

ENTRE SÍMBOLOS E SIGNIFICADOS: UMA REVISÃO DAS DIFICULDADES NO ENSINO E NA APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

BETWEEN SYMBOLS AND MEANINGS: A REVIEW OF THE DIFFICULTIES IN CHEMISTRY TEACHING AND LEARNING

ENTRE SÍMBOLOS Y SIGNIFICADOS: UNA REVISIÓN DE LAS DIFICULTADES EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA

Maria Eduarda C. de Souza Santos*  

Mário Marques de Sousa**  

Karla Katherine N. Calcanhoto***  

Marcel Thiago Damasceno Ribeiro****  

RESUMO

O ensino de Química, embora essencial para a compreensão da matéria e de fenômenos cotidianos, ainda é frequentemente percebido como complexo e pouco acessível pelos estudantes da Educação Básica. Esse cenário tem sido associado a baixos desempenhos escolares, rejeição à disciplina e aprendizagens sustentadas por memorização. Assim, este artigo objetiva identificar e discutir as principais dificuldades de ensino e aprendizagem em Química apontadas por pesquisas da área de Ensino de Química. Trata-se de pesquisa qualitativa, do tipo levantamento bibliográfico. O corpus foi constituído por produções acadêmicas que discutem obstáculos relacionados à aprendizagem conceitual, à transposição entre níveis de representação química, a limitações matemáticas, ao uso inadequado de analogias e a fragilidades na formação docente. Os resultados indicam que tais dificuldades se articulam ao caráter abstrato e multirrepresentacional da Química e, simultaneamente, a práticas pedagógicas descontextualizadas e transmissivas. Conclui-se que o enfrentamento desses desafios demanda

* Mestranda em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ/UFMT). Licenciada em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Endereço para correspondência: Rua Primavera, n. 199, Complemento: Lote Parque São João, Parque do Lago, Várzea Grande, Mato Grosso, Brasil, CEP 78112-006. E-mail: mariaeduardacosmo2@gmail.com

** Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA/UFC). Professor do Instituto Federal do Piauí (IFPI). Endereço para correspondência: Rua São Francisco, s/nº, Centro, Bocaina, Piauí, Brasil, CEP 64630-000. E-mail: mariomarques@ifpi.edu.br

*** Doutoranda em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE/UFMT). Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade (PPGECB/UFMT), da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Professora da rede estadual de educação de Mato Grosso (SEDUC-MT). Endereço para correspondência: Rua Salah Soleimam Ayoub, n. 300, Cachoeira das Garças, Bloco 16, Ap. 101, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, CEP 78050-815. E-mail: karlcalcanhoto1@gmail.com

**** Pós-doutor em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Doutor em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE), do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (REAMEC) e do Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ), todos da UFMT. Endereço para correspondência: Avenida Fernando Corrêa da Costa, s/nº, Instituto de Química (IQ), Bloco F, Departamento de Química, Bairro Boa Esperança, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, CEP 78060-900. E-mail: marcel.ribeiro@ufmt.br

estratégias didáticas que integrem níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico, favoreçam contextualização, interdisciplinaridade, mediação docente qualificada e alfabetização científica.

Palavras-chave: Dificuldades de aprendizagem. Ensino de Química. Formação docente. Representações químicas.

ABSTRACT

Chemistry education, although fundamental for understanding matter and everyday phenomena, is still frequently perceived as complex and inaccessible by students in Basic Education. This scenario has been linked to low academic performance, rejection of the subject, and learning centered on memorization. Therefore, this article aims to identify and discuss the main difficulties in teaching and learning Chemistry reported in research within the field of Chemistry Education. This is a qualitative bibliographic survey. The corpus consists of academic studies addressing conceptual learning obstacles, challenges in transitioning across levels of chemical representation, mathematical difficulties, inadequate use of analogies, and weaknesses in teacher education. The results indicate that these difficulties arise from the abstract and multi-representational nature of Chemistry and, simultaneously, from decontextualized and transmissive pedagogical practices. Overcoming these challenges requires strategies that integrate macroscopic, submicroscopic, and symbolic levels, foster contextualization, interdisciplinarity, qualified pedagogical mediation, and scientific literacy.

Keywords: Learning difficulties. Chemistry teaching. Teacher education. Chemical representations.

RESUMEN

La enseñanza de la Química, aunque esencial para comprender la materia y los fenómenos cotidianos, todavía es percibida con frecuencia como compleja y poco accesible por los estudiantes de la Educación Básica. Este escenario se ha asociado con bajo rendimiento académico, rechazo a la asignatura y aprendizajes basados en la memorización. Por ello, este artículo tiene como objetivo identificar y discutir las principales dificultades de enseñanza y aprendizaje en Química señaladas por investigaciones del área de Enseñanza de la Química. Se trata de una investigación cualitativa, caracterizada como levantamiento bibliográfico. El corpus fue constituido por producciones académicas que abordan obstáculos del aprendizaje conceptual, dificultades en el tránsito entre niveles de representación química, limitaciones matemáticas, uso inadecuado de analogías y fragilidades en la formación docente. Los resultados muestran que las dificultades se relacionan tanto con el carácter abstracto y multirrepresentacional de la Química como con prácticas pedagógicas descontextualizadas y transmisivas. Se concluye que superar dichos desafíos exige metodologías que integren niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico, además de favorecer la contextualización, la interdisciplinariedad, la mediación docente cualificada y la alfabetización científica.

Palabras clave: Dificultades de aprendizaje. Enseñanza de la Química. Formación docente. Representaciones químicas.

1 INTRODUÇÃO

A Química constitui um campo científico fundamental para a compreensão do mundo natural, explicando a composição, as propriedades e as transformações da matéria, além de sustentar avanços tecnológicos em diferentes áreas, como saúde, alimentação, energia, indústria e meio ambiente (Zucco, 2011). O ensino de Química, no âmbito escolar, faz parte da área de

Ciências da Natureza e é fundamental para que os indivíduos se tornem capazes de compreender fenômenos, fazer escolhas informadas e cultivar um pensamento crítico, conectando ciência, tecnologia e sociedade.

No entanto, mesmo com sua importância, a Química é vista pelos alunos como uma disciplina abstrata, “difícil” e distante da realidade, resultando em desmotivação e baixo desempenho. Elas estão, em grande medida, vinculadas à predominância de métodos transmissivos, focados na memorização de fórmulas e procedimentos, com escassa problematização conceitual e pouca contextualização dos conteúdos (Frison; Pino, 2011; Gomes; Costa, 2022). Com isso, o aluno acaba se tornando um mero receptor de informações, e a disciplina se transforma em uma coleção de símbolos e cálculos desconectados de qualquer significado.

Pesquisas no campo do Ensino de Química vêm demonstrando que dificuldades de aprendizagem se expressam de modo recorrente em diferentes níveis da escolarização e incidem de maneira especial em tópicos que exigem elevada abstração e domínio de linguagens específicas, como ligações químicas, estequiometria, soluções e equilíbrio químico. Por exemplo, Silva *et al.* (2012) descobriram que a maioria considerável dos estudantes pesquisados apontou dificuldades de aprendizagem em Química e manifestou aversão à disciplina, evidenciando uma forte correlação entre entraves conceituais e posturas negativas em relação ao componente curricular.

