

<https://doi.org/10.56117/resbenq.2026.v7.e072609>

Engenharia de *Prompt* e o uso crítico de Inteligência Artificial no Ensino de Química: uma revisão narrativa da literatura

*Prompt Engineering and the critical use of Artificial Intelligence in Chemistry
Education: a narrative literature review*

*Ingeniería de Prompts y el uso crítico de la Inteligencia Artificial en la
Enseñanza de la Química: una revisión narrativa de la literatura*

Guilherme Gonçalves Costa (guilherme.g.costa@hotmail.com)
Instituto de Química (IQ) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
<https://orcid.org/0000-0002-8530-6847>

Felippe Cristiano Belluci (felippe.cristiano@gmail.com)
Instituto de Química (IQ) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
<https://orcid.org/0009-0009-7038-8614>

Gildo Giroto Júnior (ggirotto@unicamp.br)
Instituto de Química (IQ) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
<https://orcid.org/0000-0001-9933-100X>

Resumo

A rápida disseminação das Inteligências Artificiais Generativas (IAG) em contextos educacionais tem suscitado expectativas e tensões, mas ainda há pouca sistematização sobre como orientar essa interação por meio de estratégias de Engenharia de *Prompt* (EP). Assim, este artigo objetivou identificar e analisar, por meio de uma Revisão Narrativa da Literatura (RNL), as principais concepções, abordagens e/ou estratégias de EP associadas ao uso das IAG no Ensino de Química, discutindo seus fundamentos, potencialidades e limites. Para isso, realizamos buscas em quatro bases (*Web of Science*, Scopus, ERIC e Google Acadêmico), seguidas de remoção de duplicatas, aplicação de critérios de exclusão e leitura integral dos registros remanescentes. O *corpus* final foi composto por sete estudos, todos internacionais, o que reforça o caráter emergente do tema e a baixa produção alinhada a esse escopo. Para identificar e classificar estratégias de EP, adotamos a taxonomia de Chen *et al.* (2025) como base teórico-metodológica e conduzimos uma leitura analítica e interpretativa dos artigos. Os resultados apontam para a predominância de estratégias básicas de EP, sugerindo que



Este texto é licenciado pela [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

esta tem sido mais mobilizada como condição pragmática de uso das IAG do que como objeto pedagógico deliberado. A única estratégia avançada identificada entre os trabalhos foi a estratégia denominada *Chain-of-Thought*. Ainda assim, duas estratégias específicas, *“Five S” Prompting* e *Prompt Cueing*, sinalizam esforços de recontextualização educacional. Na discussão, organizamos os achados em proposições orientadoras, entre as quais sugerimos uma definição de EP como artefato didático-discursivo que traduz escolhas docentes sobre objetivos e critérios de qualidade, bem como como competência digital a ser ensinada. Por fim, sistematizamos exemplos de *prompts* em português, visando apoiar decisões situadas de docentes e estudantes desde o desenho da solicitação até a verificação e a devolutiva formativa.

Palavras-chave: Estratégias pedagógicas. Inteligência Artificial. Tecnologias Digitais. Ensino de Química.

Abstract

The rapid spread of Generative Artificial Intelligence (GAI) in educational contexts has raised expectations and tensions, yet there is still limited systematization on how to guide this interaction through Prompt Engineering (PE) strategies. Accordingly, this article aimed to identify and analyze, through a Narrative Literature Review (NLR), the main conceptions, approaches, and/or PE strategies associated with the use of GAI in Chemistry Education, discussing their foundations, potential, and limits. To this end, we searched four databases (Web of Science, Scopus, ERIC, and Google Scholar), followed by duplicate removal, application of exclusion criteria, and full-text reading of the remaining records. The final *corpus* comprised seven studies, all international, reinforcing both the emergent character of the topic and the limited body of publications aligned with this scope. To identify and classify PE strategies, we adopted the taxonomy proposed by Chen *et al.* (2025) as a theoretical-methodological basis and conducted an analytical and interpretive reading of the articles. The results indicate a predominance of basic PE strategies, suggesting that PE has been used more often as a pragmatic condition for employing GAI than as a deliberate pedagogical object. The only advanced strategy identified across the studies was the strategy named Chain-of-Thought. Still, two specific strategies—“Five S” Prompting and Prompt Cueing—signal efforts toward educational recontextualization. In the discussion, we organize the findings into guiding propositions, including a proposed definition of PE as a didactic-discursive artifact that translates teachers’ choices regarding objectives and quality criteria, as well as a digital competence to be taught. Finally, we systematize prompt examples in Portuguese to support situated decisions by teachers and students, from request design to verification and formative feedback.

Keywords: Pedagogical strategies. Artificial Intelligence. Digital Technologies. Chemistry Education.

