

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA

CLEILSON MATA DE ARAÚJO

**LIGAÇÕES QUÍMICAS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA DO PNLD 2021-
2025: uma perspectiva histórico-conceitual**

São Luís

2025

CLEILSON MATA DE ARAÚJO

LIGAÇÕES QUÍMICAS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA DO PNLD 2021-

2025: uma perspectiva histórico-conceitual

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Química Licenciatura da
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
para a obtenção do grau de Licenciado em
Química.

Orientador: Prof. Dr. Adilson Luís Pereira Silva

São Luís

2025

Araújo, Cleilson Mata de.

Ligações químicas nos livros didáticos de química do PNLD 2021-2025: uma abordagem histórico-conceitual. / Cleilson Mata de Araújo. – São Luís (MA), 2025.

40 f.

TCC (Graduação em Licenciatura em Química) – Universidade Estadual do Maranhão, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Adilson Luís Pereira Silva.

1. Ensino de química. 2. História da química. 3. Ligações químicas. 4. Livro didático. 5. PNLD. I.Título.

CDU:37:54(075)

CLEILSON MATA DE ARAÚJO

**LIGAÇÕES QUÍMICAS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA DO PNLD 2021-
2025: uma perspectiva histórico-conceitual**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Química Licenciatura da
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
para a obtenção do grau de Licenciado em
Química.

Aprovado em: 16/07/2025

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ADILSON LUIS PEREIRA SILVA**
Data: 28/07/2025 15:04:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Adilson Luís Pereira Silva (Orientador)
Departamento de Química – UEMA

Documento assinado digitalmente
 **AUGUSTO CESAR AZEVEDO SILVA**
Data: 28/07/2025 15:32:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Augusto César Azevedo Silva
Departamento de Química – UEMA

Documento assinado digitalmente
 **ILNA GOMES DA SILVA**
Data: 28/07/2025 20:16:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a M.^a Ilna Gomes da Silva
Departamento de Química – UEMA

Dedico este trabalho ao Homem que me deu a capacidade de escrever e sonhar, um Galileu que sofreu por uma dívida que não era sua, para limpar meu nome. Sem Ele, não existiria eu.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser o detentor de todo o conhecimento do mundo; por ter me guiado até aqui, me amparando nos dias difíceis e me ensinando a transformar minhas dificuldades em força para seguir em frente.

À Universidade Estadual do Maranhão, por ter me acolhido e proporcionado um ambiente de aprendizado e crescimento profissional nesses quatro anos e meio de graduação.

Aos meus pais, José de Ribamar e Maria Elena, minha eterna gratidão. Obrigado por todo o amor e esforço que fazem por mim, pelo apoio e incentivo em meus estudos. A vocês, devo a minha vida e tudo o que sou hoje.

Aos meus irmãos, Leonardo e Claiton, que sempre foram a base da minha vida; por dividirem comigo os momentos bons e ruins. Saibam que vocês me ajudaram muito durante essa caminhada de muitas lutas, porém de muitas vitórias.

Aos meus avós Josefa, Domingos, Benedita e Antônio (*in memoriam*), que sempre me incentivaram a trilhar o caminho do bem, da sabedoria e da fé. Com certeza, sem vocês essa caminhada teria sido muito mais árdua.

A toda a minha família paterna e materna, meus tios (as), em especial à minha tia Silana, por ser para mim uma grande conselheira, e por sempre corrigir meus erros como pessoa e profissional. Ao apoio da minha família materna, pois, com a ajuda de vocês, eu serei o primeiro a obter um diploma de graduação.

Ao meu professor e orientador, Prof. Dr. Adilson Luís Pereira Silva, por ter sido um grande profissional durante a minha trajetória acadêmica e, principalmente, neste fim da graduação. Agradeço por toda a paciência em me acompanhar nessa jornada. A você, todo o meu reconhecimento.

Por fim, e não menos importante, agradeço a todos os professores e [agora] colegas de profissão, por toda a ajuda durante essa fase. Às boas amizades que construí nesse percurso, e aos meus amigos de longas datas, em especial, Naiara Launé e Susan Gabrielle. Obrigado por compartilharem comigo o gosto de viver.

A todos vocês, externo aqui meus sinceros agradecimentos.

“Eu cheguei tão longe e me recusei a desistir porque, minha vida inteira, eu sempre terminei a corrida.”

Louis Zamperini

RESUMO

O ensino de ligações químicas frequentemente se baseia em abordagens descontextualizadas, o que pode dificultar um aprendizado reflexivo. Nesse cenário, o livro didático surge como um recurso pedagógico central e, por isso, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), alinhado à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), promoveu uma mudança estrutural, substituindo os antigos Livros Didáticos de Química (LDQ) por obras integradas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) com proposta interdisciplinar. Diante dessa transformação, este trabalho teve como objetivo realizar uma análise na perspectiva histórico-conceitual das ligações químicas nas sete coleções de CNT aprovadas. Para tanto, a pesquisa adotou uma metodologia qualitativa e interpretativa, na qual os capítulos pertinentes são analisados e confrontados com referências primárias e secundárias da História da Química, a fim de avaliar a apresentação dos aspectos históricos e conceituais do tema. Os resultados apontam que a abordagem conceitual das ligações químicas é, em geral, descritiva e pouco aprofundada, com a definição de estabilidade sendo destacada apenas na coleção CNT1. A eletronegatividade aparece com maior ênfase nos CNT3 e CNT5, mas sem diálogo com suas bases teóricas. Quanto à ordem de apresentação, apenas três coleções seguem a estrutura teórica de Pauling. Já a dimensão histórica é tratada de forma pontual e superficial, com escassa contextualização dos personagens e teorias. Conclui-se que os livros analisados carecem de integração entre os aspectos conceituais e históricos, o que compromete a compreensão crítica e contextualizada da Química.

Palavras-chave: ensino de química, história da química, ligações químicas, livro didático, PNLD.