Ademais, as pesquisas apontam que as dificuldades de ensino e aprendizagem em Química configuram um fenômeno de múltiplas causas, interligando questões cognitivas e linguísticas, obstáculos na transposição entre níveis de representação química, fragilidades no domínio matemático e problemas de mediação didática, muitas vezes atrelados à formação inicial e continuada do professor (Carvalho; Batista; Ribeiro, 2007; Silva *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2013). A isso se junta a carência de infraestrutura escolar e a falta de recursos didáticos e laboratoriais, o que pode comprometer a experimentação e o ensino com investigação, aumentando a distância entre teoria e prática (Albano; Delou, 2024).

É, portanto, imprescindível que, frente a esse panorama, se sistematizem as evidências geradas no campo do Ensino de Química, ou seja, que se identifique quais dificuldades têm sido mais recorrentes e como têm sido discutidas na literatura especializada, para que se possam embasar práticas pedagógicas que sejam mais adequadas tanto às particularidades epistemológicas da Química quanto às condições concretas de escolarização.

Assim, este artigo tem como objetivo identificar e discutir as principais dificuldades de ensino e aprendizagem em Química apontadas em pesquisas da área de Ensino de Química, reunindo contribuições teóricas e achados de estudos acadêmicos que analisam obstáculos cognitivos, pedagógicos e estruturais. A questão norteadora do estudo é: Quais são as principais dificuldades de ensino e aprendizagem em Química apontadas pelas pesquisas da área de Ensino de Química divulgadas em eventos científicos e periódicos?

No plano metodológico, trata-se de um levantamento bibliográfico de natureza qualitativa, com organização do corpus por eixos temáticos, análise descritivo-interpretativa e síntese analítica das recorrências e convergências encontradas nos estudos analisados.

Dessa forma, o artigo está estruturado em seções que abordam: (i) o referencial teórico sobre dificuldades de aprendizagem e ensino em Química; (ii) a metodologia do levantamento bibliográfico; (iii) a análise e discussão dos resultados; e (iv) as considerações finais com contribuições e perspectivas futuras.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Dificuldades de aprendizagem em Química

As dificuldades relacionadas à aprendizagem em Química são amplamente discutidas na literatura por envolverem múltiplos fatores, como a complexidade conceitual dos conteúdos, a necessidade de operar com entidades e processos não observáveis, o uso de uma linguagem própria (simbólica e técnica), a articulação entre teoria e prática e o trânsito constante entre diferentes formas de representação (Carvalho; Batista; Ribeiro, 2007; Silva *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2013). Em síntese, aprender Química exige operar simultaneamente com dimensões fenomenológicas, microscópicas e simbólicas, além de habilidades de interpretação textual e matemática.

Do ponto de vista epistemológico e didático, a Química escolar demanda que o estudante compreenda fenômenos visíveis e, ao mesmo tempo, construa explicações baseadas em modelos teóricos de estrutura e interação entre partículas. Esse processo é especialmente desafiador porque, diferentemente de outras áreas do conhecimento, grande parte dos objetos de estudo da Química não está disponível à experiência sensível imediata, exigindo modelização, linguagem simbólica e raciocínio hipotético (Pozo; Crespo, 2009). Nessa perspectiva, quando o ensino privilegia apenas a memorização de definições e fórmulas, sem

promover significação e articulação entre níveis, intensificam-se barreiras cognitivas e concepções alternativas.

Nesse contexto, destaca-se o modelo de Johnstone (1993), que sistematiza o conhecimento químico em três níveis: (i) macroscópico, relativo aos fenômenos observáveis; (ii) submicroscópico, associado a modelos atômico-moleculares; e (iii) simbólico, relacionado à linguagem matemática, equações e representações formais. A dificuldade de aprendizagem ocorre, frequentemente, quando o estudante consegue reconhecer fenômenos macroscópicos, mas não consegue explicá-los adequadamente por meio de modelos submicroscópicos, nem representá-los simbolicamente de forma coerente. Tal dissociação pode produzir aprendizagens fragmentadas, o que repercute diretamente em dificuldades persistentes em conteúdos estruturantes.

Além disso, os obstáculos na aprendizagem química são agravados por limitações matemáticas, dificuldades de leitura e interpretação de enunciados, desconhecimento da função representacional da linguagem química e incompreensão do caráter modelar e não literal das representações (Santos *et al.*, 2013). Assim, torna-se fundamental reconhecer que tais dificuldades não podem ser atribuídas exclusivamente ao estudante, pois se articulam também ao modo como o conteúdo é ensinado, à qualidade da mediação docente e às condições institucionais de escolarização.

A seguir, detalham-se três eixos recorrentes nas pesquisas da área: dificuldades associadas aos níveis de representação química; uso inadequado de analogias e materiais didáticos; e interferência da matemática e do raciocínio quantitativo.

2.1.1 Dificuldades de aprendizagem frente aos níveis de representação química

Diversos autores apontam que a Química é percebida como “difícil” por se constituir em uma ciência de alto grau de abstração, envolvendo estruturas, partículas e processos que não se apresentam diretamente à experiência sensível dos estudantes. Nesse sentido, o desafio de aprender Química não se limita à aquisição de definições e classificações, mas envolve a construção de explicações e modelos interpretativos que articulem aspectos fenomenológicos e representacionais (Pozo; Crespo, 2009). Essa característica exige do estudante um esforço cognitivo mais complexo do que aquele mobilizado em aprendizagens predominantemente descritivas, pois pressupõe operar com entidades submicroscópicas que não são observáveis.

Johnstone (1993) sistematiza esse problema ao evidenciar que o conhecimento químico

demanda trânsito entre três níveis de representação, como já mencionado: o macroscópico, relacionado aos fenômenos observáveis; o submicroscópico, vinculado a modelos explicativos em termos de partículas; e o simbólico, associado à linguagem formal da Química (equações, fórmulas, estruturas e expressões matemáticas). A dificuldade emerge quando o estudante não consegue coordenar simultaneamente esses níveis, resultando em uma compreensão fragmentada: observa o fenômeno, mas não explica o processo; ou manipula símbolos, mas sem associá-los aos significados conceituais e aos fenômenos reais.

Essa problemática se intensifica quando o ensino privilegia o nível simbólico de modo isolado, reforçando exercícios algorítmicos e práticas de memorização. Muitos estudantes conseguem “resolver” questões por repetição de procedimentos, mas não desenvolvem compreensão conceitual dos processos químicos. Isso pode ser observado em conteúdos como estequiometria, reações de oxirredução e equilíbrio químico, que demandam coordenação entre evidências experimentais (macro), interações moleculares (submicro) e representações matemático-simbólicas (Johnstone, 1993; Pozo; Crespo, 2009).

Nessa perspectiva, o papel do professor é decisivo: a mediação pedagógica precisa construir pontes entre níveis, articulando experimentação, explicação, linguagem e simbolização. Quando o docente não promove essa integração, tende a produzir-se aprendizagem fragmentada, com compreensão superficial e baixa capacidade de aplicação e transferência do conhecimento (Santos *et al.*, 2013).