Resumen

La rápida difusión de las Inteligencias Artificiales Generativas (IAG) en contextos educativos ha suscitado expectativas y tensiones, pero aún existe poca sistematización sobre cómo orientar esta interacción mediante estrategias de Ingeniería de *Prompt* (IP). Así, este artículo tuvo como objetivo identificar y analizar, mediante una Revisión Narrativa de la Literatura (RNL), las principales concepciones, enfoques y/o estrategias de IP asociadas al uso de IAG en la Enseñanza de la Química, discutiendo sus fundamentos, potencialidades y límites. Para ello, realizamos búsquedas en cuatro bases (Web of Science, Scopus, ERIC y Google Académico), seguidas de la eliminación de duplicados, la aplicación de criterios de exclusión y la lectura integral de los registros restantes. El *corpus* final estuvo compuesto por siete estudios, todos internacionales, lo que refuerza el carácter emergente del tema y la baja producción alineada con este alcance. Para identificar y clasificar estrategias de IP, adoptamos la taxonomía de Chen *et al.* (2025) como base teórico-metodológica y realizamos una lectura analítica e interpretativa de los artículos. Los resultados señalan el predominio de estrategias básicas de IP, lo que sugiere que la IP ha sido movilizada más como condición pragmática de uso de las IAG que como objeto pedagógico deliberado. La única estrategia avanzada identificada entre los trabajos fue la estrategia denominada *Chain-of-Thought*. Aun así, dos estrategias específicas, *"Five S" Prompting* y *Prompt Cueing*, señalan esfuerzos de recontextualización educativa. En la discusión, organizamos los hallazgos en proposiciones orientadoras, entre las cuales sugerimos una definición de la IP como artefacto didáctico-discursivo que traduce elecciones docentes sobre objetivos y criterios de calidad, así como una competencia digital que debe enseñarse. Por último, sistematizamos ejemplos de *prompts* en portugués, con el fin de apoyar decisiones situadas de docentes y estudiantes desde el diseño de la solicitud hasta la verificación y la devolución formativa.

Palabras clave: Estrategias pedagógicas. Inteligencia Artificial. Tecnologías Digitales. Enseñanza de la Química.

Introdução

Nos dias atuais, vivenciamos uma época em que os recursos tecnológicos possibilitam que façamos múltiplas tarefas simultaneamente: respondemos mensagens pessoais, *e-mails* de trabalho e conferimos as redes sociais de forma contínua. Nesse cenário, Santaella (2024) relaciona a ubiquidade das tecnologias, isto é, a nossa conectividade constante à *Web* atual e sua moda de presentismo. Em tempo, tal foco excessivo no agora é impulsionado ainda mais pelo volume e velocidade de informações propiciados pela produção humana e algorítmica no ciberespaço.

É no âmbito dessa grande quantidade de dados ou, mais comumente, da *big data*,¹ que a *Web* 4.0 ou até 5.0 (Santaella, 2024) abriga temas em destaque dos últimos anos como a computação em nuvem, a *internet* das coisas, a *internet* dos corpos e as cidades inteligentes. Todas essas temáticas são intensificadas pelas discussões em volta da Inteligência Artificial (IA) e, em particular, das IA Generativas (doravante, IAG). A rápida popularização das IAG tem reconfigurado práticas de produção textual, busca de informação e autoria de textos, imagens e vídeos (Chen *et al.*, 2025).

Nessa perspectiva, os *chatbots* baseados em IAG operam a partir da entrada (*input*) de um texto inicial por parte do usuário (conhecido como “*prompt*”), devolvendo soluções, conteúdos e dados por meio de grandes bases pré-treinadas. A partir do final de 2022, com a difusão de sistemas conversacionais como o ChatGPT (Helder & Oliveira, 2022), ampliou-se também a presença dessas ferramentas em contextos escolares e universitários (Nicolau, 2025), seja por iniciativas institucionais (Nunes, 2024), seja por adoção espontânea de docentes e estudantes (Alves *et al.*, 2025).

Diante disso, a IAG passou a ser mobilizada para finalidades diversas, como síntese e explicação de conteúdos, elaboração de exercícios, planejamento de aulas, apoio à escrita acadêmica, tutoria e *feedback* (Alier *et al.*, 2024; Gonçalves Costa *et al.*, 2024). Em paralelo, consolidaram-se preocupações igualmente relevantes, como respostas persuasivas, porém incorretas (Gupta *et al.*, 2023), vieses e estereótipos (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2022), opacidade de funcionamento (Sampaio *et al.*, 2024), dependência cognitiva (Cardoso *et al.*, 2023), violação de privacidade (Sampaio *et al.*, 2024), conflitos de autoria (Rodrigues & Rodrigues, 2023) e usos acríticos que fragilizam a intencionalidade pedagógica (Leite, 2023).

Consideramos pertinente destacar que a interação com IAG não se reduz a uma lógica de consulta típica de buscadores (como Google ou Bing), em que o usuário recebe e seleciona resultados previamente indexados. Em sistemas generativos, o enunciado de entrada participa da própria produção da resposta, de modo que pequenas variações na formulação do pedido podem alterar substancialmente o

¹ Optamos por manter, ao longo do texto, alguns termos em inglês (como *big data*, *prompt*, *token* e outros), pois a literatura internacional sobre IAG e Engenharia de *Prompt* é recente e, em muitos casos, ainda não há traduções consensuais ou estabilizadas em português.

conteúdo, o nível de detalhamento e a confiabilidade do que é gerado. Por isso, o modo de “perguntar” torna-se parte do problema pedagógico. Ele pode mitigar ou amplificar riscos já mencionados, como imprecisões persuasivas, vieses, opacidade e usos acríticos. É nesse horizonte que se insere a discussão sobre Engenharia de *Prompt* (EP) como prática emergente.

