REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

LIGAÇÕES QUÍMICAS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA DO PNLD 2021-2025: uma perspectiva histórico-conceitual

CHEMICAL BONDING IN NATURAL SCIENCE TEXTBOOKS OF THE PNLD 2021-2025: a historical-conceptual perspective

ENLACES QUÍMICOS EN LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS NATURALES DEL PNLD 2021–2025: una perspectiva histórico-conceptual

Cleilson Mata de Araújo
Graduado em Química, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: cleilsonaraujo22@gmail.com

Adilson Luís Pereira Silva
Departamento de Química, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: adilson.luis@cecen.uema.br

Resumo

O ensino de ligações químicas ainda é marcado por abordagens descontextualizadas, o que compromete a aprendizagem significativa. Nesse cenário, o livro didático assume papel central. A partir das diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) passou a adotar obras integradas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), com foco interdisciplinar. Sendo assim, este estudo analisou, sob uma perspectiva histórico-conceitual, a abordagem das ligações químicas em sete coleções aprovadas. A pesquisa, de cunho qualitativo e interpretativo, comparou os conteúdos com referências primárias e secundárias da História da Química. Os resultados apontam que a dimensão histórica é superficial e com pouca referência a personagens e teorias, enquanto a abordagem conceitual das ligações químicas é, em geral, descritiva e pouco aprofundada. Conclui-se que a ausência de articulação entre teoria, história e contexto compromete a construção de uma compreensão crítica e integrada da Química no Ensino Médio.
Palavras-chave: Ensino de Química; História da Química; Ligações Químicas.

Abstract

The teaching of chemical bonding is still characterized by decontextualized approaches, which compromises meaningful learning. In this context, the textbook plays a central role. Based on the guidelines of the Brazilian National Common Curricular Base (BNCC), the National Textbook Program (PNLD) began to adopt integrated works in Natural Sciences and their Technologies (CNT), with an interdisciplinary focus. Thus, this study analyzed, from a historical-conceptual perspective, the treatment of chemical bonds in seven approved collections. The research, of a qualitative and interpretative nature, compared the contents with primary and secondary references from the History of Chemistry. The results indicate that the historical dimension is superficial, with limited reference to key figures and theories, while the conceptual approach to chemical bonding is generally descriptive and lacking in depth. It is concluded that the absence of articulation between theory, history, and context hinders the development of a critical and integrated understanding of Chemistry in high school.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

Keywords: Chemistry teaching; History of Chemistry; Chemical bonding.

Resumen

La enseñanza de los enlaces químicos todavía se caracteriza por enfoques descontextualizados, lo que compromete un aprendizaje significativo. En este escenario, el libro de texto asume un papel central. A partir de las directrices de la Base Nacional Común Curricular (BNCC), el Programa Nacional del Libro de Texto (PNLD) pasó a adoptar obras integradas de Ciencias Naturales y sus Tecnologías (CNT), con un enfoque interdisciplinario. En este sentido, el presente estudio analizó, desde una perspectiva histórico-conceptual, el abordaje de los enlaces químicos en siete colecciones aprobadas. La investigación, de carácter cualitativo e interpretativo, comparó los contenidos con referencias primarias y secundarias de la Historia de la Química. Los resultados indican que la dimensión histórica es superficial y presenta escasa referencia a figuras y teorías relevantes, mientras que el enfoque conceptual de los enlaces químicos es, en general, descriptivo y poco profundo. Se concluye que la falta de articulación entre teoría, historia y contexto compromete el desarrollo de una comprensión crítica e integrada de la Química en la educación secundaria.
Palabras clave: Enseñanza de la química. Historia de la química. Enlaces químicos.

1. Introdução

O estudo de conceitos químicos frequentemente enfrenta desafios históricos, muitas vezes marcado pela memorização de fórmulas e teorias descontextualizadas, sem conexão com o cotidiano ou com aspectos históricos, sociais e econômicos. Taber (2019) destaca que essa desconexão pode dificultar a compreensão de temas importantes, gerando obstáculos no aprendizado, principalmente em relação às ligações químicas como, por exemplo, o uso simplista da regra do octeto. Além disso, a ausência de relação entre os fenômenos químicos e a realidade dos alunos compromete a articulação do conhecimento teórico com suas aplicações.

Hunter, Rodriguez e Becker (2022), em um artigo de revisão, enfatizam que as ligações químicas desempenham um papel central no currículo de química nos níveis médio e superior. Isso porque o entendimento das ligações químicas proporciona aos estudantes a base para compreender a estrutura e o comportamento da matéria. Da Rocha e Cabral Neto (2024) afirmam que o ensino desse conteúdo contribui para a compreensão de fenômenos como, por exemplo, solubilidade, condutividade elétrica e toxicidade, aspecto que evidencia

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

a relevância desse tema no currículo do Ensino Médio. Nesse sentido, a forma como essas interações são apresentadas nos livros didáticos pode favorecer ou comprometer o desenvolvimento de uma compreensão mais consistente e crítica da Química.

Dentre os principais recursos pedagógicos utilizados no Ensino Médio, o Livro Didático (LD) desempenha papel de destaque. Sua influência no ensino de Química é amplamente reconhecida e tem sido objeto de pesquisas no Brasil desde a década de 1980 (SCHNETZLER, 1981). Já Bergqvist e Rundgren (2017) mostraram uma forte coerência entre a forma como os modelos de ligação química são apresentados nos livros didáticos e pelos professores, ou seja, os livros didáticos influenciam a seleção e o uso de representações pelos professores em suas aulas. Daí a importância da análise crítica dos LD, quanto à abordagem de temas como as ligações químicas, é essencial para compreender como esses modelos são apresentados e como podem ser aprimorados para auxiliar na aprendizagem dos estudantes (BERGQVIST *et al*., 2013).

Neste contexto, torna-se essencial o desenvolvimento de trabalhos que investiguem e analisem os métodos de ensino e as áreas do conhecimento relacionadas a esse tema, sobretudo no âmbito escolar, onde a Química e seus conceitos permanecem relevantes para a formação crítica e científica dos alunos. É necessário compreender como os conteúdos são estruturados no Ensino Médio, avaliando se promovem uma articulação entre teoria e prática ou se perpetuam abordagens que privilegiam a memorização em detrimento da compreensão conceitual. Tal análise é fundamental para identificar lacunas e propor melhorias que tornem o ensino mais eficaz e contextualizado.

Sendo assim, elaborou-se a seguinte questão-problema: De que forma a abordagem histórico-conceitual das ligações químicas, presente nos livros didáticos de Ciências da Natureza do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD 2021-2025), contribui para a construção de uma compreensão crítica do conteúdo, e quais são as implicações dessa abordagem para o ensino de Química no Ensino Médio? A partir desse problema de pesquisa, este trabalho teve como objetivo investigar a abordagem histórico-conceitual das ligações

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

químicas nos Livros Didáticos de Química (LDQ) aprovados no PNLD 2021-2025.

2. Revisão da Literatura

A História da Química (HQ), enquanto conhecimento construído socialmente, precisa integrar-se ao ensino da disciplina, a fim de que o estudante compreenda o processo de elaboração do saber científico, com seus avanços, equívocos e rupturas. Sob essa concepção, Klopfer e Aikenhead (2022) asseveram que um ensino utilizando a história da ciência, além de proporcionar a compreensão do conhecimento químico, ajuda na compreensão da natureza da ciência, bem como na multifacetada interação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Contudo, muitos materiais ainda tratam a ciência de forma a-histórica, desconsiderando os processos históricos que levaram ao desenvolvimento de teorias importantes, como é o caso das ligações químicas.