Esse debate articula-se diretamente com a dimensão formativa e profissional da docência em Ciências. Conforme destacado por Gonçalves (2000), ao problematizar a formação do professor:

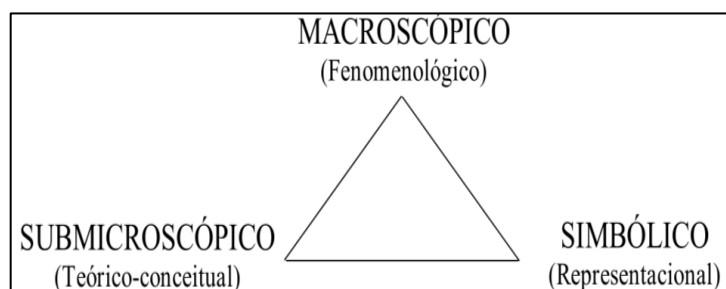
Sabe-se que o conteúdo de Ciências e/ou Matemática isoladamente não basta e que os conhecimentos pedagógicos “neutros” e dissociados dos conceitos de nada ou muito pouco ajudam na tarefa docente. Que conhecimentos, então, são fundamentais à prática profissional? Como desenvolvê-los durante a licenciatura? Que estratégias/attitudes de formação seriam necessárias, tanto por parte do formador, quanto do estudante universitário? Como os saberes da ação pedagógica podem ser construídos? (Gonçalves, 2000, p. 25, apud Ribeiro, 2025, p. 346).

Desse modo, evidencia-se que as dificuldades de aprendizagem em Química não se restringem ao estudante, mas também se relacionam ao tipo de mediação pedagógica disponível, à transposição didática e aos processos formativos que sustentam a prática docente.

Para ilustrar essa discussão e tornar mais visível a natureza do desafio cognitivo e didático envolvido no ensino de Química, apresenta-se, a seguir, a Figura 1, que sintetiza os

três níveis de representação do conhecimento químico, conforme proposto por Johnstone (1993), frequentemente mobilizados para explicar por que estudantes conseguem “ver” o fenômeno, mas não conseguem explicá-lo ou representá-lo simbolicamente de forma coerente.

Figura 1 - O triângulo de compreensão de Johnstone.



Fonte: Adaptado pelos autores (2025) do modelo de Johnstone (1993).

2.1.2 Uso inadequado de materiais didáticos e analogias

A contextualização tem sido apontada como condição essencial para promover aprendizagens significativas, pois aproxima os conteúdos escolares da realidade dos estudantes e amplia o sentido social do conhecimento científico (Silva; Marcondes, 2010). Nesse processo, materiais didáticos, recursos audiovisuais, modelos físicos, simulações digitais e atividades experimentais podem ampliar o engajamento e favorecer a compreensão conceitual, desde que empregados com rigor científico e intencionalidade pedagógica.

Entretanto, a literatura destaca que o uso inadequado desses recursos pode produzir distorções conceituais. Entre as estratégias mais frequentes no ensino de Química, destacam-se as analogias. Trata-se de um recurso potente para tornar inteligível aquilo que é abstrato, ao estabelecer relações entre um domínio familiar (análogo) e um domínio conceitual (alvo). Contudo, quando utilizadas de modo superficial, as analogias podem reforçar obstáculos epistemológicos e consolidar concepções alternativas, especialmente quando não se explicita o que pode ou não ser transferido do análogo para o alvo (Neta; Vila Nova, 2018; Teodoro; Rigue; Junior, 2023).

Além disso, muitos materiais didáticos presentes em livros escolares e apostilas apresentam simplificações excessivas, linguagem ambígua ou representações que não explicitam adequadamente a natureza modelar do conhecimento químico. Nessas situações, a representação pode ser interpretada como descrição literal do real, e não como construção teórica explicativa (Pozo; Crespo, 2009). Isso ocorre, por exemplo, quando modelos atômicos

são apresentados como “imagens do átomo” e não como representações históricas e epistemologicamente situadas.

O professor, portanto, precisa dominar tanto o conteúdo quanto o conhecimento pedagógico para selecionar recursos adequados ao nível de escolarização e aos objetivos de aprendizagem. Como destaca Libâneo (2002), a docência envolve organizar conteúdos, criar condições de estudo e incentivar os estudantes a se tornarem sujeitos ativos na construção do conhecimento. Desse modo, materiais e recursos não são elementos “decorativos”, mas mediações estruturantes do processo formativo.

Nesse sentido, estudos narrativos sobre docência e Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) reforçam que a qualidade do ensino em tópicos de alta densidade conceitual depende da capacidade docente de mobilizar estratégias de representação e mediação. Pesquisas baseadas em narrativas docentes evidenciam que o ensino de conteúdos como Equilíbrio Químico, por exemplo, exige do professor a articulação integrada de analogias, experimentos, exemplos e representações para transformar o conhecimento científico em experiência escolar significativa (Floriano; Ribeiro, 2025). Assim, o uso de analogias e materiais didáticos deve ser compreendido como prática pedagógica de alta complexidade, que requer planejamento, criticidade e validação conceitual, sob risco de fortalecer justamente as dificuldades que se busca superar.

2.1.3 Entre números e reações: o impacto da matemática na aprendizagem em Química

A Matemática constitui linguagem fundamental para a Química e atravessa diferentes domínios do conhecimento químico. Problemas quantitativos são centrais para a modelagem científica, possibilitando que relações entre grandezas sejam descritas e previstas. Contudo, no âmbito escolar, muitas vezes a Matemática aparece como barreira e fator de exclusão, sobretudo quando é tratada como requisito prévio “naturalizado” e não como linguagem que pode ser ensinada em articulação com o conceito químico (Santos *et al.*, 2013).

Quando se fala em dificuldades matemáticas, frequentemente se relacionam a conteúdos como estequiometria, soluções, propriedades coligativas e equilíbrio químico. Nesses tópicos, o aluno deve ser capaz de entender proporções, usar unidades, ler gráficos e lidar com equações. A falta dessas competências leva a uma aprendizagem em Química que se resume a fazer tarefas mecanicamente, o que compromete a compreensão dos conceitos e gera uma memorização dependente (Pozo; Crespo, 2009).

Um problema recorrente é a “algoritmização” do ensino: o estudante aprende a substituir valores em fórmulas sem compreender a lógica conceitual que dá sentido à operação. Por exemplo, consegue calcular concentração molar, mas não compreende o significado físico-químico da grandeza nem sua relação com partículas em solução. Nesses casos, o erro não é apenas matemático, mas conceitual e representacional, pois envolve desconexão entre símbolos, modelos e fenômenos (Johnstone, 1993).

Portanto, é responsabilidade do professor definir e conectar os campos matemático e científico, criando situações didáticas nas quais o aluno entenda não apenas “como calcular”, mas também “o que significa” o resultado no contexto do modelo químico. Outra possibilidade importante é a interdisciplinaridade entre Matemática e Ciências, envolvendo questões contextualizadas que priorizem a interpretação em vez do simples cálculo.

2.2 Dificuldades relacionadas ao ensino de Química

A literatura aponta que os entraves no ensino de Química não se devem apenas a limitações dos alunos, mas também a aspectos estruturais e formativos do sistema educacional: falhas na formação inicial e continuada, falta de recursos didáticos e laboratoriais, uma organização curricular focada no conteúdo e a continuidade de práticas pedagógicas expositivas e desconectadas da realidade (Silva; Bastos, 2012; Gatti, 2010; Ribeiro; Mesquista, 2024). Nesse sentido, as dificuldades não são unidimensionais, mas articulam dimensões curriculares, políticas e profissionais, exigindo análise integrada do cenário escolar.