Engenharia de Prompt (EP) como prática emergente

Em termos operacionais, *prompt* é o comando de entrada (*input*) em linguagem natural com o qual o usuário formula uma demanda para que a IAG produza uma saída (*output*) (Sampaio *et al.*, 2024). Nas IAG baseadas em Grandes Modelos de Linguagem (LLM, do inglês *Large Language Models*), essa produção resulta de um processo probabilístico de predição de *tokens* (unidades mínimas de texto), no qual o *prompt* inicial reconfigura o espaço de possibilidades e, portanto, influencia o tipo de continuidade textual gerada (Chen *et al.*, 2025; Lima-Lopes, 2025). Nesse sentido, EP refere-se ao ajuste de um *prompt* a fim de torná-lo mais apropriado, permitindo que um modelo de linguagem realize determinada tarefa (Liu *et al.*, 2023). Complementamos, ainda, que uma eventual melhoria do *output* não equivale, por si só, à garantia de validade conceitual, transparência do raciocínio ou adequação pedagógica.

Isso posto, no campo educacional, convém evitar uma leitura tecnicista da EP como “comando” ou “truque” de otimização. Em contextos de ensino, *prompts* também funcionam como artefatos didático-discursivos, pois traduzem escolhas sobre objetivos de aprendizagem, recortes conceituais, critérios de qualidade, linguagem esperada e formas de acompanhamento da produção do estudante. Nessa direção, interessa tratar a EP menos como um procedimento de otimização (em particular as abordagens tipicamente prescritivas — muito comuns no debate atual) e mais como um repertório de estratégias que pode ser mobilizado didática e pedagogicamente.

A literatura recente tem apontado para uma pluralidade de estratégias associadas à EP, que variam de procedimentos mais elementares a abordagens de maior complexidade (Chen *et al.*, 2025). Liu *et al.* (2023), por exemplo, apontam cinco considerações básicas para uma efetiva EP: (1) Escolha do modelo de linguagem pré-treinado; (2) Engenharia de *templates* de *prompt*; (3) Engenharia da resposta do *prompt*; (4) Expansão do paradigma; e (5) Estratégias de treinamento baseadas em

prompt. Já Federiakin *et al.* (2024), partindo de uma perspectiva educacional, entendem o processo de EP como uma habilidade multidimensional que consiste em: (1) Entender a estrutura do *prompt*; (2) Literacia de *prompts*; (3) Métodos de elaboração de *prompts*; (4) Raciocínio crítico *online* com os LLM.

Neste artigo, tomamos como referência a taxonomia de estratégias de EP levantadas pela revisão conduzida por Chen *et al.* (2025), muito em conta de seu caráter sintetizador e abrangente. Essa escolha busca assegurar relativo alinhamento com uma produção ainda muito recente e em rápida expansão, sem perder de vista a necessidade de reinterpretações à luz do campo educacional (Federiakin *et al.*, 2024), especialmente quando se pretende discutir implicações didático-pedagógicas, como é o presente caso. Para tornar esse repertório visível, a Tabela 1 sintetiza as principais estratégias de EP a partir da taxonomia sistematizada por Chen *et al.* (2023).

Tabela 1

Principais estratégias de Engenharia de Prompt (EP)

Estratégias de EP	Descrição
Fornecer Instruções (FI)	Refere-se à prática de elaborar diretrizes que orientem o comportamento e a saída (<i>output</i>) de um modelo.
Instruções Claras e Precisas (ICP)	Uso de instruções específicas e inequívocas no <i>prompt</i> para reduzir ambiguidades e orientar respostas mais relevantes e corretas.
Refinamento Iterativo (RI)	Estratégia manual que consiste no ajuste sequencial e contínuo do <i>prompt</i> com base na avaliação crítica das respostas anteriores geradas pela IAG. Chen <i>et al.</i> (2025) não dedicam uma subseção à RI, mas citam-na como parte das estratégias básicas que compõem a EP.
<i>Role-Based Prompting</i> (RBP)	Estratégia em que o <i>prompt</i> atribui ao modelo um papel (por exemplo, “professor”, “revisor”, “tutor”) para orientar o estilo, o foco e os critérios da resposta.
Uso de Delimitadores (Del)	Emprego de marcadores (por exemplo, ""...""", < ... >, « ... », [[...]] etc.) para separar partes do <i>prompt</i> e isolar trechos longos, deixando explícito o que é instrução e o que é conteúdo/dados e reduzindo ambiguidades.
Múltiplas Tentativas ou <i>Resampling</i> (MT)	Estratégia em que se executa o mesmo <i>prompt</i> várias vezes para gerar respostas alternativas e, em seguida, selecionar (ou combinar) a melhor com base em critérios definidos, aumentando a chance de obter uma saída mais adequada e confiável.
<i>Zero-Shot Prompting</i> (ZSP)	Estratégia que envolve formular o <i>prompt</i> sem fornecer exemplos, contando apenas com o conhecimento prévio do modelo para executar a tarefa.
<i>One-Shot Prompting</i> (OSP)	Estratégia que envolve incluir um exemplo, ou seja, um modelo de resposta com entrada-saída (<i>input-output</i>), para orientar o modelo sobre o formato e o tipo de resultado esperado.