ABSTRACT

Teaching chemical bonds often relies on decontextualized approaches, which can make reflective learning difficult. In this scenario, textbooks emerge as a central pedagogical resource and, therefore, the National Textbook Program (PNLD), aligned with the National Common Curricular Base (BNCC), promoted a structural change, replacing the old Chemistry Textbooks (LDQ) with integrated works of Natural Sciences and their Technologies (CNT) with an interdisciplinary proposal. In view of this transformation, this work aimed to carry out an analysis from the historical-conceptual perspective of chemical bonds in the seven approved CNT collections. To this end, the research adopted a qualitative and interpretative methodology, in which the pertinent chapters are analyzed and compared with primary and secondary references from the History of Chemistry, in order to evaluate the presentation of the historical and conceptual aspects of the subject. The results indicate that the conceptual approach to chemical bonds is generally descriptive and not very in-depth, with the definition of stability being highlighted only in the CNT1 collection. Electronegativity appears with greater emphasis in CNT3 and CNT5, but without any dialogue with their theoretical bases. Regarding the order of presentation, only three collections follow Pauling's theoretical structure. The historical dimension is treated in a punctual and superficial manner, with little contextualization of the characters and theories. It is concluded that the books analyzed lack integration between the conceptual and historical aspects, which compromises the critical and contextualized understanding of Chemistry.

Keywords: chemical bonds, chemistry teaching, history of chemistry, PNLD, textbook.

LISTA DE SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CNT – Ciências da Natureza e suas Tecnologias

DCTMA – Documento Curricular do Território Maranhense

HQ – História da Química

LD – Livro Didático

LDB – Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional

LDQ – Livro Didático de Química

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PNLD – Programa Nacional do Livro Didático

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
História da Química e os Livros Didáticos de Química	15
PERCURSO METODOLÓGICO	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
A História da Química e as Ligações Químicas no Guia do PNLD	21
A perspectiva histórica das Ligações Químicas nos CNT	23
O discurso conceitual das Ligações Químicas nos CNT	28
Implicações das abordagens nos CNT e o diálogo com o PNLD.....	34
CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	36
ANEXO A – CONDIÇÕES PARA SUBMISSÃO	41

LIGAÇÕES QUÍMICAS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA DO PNLD 2021-2025: UMA PERSPECTIVA HISTÓRICO-CONCEITUAL

Cleilson Mata de Araújo¹, Adilson Luís Pereira Silva²

RESUMO

O ensino de ligações químicas frequentemente se baseia em abordagens descontextualizadas, o que pode dificultar um aprendizado reflexivo. Nesse cenário, o livro didático surge como um recurso pedagógico central e, por isso, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), alinhado à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), promoveu uma mudança estrutural, substituindo os antigos Livros Didáticos de Química (LDQ) por obras integradas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) com proposta interdisciplinar. Diante dessa transformação, este trabalho teve como objetivo realizar uma análise na perspectiva histórico-conceitual das ligações químicas nas sete coleções de CNT aprovadas. Para tanto, a pesquisa adotou uma metodologia qualitativa e interpretativa, na qual os capítulos pertinentes foram analisados e confrontados com referências primárias e secundárias da História da Química, a fim de avaliar a apresentação dos aspectos históricos e conceituais do tema. Os resultados apontam que a abordagem conceitual das ligações químicas é, em geral, descritiva e pouco aprofundada, com a definição de estabilidade sendo destacada apenas na coleção CNT1. A eletronegatividade aparece com maior ênfase nos CNT3 e CNT5, mas sem diálogo com suas bases teóricas. Quanto à ordem de apresentação, apenas três coleções seguem a estrutura teórica de Pauling. Já a dimensão histórica é tratada de forma pontual e superficial, com escassa contextualização dos personagens e teorias. Conclui-se que os livros analisados carecem de integração entre os aspectos conceituais e históricos, o que compromete a compreensão crítica e contextualizada da Química.

Palavras-chave: ensino de química, história da química, ligações químicas, livro didático, PNLD.

¹ Graduando em Química Licenciatura pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). E-mail: cleilsonaraujo22@gmail.com.

² Graduado em Química pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e Doutor em Química pela mesma instituição. É Professor Adjunto I da Universidade Estadual do Maranhão, Diretor do Curso de Química do Programa Ensinar e Coordenador da Especialização em Ensino de Ciências - C10 "Ciência é Dez!" da UEMA. E-mail: adlpsilva@gmail.com.

CHEMICAL BONDING IN CHEMISTRY TEXTBOOKS OF THE PNLD 2021-2025: A HISTORICAL-CONCEPTUAL PERSPECTIVE

ABSTRACT

Teaching chemical bonds often relies on decontextualized approaches, which can make reflective learning difficult. In this scenario, textbooks emerge as a central pedagogical resource and, therefore, the National Textbook Program (PNLD), aligned with the National Common Curricular Base (BNCC), promoted a structural change, replacing the old Chemistry Textbooks (LDQ) with integrated works of Natural Sciences and their Technologies (CNT) with an interdisciplinary proposal. In view of this transformation, this work aimed to carry out an analysis from the historical-conceptual perspective of chemical bonds in the seven approved CNT collections. To this end, the research adopted a qualitative and interpretative methodology, in which the pertinent chapters are analyzed and compared with primary and secondary references from the History of Chemistry, in order to evaluate the presentation of the historical and conceptual aspects of the subject. The results indicate that the conceptual approach to chemical bonds is generally descriptive and not very in-depth, with the definition of stability being highlighted only in the CNT1 collection. Electronegativity appears with greater emphasis in CNT3 and CNT5, but without any dialogue with their theoretical bases. Regarding the order of presentation, only three collections follow Pauling's theoretical structure. The historical dimension is treated in a punctual and superficial manner, with little contextualization of the characters and theories. It is concluded that the books analyzed lack integration between the conceptual and historical aspects, which compromises the critical and contextualized understanding of Chemistry.

Keywords: chemical bonds, chemistry teaching, history of chemistry, PNLD, textbook.

INTRODUÇÃO

No Ensino Médio, 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, éticos e econômicos. Como destaca Taber (2019), 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 ou a confusão entre ligações intra e intermoleculares. Além disso, a

ausência de relação entre os fenômenos químicos e a realidade dos alunos compromete a articulação do conhecimento teórico com suas aplicações.

As ligações químicas, por sua vez, representam um dos temas centrais no estudo da Química, pois explicam como os átomos se unem para formar moléculas e substâncias, proporcionando 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 vários fenômenos como solubilidade, condutividade elétrica e toxicidade, aspecto que evidencia 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, ainda mais quando os fundamentos conceituais, históricos e epistemológicos não são adequadamente articulados.