Em muitos contextos, o ensino de Química é marcado por excesso de conteúdos, baixa carga horária e pressão por cumprimento de currículo, o que favorece abordagens superficiais e pouco investigativas. O resultado é um ensino centrado na exposição verbal e na resolução mecânica de exercícios, produzindo pouca significação e reduzida capacidade de aprendizagem conceitual. Tal cenário reforça a percepção da disciplina como abstrata e “sem sentido” para o estudante, aumentando desmotivação e rejeição (Gomes; Costa, 2022; Frison; Pino, 2011).

Outro aspecto recorrente é a limitação da infraestrutura escolar. Mesmo quando há laboratórios, sua utilização pode ser reduzida ou inexistente, seja por falta de materiais, falta de segurança, ausência de planejamento, sobrecarga docente ou limitações institucionais. Isso dificulta a articulação entre teoria e prática e compromete a construção de significados a partir de fenômenos observáveis, dimensão essencial para “ancorar” modelos submicroscópicos e representações simbólicas (Albano; Delou, 2024). Assim, dificuldades de ensino também se

relacionam às condições concretas de trabalho docente, à disponibilidade de recursos e ao modo como o currículo é operacionalizado no cotidiano escolar.

Além disso, a centralidade do livro didático e de materiais prescritivos pode fortalecer uma visão simplificada e descontextualizada da ciência, especialmente quando predominam exemplos pouco próximos do universo do estudante ou quando se desconsidera a dimensão histórica, social e modelar do conhecimento químico (Silva; Marcondes, 2010). Desse modo, compreender as dificuldades no ensino implica analisar escolhas didáticas, condições institucionais e fundamentos epistemológicos que sustentam a prática escolar.

2.2.1 A formação do professor de Química e as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem

A formação do professor de Química constitui uma dimensão decisiva para compreender por que determinadas dificuldades persistem no processo de ensino-aprendizagem. Ensinar Química não se resume ao domínio de conteúdos científicos, pois envolve competências didáticas para selecionar, organizar e representar o conhecimento de forma compreensível e significativa para os estudantes. Esse desafio torna-se ainda mais evidente diante de conteúdos abstratos e multirrepresentacionais, os quais exigem do professor capacidade de transposição didática, mediação pedagógica e conhecimento sobre concepções alternativas comuns na aprendizagem química (Maldaner, 2013; Gatti, 2010; Pesce; André, 2018; Ribeiro, 2019).

A literatura aponta que a formação inicial dos licenciandos em Química, em alguns casos, privilegia aspectos teóricos e disciplinares, mas apresenta lacunas quanto às experiências práticas de ensino, à didática específica da Química e ao desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK). Tal condição tende a repercutir diretamente no início da carreira docente, quando muitos professores enfrentam dificuldades de planejamento, de gestão pedagógica e de elaboração de estratégias adequadas para conteúdos complexos (Gatti, 2010).

Nesse sentido, Ribeiro (2025) evidencia, por meio de sua trajetória formativa e profissional, que o início da carreira pode ocorrer simultaneamente à própria formação inicial, implicando o desenvolvimento do trabalho docente por tentativas e erros, até que os saberes curriculares, disciplinares e pedagógicos se consolidem. Em suas palavras:

O início da minha carreira docente ocorreu simultaneamente à minha formação inicial [...]. Assim, iniciei minha trajetória profissional por meio de tentativas e erros, pois ainda não possuía a consolidação dos saberes disciplinares, curriculares e pedagógicos essenciais à docência, que poderiam fundamentar minha prática pedagógica. No

entanto, sempre fui muito dedicado e estudioso [...]. Mesmo sem ter conhecimento teórico sobre mediação didática, já me preocupava em transformar conhecimentos científicos em conhecimentos escolares (Ribeiro, 2025, p. 338).

O excerto é particularmente relevante porque evidencia que a dificuldade de ensinar Química está relacionada ao modo como o professor aprende a transformar conhecimentos científicos em conhecimentos escolares, isto é, como desenvolve transposição didática e mediação conceitual. E, especialmente em Química, tal transformação não pode ser reduzida à simplificação, mas sim à reconstrução tanto pedagógica quanto representacional, ou seja, à mediação do que é abstrato de modo a torná-lo inteligível, sem, no entanto, empobrecer o conceito (Johnstone, 1993; Pozo; Crespo, 2009).

Pesquisas que investigam saberes docentes e formação profissional ressaltam, por sua vez, que ensinar é um aprendizado constante, reflexivo e reorganizador da própria prática docente. A formação contínua se mostra como uma condição indispensável para o avanço da prática pedagógica, possibilitando que educadores reavaliem suas estratégias, ampliem seus conhecimentos e criem metodologias mais contextualizadas e investigativas (Pesce; André, 2018; Maldaner, 2013). Programas de formação, grupos de estudo e práticas colaborativas são apontados como espaços importantes para fortalecer o desenvolvimento profissional docente.

No campo do Ensino de Química, o desenvolvimento do PCK é particularmente central, pois diz respeito à integração entre conhecimento químico e conhecimento didático, incluindo o uso criterioso de analogias, experimentos e representações em função do conceito. Narrativas de estudo indicam que docentes constroem estratégias próprias para abordar conteúdos com alta densidade conceitual, como Equilíbrio Químico, entrelaçando explicações, analogias e mediações representacionais (Floriano; Ribeiro, 2025). Dessa maneira, a formação dos professores é um aspecto fundamental para lidar com os desafios que não dizem respeito apenas aos alunos, mas também ao próprio processo de ensino.

2.2.2 Abordagem descontextualizada da Química

A abordagem da Química sem relação com o contexto é citada na literatura como um dos maiores responsáveis por acentuar a percepção da disciplina como abstrata, complexa e distante da realidade do aluno, gerando desinteresse, aversão e dificuldades de aprendizagem que persistem ao longo do tempo. Em muitos contextos escolares, o ensino ainda se organiza com base em aulas expositivas centradas no professor, listas de exercícios e ênfase excessiva

em símbolos, nomenclaturas e fórmulas, com pouca problematização conceitual e quase nenhuma articulação com situações reais vividas pelos estudantes (Frison; Pino, 2011; Gomes; Costa, 2022).

Esse tipo de ensino reforça uma visão de Química como um corpo de conhecimentos prontos e “decoráveis”, e não como ciência explicativa, investigativa e socialmente situada. Como apontam Pozo e Crespo (2009), quando o estudante é levado apenas a memorizar definições e aplicar algoritmos, sem compreender o significado conceitual e o papel modelar das representações, a aprendizagem tende a tornar-se superficial, fragmentada e de curta duração.

A contextualização, por sua vez, vem sendo apontada como possibilidade metodológica relevante para romper com esse cenário, pois aproxima os conceitos químicos de fenômenos cotidianos e problemas socialmente relevantes. Silva e Marcondes (2010) destacam que trabalhar conteúdos químicos a partir do cotidiano favorece o engajamento discente e a atribuição de sentido ao conhecimento científico, produzindo maior motivação e aprendizagens mais significativas.

Entretanto, é necessário esclarecer que contextualizar não significa apenas ilustrar conceitos com exemplos superficiais. Trata-se de construir conexões consistentes entre o conteúdo escolar e situações concretas, promovendo problematização, investigação e reflexão crítica. Nessa direção, documentos curriculares e políticas educacionais ressaltam a necessidade de desenvolver competências científicas, pensamento crítico e alfabetização científica, o que pressupõe práticas pedagógicas que superem o ensino centrado unicamente na reprodução de conteúdos (Brasil, 2002; Brasil, 2018).