Estratégias de EP	Descrição
<i>Few-Shot Prompting</i> (FSP)	Estratégia que envolve incluir múltiplos exemplos para fornecer mais contexto e guiar o desempenho do modelo, especialmente em tarefas mais complexas ou ambíguas.
<i>Chain-of-Thought</i> (CoT)	Estratégia em que se solicita (ou se estrutura) que o modelo explicita um raciocínio passo a passo antes de apresentar a resposta, favorecendo tarefas que exigem lógica e resolução de problemas.
Autoconsistência ou <i>Self-Consistency</i> (SC)	Estratégia em que o modelo gera múltiplas respostas (com diferentes caminhos de raciocínio) para o mesmo problema e, em seguida, seleciona a alternativa mais recorrente e coerente entre elas.
<i>Prompting</i> de Conhecimento Gerado (GKP)	Estratégia em que o <i>prompt</i> solicita ao modelo que produza primeiro informações e/ou contexto relevantes sobre a questão e, só depois, use esse material para construir a resposta final com maior coerência e completude.
<i>Least-to-Most Prompting</i> (LtM)	Estratégia que decompõe uma tarefa complexa em uma sequência de subproblemas mais simples, resolvidos passo a passo, usando cada resposta como base para a etapa seguinte até chegar à solução final.
<i>Tree of Thoughts</i> (ToT)	Estratégia que orienta o modelo a explorar múltiplos caminhos de raciocínio (“árvore de pensamentos”) antes de responder, gerando e avaliando alternativas (com possibilidade de antecipação, revisão e autoavaliação) para selecionar a solução mais adequada.
<i>Graph of Thoughts</i> (GoT)	Estratégia que organiza ideias e soluções geradas pelo modelo como um “grafo de pensamentos” (nós) conectados por relações de dependência (arestas), permitindo combinar e navegar por diferentes caminhos para construir uma resposta mais completa a problemas complexos.
<i>Prompting</i> Decomposto ou <i>Decomposed Prompting</i> (DECOMP)	Abordagem modular que decompõe uma tarefa complexa em subtarefas, executadas por “ <i>handlers</i> ” especializados (outros <i>prompts</i> , modelos ou funções), coordenados por um controlador que integra as saídas (<i>outputs</i>) até chegar ao resultado final.
<i>Prompting</i> Ativo ou <i>Active Prompting</i> (ActP)	Estratégia que aprimora o desempenho do modelo por meio da seleção estratégica de exemplos, que são então anotados por humanos e reutilizados como exemplos <i>one-shot/few-shot</i> para orientar inferências futuras mais precisas e confiáveis.
Catálogos de <i>Prompts</i> Padronizados (CPP)	Coleções organizadas e documentadas de <i>templates</i> e padrões reutilizáveis de <i>prompts</i> , que permitem selecionar, adaptar e combinar estruturas já testadas para diferentes tarefas, promovendo consistência e reduzindo tentativa e erro.
Otimização de <i>Prompts</i> (POpt)	Conjunto de métodos frequentemente automatizados que ajustam e refinam iterativamente um <i>prompt</i> com base no desempenho das respostas do modelo, buscando aumentar precisão, relevância e alinhamento ao objetivo da tarefa.
<i>Retrieval Augmentation</i> ou <i>Retrieval Augmented Generation</i> (RAG)	Estratégia em que o <i>prompt</i> é enriquecido com informações recuperadas de fontes externas (por exemplo, bases, documentos, <i>web</i> etc.) para fundamentar a resposta do modelo, reduzindo alucinações.
Raciocínio e Interação Ativa ou <i>Reasoning and Active Interaction</i> (RAI)	Estratégia que orienta o modelo a raciocinar em múltiplas etapas e, quando necessário, executar ações ou consultas em ferramentas externas para aumentar a precisão, a coerência lógica e a adequação contextual das respostas.

Fonte: Chen *et al.* (2025).

Por que o Ensino de Química exige prompts responsáveis?

No contexto das IAG, a produção de respostas de alta sofisticação textual coexiste com imprecisões conceituais e inferências frágeis (Leite, 2023). Isso sublinha uma necessidade de cuidado com a forma como se solicita, delimita e valida uma resposta dada por esse tipo de ferramenta. Em Química, esse cuidado é particularmente sensível, pois o conhecimento escolar da disciplina articula modelos e idealizações (Ferreira & Justi, 2008), exige precisão terminológica, opera com diferentes níveis de representação (Wartha & Rezende, 2016) e depende de condições de validade frequentemente omitidas em explicações genéricas (Talanquer, 2026).