Dentre os principais recursos pedagógicos utilizados no Ensino Médio, o Livro Didático (LD) tem papel de destaque. Sua influência no ensino de Química é amplamente reconhecida, sendo objeto de pesquisas desde a década de 1980 (Schnetzler, 1981). O aumento recente no número de estudos reflete a preocupação em avaliar a abrangência, a relevância e o impacto desses materiais no aprendizado (Araujo e Leite, 2021, 2023). A análise crítica dos livros didáticos, no que diz respeito à abordagem de temas como as ligações químicas, é essencial para compreender como esses conteúdos são apresentados e como podem ser aprimorados para atender às demandas do ensino contemporâneo.

Apesar da importância das ligações químicas no ensino de Química, sua abordagem nos LD muitas vezes carece de uma articulação que conecte conceitos teóricos à História da Ciência (HC) e a contextos práticos. Essa falta dificulta a compreensão dos alunos, principalmente quando o conteúdo é apresentado de forma fragmentada e voltada à memorização, em vez de ao desenvolvimento de um conhecimento integrado e reflexivo. Pereira e De Goes Sampaio (2021), por exemplo, mostram que a experimentação pode fortalecer o aprendizado, desde que bem conectada aos fundamentos teóricos; Colturato e Massi (2023) reforçam essa lacuna,

apontando que o cotidiano é tratado como mera ilustração, sem contextualização real, o que dificulta que os estudantes reconheçam a relevância das ligações químicas em fenômenos naturais e tecnológicos que impactam diretamente suas vidas.

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.

Assim, este trabalho tem como objetivo investigar a abordagem histórico-conceitual das ligações químicas nos Livros Didáticos de Química (LDQ)³ aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD 2021-2025). Busca-se compreender como os materiais apresentam o assunto, considerando os aspectos históricos e teóricos que fundamentam o conteúdo, e analisar se essas abordagens favorecem ou dificultam a construção de um aprendizado significativo.

HISTÓRIA DA QUÍMICA E OS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA

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 dilemas. Sob esta concepção, Chassot (2003) aponta que a inclusão da história da ciência no ensino amplia a compreensão do conhecimento químico e reforça sua relevância na formação cidadã, permitindo que os alunos percebam a ciência como um processo dinâmico e humano. Contudo, muitos materiais ainda tratam a ciência de forma dogmática e

³ Embora o foco da pesquisa seja o conteúdo de Química, é importante notar que, em alinhamento com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os materiais didáticos aprovados pelo PNLD são atualmente classificados como Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT).

linear, sem observar os processos históricos que levaram ao desenvolvimento de teorias importantes, como as que explicam as ligações químicas.

Paralelamente, Oki (2002) destaca que, por meio da história e da epistemologia 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. Além disso, autores como Chaves *et al.* (2014), Leite e Porto (2015) e Targino e Baldinato (2016), ao analisarem a abordagem histórica nos LDQ, concluíram que os textos históricos têm contribuído para o desenvolvimento de concepções inadequadas da Ciência, já apontadas por Cachapuz *et al.* (2005), como, por exemplo, acumulativa, anistórica e individualista. Estudos mais recentes, como os de Dos Santos (2021) e De Sousa *et al.* (2023) apontam que, embora descrições superficiais da história nos livros didáticos ainda comprometam o entendimento conceitual, a articulação entre história, epistemologia e experimentação pode favorecer uma compreensão mais crítica e contextualizada.

Outrossim, a abordagem dos tipos de ligações químicas é igualmente destacada para o Ensino Médio no Documento Curricular do Território Maranhense – DCTMA (Maranhão, 2022, p. 205), que está de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018). No entanto, estudos recentes evidenciam que os livros didáticos ainda reproduzem concepções equivocadas sobre estabilidade atômica e propriedades de ligação. Suparman *et al.* (2024) apontam que a maioria dos materiais didáticos não supera explicações simplistas, como a atribuição da formação de ligações exclusivamente à regra do octeto, reforçando a fragmentação conceitual já discutida por Mortimer *et al.* (1994). Além disso, Van Dulmen *et al.* (2023) demonstram que o enfrentamento dessas concepções requer mais do que exposição teórica: exige estratégias pedagógicas que integrem representações conceituais, análise de erros recorrentes 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 livros didáticos são ferramentas essenciais no ensino de Química no Brasil, frequentemente utilizados como referência principal nas escolas. Araújo e Leite (2023) afirmam que o livro didático permanece amplamente presente no cotidiano escolar, integrando-se aos processos de ensino e aprendizagem como instrumento pedagógico central. Por outro lado, Rodrigues *et al.* (2022) evidenciam que muitos desses materiais didáticos ainda apresentam o conhecimento químico de forma fragmentada e desprovida de contextualização histórica, dificultando a compreensão de conceitos como valência e energia de ligação, e deixando de destacar suas articulações com demandas sociais e tecnológicas.

Desde a década de 1980, os LDQ têm sido alvo de pesquisas, como apontado por Schnetzler (1981), com o objetivo de compreender seu papel no ensino e a forma como abordam conceitos complexos. Estudos posteriores ampliaram essa análise, abordando aspectos como a clareza na explicação de conceitos químicos (Mendonça *et al.*, 2004), o uso de recursos visuais (Silva *et al.*, 2013), a presença de elementos históricos da ciência (Vidal e Porto, 2012) e estudos históricos-conceituais (Silva *et al.*, 2021; Ferreira *et al.*, 2023). Apesar disso, muitas pesquisas destacam desafios na forma como os conteúdos são apresentados, apontando para lacunas que podem dificultar a aprendizagem, 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 enfatiza o Guia de Livros Didáticos. Em relação a este último,

é importante salientar que, conforme a 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 Vidal e Porto (2012), 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.

No que se refere às orientações da BNCC para o Ensino Médio, tal percepção está alinhada à Competência Específica 1, que propõe

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (Brasil, 2018 p. 554).

As ligações químicas, nesse contexto, constituem objeto de conhecimento vinculado à seguinte habilidade

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas (Brasil, 2018, p. 555).

Portanto, 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 (Matthews, 1995; Porto, 2011).

PERCURSO METODOLÓGICO

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa com base interpretativa (Lüdke e André, 2018), destinada a compreender como as ligações químicas são apresentadas nos livros didáticos de Ciências da Natureza aprovados pelo PNLD 2021-2025. A metodologia foi escolhida com o intuito de se obter uma análise detalhada dos conteúdos textuais (Mendonça *et al.*, 2004; Cássio *et al.*, 2012) e visuais (Silva *et al.*, 2013), destacando os aspectos históricos, teóricos e contextuais que contribuem (ou não) para um aprendizado significativo.