Paralelamente, Oki (2002) destaca que, por meio da história da Química, é possível compreender a gênese do conhecimento específico, as diversas concepções que se sucederam em seus diferentes contextos e as modificações ocorridas ao longo do tempo, influenciadas por fatores socioculturais. Autores como Leite (2002), Abd-El-Khalick, Waters e Le (2008) e Leite e Porto (2015), ao analisarem a abordagem histórica em livros didáticos, concluíram que a história da ciência, quando usada de forma inadequada, tem contribuído para o desenvolvimento de concepções inadequadas sobre a Ciência. O que compromete tanto o entendimento conceitual quanto a articulação entre história e epistemologia, favorecendo, assim, uma compreensão descontextualizada e menos crítica.

Outrossim, a abordagem dos tipos de ligações químicas é igualmente destacada no Documento Curricular do Território Maranhense (MARANHÃO, 2022), que está de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018). No entanto, estudos evidenciam que os LD ainda reproduzem concepções equivocadas sobre estabilidade atômica e propriedades de ligação. Suparman, Rohaeti e Wening (2024) apontam que a maioria dos materiais didáticos não supera explicações simplistas, como a formação de ligações exclusivamente à

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

regra do octeto. Já Van Dulmen *et al.* (2023) demonstram que o enfrentamento dessas concepções requer mais do que exposição teórica: exige estratégias pedagógicas que integrem representações conceituais e práticas contextualizadas.

Salienta-se, ainda, que a relevância de investigar a abordagem desses temas nos materiais didáticos é reforçada por pesquisas que apontam lacunas na prática docente e na produção de materiais pedagógicos. Segundo Dos Santos (2021, p. 19), mesmo com as orientações curriculares que incentivam a inclusão de aspectos históricos e filosóficos, a transformação na prática de ensino é mínima ou inexistente. Como ainda aponta a autora, essa falta de mudança é atribuída "à carência de materiais pedagógicos de apoio que incorporem a perspectiva da HC em temas-chave da química, como a ligação química". Essa constatação evidencia a necessidade de análises críticas que avaliem como os conteúdos são apresentados nos materiais didáticos e se eles realmente favorecem a construção de um aprendizado contextualizado.

Nessa perspectiva, os LD são ferramentas essenciais no ensino de Química, frequentemente utilizados como referência principal nas escolas brasileiras. Araujo e Leite (2023) afirmam que o LD permanece amplamente presente no cotidiano escolar, integrando-se aos processos de ensino e aprendizagem como instrumento pedagógico central. Por outro lado, autores como Silva *et al*. (2021) e Ferreira *et al*. (2023), a partir de estudos histórico-conceituais dos LDQ, têm mostrado que além da apresentação fragmentada do conhecimento químico a contextualização histórica não promove interações sociais, ambientais e tecnológicas mais alargadas, o que pode dificultar a compreensão de conceitos fundamentais, particularmente em temas mais abstratos, como as ligações químicas.

No contexto do PNLD 2021-2025, os livros didáticos são avaliados de acordo com critérios que buscam garantir a qualidade do material utilizado nas escolas públicas. No entanto, a escolha e aplicação desse recurso pelos professores requer uma análise criteriosa, como enfatizado no Guia de Livros Didáticos. Em relação a este último, é importante salientar que, conforme a

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

mudança trazida pela BNCC, há uma "integração entre as disciplinas que compõem a área de Ciências da Natureza, na qual as disciplinas de Física, Biologia e Química fazem parte de uma única área" (BRASIL, 2020, p. 20), onde o antigo LDQ é, hoje, utilizado como "Livro Didático de Ciências da Natureza e suas Tecnologias" (CNT), abordando um caráter interdisciplinar entre as ciências, já preconizado pela BNCC (BRASIL, 2018, p. 468).

Entretanto, mesmo com os esforços avaliativos promovidos pelo PNLD, muitos livros didáticos ainda apresentam limitações na forma de temas complexos, como as ligações químicas são abordadas. Segundo Silva *et al.* (2021) e Ferreira *et al.* (2023), a superficialidade na apresentação de conceitos históricos e científicos em materiais didáticos pode gerar uma compreensão limitada e, em alguns casos, até equivocada sobre o empreendimento da construção do conhecimento científico. Essa falta de profundidade e contextualização pode dificultar a aprendizagem, principalmente em temas que requerem maior abstração e conexão com fenômenos reais.

Portanto, com base neste referencial, infere-se que os livros didáticos de Química desempenham um papel de grande relevância no Ensino Médio, servindo como mediadores entre o conhecimento científico e as práticas pedagógicas. Porém, sua eficácia depende de como são utilizados e de sua capacidade de apresentar conteúdos de forma clara, contextualizada e alinhada às demandas educacionais, principalmente quando se trata da inserção da HQ e da nova historiografia da Ciência, tanto no ensino de Química quanto nos LDQ (CHRISTIE, 1990; MATTHEWS, 1992).

3. Metodologia

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa com base interpretativa (LÜDKE; ANDRÉ, 2018), destinada a compreender como as ligações químicas são apresentadas nos livros didáticos de Ciências da Natureza aprovados no âmbito do PNLD 2021-2025. A metodologia foi escolhida com o intuito de se obter uma análise detalhada dos conteúdos textuais e visuais (LEITE, 2002; SOUZA; PORTO, 2012), destacando os aspectos históricos, teóricos e contextuais que

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

contribuem (ou não) para um aprendizado significativo.

Inicialmente, o corpus da pesquisa foi composto pelo Guia Digital de Livros Didáticos (BRASIL, 2020) e pelos sete Livros Didáticos de Ciências da Natureza aprovados pelo PNLD 2021-2025, que abordam o tema das ligações químicas, conforme o Quadro 1. A seleção foi realizada com base nos capítulos/temas e subseções dedicados ao tema, bem como nos materiais complementares (ilustrações e tabelas), buscando analisar se os autores utilizaram de alguma abordagem histórica em suas obras.

Quadro 1 – Lista dos Livros Didáticos de Ciências da Natureza (CNT) analisados.

CNT1	LOPES, S.; ROSSO, S.; **Ciências da Natureza**: Evolução e Universo, 1ª ed., São Paulo: Moderna, 2020.
CNT2	THOMPSON, M. *et al*. **Conexões**: Ciências da Natureza e suas tecnologias: Matéria e energia, 1ª ed., São Paulo: Moderna, 2020.
CNT3	SANTOS, K. C. *et al*. **Diálogo** – Ciências da Natureza e suas Tecnologias: Vida na Terra: como é possível? 1ª ed., São Paulo: Moderna, 2020.
CNT4	MORTIMER, E. *et al*. **Matéria, Energia e Vida** – Uma abordagem interdisciplinar – Materiais e Energia: transformações e conservação. 1ª ed., São Paulo: Scipione, 2020.
CNT5	AMABIS, O. M. *et al*. **Moderna Plus**: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias: O conhecimento científico. 1ª ed. São Paulo: Moderna, 2020.
CNT6	GODOY, L. P.; DELL' AGNOLO, R. M.; Melo, W. C. **Multiversos**: Ciências da Natureza: Matéria, energia e a vida. 1ª ed., São Paulo: FTD, 2020.
CNT7	FUKUI, A. *et al*. **Ser Protagonista** – Ciências da Natureza e suas Tecnologias: Composição e estrutura dos corpos. 1ª ed., São Paulo: SM, 2020.