Além disso, na Química, são frequentes situações de aprendizagem em que o estudante precisa monitorar e justificar encadeamentos inferenciais, como ao acompanhar a lógica de um cálculo estequiométrico, interpretar a dinamicidade de um equilíbrio químico ou sustentar um raciocínio mecanístico para uma reação. Desse modo, a qualidade da interação com a IAG não se esgota na “boa formulação” do pedido, mas também envolve critérios de verificação e mediação. Nessa esteira, argumentamos que a construção de *prompts* apresenta estatuto didático-pedagógico para o usuário das IAG, pois (i) organiza a tarefa pretendida; (ii) explicita expectativas do usuário; e (iii) encoraja a checagem disciplinar.

Ao mesmo tempo, é importante frisar que a EP, embora necessária, não é suficiente por si só. Ela deve ser compreendida como um conjunto de conhecimentos ou competências que precisam se articular a outros conhecimentos profissionais docentes, sobretudo ao domínio conceitual da Química e a critérios pedagógicos bem definidos. Somente assim a IAG pode funcionar como ferramenta didático-pedagógica e não como atalho acrítico, preservando-se o papel fundamental do professor na condução ética e formativa quando do uso dessas tecnologias.

Para isso, contudo, a formação profissional para um uso crítico das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) é basilar. Esse movimento já vem se expressando por meio da proposição de ações formativas conduzidas por algumas universidades brasileiras (Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal [FAPDF], 2025; Universidade Federal de Minas Gerais [UFMG], 2025; Universidade Tecnológica Federal do Paraná [UTFPR], n.d.).

Contribuição do presente artigo

Este artigo busca preencher uma lacuna de sistematização ao organizar, em português, um conjunto de estratégias de EP voltado ao Ensino de Química, articulando-as a finalidades didático-pedagógicas, limites e cuidados de validação, e propondo encaminhamentos que apoiem decisões situadas de estudantes e professores. A contribuição, de natureza teórico-prática, consiste em oferecer proposições orientadoras e exemplos de *prompts* que sustentem a mediação docente e favoreçam usos conscientes das IAG no Ensino de Química, em diálogo com os desafios contemporâneos de formação e governança do uso de IA na educação (UNESCO, 2022).

Questões de Pesquisa (QP) e Objetivo

Considerando este enquadramento, propusemo-nos a investigar as seguintes Questões de Pesquisa (QP):

- QP1. Quais concepções, abordagens e/ou estratégias de Engenharia de *Prompt* (EP) têm sido discutidas na literatura nacional e internacional sobre o uso da Inteligência Artificial Generativa (IAG) no Ensino de Química?
- QP2. De que maneira essas concepções, abordagens e/ou estratégias podem ser reinterpretadas e exemplificadas no contexto brasileiro, de modo a apoiar práticas pedagógicas conscientes e reflexivas?

Dessa forma, o objetivo deste artigo foi o de identificar e analisar, por meio de uma Revisão Narrativa da Literatura, as principais concepções, abordagens e/ou estratégias de Engenharia de *Prompt* (EP) associadas ao uso das IAG no Ensino de Química, discutindo e sistematizando seus fundamentos, potencialidades e limites, com vistas a subsidiar um uso crítico, pedagógico e contextualizado dessas ferramentas.

Ainda que compreendamos que há distinções entre as escolhas lexicais das palavras “concepções”, “abordagens” e “estratégias” (Alves & Bego, 2020), a partir deste ponto empregaremos o termo “estratégia” em sentido amplo, englobando as demais.

Metodologia

Este trabalho se enquadra no âmbito da pesquisa qualitativa de natureza exploratória (Gil, 2008), e consiste em uma Revisão Narrativa da Literatura (RNL)

(Merga & Oddone, 2025). Nas RNL, há maior liberdade metodológica para a realização de uma revisão da literatura em comparação às Revisões Sistemáticas de Literatura. Também há protocolos padronizados para sua condução objetivando-se diminuir os vieses da equipe de pesquisa, sendo uma proposta metodológica caracterizada por sua reprodutibilidade (Merga & Oddone, 2025).

Ademais, estas são particularmente virtuosas no que diz respeito a pesquisas secundárias que exigem esclarecimento e proposições, nas quais uma síntese mais interpretativa e discursiva da literatura existente é necessária. Também, elas confrontam as perspectivas positivistas e pós-positivistas de uma ciência que gera uma realidade única através das pesquisas experimentais ao contribuírem com uma abordagem mais interpretativa, crítica e dinâmica (Merga & Oddone, 2025).

Nesta RNL, visando responder às QP, realizamos buscas nas bases Google Acadêmico, *Web of Science*, Scopus e *Education Resources Information Center* (ERIC) em 05 de janeiro de 2026. Adotamos como recorte temporal novembro/2022 a dezembro/2025, considerando o lançamento e a rápida popularização do ChatGPT a partir de novembro de 2022 (Helder & Oliveira, 2022). Desde então, tem-se observado a intensificação de debates e investigações sobre usos, potencialidades e limites do ChatGPT e outras IAG em diferentes campos, incluindo o educacional (Gonçalves Costa *et al.*, 2024; Hwang & Chang, 2023; Lee & Palmer, 2025). Isso posto, a Tabela 2 apresenta as estratégias de busca utilizadas nas bases selecionadas para este estudo.

