolo induzido, conforme é possível visualizar no Figura 3.



**Figura 3:** Porcentagem das subcategorias que emergiram

**Fonte:** Autores (2025).

Conforme o gráfico acima e as discussões anteriores, percebemos que os livros, dentro do que se propõem trabalhar na categoria de descrição do conceito de Interações Intermoleculares, são coerentes, ou seja, em todos os livros identificamos trechos que exploram a descrição desse conceito. Ainda, fica evidente a inter-relação de outros conceitos que são fundamentais para a compreensão das Interações Intermoleculares. Após reconhecer a relevância de descrever o conceito de Interação Intermolecular em um nível submicroscópico, a próxima etapa consistirá em relacionar esses conceitos com suas aplicações no dia a dia. Isso implica em explorar como as interações entre moléculas influenciam fenômenos observáveis em nosso cotidiano, proporcionando uma compreensão mais profunda da importância prática desses conceitos.

### 3.2 Aplicação do conceito

Esta categoria emergiu das unidades que não descrevem o conceito (caso da primeira categoria), mas visam compreender em um contexto de “aplicação”. Sendo assim, estas unidades estão relacionadas aos conceitos de Interações Intermoleculares como fenômenos macroscópicos presentes no dia a dia.

Associamos as discussões dessa categoria com o nível macroscópico (Johnstone, 2006), que se refere aos fenômenos e propriedades da Química que podem ser observados diretamente pelos sentidos ou por instrumentos básicos. Ele abrange aspectos como mudanças de estado físico, reações químicas visíveis, propriedades como densidade e solubilidade, e fenômenos perceptíveis, como a formação de bolhas ou a liberação de calor. Esse nível é frequentemente utilizado como ponto de partida no Ensino de Química, pois oferece uma conexão direta com a realidade cotidiana, sendo acessível e concreto para os estudantes.

Nesta categoria emergiram 169 unidades e todos os livros apresentaram unidades referente a ela. A primeira coleção foi o destaque, pois apresentou 42 unidades com 6 livros da coleção realizando a aplicação do conceito.

De forma a exemplificar essa categoria, dois livros apresentam a habilidade da lagartixa de movimentar-se na parede. Essas discussões não são exploradas de forma aprofundada, contudo, desempenham um papel estratégico ao estimular a curiosidade dos estudantes. A unidade L7U1 (Figura 4) representa a introdução ao tema de Interações Intermoleculares, chamando a atenção para esse fato.



**Figura 4:** Imagem ampliada de uma pata de lagartixa  
Fonte: L7U1 (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020, p. 82).

Entretanto, essa aplicação foi retomada somente nos exercícios ao final do capítulo sobre Interações Intermoleculares. Apesar de sua relevância para a exemplificação do conteúdo, a abordagem carece de um aprofundamento que permita uma análise mais detalhada do fenômeno, ou seja, no aprofundamento da relação do exemplo explorado com os aspectos conceituais.

Um aspecto que se destacou, pela frequência com que foi observado, refere-se às unidades relacionadas à ligação de hidrogênio, nas quais foram identificadas expressivas associações com as propriedades da água, como afirma a L11U3: “as ligações de hidrogênio estão relacionadas às propriedades da água”. Essa associação foi tão recorrente que a unidade L19U23 enfatiza que “as ligações de hidrogênio não ocorrem apenas entre moléculas de água”, esta vinculação exacerbada pode influenciar o estudante a desenvolver uma concepção errônea, visto que outras aplicações são pouco ou nada trabalhadas.

Um exemplo que observamos bastante destas vinculações foi a relação com temas como coesão e adesão, vinculado com fenômenos como da capilaridade, formação de gotas, além de explicar por que alguns objetos e insetos podem ficar em cima da água, um exemplo é a unidade L15U32 representada na Figura 5.

SCIENCE PHOTO LIBRARY/TOARINA

**Figura 23** Um pequeno clipe de aço, se colocado delicadamente sobre a água, não perfura a superfície e não afunda. Esse fenômeno decorre da elevada tensão superficial desse líquido.