Inicialmente, o corpus da pesquisa foi composto pelos sete Livros Didáticos de Ciências da Natureza aprovados pelo PNLD 2021-2025 (Brasil, 2021), que abordam o tema das ligações químicas, conforme o Quad. 1. A seleção foi realizada com base nos capítulos/temas e subseções dedicados ao tema, bem como nos materiais complementares (exercícios, ilustrações e tabelas), buscando analisar se os autores dos livros aprovados utilizaram de alguma abordagem histórica em suas obras. Por conseguinte, os critérios de inclusão e exclusão foram definidos, a fim de que o foco da análise fosse diretamente alinhado aos objetivos da pesquisa. Critérios estes, dentre outros, são mencionados nos trabalhos de Bardin (2016) e Carlomagno e Rocha (2016) e demonstraram uma análise mais classificatória e conteudista.

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

CNT1	LOPES, S.; ROSSO, S.; Ciências da Natureza Lopes & Rosso: Evolução e Universo , 1ª ed., São Paulo: Moderna, 2020.
CNT2	THOMPSON, M. <i>et al.</i> Conexões: Ciências da Natureza e suas tecnologias: Matéria e energia , 1ª ed., São Paulo: Moderna, 2020.

CNT3	SANTOS, K. C. <i>et al.</i> Diálogo - Ciências da Natureza e suas Tecnologias: Vida na Terra: como é possível? . 1ª ed., São Paulo: Moderna, 2020.
CNT4	MORTIMER, E. <i>et al.</i> Matéria, Energia e Vida - Uma abordagem interdisciplinar - Materiais e Energia: transformações e conservação . 1ª ed., São Paulo: Scipione, 2020.
CNT5	AMABIS, O. M. <i>et al.</i> 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. <i>et al.</i> Ser Protagonista - Ciências da Natureza e suas Tecnologias: Composição e estrutura dos corpos . 1ª ed., São Paulo: SM, 2020.

Fonte: Autores, 2025.

Para a análise qualitativa, adotou-se uma perspectiva utilizada por Silva *et al* (2021) e Ferreira *et al.* (2023), com foco em identificar como os livros didáticos articulam história, teoria e contextualização no ensino de ligações químicas. Dessa forma, baseando-se na pesquisa de Bardin (2016) e Carlomagno e Rocha (2016), a análise foi dividida em três etapas, conforme a Fig. 1.

Figura 1 - Esquema da Análise de Conteúdo (Bardin, 2016) e Carlomagno e Rocha (2016).



Fonte: Autores, 2025.

Por fim, buscou-se analisar os personagens, bem como filósofos, pensadores e cientistas citados, além das 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram agrupados nas seguintes subseções: *i)* A História da Química e as ligações químicas no Guia do PNLD; *ii)* A perspectiva histórica das ligações químicas nos CNT; *iii)* O discurso conceitual das ligações químicas nos CNT; *iv)* Implicações das abordagens nos CNT e o diálogo com o PNLD. Na primeira subseção, 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 subseção 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 voltada para o conteúdo. Na terceira subseção, investigou-se o discurso 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 incorreções identificadas. Por fim, a última subseção discutiu a conformidade das abordagens dos CNT com as diretrizes do PNLD e suas implicações para o ensino.

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 CNT pelos professores do Ensino Médio das escolas da rede pública brasileira, conforme mencionado por Ferreira *et. al* (2023).

Após a leitura detalhada das resenhas, um achado de notável relevância é

destacado: a valorização da dimensão histórica no ensino de Química. Essa abordagem vai ao encontro do que já era preconizado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que orientam para que os conteúdos de Química não se resumam à mera transmissão de informações sem relação com o cotidiano e as vivências do aluno (Brasil, 2002). Alinhado a essa perspectiva, constatou-se que, na totalidade das sete 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:

[...] Tal abordagem é desenvolvida por meio da integração de conhecimentos, da análise de situações-problema, da experimentação, **da abordagem da história da ciência,** [...] do pensamento científico, da argumentação, da capacidade de comunicação, do desenvolvimento linguístico e da alfabetização científica. (Brasil, 2020, p. 65-66, grifo nosso).

[...] A 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. (Adaptada de Brasil, 2020, p. 69, grifo nosso).

[...] Os temas contemporâneos transversais são apresentados em todos os volumes de forma contextualizada, alguns deles com enfoques na História das Ciências, na Economia, no Multiculturalismo ou na discussão de situações com o uso de argumentos oriundos das Ciências. (Brasil, 2020, p. 77, grifo nosso).

[...] Além disso, 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, grifo nosso).

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 CNT 04, cujo quarto volume contempla "Transformações dos materiais; Ligações químicas e interações intermoleculares" (Brasil, 2020, p. 69). A segunda, e mais enfática, surge na resenha do CNT 07, 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 – que alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) – acarretou mudanças que impactaram diretamente o PNLD. As obras analisadas neste trabalho, portanto, correspondem às obras específicas do Objeto 2, como mencionados no início desta subseção, 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). Assim, nas próximas subseções, apresentar-se-á a análise histórico-conceitual dos capítulos referentes às ligações químicas, apresentados nos CNT.

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, aparecem somente o nome do cientista Lewis, conforme o Quad. 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.

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

CNT5	Abegg, Kossel, Lewis, Langmuir e Pauling
CNT6	Lewis e Pauling
CNT7	Lewis, Pauling, James Watson, Francis Crick, Maurice Wilkins, Rosalind Franklin

Fonte: Autores, 2025.

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. A maioria das obras (CNT 03, 04, 06 e 07) opta por uma narrativa que centra a proposição da regra quase que exclusivamente na figura de Gilbert N. Lewis. Essa referência, contudo, negligencia o que a historiografia da ciência aponta como um processo de construção coletiva (Matthews, 1995; Porto, 2011).

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 construção dos conceitos contemporâneos. Por exemplo, 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 (De Araujo Neto e Santos, 2001). Essa abordagem também inclui as contribuições de cientistas como Gilbert N. Lewis, com sua teoria do compartilhamento de elétrons, e Walther Kossel, que ajudaram a consolidar os conceitos de ligações iônicas e covalentes (Subramanian *et al.*, 1989; Milaré, 2007).