Tabela 2

Bases indexadoras consultadas, idiomas e estratégias de busca

Bases indexadoras	Idiomas	Estratégias de busca
Google Acadêmico	Português	("engenharia de prompt" OR "engenharia de prompts") AND ("ensino de química" OR "educação química")
<i>Web of Science</i>	Inglês	"prompt engineering" AND ("chemistry teaching" OR "chemistry education" OR "chemical education")
Scopus		
ERIC		

Fonte: Elaboração Própria.

Por conta do grande número de trabalhos encontrados em buscas iniciais (~300 trabalhos), optamos por uma busca restrita aos Títulos, Resumos e Palavras-chave. No

caso do Google Acadêmico, empregamos a estratégia de busca em português para aumentar a sensibilidade à produção potencialmente nacional, uma vez que as bases *Web of Science* e Scopus não retornaram registros com a estratégia de busca em português e a base ERIC recuperou apenas um artigo em português, sem pertinência para o Ensino de Química. Também, o Google Acadêmico não permite filtrar por Títulos, Resumos e Palavras-chave.

Fazendo isso, reduzimos o número de registros encontrados para 23 e, após a extração dos trabalhos nas bases de dados, adotamos como único critério de inclusão a incorporação de todos os registros recuperados. Optamos por usar esse critério mais amplo por duas razões: (i) em termos de volume de trabalho, a análise de 23 registros era factível de ser realizada pela equipe de pesquisa; e (ii) era de nosso interesse averiguar todos os registros recuperados da literatura nacional. Em seguida, aplicamos os seguintes critérios de exclusão: (E1) o estudo não aborda a Engenharia de *Prompt* como problema de pesquisa; (E2) o estudo não se relaciona ao Ensino de Química; e (E3) o estudo apresenta pouco aprofundamento em relação às QP. Por fim, realizamos a leitura integral dos trabalhos remanescentes e sistematizamos as informações de modo a responder às QP e a propor encaminhamentos para o Ensino de Química.

Para a etapa de análise e categorização dos achados, adotamos a taxonomia de Chen *et al.* (2025) como principal referencial teórico-metodológico. Nossa escolha fundamenta-se no caráter abrangente e sintetizador do referido estudo, que traz uma coletânea de estratégias de EP descritas na literatura recente, desde seus fundamentos até a apresentação de técnicas com maior complexidade.

O uso desse referencial permitiu-nos classificar as estratégias de EP identificadas na literatura de Ensino de Química em três categorias analíticas: Básicas, Avançadas e Específicas. Quanto à nomenclatura das duas primeiras, esta tratou-se de um agrupamento utilizado pelos próprios autores do estudo (Chen *et al.*, 2025). A última categoria, por sua vez, foi definida a partir das especificidades de duas estratégias que não se encaixam de maneira unívoca naquelas apontadas por Chen *et al.* (2025). Trazemos maiores detalhes na seção de Resultados e Discussão.

Por fim, todo o processo analítico de codificação de registros recuperados, identificação de estratégias de EP e posterior classificação foi realizado utilizando-se uma planilha eletrônica contendo a sistematização completa do material acessado

(autoria, ano de publicação, título, periódico ou fonte, base indexadora etc.). Tanto a planilha como o processo analítico *per se* passaram por validação por pares, em que um pesquisador experiente no tema e na abordagem metodológica avaliou a pertinência dos procedimentos analíticos. Os dois primeiros autores deste texto realizaram a análise independente dos registros recuperados e, em casos de discordância, houve discussão até a obtenção de consenso.

Resultados e Discussão

Os procedimentos de busca resultaram em 23 registros nas quatro bases consultadas, distribuídos em *Web of Science* ($n = 4$), Scopus ($n = 5$), ERIC ($n = 3$) e Google Acadêmico ($n = 11$). Após a remoção de duplicatas, permaneceram 18 trabalhos, sendo *Web of Science* ($n = 4$), Scopus ($n = 1$), ERIC ($n = 2$) e Google Acadêmico ($n = 11$). Em seguida, com a aplicação dos critérios de exclusão e a leitura integral dos estudos remanescentes, foram selecionados 7 trabalhos para compor o *corpus* final desta RNL, provenientes de *Web of Science* ($n = 4$), Scopus ($n = 1$) e ERIC ($n = 2$), sem estudos selecionados do Google Acadêmico ($n = 0$). A seguir, a Tabela 3 traz a listagem completa dos trabalhos após a retirada de duplicatas, com seus respectivos códigos, fontes e indicações de inclusão e exclusão.