Por conseguinte, para proceder a análise do conteúdo ligações químicas, utilizou-se a técnica da análise temático-categorial (BARDIN, 2016). As categorias foram construídas a partir de um processo híbrido (dedutivo-indutivo), fundamentado tanto na literatura histórico-conceitual da área quanto nos elementos emergentes do corpus analisado. Assim, foram empregadas quatro categorias finais: i) A História da Química e as ligações químicas no Guia do PNLD; ii) A perspectiva histórica das ligações químicas nos CNT; iii) O conteúdo conceitual das ligações químicas nos CNT; iv) Implicações das abordagens nos CNT e o diálogo com o PNLD. Sendo que as três primeiras foram construídas a priori e a última foi fruto das leituras do corpus. Esclarecemos, ainda, que a

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

validação ocorreu mediante revisão analítica entre os autores, com reavaliação em casos de divergência interpretativa.

Para a análise histórico-conceitual, adotou-se a perspectiva utilizada por Silva *et al* (2021) e Ferreira *et al* (2023),

> [...] que considera o ponto de vista histórico com as contribuições dos personagens históricos envolvidos (filósofos, pensadores e cientistas), apresentando o contexto das ideias, problemas surgidos na época, os fatores e debates que ensejaram o abandono ou a aceitação dos modelos explicativos, bem como o ponto de vista conceitual, com a análise da adequação confrontando os conceitos apresentados nos LDQ e nas referências primárias relacionadas ao assunto estudado (Ferreira *et al*., 2023, p. 43).

Por fim, buscou-se analisar os personagens, as analogias utilizadas, a construção teórica e os principais fatos históricos relacionados às ligações químicas, bem como o ponto de vista conceitual, com a análise da adequação confrontando os conceitos apresentados nos livros didáticos e comparando-os com as referências primárias (originais) e secundárias. No caso deste trabalho, utilizou-se como uma das principais referências primárias o livro do químico estadunidense Linus Carl Pauling (1901-1994), intitulado "*The Nature of the Chemical Bond*", além das contribuições de Newlands, Mendeleev, Langmuir, Abegg, Thomson, Berzelius, Kekulé, Kossel, Lewis e outros cientistas.

4. Resultados e Discussão

Os resultados foram agrupados em quatro categorias analíticas. Na primeira, explorou-se a abordagem da História da Química no Guia do PNLD e sua relação com as diretrizes para o ensino de ligações químicas. Na categoria seguinte, a análise se aprofundou nos personagens (filósofos, pensadores e cientistas) e nas analogias empregadas, realizando um confronto com as referências primárias dos próprios cientistas envolvidos e com a literatura secundária relacionada ao conteúdo. Na terceira, investigou-se o conteúdo conceitual das ligações químicas nas obras didáticas, abordando suas concepções, a caracterização dos tipos de ligações, os conceitos prévios, a eletronegatividade e a regra do octeto, bem como as adequações e as incorreções identificadas. Por fim, na última categoria, discutiu-se a conformidade

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

entre as abordagens dos CNT e as diretrizes do PNLD, bem como suas implicações para o ensino.

4.1. A História da Química e as ligações químicas no Guia do PNLD

Em primeiro lugar, realizou-se a leitura das resenhas dos sete Livros de Ciências da Natureza aprovados presentes no Guia de Livros Didáticos do PNLD 2021-2025 (BRASIL, 2020), a fim de conhecer previamente as obras aprovadas por área de conhecimento – Obras Específicas do objeto 2 (Livros didáticos por área do conhecimento (BRASIL, 2018)). Esse diagnóstico serviu como parâmetro inicial de análise da parte histórico-conceitual, visto que o Guia é um dos principais instrumentos para a escolha dos livros pelos professores do Ensino Médio das escolas da rede pública brasileira.

Após a leitura detalhada das resenhas, um achado de notável relevância é destacado: a valorização da dimensão histórica no ensino de Química. Alinhado a essa perspectiva, constatou-se que, na totalidade das obras aprovadas, os avaliadores do Ministério da Educação (MEC) identificaram e destacaram a presença da abordagem histórica, ainda que com diferentes níveis de profundidade e enfoques. A seguir apresenta-se, por exemplo, alguns excertos que comprovam essa afirmação:

> [...] obra reúne qualidades esperadas para o desenvolvimento satisfatório do currículo de CNT no “Ensino Médio”, tais como: promoção adequada do conhecimento da natureza e do conhecimento científico, abordagem da dimensão dos problemas contemporâneos, contextualização histórica e social dos conteúdos escolares (BRASIL, 2020, p. 69).
> [...] destaca-se na obra a diversidade de atividades propostas, como é o caso da seção Ciência tem História, que traz a dimensão histórica de algumas ideias científicas, o que pode levar a discussões e reflexões que promovam um melhor entendimento da natureza da Ciência (BRASIL, 2020, p. 80).

Em relação ao conteúdo de ligações químicas, objeto central deste estudo, a análise das resenhas revela um panorama mais restrito. Verificou-se que apenas duas das sete obras aprovadas tiveram este tema explicitamente destacado pelos avaliadores. A primeira menção ocorre no CNT4, cujo quarto volume contempla “Transformações dos materiais; Ligações químicas e

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

interações intermoleculares" (BRASIL, 2020, p. 69). A segunda, e mais enfática, surge na resenha do CNT7, onde os avaliadores ressaltam que "quanto aos assuntos de Química, merecem destaque as abordagens sobre modelos atômicos e ligações químicas, que **alicerçam boa parte da compreensão desta ciência**" (BRASIL, 2020, p. 80, grifo nosso). Ou seja, embora a abordagem histórica seja um ponto transversal a todas as resenhas, um conteúdo disciplinar fundamental como o destacado é pouco visibilizado nos pareceres.

Para finalizar, destaca-se que a Lei nº 13.415 de 2017 – alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – acarretou mudanças que impactaram diretamente o PNLD. As obras analisadas neste trabalho, portanto, correspondem às obras específicas do Objeto 2, que já foram produzidas e avaliadas de acordo com essa nova legislação. Essa diretriz, focada na formação por competências, ajuda a explicar o cenário revelado por esta análise. A valorização da abordagem histórica, notada nas resenhas, alinha-se à visão da BNCC de que a ciência deve ser compreendida como um empreendimento humano, cultural e em constante desenvolvimento (BRASIL, 2018). No entanto, cabe ressaltar que os avaliadores não deixam claro em qual concepção historiográfica os livros estão alicerçados, o que pode gerar concepções inadequadas sobre as Ciências, como já abordado no referencial teórico e respaldado nas referências de Matthews (1992), Leite (2002), Abd-El-Khalick, Waters e Le (2008) e Leite e Porto (2015).

4.2. A perspectiva histórica das ligações químicas nos CNT

Inicialmente, para a análise das coleções, buscou-se realizar uma lista dos principais personagens citados pelos autores dos CNT para uma melhor contextualização histórica. Em comum, nos capítulos que abordam o conceito de ligação química, aparece somente o nome do cientista Lewis, conforme o Quadro 2. Assim, levou-se em consideração, principalmente, o conteúdo que serve de base norteadora para as ligações químicas: a regra do octeto.