**Figura 5:** Clipe flutuando sobre a água  
**Fonte:** L15U32 (Amabis *et al.* 2020, p. 45).

Embora os livros frequentemente abordem adesão e coesão em relação às ligações de hidrogênio, é importante reconhecer que fenômenos como a adsorção também podem envolver esses processos, mas não se limitam a eles. Focar exclusivamente nesse vínculo nos materiais educacionais pode levar a uma compreensão equivocada. Com isso, identificamos que as seções que enfatizam as ligações de hidrogênio podem inadvertidamente gerar uma discussão limitada. Esta lacuna decorre da tendência que observamos de os livros em certo ponto negligenciar

outras formas de Interações Intermoleculares, o que compromete uma compreensão abrangente da aplicação desses conceitos.

A partir das unidades tratadas, evidenciamos que os materiais utilizam aspectos que exploram o cotidiano, pois fornecem exemplos práticos da Interação Intermolecular, permitindo assim identificar onde esse conceito se manifesta no dia a dia. Essa abordagem é valiosa, pois transcende a mera memorização, incentivando uma compreensão mais profunda. No entanto, é importante reconhecer as limitações desse método, visto que se concentra principalmente em analogias cotidianas que dialogam predominantemente com o nível macroscópico, negligenciando a discussão mais aprofundada sobre o fenômeno, nesse caso, relacionando as discussões que envolve o nível submicroscópico e simbólico o que poderia proporcionar um processo de contextualização efetivo (Rogers, 1997). Considerando a potência da mobilização dos aspectos macroscópicos, a seguir será abordada a categoria que destaca a importância de explorar o conceito de Interações Intermoleculares em relação aos aspectos envolvendo a representação Química.

### 3.3 Reapresentação do conceito

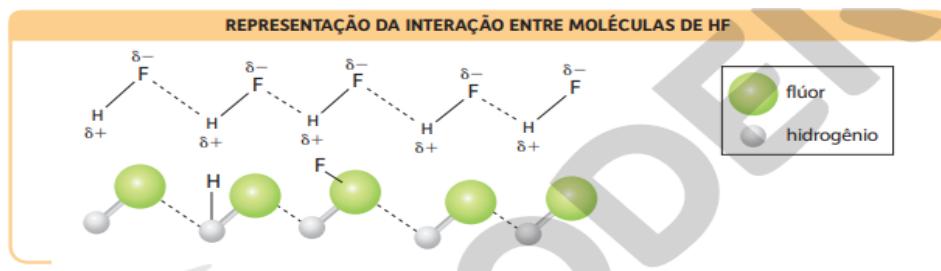
Essa categoria emerge das unidades que surgiram na análise do *corpus* deste trabalho e estão relacionadas à representação. Ou seja, identifica como os livros apresentam os elementos da representação Química, com foco no simbólico, englobando expressões, modelos, gráficos e ilustrações.

O nível simbólico (Johnstone, 2006) consiste em explorar como representar essas interações utilizando símbolos químicos e fórmulas estruturais. Por exemplo, a formação de ligações de hidrogênio entre moléculas de água pode ser representada pela interação entre o hidrogênio parcialmente positivo de uma molécula de água e o oxigênio parcialmente negativo de outra molécula de água. Assim, esse nível possibilita que os estudantes interpretem e traduzam essas representações para relacioná-las aos níveis macroscópico e submicroscópico, tornando-se um elemento indispensável para a compreensão plena e integrada da Química.

Considerando a Química como uma Ciência complexa, torna-se evidente a necessidade da imaginação para assimilar os conceitos submicroscópicos. No entanto, destacamos a importância de uma representação adequada dos conceitos, a fim de influenciar uma compreensão adequada das interações.

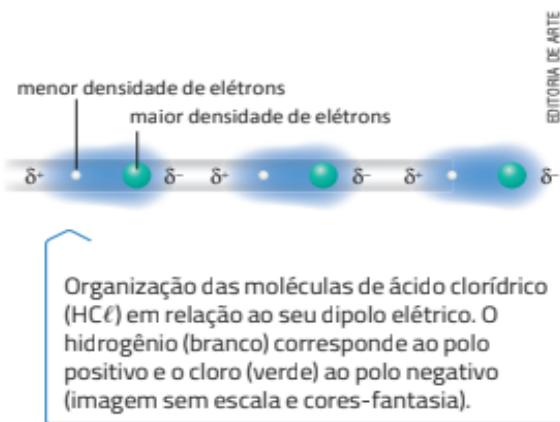
Nessa categoria emergiram 65 unidades, onde 17 livros apresentaram unidades referente a esta categoria, a sétima coleção apresentou apenas 2 unidades, sendo assim, a coleção que menos explorou a representação.