A esse respeito, Subramanian *et al.* (1989), que tiveram acesso ao trabalho original de Jensen (1984), mencionam as contribuições de Newlands com os estudos sobre a “lei das oitavas”; de Mendeleev, que também contribui afirmando que *i)* nenhum elemento da tabela periódica pode exibir valência maior que oito; e *ii)* em seu hidreto e hidróxido a soma dos elétrons de valência jamais poderá exceder oito; de 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 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; de Abegg, sobre todos os elementos possuírem dois tipos de valência de tal forma que a soma das duas é sempre oito. Por fim, aponta Langmuir como o responsável por popularizar os termos “regra do octeto” e “ligação covalente” (Subramanian *et al.*, 1989, p. 285-286).

Além das contribuições desses cientistas, cabe destacar também a participação de Jöns Jacob Berzelius, responsável pela formulação da Teoria Dualista no início do século XIX (De Araujo Neto e Santos, 2002). Essa teoria propunha que as substâncias químicas eram formadas pela união de dois tipos de radicais com naturezas opostas (eletropositiva e eletronegativa), fundamentando-se nas descobertas da eletroquímica e no uso da eletrólise como método analítico. Como apontam De Araujo Neto e Santos (2002), 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 esses cientistas, os livros didáticos acabam por reforçar uma visão de ciência individualista e a-histórica, problema identificado em estudos contemporâneos de Thompson *et al.* (2023). Nesse contexto, cabe frisar que as coleções CNT 01, 02 e 05, por outro lado, oferecem uma visão mais abrangente, sendo as únicas a citar o grupo formado por Abegg, Kossel, Lewis e Langmuir. Sobre esses achados, vide três 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, grifo nosso).

Duas dessas teorias, que veremos mais adiante, foram levadas a público, em 1916, de forma independente: uma era a do cientista alemão Walther Kossel (1888-1956), que tratava da ligação iônica, e a outra, do estadunidense Gilbert Newton Lewis (1875-1946), cujo enfoque era a ligação covalente, complementada em 1919 por Irving Langmuir (1881-1957). (CNT2, p. 37, grifo nosso).

Mais tarde, a ideia foi retomada de forma independente pelos químicos estadunidenses **Gilbert Newton Lewis** (1875 -1946) e **Irving Langmuir** (1881-1957), **que chamou essa relação de “octeto”**. Hoje, ela é conhecida como regra do octeto e, de acordo com ela, os átomos das substâncias se combinam por meio das ligações químicas, de forma a adquirir a configuração eletrônica semelhante à de um gás nobre no estado fundamental. (CNT5, p. 106, grifo nosso).

A análise revela ainda que apenas uma coleção [de sete] destaca-se por mencionar a figura de Lewis de forma pontual e indireta no decorrer do capítulo sobre ligações químicas, sem aprofundar suas contribuições ou as dos demais cientistas. Esse uso superficial do personagem histórico exemplifica o que Souza *et al.* (2021) destacam como uso da história apenas como ilustração (geralmente restrito ao primeiro volume e limitado às imagens dos cientistas mais conhecidos), sem integração com o restante do conteúdo. 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

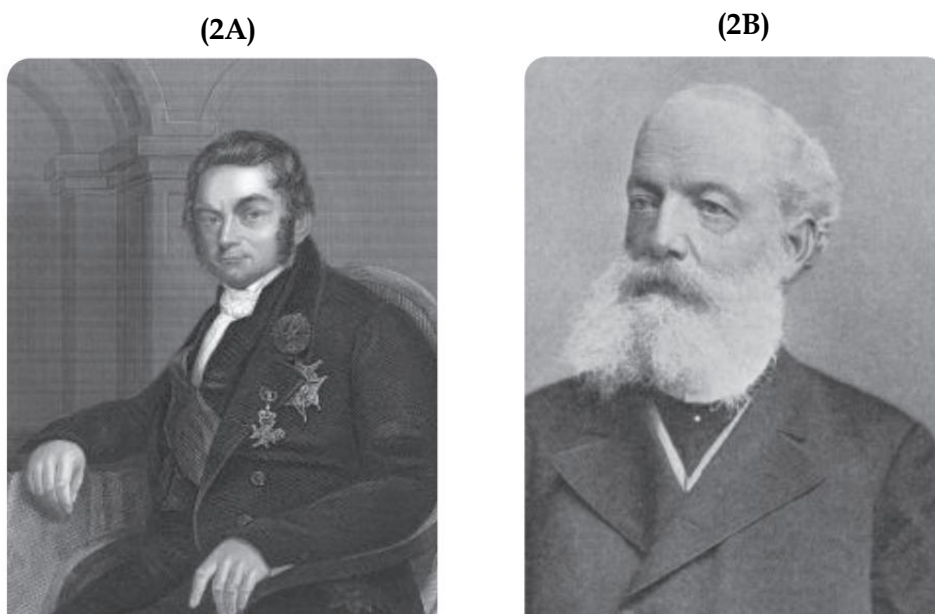
Além disso, observa-se que, mesmo quando nomes de cientistas históricos são citados, essas referências não são acompanhadas de uma contextualização que evidencie os debates, as controvérsias ou os avanços conceituais envolvidos na formulação de ideias como a regra do octeto ou a valência. Nessa perspectiva, tais menções ocorrem apenas uma ou duas vezes ao longo dos capítulos, muitas vezes em boxes informativos ou em comentários marginais, com função meramente ilustrativa. 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 do conhecimento científico, conforme defendem Matthews (1995) e Allchin (2004), e reduz as possibilidades de promover uma compreensão crítica por parte dos estudantes.

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 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 (Fig. 2A) e Friedrich August Kekulé (Fig. 2B), cujas contribuições foram fundamentais, respectivamente, para a formulação química da água e para o entendimento da realidade molecular.

Figura 2 - Ilustração histórica dos químicos Berzelius (2A) e Kekulé (2B).



Fonte: Adaptada de CNT4, p. 54.

Sobre esta pauta, analisando os trabalhos de De Souza *et al.* (2020) e Ferreira *et al.* (2023), cientistas como Jacob Berzelius, Dmitri Mendeleev e outros desempenharam papéis fundamentais na construção do entendimento moderno das ligações químicas, cuja história, muitas vezes, é negligenciada no ambiente escolar (De Souza *et al.*, 2020; Ferreira *et al.*, 2023). 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.