Quadro 2 – Principais personagens citados nos CNT.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

CNT1	Abegg, Kossel, Lewis, Langmuir, Pauling, Walter Heitler e Joseph London
CNT2	Kossel, Lewis e Langmuir
CNT3	Lewis
CNT4	Lewis, Lavoisier, Dalton, Gay-Lussac, Henry Cavendish, Priestley, Berzelius, Kekulé, Le Bell e Van't Hoff
CNT5	Abegg, Kossel, Lewis, Langmuir e Pauling
CNT6	Lewis e Pauling
CNT7	Lewis e Pauling

A partir da leitura dos livros, destaca-se que a forma como a regra do octeto é apresentada nas coleções analisadas evidencia uma tensão entre a simplificação didática e a complexidade ao desenvolvimento histórico do conceito. Conforme o Quadro 2, a maioria das obras (CNT 3, 4, 6 e 7) opta por uma narrativa que centra a proposição da regra quase que exclusivamente na figura de Lewis. Essa referência individual negligencia o que a historiografia da ciência aponta como um processo de construção coletiva, conforme citado por autores, como Christie (1990), Matthews (1992) e Allchin (2004).

A perspectiva histórico-conceitual surge, então, como uma ferramenta pedagógica importante para superar esses desafios, promovendo a integração entre o desenvolvimento histórico das teorias químicas e a gênese da construção dos conceitos contemporâneos. Por exemplo, Subramanian; Filho; Saldanha (1989) citam que a evolução das ideias sobre afinidade química no século XVIII, com Berzelius, e a formulação do conceito de valência por Kekulé e Couper, no século XIX, desempenharam papéis fundamentais na compreensão moderna das ligações químicas. Essa abordagem também inclui as importantes contribuições Gilbert Lewis e Walther Kossel, no século XX, que ajudaram a consolidar os conceitos de ligações covalentes e iônicas, respectivamente (MINGOS, 2016).

A esse respeito, Jensen (1984) menciona as contribuições de: a) Mendeleev, que também contribui afirmando que nenhum elemento da tabela periódica pode exibir valência maior que oito; b) Thomson sobre a regra do octeto através de três postulados: i) A periodicidade das valências é uma consequência da repetição periódica das configurações eletrônicas dos anéis mais externos; ii) os átomos dos gases raros devem sua estabilidade ao completo preenchimento

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

dos anéis mais externos; e iii) as valências observadas dos outros átomos e assim a regra dos oito podem ser interpretadas em termos de suas tendências para atingir a estrutura do gás raro através da transferência de elétrons; c) Abegg sobre todos os elementos possuírem dois tipos de valência de tal forma que a soma das duas é sempre oito; d) Langmuir como o responsável por popularizar os termos “regra do octeto” e “ligação covalente”. Autores como Taylor (1949) e Mingos (2016) alertam que a essa lista deve-se acrescentar a precípua contribuição de Newlands sobre a periodicidade dos elementos, que culminou na formulação da “lei das oitavas”, sendo o primeiro a propor a importância do número 8 em Química.

Além das contribuições desses cientistas, cita-se também a participação de Jöns Jacob Berzelius, responsável pela formulação da Teoria Dualista no início do século XIX (De Araujo Neto; Santos, 2001). Essa teoria propunha que as substâncias químicas eram formadas pela união de dois tipos de radicais com naturezas opostas (eletropositiva e eletronegativa). Como apontam os autores, a proposta de Berzelius contribuiu para consolidar uma visão eletrostática das combinações químicas e influenciou diretamente a forma como os químicos passaram a interpretar a estrutura dos compostos e suas reatividades.

Omitindo a participação desses cientistas, os autores dos livros didáticos acabam por reforçar uma visão de ciência individualista e a-histórica, problema identificado em estudos contemporâneos, como o de Thompson, Bunch e Popova (2023). Nesse contexto, cabe frisar que as coleções CNT 1 e 5, por outro lado, oferecem uma visão mais abrangente e recomendada pela nova historiografia da Ciência, sendo as únicas a citar o grupo formado por Abegg, Kossel, Lewis e Langmuir. Sobre esses achados, vide dois excertos retirados das obras:

> Baseando-se em trabalhos do químico alemão Richard Abegg (1869-1910) sobre a importância de um grupo de 8 elétrons na estrutura dos átomos, em 1916 o químico estadunidense Gilbert Lewis (1875-1946) propôs que a capacidade dos átomos de se ligar com outros, formando, por exemplo, moléculas poderia ser explicada se os elétrons envolvidos nas ligações químicas se apresentassem em número par (CNT1, p. 27).
> [...] o físico alemão Walther Kossel (1888-1956), baseando-se nas contribuições de outros cientistas, propôs haver relação entre ligação química e elétrons na última camada. O químico alemão

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

> Richard Wilhelm Heinrich Abegg (1869-1910) foi o primeiro a registrar em trabalho impresso que os átomos poderiam passar por alterações a fim de adquirir oito elétrons na camada de valência. Mais tarde, a ideia foi retomada de forma independente pelos químicos [...] Gilbert Newton Lewis (1875-1946) e Irving Langmuir (1881-1957), que chamou essa relação de “octeto” (CNT5, p. 106).

A análise revela ainda que apenas uma coleção, o CNT3, mencionou a figura de Gilbert Lewis de forma pontual e indireta no decorrer do capítulo sobre ligações químicas, sem aprofundar-se nas contribuições de Lewis ou de outros cientistas envolvidos na construção conceitual. Souza, Da Costa e De Lima (2021) destacam que esse uso superficial de personagens históricos apenas como ilustração (geralmente restrito ao início do capítulo e limitado às imagens dos cientistas mais conhecidos), sem integração com o restante do conteúdo não contribui para uma construção mais ampla do papel coletivo e dinâmico das descobertas históricas que estão nos livros. Segundo esses autores, tal prática reforça uma visão linear e descontextualizada da ciência, em vez de contribuir para uma compreensão mais crítica e histórica do conhecimento químico.

Além disso, observa-se que, mesmo quando nomes de cientistas históricos são citados, essas referências não são acompanhadas de uma contextualização que evidencie os debates, as controvérsias ou os avanços conceituais envolvidos na formulação de ideias como a regra do octeto ou a valência. Nessa perspectiva, tais menções ocorrem apenas uma ou duas vezes ao longo dos capítulos, muitas vezes em boxes informativos ou em comentários periféricos e superficiais, com função meramente ilustrativa. Ou seja, não há menção às disputas teóricas entre diferentes modelos, nem à evolução dos conceitos ao longo do tempo, o que contribui para uma imagem da ciência como um corpo fechado de verdades prontas. Essa omissão desconsidera o caráter coletivo, dinâmico e problematizador da ciência, como defendem Matthews (1992) e Allchin (2004).

Assim, a omissão de debates históricos e de avanços conceituais, como a complementaridade entre os modelos de Kossel e Lewis, a evolução da ideia de estrutura eletrônica ou a superação das limitações da regra do octeto por modelos mais coerentes, compromete a riqueza formativa da abordagem didática. Tal lacuna dificulta o desenvolvimento, por parte dos estudantes, de uma

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

compreensão mais crítica e realista da ciência, ancorada em processos históricos autênticos, marcados por controvérsias, experimentação e revisões sucessivas.