Ao observar como os livros estão abordando o nível simbólico do conceito, notamos que o foco está nas moléculas e suas Interações Intermoleculares, apresentando figuras planas, conforme ilustrado na Figura 6. Essas representações são importantes porque conectam os níveis macroscópico e o submicroscópico. Ou seja, enquanto as moléculas e as interações ocorrem no nível submicroscópico, a ilustração apresentada está no nível macroscópico, criando um intermediário que facilita a assimilação do conceito (Ros, 2014).



**Figura 6:** Representações da interação entre moléculas de HF  
**Fonte:** L10U16 (Thompson *et al.* 2020, p. 123).

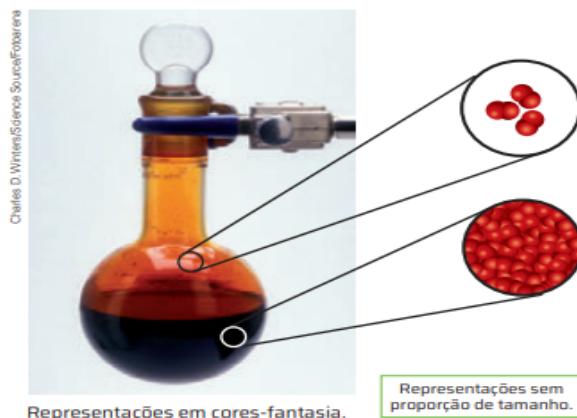
Ao examinar a simbologia na molécula, percebemos que os conceitos de densidade eletrônica (Figura 7) e propriedades físicas (Figura 8) também são representados nos livros, articulados com as Interações Intermoleculares. Esse processo é crucial, pois os livros relacionam as interações com o estado físico dos compostos e abordam o processo de formação, implicando na exploração de outros conceitos, como a densidade eletrônica. A representação dessas vertentes junto às Interações Intermoleculares auxilia o estudante na formação de seus modelos mentais, uma vez que, "não podemos imaginar um átomo sem passar por alguns dos modelos representacionais que correspondem ao nível simbólico" (Ros, 2014, p. 13, tradução nossa).



**Figura 7:** Organização da representação das moléculas de ácido clorídrico (HCl) em relação ao seu dipolo elétrico

**Fonte:** L7U11 (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020, p. 83).

**9** A foto a seguir é de um frasco que contém bromo ( $\text{Br}_2$ ) nos estados líquido e gasoso.



- Que tipo de interação ocorre entre as moléculas de bromo no estado líquido?
- No nível molecular, o que diferencia o estado líquido do gasoso?

**Figura 8:** Representação de um frasco de bromo no estado líquido e gasoso.

**Fonte:** L21U40 (Fukui *et al.* 2020, p. 85).

Outra constatação que todos os livros trazem é a ênfase que esta simbologia é "fantasiosa", pois a cor e o tamanho são fora daquilo que se espera para o real (Figuras 6 e 8), pois "[...] os objetos da Ciência não são os fenômenos da natureza, mas construções desenvolvidas pela comunidade científica para interpretar a natureza" (Driver *et al.*, 1999, p. 32). Sendo assim, modelos que na maioria das vezes não correspondem com a realidade, mas são meios de realizar um processo de exemplificação.

Diante disso, observamos que os livros estão utilizando símbolos submicroscópicos e apresentando várias imagens para conectar com aplicações. Ainda,

a interpretação de gráficos, infográficos, articulação de ideias e esquemas não é abordada nos livros. Até mesmo as fórmulas moleculares recebem pouca ênfase em sua abordagem.

Os conteúdos químicos de natureza simbólica estão agrupados no aspecto representacional, que compreende informações inerentes à linguagem química, como fórmulas e equações químicas, representações dos modelos, gráficos e equações matemáticas (Mortimer; Machado; Romanelli, 2000, p. 277).

Podemos pensar que, ao focalizar exclusivamente na representação dos modelos, os estudantes são privados de desenvolver um senso crítico em relação às informações que podem ser apresentadas de outras maneiras, como interpretação de gráficos e fórmulas moleculares a respeito das interações entre moléculas.