Apesar disso, a permanência do ensino descontextualizado pode decorrer de fatores estruturais e institucionais. A literatura aponta que o professor muitas vezes enfrenta sobrecarga de turmas, excesso de conteúdos, reduzida carga horária, falta de recursos e ausência de condições materiais mínimas para implementar metodologias investigativas (Gatti, 2010; Silva; Bastos, 2012). Assim, a descontextualização não pode ser atribuída exclusivamente ao professor, pois também é produto das condições objetivas do trabalho docente e da organização escolar.

Outro aspecto relevante é a pouca articulação entre teoria e prática. A ausência (ou baixa frequência) de experimentação favorece a desconexão entre fenômenos observáveis e explicações conceituais, dificultando a compreensão do estudante e limitando o desenvolvimento do raciocínio científico. Albano e Delou (2024) ressaltam que a

experimentação tem potencial para fortalecer a aprendizagem quando associada à problematização e à construção de significados; entretanto, limitações de infraestrutura e materiais didáticos acabam inviabilizando sua realização em muitas escolas.

Nesse cenário, superar a abordagem descontextualizada demanda investimentos em formação continuada, infraestrutura escolar e revisão curricular, além de reorientação metodológica para práticas investigativas, problematizadoras e interdisciplinares. Isso implica compreender a Química como ciência viva e socialmente situada, conectada a temas como energia, alimentação, saúde, ambiente e tecnologia, fortalecendo a alfabetização científica e a capacidade do estudante de interpretar criticamente a realidade.

3 METODOLOGIA

Do ponto de vista metodológico, este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa, uma vez que busca compreender e interpretar significados e evidências construídas no campo educacional, por meio da análise e sistematização de produções acadêmicas sobre dificuldades no ensino e na aprendizagem em Química. A pesquisa qualitativa, segundo Creswell (2014), é apropriada quando o investigador pretende interpretar fenômenos sociais e educacionais em profundidade, analisando sentidos, padrões e construções teóricas presentes em textos, discursos e práticas.

Neste trabalho, adotou-se o levantamento bibliográfico como estratégia principal, por permitir mapear a produção científica existente sobre um tema e organizar sínteses interpretativas capazes de evidenciar convergências, recorrências e lacunas investigativas. Desse modo, a revisão bibliográfica não foi compreendida como etapa meramente instrumental, mas como procedimento analítico e formativo, capaz de reunir evidências dispersas e produzir sistematização crítica sobre o problema investigado (Albano; Delou, 2024; Gomes; Costa, 2022).

3.1 Procedimentos de construção do corpus (como se chegou à revisão bibliográfica)

A construção do corpus seguiu um conjunto de etapas articuladas, descritas a seguir:

(i) Delimitação temática e definição do objetivo analítico.

Inicialmente, delimitou-se como foco principal as dificuldades no ensino e na aprendizagem em Química, especialmente em temas como: (a) níveis de representação química; (b) uso de analogias e materiais didáticos; (c) dificuldades matemáticas; e (d) formação docente e práticas pedagógicas.

(ii) Seleção de fontes e estratégias de busca.

Realizou-se levantamento de produções científicas vinculadas ao campo do Ensino de Ciências/Química, priorizando artigos acadêmicos, revisões sistemáticas, textos teóricos e estudos empíricos que abordassem explicitamente dificuldades de ensino e/ou aprendizagem em Química.

(iii) Critérios de inclusão e exclusão.

Foram incluídas produções que:

- a) discutissem dificuldades conceituais e pedagógicas no ensino de Química;
- b) apresentassem resultados, sínteses ou reflexões relevantes sobre o tema;
- c) fossem coerentes com o objetivo do estudo e contribuíssem para análise interpretativa.

Foram excluídos textos com abordagem genérica sem aprofundamento temático, bem como produções que não se relacionassem diretamente ao foco do trabalho.

(iv) Leitura exploratória e analítica.

Após a seleção inicial, foi realizada leitura exploratória para reconhecimento da pertinência e delimitação final do corpus. Em seguida, procedeu-se à leitura analítica, buscando identificar: (a) quais dificuldades eram mencionadas; (b) como eram explicadas; (c) quais fundamentos teóricos eram mobilizados; (d) quais implicações pedagógicas eram sugeridas.

(v) Organização do corpus por eixos temáticos e análise interpretativa.

Os estudos foram organizados em eixos temáticos, de modo a permitir síntese interpretativa: dificuldades representacionais e conceituais; analogias e materiais; matemática; e dificuldades associadas ao ensino/formação docente. A análise ocorreu por categorização temática, privilegiando convergências e recorrências entre os estudos analisados.

Por se tratar de pesquisa bibliográfica, com materiais disponíveis publicamente, não se aplica submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

Os resultados do levantamento bibliográfico indicam que as dificuldades de ensino e aprendizagem em Química não podem ser compreendidas como um fenômeno único ou homogêneo. Ao contrário, os estudos analisados evidenciam um conjunto articulado de fatores que envolvem dimensões conceituais, representacionais, linguísticas, matemáticas e pedagógicas, além de elementos estruturais do contexto escolar. A revisão possibilitou organizar os achados em dois blocos principais e interdependentes: (i) dificuldades centradas na aprendizagem conceitual e no trânsito entre representações químicas; e (ii) dificuldades relacionadas à mediação pedagógica, formação docente e práticas de ensino.

4.1 Dificuldades centradas na aprendizagem conceitual e representacional

No primeiro bloco, destaca-se a complexidade epistemológica e cognitiva inerente ao conhecimento químico. Conforme sistematizado por Johnstone (1993), compreender a Química exige o trânsito permanente entre o nível macroscópico (fenômenos observáveis), o nível submicroscópico (modelos de partículas) e o nível simbólico (equações e linguagem formal). Os estudos analisados convergem na constatação de que muitos estudantes apresentam dificuldades em integrar esses três níveis, construindo explicações incompletas ou fragmentadas. Com frequência, observa-se que o estudante descreve o fenômeno macroscópico, mas não consegue representá-lo, tampouco explicá-lo em termos submicroscópicos (Pozo; Crespo, 2009).

Essa fragmentação favorece um padrão de aprendizagem baseado em memorização de símbolos e procedimentos, sem compreensão conceitual. Como consequência, conteúdos

estruturantes tornam-se fontes persistentes de erro e incompreensão, como estequiometria, reações químicas, ligações químicas e equilíbrio químico. A literatura indica que essas dificuldades são agravadas quando o ensino prioriza apenas a aplicação mecânica de fórmulas, sem exploração de significados conceituais nem mediação entre representação e fenômeno (Santos *et al.*, 2013; Gomes; Costa, 2022).

Outro aspecto recorrente nos estudos refere-se às dificuldades de linguagem no ensino de Química. A disciplina utiliza um vocabulário específico, símbolos e convenções científicas que exigem alfabetização científica e domínio progressivo de uma linguagem formal. Quando tais recursos são apresentados sem esclarecimento ou mediação, os estudantes tendem a reduzir o conhecimento químico a um código indecifrável, intensificando a percepção de “dificuldade” e afastamento (Silva *et al.*, 2012).