Ademais, destaca-se que apenas o CNT4 ilustra imagens de alguns personagens que contribuíram para a construção do conhecimento químico, como os cientistas Jöns Jacob Berzelius e Friedrich August Kekulé, cujas contribuições foram fundamentais, respectivamente: para a formulação química da água e para o entendimento da realidade molecular.

Sobre esta pauta, De Souza, Lorenzetti e Aires (2020) e Ferreira *et al* (2023) asseveram que cientistas como Jacob Berzelius, Dmitri Mendeelev e outros desempenharam papéis fundamentais na construção do entendimento moderno das ligações químicas, cuja história, muitas vezes, é negligenciada no ambiente escolar. Isso evidencia a omissão, nos demais CNT, da participação histórica ilustrada de cientistas que atuaram na construção do conhecimento químico, o que pode reduzir a compreensão dos estudantes sobre o caráter histórico, humano e progressivo da ciência.

Nessa perspectiva, os obstáculos epistemológicos propostos por Gaston Bachelard (1996) revelam-se especialmente relevantes para a compreensão das dificuldades associadas ao ensino de ligações químicas. Entre esses obstáculos, destacam-se os de natureza animista, realista e verbal, os quais dificultam a superação das concepções do senso comum em direção ao pensamento científico. No contexto das ligações químicas, tais limitações manifestam-se, por exemplo, na personificação dos átomos por meio de representações antropomórficas ou, como apontado por Taber (2019) e Suparman, Rohaeti e Wening (2024), na interpretação simplista de que os átomos “desejam” estabelecer ligações para atingir estabilidade eletrônica via regra do octeto, propagando explicações conceitualmente equivocadas.

Desse modo, superar esses desafios exige mais do que estratégias pedagógicas inovadoras; é necessário repensar a maneira como o tema é abordado nos livros didáticos e nas práticas docentes. Estudos desenvolvidos por Van Dulmen e colaboradores (2023), bem como por Silva, Vasconcelos e Sá-Silva (2025), apontam que a adoção de estratégias didáticas investigativas, associadas

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

a um aprofundamento conceitual progressivo, favorece um ensino mais contextualizado da química. Tal abordagem possibilita aproximar os conteúdos químicos de problemáticas práticas e socialmente relevantes, contribuindo para que o ensino de ligações químicas estimule a construção de uma aprendizagem crítica, reflexiva e significativa.

4.3. O conteúdo conceitual das ligações químicas nos CNT

Antes de iniciar, é necessário entender o desenvolvimento do conhecimento químico que levou ao conceito das ligações químicas. Justi e Gilbert (1999) destacam que, com o desenvolvimento gradual das teorias atômicas, o conceito de afinidade passou a significar uma tendência das substâncias de se combinarem/reagirem umas com as outras para a formação de novas substâncias.

Já Dos Santos (2021) acrescenta que as primeiras explicações sobre as interações entre substâncias remontam à Grécia Antiga, quando filósofos como Empédocles e Hipócrates (séc. V a.C.) atribuíam sentimentos, como amor e ódio, aos elementos, acreditando que a atração e a repulsão entre eles ocorriam por esses vínculos emocionais. No século seguinte, Aristóteles (séc. IV a.C.) também abordou aspectos que influenciariam a transformação da matéria, identificando afinidades e diferenças entre os corpos. Essas concepções sobre afinidade continuaram a influenciar o pensamento científico até o século XVII, inclusive durante o período alquímico, quando surgiram registros que começaram a abandonar a ideia dos sentimentos e passaram a associar a combinação das substâncias a suas semelhanças.

Ao longo dos séculos, as concepções relacionadas aos mecanismos responsáveis pela união entre os átomos passaram por um processo contínuo de transformação, incorporando interpretações filosóficas, elétricas e estruturais (HENDRY, 2008). Durante o século XVIII, sob forte influência das ideias de Newton, diversos químicos buscaram mensurar a “afinidade” entre as substâncias a partir das forças de caráter mecânico (JUSTI; GILBERT ,1999). Posteriormente, no século XIX, o desenvolvimento das teorias atômicas e os avanços

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

experimentais na eletrólise favoreceram o surgimento de explicações que relacionavam a ligação química às interações elétricas entre cargas opostas (GILLESPI; ROBINSON, 2007).

Nesse período, também emergiram os primeiros modelos estruturais da ligação química, destacando-se o proposto por Gilbert N. Lewis, que introduziu a concepção de pares de elétrons compartilhados entre átomos e a busca pela estabilidade eletrônica associada à configuração dos gases nobres, originando a chamada regra do octeto. Entretanto, somente no século XX, com o desenvolvimento da mecânica quântica, o conceito de ligação química passou a possuir um embasamento teórico mais consistente. Nesse contexto, Linus Pauling, ao integrar princípios da química estrutural aos fundamentos quânticos, formulou uma das interpretações mais abrangentes e influentes sobre as ligações químicas, consolidando uma nova perspectiva para a compreensão dessas interações na ciência moderna (PAULING, 1954; SUTCLIFFE, 1996). No entanto, Pan e Frenking (2021) acrescentam que a estreita associação do modelo heurístico de ligação de Lewis com a abordagem quântica levou algumas pessoas a equiparar grandezas não relacionadas, resultando em noções enganosas replicadas até hoje, por exemplo, como a ideia de que os elétrons de ligação estão rigidamente localizados entre dois átomos, quando, na mecânica quântica, a densidade eletrônica é distribuída espacialmente.

Dessa forma, a análise das obras foca na forma como o próprio conceito de "ligação química" é definido nas coleções. Cabe destacar previamente que o próprio Linus Pauling, em seu livro *The Nature of the Chemical Bond and the Structure of Molecules and Crystals: An Introduction to Modern Structural Chemistry*, publicado em 1960, conceitua ligação química como:

> Diremos que **existe uma ligação química entre dois átomos ou grupos de átomos caso as forças que atuam entre eles sejam tais que levem à formação de um agregado com estabilidade suficiente para tornar conveniente** para o químico considerá-lo como uma espécie molecular independente. (Traduzido de PAULING, 1960, p. 06, grifo nosso).

Pauling complementa afirmando que com essa definição:

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

> [...] **aceitamos na categoria de ligações químicas não apenas a ligação de valência direcionada da química orgânica, mas também, por exemplo, as ligações entre cátions de sódio e ânions de cloreto no cristal de cloreto de sódio**, aquelas entre o íon de alumínio e as seis moléculas de água circundantes no íon de alumínio hidratado em solução ou em cristais, e até mesmo a ligação fraca que mantém juntas as duas moléculas de O_2 em O_4. (Traduzido de PAULING, 1960, p. 06, grifo nosso).

Dito isto, observa-se que a maioria das obras (CNT 2, 3, 4 e 7) compreende a ligação química como uma união entre átomos, o que está em consonância com parte da definição de Pauling. Essa perspectiva é recorrente, principalmente nos livros que tratam a interação entre os átomos de forma descritiva, como atração entre cargas opostas ou compartilhamento de elétrons. No entanto, o aspecto da estabilidade energética, que Pauling aponta como elemento central para considerar um agregado como uma espécie molecular, é praticamente ignorado, o que pode conduzir a um entendimento limitado acerca das ligações químicas. Apenas uma das obras analisadas faz menção explícita a esse fator, ao afirmar que “embora não seja suficiente para predizer com certeza se uma ligação química será formada, a estabilidade energética sugere uma razão para a formação das ligações químicas” (CNT1, p. 45). Mais à frente mostram que a formação dos octetos para os íons sódio e cloreto em fase gasosa leva a um aumento de energia, contrariando as explicações simplistas baseadas apenas na regra do octeto. Acrescentam que é a energia reticular que gera “um sistema de menor energia, mais estável que as espécies que o originaram” (CNT1, p. 109), ou seja, a energia liberada na formação do cloreto de sódio $NaCl_{(s)}$ supera a energia absorvida no processo de formação dos íons $Na^{+}_{(g)}$ e $Cl^{-}_{(g)}$. Afirmam, ainda, que “esse modelo pode ser estendido aos demais compostos de caráter predominantemente iônico” (CNT1, p. 109).