Tabela 3

Registros recuperados nas bases consultadas após a remoção de duplicatas

Código	Autoria	Título	Periódico ou fonte	Incluído?	Critério de exclusão
A1	Araújo & Saúde (2024)	Can ChatGPT Enhance Chemistry Laboratory Teaching? Using Prompt Engineering to Enable AI in Generating Laboratory Activities	Journal of Chemical Education (ISSN 1938-1328)	Sim	—
A2	Araújo <i>et al.</i> (2024)	Uso do ChatGPT no planejamento do Ensino de Química – Potencialidades e desafios da IA para a Educação em Ciências e Tecnologia	APeDuC Revista/ APeDuC Journal (ISSN 2184-7436)	Não	E3
A3	Eugenio <i>et al.</i> (2023)	Inteligência artificial frente à resolução de exercícios de Química: um estudo exploratório com o ChatGPT	Colloquium Humanarum (ISSN 1809-8207)	Não	E1

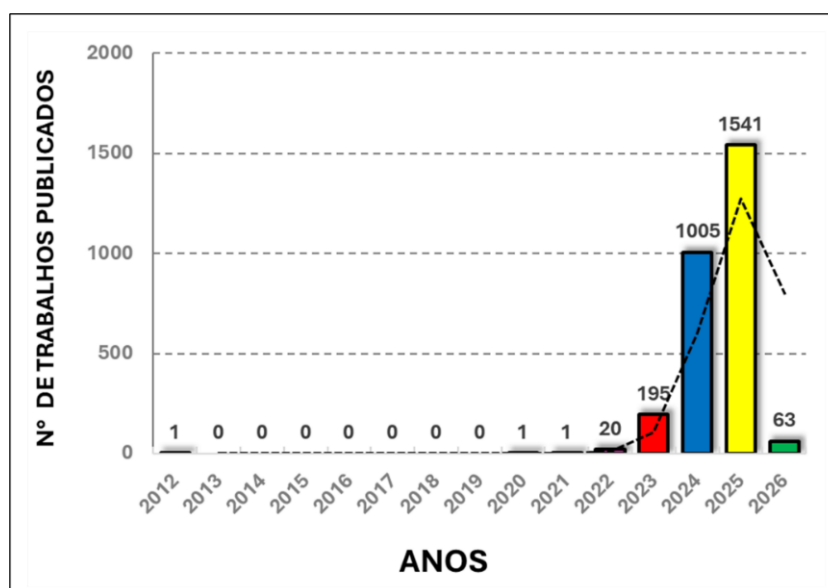
Código	Autoria	Título	Periódico ou fonte	Incluído?	Critério de exclusão
A6	Tassoti (2024)	Assessment of Students Use of Generative Artificial Intelligence: Prompting Strategies and Prompt Engineering in Chemistry Education	Journal of Chemical Education (ISSN 1938-1328)	Sim	—
A7	Vasconcelos & Frota (2025)	IA como Aliada da Criatividade Humana: O Desenvolvimento do Aplicativo “Terra e Universo” com Auxílio do ChatGPT	Revista Brasileira de Informática na Educação (ISSN 2317-6121)	Não	E1
A8	Vidhani & Mariappan (2024)	Optimizing Human-AI Collaboration in Chemistry: A Case Study on Enhancing Generative AI Responses through Prompt Engineering	Chemistry (ISSN: 2624-8549)	Sim	—
A9	White <i>et al.</i> (2023)	Assessment of chemistry knowledge in large language models that generate code	Digital Discovery (ISSN: 2635-098X)	Sim	—
A10	Yik & Dood (2024)	ChatGPT Convincingly Explains Organic Chemistry Reaction Mechanisms Slightly Inaccurately with High Levels of Explanation Sophistication	Journal of Chemical Education (ISSN 1938-1328)	Sim	—
Ev1	Santos (2023)	O processo de transposição didática pelo ChatGPT acerca dos modelos atômicos: inteligência artificial como professor do Ensino Médio	Anais do XII Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química	Não	E1
Cp1	Silva & Santos (2025)	Ensino religioso e educação de surdos: falas, práticas e diversidades na sala de aula	Capítulo de livro	Não	E1
M1	Almeida (2025)	A cibercultura no ensino de química: empregando o chat GPT para desenvolver uma sequência didática sobre o aquecimento global	Trabalho de Conclusão de Curso	Não	E1
M4	Luna (2025)	Integrando o ensino socrático com LLMs: um <i>framework</i> multiagente para inovação no ensino de programação	Dissertação de Mestrado	Não	E2
M5	Santos (2025)	Concepções de professores e estudantes do ensino médio sobre inteligência artificial na educação	Dissertação de Mestrado	Não	E1
M6	Silva (2024)	Estudo exploratório e análise comparativa de ferramentas de inteligência artificial generativa para o ensino de computação	Trabalho de Conclusão de Curso	Não	E2

Nota: A = Artigo científico; Ev = Evento; Cp = Capítulo de livro; M = Monografia, dissertação ou tese. Fonte: Elaboração Própria.

Como se pode depreender da Tabela 3, todos os 11 trabalhos de literatura nacional encontrados foram excluídos da análise (sendo 3 artigos, 2 publicações em anais de evento, 1 capítulo de livro, 3 monografias e 3 dissertações). O fato de nenhum trabalho nacional ter atendido nossos critérios para fornecer respostas às QP reforça o caráter emergente da temática, já que a própria EP é um campo de investigação ainda em consolidação. Como mostra a Figura 1, uma busca do termo “*prompt engineering*” na base *Web of Science* revela apenas três trabalhos publicados antes de 2022, ano de lançamento do ChatGPT (Helder & Oliveira, 2022). O gráfico da Figura 1 foi construído considerando trabalhos publicados até o dia 09 de janeiro de 2026, data de redação deste texto.