Além disso, os estudos destacam que muitos conteúdos químicos demandam abstração e raciocínio teórico, o que implica compreender que os modelos não são “a realidade”, mas representações científicas construídas historicamente. Quando o estudante interpreta representações como “imagens reais” e não como modelos explicativos, podem surgir concepções alternativas e erros conceituais recorrentes (Pozo; Crespo, 2009).

4.2 Dificuldades relacionadas à matemática e ao raciocínio quantitativo

Ainda no primeiro bloco, os resultados evidenciam que limitações matemáticas exercem impacto relevante na aprendizagem de Química. Vários estudos apontam que estudantes enfrentam dificuldades em interpretar grandezas, proporções, unidades e relações quantitativas necessárias para compreender conteúdos como soluções, estequiometria e equilíbrio químico. Bizelli (2003) ressalta que a Matemática, quando não articulada conceitualmente com a Química, converte-se em barreira, pois o estudante tende a aplicar algoritmos sem significação científica.

Esse problema se expressa em padrões comuns: estudantes conseguem reproduzir fórmulas, mas não compreendem o significado do resultado; substituem valores mecanicamente, sem interpretar o fenômeno químico envolvido. Pozo e Crespo (2009) apontam que esse tipo de aprendizagem algorítmica compromete a construção de explicações e limita a capacidade de transferência do conhecimento para novas situações.

A revisão evidencia, portanto, que a matemática no ensino de Química deve ser compreendida como linguagem científica e não como conteúdo externo. Isso implica a

necessidade de abordagens interdisciplinares e estratégias didáticas que privilegiem interpretação, modelagem e compreensão do significado químico das relações quantitativas.

4.3 Dificuldades relacionadas ao uso de analogias e materiais didáticos

Outro achado relevante do levantamento bibliográfico refere-se ao papel dos materiais didáticos e, especialmente, ao uso de analogias como estratégia recorrente no ensino de Química. A literatura reconhece que analogias podem favorecer a aproximação entre conteúdos abstratos e os referenciais cotidianos dos estudantes, contribuindo para tornar inteligíveis entidades e processos que não são diretamente observáveis. Esse potencial se torna ainda mais significativo considerando a complexidade epistemológica do conhecimento químico, que envolve o trânsito entre fenômenos macroscópicos, modelos submicroscópicos e linguagem simbólica (Johnstone, 1993; Pozo; Crespo, 2009).

Entretanto, os estudos analisados também mostram que o uso de analogias constitui um recurso epistemologicamente sensível: quando conduzido de forma improvisada, pode reforçar obstáculos ao invés de superá-los. Guimarães e Ribeiro (2025) destacam que o emprego de analogias, embora potente, frequentemente ocorre de modo pouco sistematizado na prática docente, visto que “a maioria dos professores as utiliza sem planejamento, de forma espontânea e intuitiva” (Guimarães; Ribeiro, 2025, p. 104).

Essa condição é especialmente crítica no Ensino de Química porque o estudante, ao interpretar a analogia como se fosse uma explicação literal do conceito-alvo, pode realizar transferências indevidas entre o domínio análogo e o domínio científico, produzindo interpretações equivocadas. Assim, embora a analogia seja frequentemente utilizada para “facilitar” a aprendizagem, seu uso inadequado pode gerar confusões conceituais e contribuir para a manutenção de concepções alternativas (Neta; Vilanova, 2018). Desse modo, o problema não reside no recurso em si, mas na ausência de delimitação explícita dos limites da comparação e na falta de mediação docente que oriente o estudante a compreender que analogias operam como pontes explicativas, e não como equivalências absolutas.

Nessa perspectiva, a revisão evidencia que o uso qualificado de analogias requer conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), uma vez que implica selecionar exemplos compatíveis com os objetivos conceituais, prever dificuldades e orientar a reconstrução de significados. Isso se articula, ainda, ao papel dos materiais didáticos e representações utilizadas no ensino (livros, diagramas, simulações e modelos), os quais podem favorecer aprendizagem

significativa quando empregados em sequências didáticas estruturadas, com contextualização e articulação entre níveis representacionais (Silva; Marcondes, 2010; Pozo; Crespo, 2009).

Portanto, os resultados indicam que as dificuldades relacionadas a analogias e materiais didáticos não decorrem apenas da disponibilidade de recursos, mas do modo como esses recursos são mobilizados no ensino. Quando analogias são utilizadas sem planejamento, o efeito pode ser inverso ao esperado: em vez de facilitar, tornam-se obstáculos adicionais à aprendizagem, especialmente em conteúdos de alta abstração. Por essa razão, enfatiza-se a necessidade de formação docente inicial e continuada voltada à seleção, uso e avaliação pedagógica de analogias e representações no ensino de Química, a fim de fortalecer a mediação didática e promover a compreensão conceitual dos estudantes (Guimarães; Ribeiro, 2025).

4.4 Dificuldades relacionadas ao ensino: práticas transmissivas, descontextualização e formação docente

No segundo bloco, os resultados evidenciam que muitas dificuldades atribuídas aos estudantes são, na realidade, consequência de fragilidades do processo de ensino. A permanência de práticas tradicionais e transmissivas, centradas na exposição verbal e na resolução mecânica de exercícios, reforça memorização e reduz o potencial de aprendizagem significativa (Frison; Pino, 2011; Gomes; Costa, 2022).

Apesar disso, a permanência do ensino descontextualizado pode decorrer de fatores estruturais e institucionais. A literatura aponta que o professor enfrenta sobrecarga de turmas, excesso de conteúdos, reduzida carga horária, falta de recursos e ausência de condições materiais mínimas para implementar metodologias investigativas (Gatti, 2010; Albano; Delou, 2024). Assim, a descontextualização não pode ser atribuída exclusivamente ao professor, pois também se constitui como efeito das condições objetivas do trabalho docente e da organização escolar. Ademais, esse quadro é agravado quando a formação continuada não se efetiva como processo institucionalizado e sistemático, limitando a reflexão crítica e o aprimoramento das práticas pedagógicas, o que contribui para a reprodução de abordagens tradicionais no ensino (Silva; Bastos, 2012).

Os resultados também demonstram que a formação docente constitui variável central. Maldaner (2013) destaca que o professor de Química precisa integrar saberes científicos e pedagógicos, desenvolvendo PCK para mediar conceitos abstratos. Ribeiro (2025), ao relatar sua trajetória profissional, mostra que o início da carreira é frequentemente marcado por

tentativas e erros, em meio à ausência de consolidação de saberes disciplinares e didáticos. Esse elemento reforça que dificuldades no ensino não se resolvem apenas com “domínio de conteúdo”, mas demandam formação didática consistente, reflexão crítica e experiências formativas articuladas à prática.

A literatura, portanto, converge na conclusão de que as dificuldades no ensino e aprendizagem em Química devem ser compreendidas como resultado de múltiplos fatores interdependentes: cognitivamente complexos, linguisticamente densos, matematicamente desafiadores e pedagogicamente situados.

5 CONSIDERAÇÕES

O presente estudo evidenciou que as dificuldades de ensino e aprendizagem em Química constituem um fenômeno multifatorial e estrutural, atravessado por dimensões conceituais, representacionais, linguísticas, matemáticas e pedagógicas. Desse modo, os resultados da revisão bibliográfica permitem afirmar que tais dificuldades não se explicam apenas por “falta de interesse” dos estudantes ou por suposta “complexidade natural” da disciplina, mas pela articulação entre epistemologia do conhecimento químico e condições de mediação pedagógica no contexto escolar (Pozo; Crespo, 2009; Johnstone, 1993; Gomes; Costa, 2022).