Além disso, apenas duas das coleções analisadas (CNT3 e CNT5) relacionam diretamente o conceito de ligação química à eletronegatividade, propriedade fundamental para o entendimento das ligações. Dentre elas, apenas o CNT5 insere uma breve referência histórica ao trabalho de Walther Kossel, destacando a relação entre ligação química e os elétrons do nível de valência. Ainda que essa contextualização seja pontual, apenas o CNT6 e o CNT7

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

retomam a ideia de estabilidade associada à configuração eletrônica completa, referindo-se aos elementos do grupo 18 da Tabela Periódica, os gases nobres, como modelo de referência. No entanto, essa relação é feita de forma genérica, sem citação de cientistas ou aprofundamento teórico sobre os mecanismos que conduzem à estabilidade, o que pode conduzir a uma compreensão superficial relacionada à regra do octeto, como uma predição infalível.

A partir dessa visão, é possível perceber que as obras ainda carecem de um diálogo mais consistente com o conhecimento histórico da ciência, bem como de um aprofundamento conceitual em relação às ligações químicas. Em grande parte dos materiais analisados, os conceitos são apresentados de forma descritiva e fragmentada, sem articulação com os fundamentos teóricos que sustentam a construção desses saberes ao longo do tempo, favorecendo a construção de aprendizagens mecânicas em pleno desacordo com a BNCC.

Em relação ao conceito de eletronegatividade, termo esse utilizado por Pauling (1960, p. 58) como “a capacidade de um átomo atrair para si os elétrons de uma ligação química”, desenvolvendo uma escala baseada na energia de dissociação de ligações covalentes heteronucleares, comparando-as com as energias de ligações homonucleares. A diferença entre essas energias é atribuída ao caráter iônico da ligação que está diretamente relacionado à diferença de eletronegatividade entre os elementos envolvidos na ligação química. Observou-se que apenas nas obras CNT1 e CNT5 há a menção explícita do caráter iônico das ligações químicas. Por exemplo, no CNT5 afirma-se que de modo geral

> [...] **uma ligação tem caráter predominantemente iônico quando se estabelece entre elementos químicos cuja diferença de eletronegatividade** é acentuada, o que, na escala de Pauling, **corresponde a uma diferença superior a 1,7. Embora haja exceções a esse critério, ele é útil para estabelecer previsões** (CNT5, p. 107, grifo nosso).

A visão apresentada no CNT5 não é simplista, pois, ao mesmo tempo que ressalta a importância da predição do caráter iônico a partir da diferença de eletronegatividade entre os elementos ligados, revela que existem exceções, apesar de não as mostrar. Essa visão é complementada no CNT1 quando se assevera que

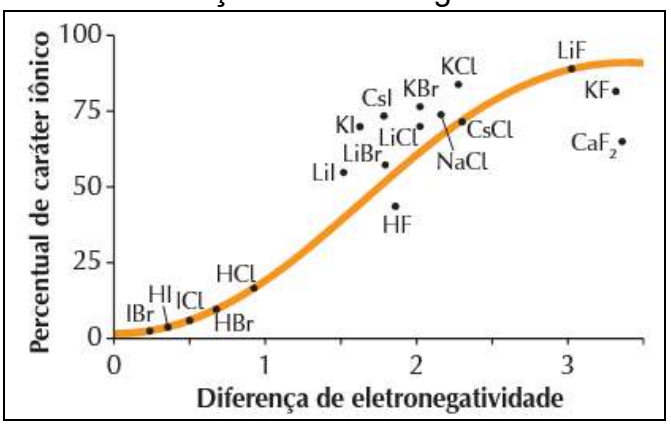
REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

> Os modelos de ligação iônica e de ligação covalente estudados neste volume representam casos extremos**. A maioria das ligações reais tem caráter parcial entre esses dois modelos. Dependendo da diferença de eletronegatividade** entre os átomos que participam da ligação química, ocorre **o predomínio de um ou de outro tipo** (CNT1, p. 109, grifo nosso).

Ainda no CNT1 mostra-se um gráfico representativo do caráter iônico em função da diferença de eletronegatividade dos elementos químicos, vide Figura 2, mostrando que, "quando a diferença de eletronegatividade se aproxima de 2, o caráter iônico passa a sobressair ao caráter covalente" (CNT1, p. 109).

Figura 1 – Caráter iônico em função da eletronegatividade dos elementos.



O CNT4 e o CNT6, por exemplo, destacam a eletronegatividade como uma propriedade periódica, mas limitam-se a indicar sua variação nos grupos e períodos, sem contextualizar sua influência sobre o caráter iônico ou covalente das ligações (aspecto central na definição de Pauling). Por outro lado, o CNT3 avança ao relacionar a eletronegatividade à polaridade das ligações, mas sem apresentar a escala de Pauling (em nenhum momento) ou explicitar os fundamentos energéticos que a originam. Já o CNT2 sequer menciona o termo (ou melhor, menciona, mas em outro capítulo), deixando uma lacuna conceitual importante, o que prejudica sobremaneira o entendimento gradual das ligações químicas. O CNT7, embora apresente o conceito, restringe-se à citação direta da propriedade, sem aprofundar sua importância na determinação do tipo de ligação. De todas as obras, apenas nos CNT1 e CNT5 o conceito relacionado à escala de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

Pauling foi apresentado, evidenciando que essas obras são as mais próximas da visão do cientista, que apesar das limitações apresentadas por Pan e FRENKING (2021) tem sido usada como obra de referência.

Já em relação à ordem de apresentação dos tipos de ligação química, Pauling (1960) adota uma estrutura baseada na natureza das interações entre átomos ou grupos de átomos. Sobre os tipos de ligações, o autor menciona que é

> [...] conveniente considerar três tipos extremos gerais de ligações químicas: **ligações eletrostáticas**, **ligações covalentes** e **ligações metálicas**. Essa classificação não é rigorosa; pois, embora as ligações de cada tipo extremo tenham propriedades bem definidas, a transição de um tipo extremo para outro pode ser gradual, permitindo a existência de ligações de tipo intermediário (veja o Cap. 3 e capítulos posteriores) (Traduzido de PAULING, 1960, p. 5-6, grifo nosso).

Embora essa classificação não seja rígida, Pauling (1960) apresenta inicialmente a ligação eletrostática, tendo a ligação iônica como exemplo principal. Em seguida, desenvolve a teoria da ligação covalente, com base na proposta de Lewis, abordando o compartilhamento de pares de elétrons. Por fim, discute a ligação metálica, destacando a mobilidade dos elétrons e a formação de ligações fracionárias, típicas dos agregados metálicos.