#### 4 Considerações Finais

Considerando a relevância do tema de Interações Intermoleculares para compreensão dos fenômenos do dia a dia que transpassam a área da Química, é importante que os LD entregues às escolas de Ensino Médio tratem o tema com a relevância necessária. No entanto, a complexidade desse conceito, aliada à natureza abstrata da Química, pode representar desafios significativos para os estudantes.

Diante desse cenário, a análise dos LDs do PNLD 2021 revelou diferentes abordagens em relação ao conceito de Interações Intermoleculares. Por meio da categorização das unidades analisadas, foi possível identificar aspectos importantes relacionados à descrição do conceito, sua aplicação no cotidiano e sua representação simbólica.

Na categoria de descrição do conceito, observamos uma consistência na abordagem das Interações Intermoleculares como elementos essenciais para a coesão entre as moléculas e, consequentemente, para a existência dos diversos estados físicos da matéria. Contudo, destacamos a necessidade de uma abordagem mais abrangente, que não contemple com tanta ênfase às Ligações de Hidrogênio, mas também explore outras formas de Interações Intermoleculares, como as interações dipolo permanente-dipolo induzido e dipolo induzido-dipolo induzido, abrangendo uma definição mais completa.

A análise das unidades relacionadas à aplicação do conceito apresentou uma preocupação em estabelecer conexões entre as Interações Intermoleculares e fenômenos observáveis no dia a dia. Embora essa abordagem seja valiosa para exemplificar o conceito, é necessário reconhecer suas limitações e a necessidade de uma discussão mais aprofundada sobre o fenômeno em si.

Por fim, a categoria de representação do conceito destacou a importância de uma abordagem aprofundada das representações simbólicas no Ensino de Química. Embora os LDs tenham utilizado imagens e ilustrações para representar as Interações Intermoleculares, observamos uma falta de ênfase na interpretação de gráficos, infográficos e fórmulas moleculares, o que pode dificultar o desenvolvimento do pensamento crítico por parte dos estudantes.

Com esse estudo, destacamos que se a abordagem se constituísse de forma integrada dos três níveis da Química (macroscópico, submicroscópico e simbólico) nos livros do PNLD, isso contribuiria para uma compreensão mais completa e significativa dos conceitos químicos pelos estudantes. Nesse sentido, o nível macroscópico permite conectar os fenômenos químicos ao cotidiano, tornando-os mais acessíveis e relevantes; o nível submicroscópico fornece as explicações teóricas sobre as partículas e interações que fundamentam esses fenômenos; e o nível simbólico traduz essas ideias em representações abstratas que facilitam a sistematização e a comunicação do conhecimento. A integração desses níveis é essencial para superar as dificuldades de abstração inerentes ao Ensino de Química, promovendo uma aprendizagem mais equilibrada e alinhada com os objetivos educacionais do Novo Ensino Médio, que enfatizam a formação crítica, interdisciplinar e conectada à realidade dos estudantes.

## Referências

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 70. ed. Lisboa: Persona, 1977. 229 p.
- CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e pesquisa**, São Paulo, v. 30, p. 549-566, 2004. Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/ep/a/GNrkGpgQnmdcxwKQ4VDTgNQ/>. Acesso em: 07 jun. 2025.
- DRIVER, R; ASOKO, H; LEACH, J; MORTIMER, E; SCOOT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química nova na escola**, v. 9, n. 5, p. 31-40, 1999. Disponível em:  
<https://qnesc.sqb.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2025.
- FUKUI, A.; NERY, A. L.; AGUILAR, J. B.; CARVALHO, E. G.; LIEGEL, R. M.; AOKI, V. L. M.. **Ciências da natureza e suas tecnologias: Composição e estrutura dos corpos**. São Paulo: SMEducação, 2020. 260 p.

GILBERTO, J. M. A.; MARTHO, G. R.; FERRARO, N. G.; PENTEADO, P. C. M.; TORRES, C. M.; SOARES, J.; CANTO, E. L.; LEITE, L. C. C.. **Moderna Plus Ciências da natureza e suas tecnologias: Água e vida.** São Paulo: Moderna, 2020. 268 p.

GODOY, L.; DELL'AGNOLO, R. M.; MELO, W. C.. **Ciências da Natureza:** Matéria, Energia e Vida. São Paulo: Editora Ftd, 2020. 292 p.

JOHNSTONE, A. H. Chemical education research in Glasgow in perspective. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 7, n. 2, p. 49-63, 2006. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2006/rp/b5rp90021b>. Acesso em: 07 jun. 2025.