Nesse viés, os obstáculos epistemológicos descritos por Bachelard (1996) são particularmente significativos. Esses obstáculos – como o animista, o realista e o verbal – dificultam a transição dos alunos do senso comum para o pensamento científico. No caso das ligações químicas, isso é evidente na personificação de átomos, na dificuldade de compreender a eletronegatividade ou na ideia simplificada de que os átomos “querem” se ligar para alcançar a estabilidade, reforçando explicações inadequadas.

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 como os de Souza e Aires (2018) indicam que a integração entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) pode contribuir para um ensino mais contextualizado, aproximando o conhecimento químico de questões práticas e sociais relevantes. Essa perspectiva permite que o tema das ligações químicas seja ensinado de forma mais próxima da realidade dos alunos, promovendo o desenvolvimento de um aprendizado crítico e significativo.

O DISCURSO CONCEITUAL DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS NOS CNT

Para iniciar esta seção, é necessário entender sobre o desenvolvimento do conhecimento químico que levou ao conceito das ligações químicas. Segundo Justi (1998), antes do surgimento da ideia de ligação química, se pensava que as substâncias reagiam por afinidade, muito embora nos dias atuais os alunos já apresentam essa concepção, porém, de forma muitas vezes, equivocada.

Dos Santos (2021), nesse sentido, menciona em seu trabalho 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.

Com o passar dos séculos, as interpretações sobre o que mantém os átomos unidos evoluíram gradualmente, incorporando diferentes explicações de natureza filosófica, elétrica e estrutural. No século XVIII, influenciados pelas ideias de Newton, vários químicos tentaram quantificar a “afinidade” entre as substâncias com base em forças mecânicas (Justi, 1998). Já no século XIX, com o avanço das teorias atômicas e das descobertas experimentais sobre a eletrólise, emergiram propostas que associavam a ligação química a interações elétricas entre cargas opostas (Dos Santos, 2021).

Nesse período, surgem também os primeiros modelos estruturais, como o de Lewis, que propôs a ideia dos pares de elétrons compartilhados entre átomos e a configuração estável dos gases nobres, dando origem à chamada regra do octeto. Contudo, foi apenas no século XX, com o desenvolvimento da mecânica quântica, que o conceito de ligação química ganhou um embasamento teórico mais aprofundado. Linus Pauling, ao unir os princípios da química estrutural com os fundamentos quânticos, ofereceu uma das definições mais abrangentes e influentes sobre ligação química, consolidando uma nova forma de compreender essas interações no contexto da ciência moderna. (Pauling, 1958 *apud* Dos Santos, 2021).

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, completa, ainda:

Com esta definição, **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 O₂ em O₄. (Traduzido de Pauling, 1960, p. 06, grifo nosso).

Dito isto, observa-se que a maioria das obras (CNT2, CNT3, CNT4 e CNT7) compreende a ligação química como uma união entre átomos, o que está em consonância com parte da definição apresentada por 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. Apenas uma das obras analisadas (CNT1) 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).

Além disso, apenas duas das coleções analisadas (CNT3 e CNT5) relacionam diretamente o conceito de ligação química à eletronegatividade, propriedade esta fundamental para o entendimento das ligações, que será abordada mais à frente. Dentre elas, apenas o CNT5 insere uma breve referência histórica ao trabalho de Walther Kossel, destacando a relação entre ligação química e os elétrons da camada de valência. Ainda que essa contextualização seja pontual, apenas o CNT6 e o CNT7 retomam a ideia de estabilidade associada à configuração eletrônica completa, referindo-se aos elementos da família 8A 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.

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.

Em relação ao conceito de eletronegatividade, termo esse utilizado por Pauling como “a capacidade de um átomo atrair para si os elétrons de uma ligação química” (Pauling, 1960, p.58), ele desenvolve 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, o que, para Pauling, está diretamente relacionado à diferença de eletronegatividade entre os elementos envolvidos.

Para esta análise, foi elaborado o Quad. 3 como melhor entendimento.

Quadro 3 – Apresentação da análise do conceito de eletronegatividade nos CNT.

Obra	Apresenta o termo eletronegatividade?	Apresenta definição semelhante à de Pauling?	Relaciona à energia de ligação ou caráter iônico?	Aproxima-se do conceito de Pauling?
CNT1	Sim	Sim, menciona o nome do cientista.	Não	Parcialmente
CNT2	O termo é utilizado em outro conteúdo (dissociação iônica)	-	-	-
CNT3	Sim	Sim, define como atração pelo par de elétrons da ligação.	Não	Parcialmente
CNT4	Sim	Sim, define como tendência de atrair elétrons de uma ligação.	Não	Parcialmente
CNT5	Sim	Sim, com definição próxima e contextualização histórica.	Não	Sim, mas de forma superficial
CNT6	Sim	Sim, define como tendência de atrair elétrons de uma ligação.	Não	Parcialmente
CNT7	Sim	Sim, define como capacidade de atrair elétrons de uma ligação.	Não	Parcialmente

Fonte: Autores, 2025.

A partir do quadro, nota-se, portanto, que há uma considerável heterogeneidade na forma como os CNT abordam o conceito de eletronegatividade em comparação ao entendimento proposto por Pauling (1960, p. 58). Enquanto o autor define eletronegatividade como “a capacidade de um átomo atrair para si os elétrons de uma ligação química”, associando-a diretamente à diferença de energia entre ligações homonucleares e heteronucleares, nem todas as obras didáticas retomam esse fundamento com clareza ou profundidade.

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 CNT5 apresenta o conceito de modo superficial, apenas com base no comportamento dos átomos, e o CNT2 sequer menciona o termo (ou melhor, menciona, mas em outro capítulo), deixando uma lacuna conceitual importante. O CNT7, embora apresente o conceito, restringe-se à citação direta da propriedade, sem aprofundar sua importância na determinação do tipo de ligação. De todos, apenas o CNT1 apresenta o conceito relacionado à escala de Pauling, evidenciando a obra mais próxima do cientista.

Dessa forma, apenas uma parcela das coleções didáticas se aproxima da concepção original de Pauling, e mesmo entre essas, observa-se a ausência de uma contextualização mais ampla ou histórica da construção da escala de eletronegatividade. Isso evidencia a carência de um tratamento mais rigoroso e fundamentado nos materiais, o que pode limitar a compreensão dos estudantes sobre os mecanismos subjacentes às interações químicas.