Entre os LD analisados, as coleções CNT3, CNT5 e CNT6 organizam os conteúdos na mesma sequência de Pauling, mesmo sem alcançar o mesmo nível de aprofundamento conceitual. O CNT2 também começa com a ligação iônica e apresenta em seguida a covalente, porém omite a ligação metálica, o que compromete a completude da abordagem dos modelos de ligação química. Em contrapartida, nas obras CNT1 e CNT4 iniciou-se pela ligação covalente, depois da iônica e, por último, da metálica. Já o CNT7 apresenta uma ordem ainda mais distinta, iniciando pela iônica, seguida da metálica e finalizada pela covalente.

Por fim, essas variações indicam que, embora as obras tratem dos três tipos de ligação, nem todas seguem uma lógica conceitual progressiva fundamentada nas interações que ocorrem entre os átomos. Iniciar o estudo por conceitos mais abstratos ou simbólicos, como o compartilhamento de elétrons, sem antes apresentar os princípios eletrostáticos que fundamentam essas interações entre íons, por exemplo, nas ligações predominantemente iônicas,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

pode dificultar a construção gradual do conhecimento por parte dos estudantes. Portanto, pode-se afirmar que essas escolhas conceituais e pedagógicas nos LD podem comprometer o entendimento conceitual, visto que os professores são influenciados pelas escolhas, sequências e abordagens apresentadas nos livros, como já mostrado por Bergqvist *et al*. (2013) e Bergqvist e Rundgren (2017).

4.4. Implicações das abordagens nos CNT e o diálogo com o PNLD

A forma como a temática ligação química é apresentada nas coleções do Novo Ensino Médio possui implicações diretas na construção do conhecimento científico dos estudantes, principalmente no que diz respeito à abordagem conceitual, histórica e epistemológica da Química. Conforme o Guia do Livro Didático (BRASIL, 2020), espera-se que os livros favoreçam a compreensão de conceitos por meio de uma abordagem integrada, que respeite a complexidade dos saberes científicos e estimule a formação de sujeitos críticos, contextualizando a ciência em seu tempo e em sua natureza histórica. Klopfer e Aikenhead (2022) acrescentam a importância de se trabalhar a relação da ciência com a tríade Tecnologia, Sociedade e Ambiente, para uma formação mais sólida.

No entanto, a análise realizada evidencia que grande parte das coleções ainda se limita a um discurso descritivo, centrado na classificação e nomenclatura das ligações, com poucas menções aos fundamentos teóricos que sustentam sua formulação, como a estabilidade energética e os avanços da química estrutural no século XX. Ressalta-se que o afastamento das formulações clássicas, como as desenvolvidas por Linus Pauling, favorece um ensino fragmentado das ligações químicas, no qual os conceitos são frequentemente apresentados de forma naturalizada, sem proporcionar elementos que estimulem sua problematização e reflexão crítica, o que favoreceria uma aprendizagem mecânica.

Observou-se que as coleções analisadas nem sempre dialogam com os princípios básicos da BNCC, que propõe o desenvolvimento de competências como o pensamento científico, crítico e criativo, a valorização do conhecimento e a argumentação baseada em evidências (BRASIL, 2018). Ao negligenciar o percurso histórico da construção dos conceitos químicos, bem como debates que

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

os atravessam, os livros didáticos perdem a oportunidade de promover o letramento científico e o protagonismo estudantil, reforçando práticas que pouco contribuem para a aprendizagem significativa dos alunos.

Essas evidências convergem com os achados de Alvim e Bento (2024), que identificaram que os livros didáticos de química aprovados pelo PNLD de 2018 pouco avançam na valorização da História das Ciências. Segundo eles, predominam narrativas tecnocêntricas e estereotipadas, centradas em cientistas do Norte Global sem articulação conceitual ou crítica. Em vez de explorar as controvérsias, as revisões teóricas e a evolução dos modelos científicos, muitas obras ainda perpetuam visões simplificadas e descontextualizadas, comprometendo a formação científica dos estudantes do Ensino Médio, ao não favorecer uma visão crítica e historicamente situada da ciência.

Dessa forma, torna-se essencial que as futuras produções didáticas atribuam maior relevância ao livro didático enquanto instrumento mediador entre o conhecimento científico e o processo de ensino-aprendizagem. Nesse contexto, é indispensável um alinhamento mais consistente com as diretrizes do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), as quais contemplam não apenas a adequação curricular, mas também o aprofundamento conceitual e a compreensão da ciência como uma construção humana, histórica, dinâmica e provisória.

5. Conclusão

Conclui-se, a partir da análise, que os livros didáticos do PNLD 2021–2025 abordam as ligações químicas com foco em definições descritivas, muitas vezes centradas na atração entre átomos, mas deixam lacunas importantes no aprofundamento conceitual. Por exemplo, a noção de estabilidade, considerada essencial, é mencionada com maior clareza apenas no CNT1. As demais coleções restringem-se a explicações sobre transferência ou compartilhamento de elétrons, sem considerar as forças envolvidas ou o papel energético das interações químicas.

A eletronegatividade, mesmo sendo um conceito fundamental para o

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

entendimento da polaridade e da natureza das ligações, aparece apenas nos CNT1, CNT3 e CNT5. No entanto, ressalta-se que nenhuma dessas coleções apresentou o conceito conforme desenvolvido por Pauling (1960).

Em relação à ordem de apresentação dos tipos de ligação, apenas nas coleções CNT3, CNT5 e CNT6 a sequência é semelhante à adotada por Pauling. Essa organização (iônica, covalente e metálica) favorece uma progressão conceitual mais clara e fácil de entender, visto que inicia com o modelo mais simples de interação eletrostática entre íons de cargas opostas, passando pelo entendimento de compartilhamento de elétrons (covalente polar e depois covalente apolar) e finalizando com um modelo mais complexo, cuja estabilização deriva da interação eletrostática que ocorre entre os cátions metálicos e seus elétrons de valência. Já as coleções CNT1, CNT4 e CNT7 adotam ordens distintas, e o CNT2 sequer aborda a ligação metálica. Essas escolhas podem comprometer a construção conceitual gradual por parte dos estudantes, o que converge com os achados de Bergqvist e Rundgren (2017) que revelaram que os livros didáticos influenciam a seleção, a organização e o uso de representações pelos professores em suas aulas.

Por fim, quanto à História da Química, percebe-se que os livros analisados apresentam algumas referências a personagens e modelos históricos, mas sem aprofundamento ou articulação com o desenvolvimento conceitual da ciência. Ou seja, as coleções majoritariamente carecem de contextualização histórico-social, o que dificulta a compreensão da ciência como uma construção coletiva, marcada por disputas e transformações, conforme preconizado pela nova historiografia da Ciência (CHRISTIE, 1990; MATTHEWS, 1992; ALLCHIN, 2004). Portanto, torna-se necessário integrar melhor os aspectos conceituais e históricos para favorecer uma aprendizagem significativa, crítica e contextualizada da Química.

Referências

ABD-EL-KHALICK, F.; WATERS, M.; LE, An.-P. Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 7, p. 835-855, 2008.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

ALLCHIN, D. Pseudohistory and pseudoscience. **Science & Education**, v. 13, p. 179-195, 2004.

ALVIM, M.; BENTO, G. H. C. Análise da abordagem histórica nortecentrada em livros didáticos de química do PNLD - 2018. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 10, n. 34, p. 738-755, 2024.