LOPES, S.; ROSSO, S.. **Ciências da Natureza Lopes & Rosso:** Água, Agricultura e o uso da terra. São Paulo: Moderna, 2020. 260 p.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação:** Abordagens Qualitativas. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2013, 112 p.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, p. 273-283, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/QZSVNkKHJHG3Wk6XsSd7Phb/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 07 jun. 2025.

MORTIMER, E.; HORTA, A.; MATEUS, A.; MUNFORD, D.; FRANCO, L.; MATOS, S.; PANZERA, A.; GARCIA, E.; PIMENTA, M.. **Materia, energia e vida - uma abordagem interdisciplinar:** Materias e energia - Transformações e conservação. São Paulo: Scipione, 2020. 284.

PAULETTI, F. Entraves ao ensino de química: apontando meios para potencializar este ensino. **Revista Areté Revista Amazônica de Ensino de Ciências.** Manaus, v. 5, n. 8, p. 98-107, 2017. Disponível em: <https://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/39> Acesso em: 07 jun. 2025.

ROCHA, C. J. T.; FARIAS, S. A. A importância do livro didático na integralização e aulas de Química em escola pública. **EDUCA-Revista Multidisciplinar em Educação**, Porto Velho, v. 7, n. 17, p. 1547-1560, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unir.br/index.php/EDUCA/article/view/4947/3787>. Acesso em: 07 jun. 2025.

ROGERS, C. **Tornar-se pessoa.** Tradução de Ferreira, M. J. C. e Lamparelli, A. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997. 489 p.

ROS, A. C. La estructura conceptual de la química: realidad, conceptos y representaciones simbólicas. **Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales**, n. 78, p. 7-20, 2014. Disponível em: [https://www.veronicagomez.com.ar/DO/quimica\\_difícil/Caamano\\_2014\\_La\\_structura\\_conceptual\\_de\\_la\\_quimica.pdf](https://www.veronicagomez.com.ar/DO/quimica_difícil/Caamano_2014_La_structura_conceptual_de_la_quimica.pdf). Acesso em: 07 jun. 2025.

SANTOS, K. C; CHINELLATO, E. A; SILVA, R. A.; KIMURA, M.; FERRARO, A. C. S.; FRÓES, A. L.; OGO, M. Y.; MICHELAN, V.. **Diálogo Ciências e suas tecnologias - vida na terra:** como isso é possível? São Paulo: Moderna, 2020. 292 p.

SANTOS, K. C.; CHINELLATO, É. A.; SILVA, R. A.; KIMURA, M.; FERRARO, A. C. S.; FRÓES, A. L.; OGO, M. Y.; MICHELAN, V.. **Diálogo Ciências e suas tecnologias - Energia e sociedade:** uma reflexão necessária. São Paulo: Moderna, 2020. 268 p.

THOMPSON, M.; RIOS, E. P.; SPINELLI, W.; REIS, H.; SANTANNA, B.; NOVAIS, V. L. D.; ANTUNES, M. T.. **Conexões Ciências e suas tecnologias:** Saúde e tecnologia. São Paulo: Moderna, 2020. 252 p.

THOMPSON, M.; RIOS, E. P.; SPINELLI, W.; REIS, H.; SANTANNA, B.; NOVAIS, V. L. D.; ANTUNES, M. T.. **Conexões Ciências e suas tecnologias:** Conservação e transformação. São Paulo: Moderna, 2020. 244 p.

ZACHEU, A. A. P.; CASTRO, L. Dos tempos imperiais ao PNLD: a problemática do livro didático no Brasil. **Jornada do Núcleo de Ensino de Marília**, v. 14, p. 1-12, 2015. Disponível em:  
<https://www.marilia.unesp.br/Home/Eventos/2015/jornadadonucleo/dos-tempos-imperiais-ao-pnld--a-problematica1.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2025.

ZANON, V. S. **O livro didático, o currículo mínimo estadual e o ENEM:** uma análise sobre interações intermoleculares. 2018. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química - Licenciatura), Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/11446/VSZ%20Monografia%20Licenciatura%20FINAL%20-%20corrigida%202.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 07 jun. 2025.

**Recebido em:** 11 de abril de 2025

**Aceito em:** 16 de setembro de 2025