No que se refere às dificuldades de aprendizagem, destaca-se como eixo central a complexidade do trânsito entre níveis de representação química (Johnstone, 1993). A não integração entre macroscópico, submicroscópico e simbólico produz aprendizagem fragmentada e contribui para consolidação de concepções alternativas, sobretudo quando a escolarização enfatiza o simbolismo químico de forma mecânica. Assim, os resultados reforçam que ensinar Química exige metodologias que articulem observação, modelização e linguagem simbólica, favorecendo compreensão progressiva do fenômeno e de seus modelos explicativos.

Outro ponto significativo é o impacto que as limitações matemáticas exercem. A literatura revisada sugere que dificuldades de natureza quantitativa comprometem temas centrais, como estequiometria e soluções, especialmente quando o ensino se limita à simples aplicação de fórmulas, sem uma interpretação conceitual. Isso torna evidente a necessidade de reforçar a interdisciplinaridade com a Matemática, dando prioridade a estratégias que aprimorem a interpretação de grandezas e o raciocínio proporcional (Bizelli, 2003).

Em relação à utilização de analogias e materiais didáticos, os resultados indicam que esses recursos são capazes de favorecer uma aprendizagem significativa quando são utilizados

de forma intencional, crítica e com uma clara definição dos conceitos. No entanto, quando empregados sem um planejamento adequado e a definição de limites, podem agravar obstáculos epistemológicos e distorções conceituais. Assim, é indispensável que a formação docente enfatize o desenvolvimento do PCK, pois este permite selecionar analogias adequadas, organizar representações e conduzir mediações coerentes com os objetivos de aprendizagem (Ribeiro, 2016; Neta; Vila Nova, 2018; Teodoro; Rigue; Junior, 2023).

Com relação à educação, destacam-se as questões decorrentes de métodos transmissivos e descontextualizados, que favorecem a memorização em detrimento do envolvimento dos alunos. A contextualização se apresenta como uma alternativa metodológica viável, mas sua aplicação depende de políticas curriculares, infraestrutura e do tempo disponível para o ensino.

A revisão indica que a permanência de abordagens tradicionais é resultado também de condições objetivas: excesso de conteúdos, baixa carga horária, turmas numerosas, carência de recursos e fragilidades da infraestrutura escolar (Gatti, 2010; Albano; Delou, 2024). Somado a isso, as limitações nos processos de formação continuada impedem que as práticas pedagógicas sejam atualizadas e que as mediações didáticas se tornem mais contextualizadas e eficazes (Silva; Bastos, 2012). Portanto, assumir os desafios do ensino de Química implica reconhecer que as transformações exigem esforços que ultrapassam a prática pedagógica, tanto em sala de aula quanto no âmbito institucional.

Nesse sentido, a formação inicial e continuada do professor é fundamental. Ensinar Química é mais do que saber a ciência: é mediação pedagógica, articulação de representações e contextos. Esses saberes docentes, conforme destaca Ribeiro (2025), vão sendo constituídos aos poucos e com muitos desafios no início de carreira, o que reforça a necessidade urgente de políticas formativas e comunidades profissionais de aprendizagem.

Diante disso, conclui-se que superar as dificuldades no ensino e aprendizagem de Química demanda: (a) práticas que integrem os níveis de representação química, articulando experimentação, modelização e simbolização; (b) metodologias contextualizadas, investigativas e problematizadoras; (c) interdisciplinaridade com Matemática, com foco em interpretação e modelagem; (d) produção e uso crítico de materiais didáticos e analogias; (e) fortalecimento da formação docente e da infraestrutura escolar.

Como perspectiva para estudos futuros, sugere-se ampliar o levantamento com foco em dificuldades específicas de conteúdos estruturantes (como soluções, equilíbrio químico e eletroquímica), além de aprofundar investigações sobre impactos das políticas curriculares contemporâneas e das condições institucionais de ensino. Recomenda-se também o

desenvolvimento de pesquisas interventivas e de sequências didáticas baseadas em evidências, capazes de propor alternativas concretas e avaliáveis para minimizar obstáculos identificados.

REFERÊNCIAS

ALBANO, W. M.; DELOU, C. M. C. Principais dificuldades descritas na aprendizagem de química para o Ensino Médio: revisão sistemática. **Debates em Educação**, [S. l.], v. 16, n. 38, p. 1-23, 2024. DOI: <https://doi.org/10.28998/2175-6600.2024v16n38pe16890>.

BIZELLI, M. H. S. S. **A matemática na formação do químico contemporâneo**. 2003. 209 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/fb27967a-c530-4979-a5ce-9817a29650c2>. Acesso em: 18 ago. 2025.

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

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2018.

CARVALHO, H. W. P.; BATISTA, A. L.; RIBEIRO, C. M. Ensino e aprendizagem de química: dificuldades e perspectivas. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 2, p. 34-47, 2007. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID45/v2_n3_a2007.pdf. Acesso em: 23 jun. 2025.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens**. Tradução: Sandra Mallmann da Rosa; revisão técnica: Dirceu da Silva. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

FLORIANO, L. S.; RIBEIRO, M. T. D. Narrativas docentes sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) em aulas de equilíbrio químico. **Areté – Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, v. 24, n. 38, e25013, jan./dez. 2025. DOI: <https://doi.org/10.59666/Arete.1984-7505.v24.n38.4326>.

FRISON, M. D.; PINO, J. C. D. Química: Um Conhecimento Científico para a Formação do Cidadão. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2011. Disponível em: <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/recm/article/view/1585>. Acesso em: 10 set. 2025.

GATTI, B. A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. **Educação & Sociedade**, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/R5VNX8SpKjNmKPxxp4QMt9M/?lang=pt>. Acesso em: 21 out. 2025.

GOMES, P. H. S.; COSTA, F. E. M. Dificuldades no Ensino Aprendizagem de Química: Estudo de Caso no 2º Ano do Ensino Médio. **Conexões – Ciência e Tecnologia**, v. 16, p. 01-09, 2022. Disponível em: <https://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/download/2163/1603/8561>. Acesso

em: 7 out. 2025.

GUIMARÃES, R. A. P.; RIBEIRO, M. T. D. Analogias como recurso didático no ensino de Química: concepções de professores e desafios para a prática pedagógica. In: SILVA, Adelmo Carvalho da; MELLO, Irene Cristina de (org.). **Educação em Ciências e Educação Matemática: múltiplas lentes da pesquisa**. 1. ed. Curitiba: CRV, 2025. v. 1, p. 103-123. DOI: <https://doi.org/10.24824/978652518448.7>.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: a changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/ed070p701>. Acesso em: 3 jul. 2025.

LIBÂNEO, J. C. **Didática: velhos e novos tempos**. Goiânia: Edição do Autor, 2002.

MALDANER, O. A. **Formação inicial e continuada de professores de química: professor pesquisador**. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2013.

NETA, I. M. C. S. S.; VILANOVA, J. F. Analogias no ensino de química: concepções e práticas assumidas pelos professores de escolas públicas de uma cidade do estado do Piauí. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 5., 2018. Anais [...]. Campina Grande: **Realize Editora**, 2018. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/46340>. Acesso em: 20 out. 2025.