Em relação à ordem de apresentação dos tipos de ligação química, Pauling (1960, p. 05-06) adota uma estrutura baseada na natureza das interações entre átomos ou grupos de átomos. Sobre os tipos de ligações, o autor menciona:

1-2. TIPOS DE LIGAÇÕES QUÍMICAS: 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. 05-06, 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 livros didáticos analisados, apenas as coleções CNT3, CNT5 e CNT6 organizam os conteúdos na mesma sequência de Pauling, uma vez que iniciam pela ligação iônica, seguem para a covalente e encerram com a metálica. Essa estrutura se aproxima da apresentada por 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. Em contrapartida, o CNT1 inicia pela ligação covalente, deixando a iônica e a metálica para os capítulos finais. O CNT4 adota estrutura semelhante: trata primeiro da ligação covalente, depois da iônica e, por último, da metálica. Já o CNT7 apresenta uma ordem ainda mais distinta, abordando inicialmente a ligação iônica, em seguida a metálica e, por fim, a covalente.

Essas variações indicam que, embora as obras tratem dos três tipos de ligação, nem todas seguem uma lógica conceitual 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, pode dificultar a construção gradual do conhecimento por parte dos estudantes.

IMPLICAÇÕES DAS ABORDAGENS NOS CNT E O DIÁLOGO COM O PNLD

A forma como os conceitos de ligação química são apresentados 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 orientações do Guia do Livro Didático (Brasil, 2020), espera-se que os livros favoreçam a compreensão dos 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.

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. O distanciamento em relação às formulações clássicas, como as propostas por Linus Pauling (1960), contribui para um ensino fragmentado, que tende a naturalizar os conceitos sem oferecer subsídios para sua problematização.

Além disso, observa-se que as coleções analisadas nem sempre dialogam com os princípios básicos da Base Nacional Comum Curricular, 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 os debates que os atravessam, os livros didáticos perdem a oportunidade de promover o letramento científico e o protagonismo estudantil, reforçando práticas transmissivas que pouco contribuem para a aprendizagem significativa dos alunos. Como aponta Justi (1998), a apresentação descontextualizada e fragmentada dos conceitos nos livros didáticos contribui para uma compreensão superficial da ciência, dificultando a construção de um conhecimento mais crítico e historicamente situado.

Essas evidências convergem com os achados de Bento e Alvim (2024), que identificaram que os livros didáticos de química aprovados pelo PNLD de 2018 pouco

avancam 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.

Portanto, é fundamental que as futuras produções didáticas considerem com maior seriedade o papel do livro como instrumento mediador entre o conhecimento científico e o processo de ensino-aprendizagem. Para isso, torna-se imprescindível o alinhamento efetivo com as diretrizes do PNLD, que preveem não apenas a adequação curricular, mas também o aprofundamento conceitual e a valorização da ciência como construção humana, histórica e provisória.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, a partir da análise, que os livros didáticos de Química 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. A noção de estabilidade, considerada essencial por teóricos como Pauling, 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, apesar de fundamental para o entendimento da polaridade e da natureza das ligações, aparece de forma direta apenas no CNT3 e no CNT5. Nenhuma dessas coleções, no entanto, apresenta o conceito conforme desenvolvido por Pauling, que o relaciona às energias de dissociação e à diferença entre ligações homonucleares e heteronucleares.

Em relação à ordem de apresentação dos tipos de ligação, apenas as coleções CNT3, CNT5 e CNT6 seguem a sequência iônica, covalente e metálica, semelhante à adotada por Pauling. Essa organização favorece uma progressão conceitual mais clara. Já as coleções CNT1, CNT4 e CNT7 adotam ordens distintas, e o CNT2 sequer aborda a ligação metálica. Essas escolhas comprometem a construção gradual e lógica do conhecimento por parte dos estudantes.

Por fim, quanto à História da Química, percebe-se que os livros apresentam algumas referências a personagens e modelos históricos, como Lewis (CNT5), Kossel (CNT3) e os gases nobres (CNT1), mas sem aprofundamento ou articulação com o desenvolvimento conceitual da ciência. A maioria das coleções carece de contextualização histórico-social, o que dificulta a compreensão da ciência como uma construção coletiva, marcada por disputas e transformações. Portanto, torna-se necessário integrar melhor os aspectos conceituais e históricos para favorecer uma aprendizagem crítica e contextualizada da Química.

REFERÊNCIAS

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

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.

ARAUJO, R. S. de; LEITE, B. S. Revisão Bibliográfica sobre Pesquisas com Livros Didáticos de Química: Análise das Funções Identificadas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, p. 1-26, 2021.

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.

BRASIL. Lei Nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis N 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei no 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei no 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Diário Oficial da

União: seção 1, Brasília, DF, ano 154, n. 35, 17 fev. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm. Acesso em: 18 jun 2025.

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. Secretaria de Educação Fundamental. Conselho Nacional de Educação. **Base Nacional Comum Curricular**, Brasília, DF, 2018.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica - Ministério da Educação e Cultura. **PCN + Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CACHAPUZ, S. *et al.* (Orgs.). **A Necessária Renovação do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARLOMAGNO, M. C.; ROCHA, L. C. Como criar e classificar categorias para fazer análise de conteúdo: uma questão metodológica. **Revista de Ciência Política**, v. 7, n. 1, p. 173-188, 2016.

CÁSSIO, F. L. *et al.* O protagonismo subestimado dos íons nas transformações químicas em solução por livros didáticos e estudantes de química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 11 (3), p.595 619, 2012.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003.

CHAVES, L. M. M. P.; SANTOS, W. L. P.; CARNEIRO, M. H. S. História da Ciência no estudo de modelos atômicos em livros didáticos de Química e concepções de Ciência. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 4, p. 269-279, 2014.

CNT1 – LOPES, S.; ROSSO, S.; **Ciências da Natureza Lopes & Rosso: 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.

COLTURATO, A. R.; MASSI, L. O cotidiano em artigos da Química Nova na Escola: contribuições a partir da análise de redes. **Química Nova na Escola**, v. 45, n. 3, p. 241-253, 2023.

DA ROCHA, A. C.; NETO, J. S. C. Ensino de Ligações Químicas: uma Revisão Sistemática de Literatura. **Educitec – Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 10, n. jan./dez., 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.