ARAUJO, R. S. de; LEITE, B. S. Livro didático de química: um olhar sobre os principais temas estudados em periódicos e eventos. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 17, p. 1-17, 2023.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BERGQVIST, A.; RUNDGREN, S.-N. C. The influence of textbooks on teachers' knowledge of chemical bonding representations relative to students' difficulties understanding. **Research in Science & Technological Education**, v. 35, n. 2, p. 215-237, 2017.

BERGQVIST, A. *et al*. Representations of chemical bonding models in school textbooks–help or hindrance for understanding?. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 14, n. 4, p. 589-606, 2013.

BRASIL. Lei Nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm. Acesso em: 18 jan. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Guia Digital de Livros Didáticos** – PNLD 2021 – Obras didáticas por áreas do conhecimento e específicas: Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CHRISTIE, J. R. R. The development of the historiography of science. *In*: OLBY, R. C. *et al*. (Ed.). **Companion to the history of modern science**. London: Routledge, 1990. p. 5-22.

DA ROCHA, A. C.; CABRAL NETO, J. S. Ensino de Ligações Químicas: uma Revisão Sistemática de Literatura. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 10, p. e245324-e245324, 2024.

DE ARAUJO NETO, W. N.; SANTOS, J. M. T. História da química e sua apropriação pelo currículo escrito – a noção de valência nos livros didáticos de química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 3, p. 1-12, 2001.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

DE SOUZA, I. L. N.; LORENZETTI, L.; AIRES, J. A. A educação Ciência, Tecnologia e Sociedade enfatizada na temática ligações químicas: uma análise em livros de Química do Ensino Médio. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 1, p. 30-52, 2020.

DOS SANTOS, J. M. **Uma revisão sistemática**: ligação química no ensino médio sob a óptica da história da ciência. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, 2021. 105f. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/2ffe9a6a-fcf7-4500-af17-5fb8aa2b85e9/content. Acesso em: 18 jan. 2026.

FERREIRA, D. S. *et al*. Modelos atômicos Dalton e Thomson nos Livros Didáticos de Química do PNLD 2018-2020: um estudo histórico-conceitual. **Pesquisa em Foco**, v. 28, n. 1, p. 38-65, 2023.

GILLESPIE R. J., ROBINSON E. A., Gilbert N. Lewis and the Chemical Bond: The Electron Pair and the Octet Rule from 1916 to the Present Day. **Journal of Computational Chemistry**, v. 28, n. 1, p. 87-97, 2007.

JENSEN, W. B. Abegg, Lewis, Langmuir, and the octet rule**, Journal of Chemical Education**, v. 61, n. 3, p. 191-200, 1984.

HENDRY, R. F. Two Conceptions of the Chemical Bond. **Philosophy of Science**, v. 75, n. 5, p. 909-920, 2008.

HUNTER, K. H.; RODRIGUEZ, J.-M. G.; BECKER, N. M. A review of research on the teaching and learning of chemical bonding. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 7, p. 2451-2464, 2022.

JUSTI, R.; GILBERT, J. A cause of ahistorical science teaching: Use of hybrid models. **Science Education**, v. 83, n. 2, p. 163-177, 1999.

KLOPFER, L. E.; AIKENHEAD, G. S. Humanistic science education: The history of science and other relevant contexts. **Science Education**, v. 106, n. 3, p. 490-504, 2022.

LEITE, H. S. A.; PORTO, P. A. Análise da abordagem histórica para a tabela periódica em livros de química geral para o ensino superior usados no Brasil no século XX. **Química Nova**, v. 38, n. 4, p. 580-587, 2015.

LEITE, L. History of science in science education: Development and validation of a checklist for analysing the historical content of science textbooks. **Science & Education**, v. 11, n. 4, p. 333-359, 2002.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: Abordagens Qualitativas. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

MARANHÃO. Secretaria de Estado da Educação. **Documento curricular do**

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

território maranhense: ensino médio / Maranhão, Secretaria de Estado da Educação. – São Luís, 2022.

MATTHEWS, M. R. History, philosophy, and science teaching: The present rapprochement. **Science & Education**, v. 1, n. 1, p. 11-47, 1992.

MINGOS, D. M. P. The chemical bond: Lewis and Kossel's landmark contribution. *In*: **The Chemical Bond I: 100 Years Old and Getting Stronger**. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 1-56.

NEWLANDS, J. A. R. On the law of octaves. **Chemical News**. v. 12, p. 83, 1865.

OKI, M. C. M. O conceito de elemento: da antiguidade a modernidade. **Química Nova na Escola**, n. 16, p. 21-25, 2002.

PAN, S.; FRENKING, G. A critical look at Linus Pauling's influence on the understanding of chemical bonding. **Molecules**, v. 26, n. 15, p. 4695, 2021.

PAULING L. **Modern Structural Chemistry**. Nobel Lecture, p. 429-437, 1954.

PAULING, L. **The Nature of the Chemical Bond and the Structure of Molecules and crystals**: an introduction to Modern Structural Chemistry. 3rd. ed. New York: Cornell University Press, 1960.

SCHNETZLER, R. P. Um estudo sobre o tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros dirigidos ao ensino secundário de química de 1875 a 1978. **Química Nova**, v. 4, n. 1, p. 6-15, 1981.

SILVA, A. L. P. *et al*. Configuração eletrônica nos livros didáticos de Química do PNLD 2018-2020: um estudo histórico-conceitual. **VIDYA**, v. 41, n. 1, p. 163-183, 2021.

SILVA, A. L. P.; VASCONCELOS, A. F. F.; SÁ-SILVA, J. R. Ligações químicas: uma proposta de sequência didática investigativa para o Ensino Médio. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 9, p. e18421-e18421, 2025.

SOUZA, G. A. P.; DA COSTA, G.; DE LIMA, L. S. Análise da história da ciência no livro didático de química. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 1, p. 274-287, 2021.

SOUZA, K. A. F. D.; PORTO, P. A. Chemistry and Chemical Education through text and image: Analysis of twentieth century textbooks used in Brazilian context. **Science & Education**, v. 21, n. 5, p. 705-727, 2012.

SUBRAMANIAN, N.; FILHO, A. V. M.; SALDANHA, T. C. B. Tópicos em ligação química: II – sobre o mérito da regra do octeto. **Química Nova**, v.12, n. 3, p. 285-291, 1989.

SUPARMAN, A. R.; ROHAETI, E.; WENING, S. Student misconception in

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/03/2026 - **Accepted:** 09/05/2026
Vol: 13.09
DOI: 10.66104/x7vj7247
Pages: 1-27

chemistry: A systematic literature review. **Pegem Journal of Education and Instruction**, v. 14, n. 2, p. 238-252, 2024.

SUTCLIFFE B. T. The Development of the Idea of a Chemical Bond. **International Journal Quantum Chemistry**, v. 58, p. 645-655, 1996.

TABER, K. S. **The nature of the chemical concept**: Re-constructing chemical knowledge in teaching and learning. Royal Society of Chemistry, 2019.

TAYLOR, W. JAR Newlands: A pioneer in atomic numbers. **Journal of Chemical Education**, v. 26, n. 9, p. 491-496, 1949.

THOMPSON, B.; BUNCH, Z.; POPOVA, M. A review of research on the quality and use of chemistry textbooks. **Journal of Chemical Education**, v. 100, n. 8, p. 2884-2895, 2023.

VAN DULMEN, T. H. H. *et al*. Learning to teach chemical bonding: a framework for preservice teacher educators. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 24, p. 896-913, 2023.