PESCE, M. K.; ANDRÉ, M. E. D. A. Formação do professor pesquisador na perspectiva do professor formador. **Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, Belo Horizonte, v. 4, n. 7, p. 39-50, 2018. Disponível em: <https://www.revformacaodocente.com.br/index.php/rbpf/article/view/62>. Acesso em: 25 out. 2025.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RIBEIRO, M. T. D. **Saberes científicos e pedagógicos de conteúdo expressos por professores egressos do Programa de Bolsa de Iniciação à Docência em Química da UFMT**. 2016. 162 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Universidade Federal do Pará, Universidade do Estado do Amazonas, Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Cuiabá, 2016. Disponível em: <https://www1.ufmt.br/ufmt/unidade/userfiles/publicacoes/c3b8e3c09269ed7b2a534c6c8c160faa.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

RIBEIRO, M. T. D. A formação inicial e iniciação à docência em Química na UFMT: Histórias E Experiências. **Revista Prática Docente**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 275–301, 2019. DOI: <https://doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2019.v4.n1.p275-301.id435>. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/562>. Acesso em: 11 ago. 2025.

RIBEIRO, M. T. D.; MESQUITA, N. A. S. Paradigmas de formação docente em cursos de licenciatura em química no estado de Mato Grosso. **Debates em Educação**, [S. l.], v. 16, n.

38, p. e16029, 2024. DOI: 10.28998/2175-6600.2024v16n38pe16029. Disponível em: <https://ufal.emnuvens.com.br/debateseducacao/article/view/16029>. Acesso em: 22 mai. 2025.

RIBEIRO, M. T. D. Pesquisa em Formação de Professores: trajetória de um professor egresso do PPGE/UFMT. **Revista de Educação Pública**, v. 34, p. 334-354, 2025. DOI: <https://doi.org/10.29286/e80e6f59>.

SANTOS, A. O. *et al.* Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, [S. l.], v. 9, n. 7(b), p. 1-6, 2013. Disponível em: <https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/1517>. Acesso em: 24 out. 2025.

SILVA, A. E. L. *et al.* Reflexões sobre as dificuldades de aprendizagem no ensino de Química. In: **CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO – CONNEPI**, 7., 2012. Palmas. **Anais [...]**. Palmas: Instituto Federal do Tocantins, 2012. p. 1-8. Disponível em: <https://id.iftto.edu.br/index.php/connepi/vii/paper/view/2746>. Acesso em: 24 out. 2025.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 101-118, jan. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172010120107>.

SILVA, V. F.; BASTOS, F. Formação de professores de ciências: reflexões sobre a formação continuada. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 2, p. 150-188, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37718>. Acesso em: 27 out. 2025.

TEODORO, P. V.; RIGUE, F. M.; TEIXEIRA JÚNIOR, J. G. Recursos didáticos no ensino de química: concepções na formação inicial de professores/as. **Revista Insignare Scientia – RIS**, Brasil, v. 6, n. 6, p. 570-587, 2023. DOI: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2023v6n6.13626>.

ZUCCO, C. Química para um mundo melhor. **Química Nova**, v. 34, n. 5, p. 733, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/5RhfpdSdN4TM6FRtsRZ7vRn/>. Acesso em: 20 nov. 2025.

APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio concedido por bolsa, para a realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio à pesquisa, por meio da Bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida ao último autor.

FINANCIAMENTO

Não houve financiamento.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Maria Eduarda C. de S. Santos; Mário M. de Sousa; Karla Katherine N. Calcanhoto; Marcel Thiago D. Ribeiro.

Introdução: Maria Eduarda C. de S. Santos; Mário M. de Sousa; Karla Katherine N. Calcanhoto; Marcel Thiago D. Ribeiro.

Referencial teórico: Maria Eduarda C. de S. Santos; Mário M. de Sousa; Karla Katherine N. Calcanhoto; Marcel Thiago D. Ribeiro.

Análise de dados: Maria Eduarda C. de S. Santos; Mário M. de Sousa; Karla Katherine N. Calcanhoto; Marcel Thiago D. Ribeiro.

Discussão dos resultados: Maria Eduarda C. de S. Santos; Mário M. de Sousa; Karla Katherine N. Calcanhoto; Marcel Thiago D. Ribeiro.

Conclusão e considerações finais: Maria Eduarda C. de S. Santos; Mário M. de Sousa; Karla Katherine N. Calcanhoto; Marcel Thiago D. Ribeiro.

Referências: Maria Eduarda C. de S. Santos; Mário M. de Sousa; Karla Katherine N. Calcanhoto; Marcel Thiago D. Ribeiro.

Revisão do manuscrito: Marcel Thiago D. Ribeiro.

Aprovação da versão final publicada: Marcel Thiago D. Ribeiro.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmica, política e financeira referente a este manuscrito.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Dados informados no próprio texto.

PREPRINT

Não publicado.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

COMO CITAR - ABNT

SANTOS, Maria Eduarda Cosmo de Souza; SOUSA, Mário Marques de; CALCANHOTO, Karla Katherine N.; RIBEIRO, Marcel Thiago Damasceno. Entre Símbolos e Significados: uma revisão das dificuldades no ensino e na aprendizagem de Química. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, v. 14, e23004, jan./dez. 2026. <https://doi.org/10.26571/reamec.v14.20894>

COMO CITAR - APA

Santos, M. E. C. de S., Sousa, M. M. de, Calcanhoto, K. K. N., & Ribeiro, M. T. D. (2026). Entre símbolos e significados: Uma revisão das dificuldades no ensino e na aprendizagem de Química. *REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 14, e23004. <https://doi.org/10.26571/reamec.v14.20894>

DIREITOS AUTORAIS

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

POLÍTICA DE RETRATAÇÃO - CROSSMARK/CROSSREF

Os autores e os editores assumem a responsabilidade e o compromisso com os termos da Política de Retratação da Revista REAMEC. Esta política é registrada na Crossref com o DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.retratacao>



OPEN ACCESS

Este manuscrito é de acesso aberto ([Open Access](#)) e sem cobrança de taxas de submissão ou processamento de artigos dos autores (*Article Processing Charges – APCs*). O acesso aberto é um amplo movimento internacional que busca conceder acesso online gratuito e aberto a informações acadêmicas, como publicações e dados. Uma publicação é definida como 'acesso aberto' quando não existem barreiras financeiras, legais ou técnicas para acessá-la - ou seja, quando qualquer pessoa pode ler, baixar, copiar, distribuir, imprimir, pesquisar ou usá-la na educação ou de qualquer outra forma dentro dos acordos legais.



LICENÇA DE USO

Licenciado sob a Licença Creative Commons [Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](#). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



VERIFICAÇÃO DE SIMILARIDADE

Este manuscrito foi submetido a uma verificação de similaridade utilizando o *software* de detecção de texto [iThenticate](#) da Turnitin, através do serviço [Similarity Check](#) da [Crossref](#).



PUBLISHER

Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Publicação no [Portal de Periódicos UFMT](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.



EDITOR

Dailson Evangelista Costa  

AVALIADORES

Dois pareceristas *ad hoc* avaliaram este manuscrito e não autorizaram a divulgação dos seus nomes.

HISTÓRICO

Submetido: 10 de novembro de 2025.

Aprovado: 12 de janeiro de 2026.

Publicado: 25 de fevereiro de 2026.