DE SOUSA, B. M.; DA SILVA SOUZA, J. P.; BALDINATO, J. O. Experimentos históricos nos livros didáticos: implicações para o ensino de química. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 40, n. 2, p. 357-391, 2023.

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**. 2021.

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.

JENSEN, William B. **Abegg, Lewis, Langmuir, and the octet rule**. 1984.

JUNIOR, C. A. P.; AZEVEDO, N. R.; SOARES, M. H. F. B. **Proposta de Ensino de Ligações Químicas como Alternativa a Regra do Octeto no Ensino Médio: Diminuindo os Obstáculos para aprendizagem do conceito**. In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), 2010, 13 Brasília. Anais Eletrônicos [...]. Brasília: IQ/UnB, 2010. Disponível em: <https://www.s bq.org.br/eneq/xv/resumos/R0203-1.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2024.

JUSTI, R. S.; A afinidade entre as substâncias pode explicar as reações químicas? **Química Nova na Escola**. n.7, p.26-29, Maio, 1998.

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.

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 território maranhense: ensino médio**, São Luís, 2022.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência Atual de Reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MENDONÇA, R. J.; CAMPOS, A. F.; JÓFILI, Z. M. S. O conceito de oxidação-redução nos livros didáticos de Química Orgânica do ensino médio. **Química Nova na Escola**, n. 20, p. 45-48, 2004.

MILARÉ, T. **Ligações iônica e covalente: relações entre as concepções dos estudantes e dos livros de Ciências**. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VI ENPEC), 2007, Florianópolis. Atas [...]. Florianópolis: 2007. Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p676.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2024.

MORTIMER, E. F.; MOL, G.; DUARTE, L. P. Regra do octeto e teoria da ligação química no ensino médio: dogma ou ciência. **Química Nova**, v. 17, n. 2, p. 243-252, 1994.

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

PAULING, L. **The Nature of the Chemical Bond and the Structure of Molecules and Crystals: An Introduction to Modern Structural Chemistry**, 3.^a ed., Cornell University Press, Nova Iorque, 1960

PEREIRA, J. G. N.; DE GOES SAMPAIO, C. A Experimentação no Ensino de Química Durante a Educação Básica no Brasil: Reflexões de uma Revisão da Literatura. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 8, n. 3, p. 319-337, 2022.

PORTO, P. A. História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: Em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de Química em Foco**, 2011, p. 159-180.

RODRIGUES, T. S. *et al.* Análise sobre as formas de apresentação do conhecimento químico: o conceito de ligações químicas em livros didáticos. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 4, p. 428-438, 2022.

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, G. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S. Os recursos visuais utilizados na abordagem dos modelos atômicos: uma análise nos livros didáticos de Química.

Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 13, n. 2, p. 159-182, 2013.

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.

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, 2021.

SOUZA, I. L.N.; AIRES, J. A. **Como é Abordada a Experimentação nos Livros Didáticos de Química selecionados pelo PNLD 2018?** In: XIX Encontro Nacional de Ensino de Química (XIX ENEQ) Rio Branco, AC, Brasil – 16 a 19 de julho de 2018. Disponível em: <Anais_XIX_Eneq_TC.pdf >. P. 1244-1255. Acesso em: 21 dez. 2024.

SUBRAMANIAN, N.; FILHO, A. V. M.; SALDANHA, T. 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 chemistry: A systematic literature review*. **Pegem Journal of Education and Instruction**, v. 14, n. 2, p. 238-252, 2024.

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

TARGINO, A. R. L.; BALDINATO, J. O. Abordagem histórica da lei periódica nas coleções do PNLD 2012. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 4, p. 324-333, 2016.

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. HH *et al.* *Learning to teach chemical bonding: a framework for preservice teacher educators*. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 24, n. 3, p. 896-913, 2023.

VIDAL, P. H. O.; PORTO, P. A. A História da Ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 2, p. 291-308, 2012.

ANEXO A – CONDIÇÕES PARA SUBMISSÃO

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

- A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista; caso contrário, deve-se justificar em "Comentários ao editor".
- O arquivo da submissão está em formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF.
- URLs para as referências foram informadas quando possível.
- O texto está em espaço simples; usa uma fonte de 12-pontos; emprega itálico em vez de sublinhado (exceto em endereços URL); as figuras e tabelas estão inseridas no texto, não no final do documento na forma de anexos.

Diretrizes para Autores

- O texto deve ser digitado em fonte Book Antiqua, tamanho 12, espaço 1,5, com as margens 2,5 cm superior; 2,5 cm inferior; 2,5 cm esquerda e 2,5 cm direita, respectivamente;
- Os nomes dos autores deverão ser colocados por extenso, abaixo do título, um ao lado do outro, seguido de números romanos subscritos, que serão repetidos no rodapé com a afiliação de cada autor (departamento, instituição, cidade, estado, país). Indicar o autor para correspondência com endereço completo e e-mail, obrigatoriamente;
- As seções que compõem os artigos (título, resumo, etc.) devem estar centralizadas, em negrito e em maiúscula;
- As páginas devem ser numeradas sequencialmente;
- O resumo deve conter no máximo 250 palavras, contendo informações precisas e sem referências. O abstract deve corresponder à tradução do resumo;
- Deve sumarizar os objetivos, material e métodos, resultados e conclusões;
- Palavras-chave e *Keywords* no máximo de 6, em ordem alfabética, em letras minúsculas e separadas por vírgula;
- Abreviaturas, símbolos e unidades devem ser escritos de acordo com as normas internacionais e na ausência destas, as normas nacionais correspondentes;
- Figuras (mapas, gráficos, fotografias, esquema, etc.) deverão ser numeradas em algarismo arábicos sequenciais. As figuras devem apresentar boa qualidade para manipulação digital, com resolução de no mínimo 300 dpi e estarem no formato JPG;
- Citações de autores no texto, quando os nomes dos autores fazem parte do texto menciona-se a data da publicação entre parênteses. Ex.: Autoria única: (MENDES, 2002) ou Mendes (2002) Dois autores: (MENDES e SANTOS, 2008) ou Mendes e Santos (2008) Mais de dois autores: (MENDES *et al.*, 2008) ou Santos *et al.* (2008) Mais de um trabalho citado: (MENDES, 2000; SILVA *et al.*, 2001; CARDOSO e SANTOS, 2008) ou Mendes, 2000; Silva *et al.*, 2001; Cardoso e Santos, 2008, em ordem cronológica ascendente.