Figura 1

Evolução na quantidade de trabalhos indexados na base Web of Science contendo o termo “prompt engineering” nos Títulos, Resumos ou Palavras-chave



Fonte: Elaboração Própria.

Notadamente, a EP é um tema de crescente interesse pela comunidade acadêmica. Por seu caráter recente, já esperávamos que eventuais articulações com o Ensino de Química ainda fossem incipientes. Assim, dentre os 18 registros obtidos (Tabela 3), somente 7 atenderam os critérios exigidos para que as QP pudessem ser respondidas com alguma razoabilidade.

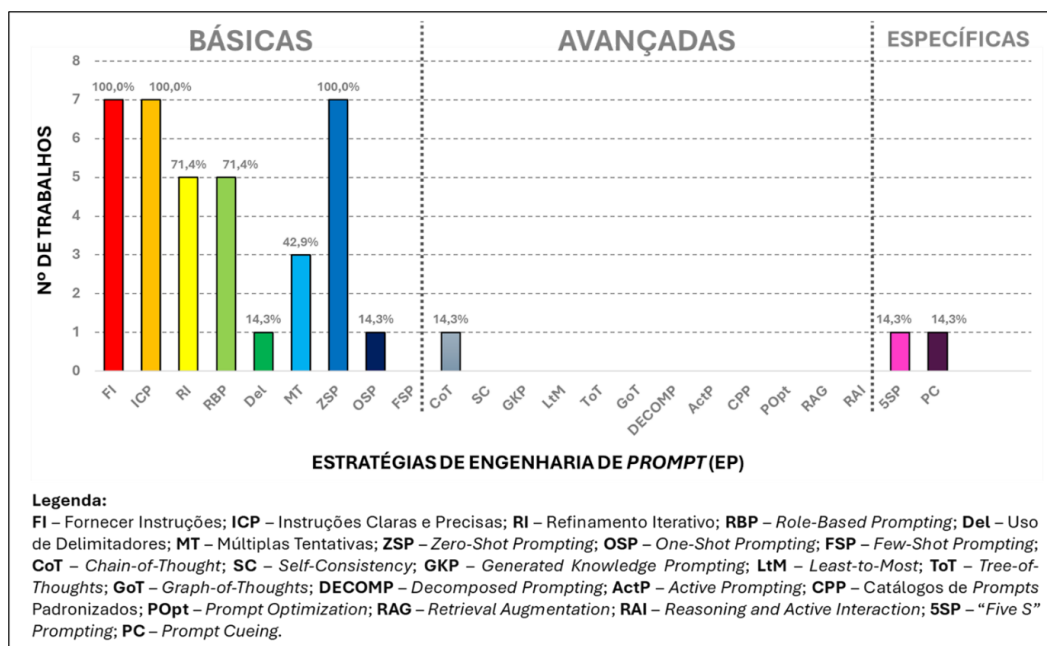
Engenharia de Prompt para, no e com o Ensino de Química

Partindo-se dos trabalhos selecionados para análise, nesta subseção procuramos responder à QP1: “Quais concepções, abordagens e/ou estratégias de Engenharia de Prompt (EP) têm sido discutidas na literatura nacional e internacional sobre o uso da Inteligência Artificial Generativa (IAG) no Ensino de Química?”.

De imediato, com a exclusão de todos os trabalhos em português levantados pela busca, nenhuma estratégia de EP foi explicitamente discutida na literatura nacional em articulação com o Ensino de Química. Já no que diz respeito à literatura internacional, os sete trabalhos constituintes do *corpus* atenderam a tais requisitos. Como mencionamos anteriormente, este trabalho se valeu da taxonomia disponível em Chen *et al.* (2025) para identificar e classificar as estratégias de EP (Tabela 1). Partindo-se, então, dessa taxonomia, a Figura 2 apresenta um gráfico contendo o número absoluto de trabalhos e seus respectivos percentuais relativos à identificação e classificação de cada estratégia de EP nos sete estudos incluídos na análise.

Figura 2

Números absolutos e percentuais relativos de estratégias Básicas, Avançadas e Específicas de Engenharia de Prompt (EP) identificadas nos sete trabalhos analisados



Fonte: Elaboração Própria.

Também na Figura 2, as estratégias foram agrupadas em *Básicas*, *Avançadas* e *Específicas*. Para separá-las em *Básicas* ou *Avançadas*, utilizamos a própria classificação sugerida no artigo de Chen *et al.* (2025). Já as estratégias consideradas *Específicas* foram aquelas com particularidades não mencionadas em Chen *et al.* (2025).

Como a maior parte dos trabalhos não explicita, de forma direta, as estratégias de EP segundo a taxonomia de Chen *et al.* (2025), a classificação foi conduzida a partir de uma leitura analítica e interpretativa de cada artigo. A partir disso, avaliamos que os artigos A6 (Tassoti, 2024) e A10 (Yik & Dood, 2024) foram os únicos a tratar de estratégias de EP mais específicas (Figura 2) e aquém daquelas mencionadas por Chen *et al.* (2025).

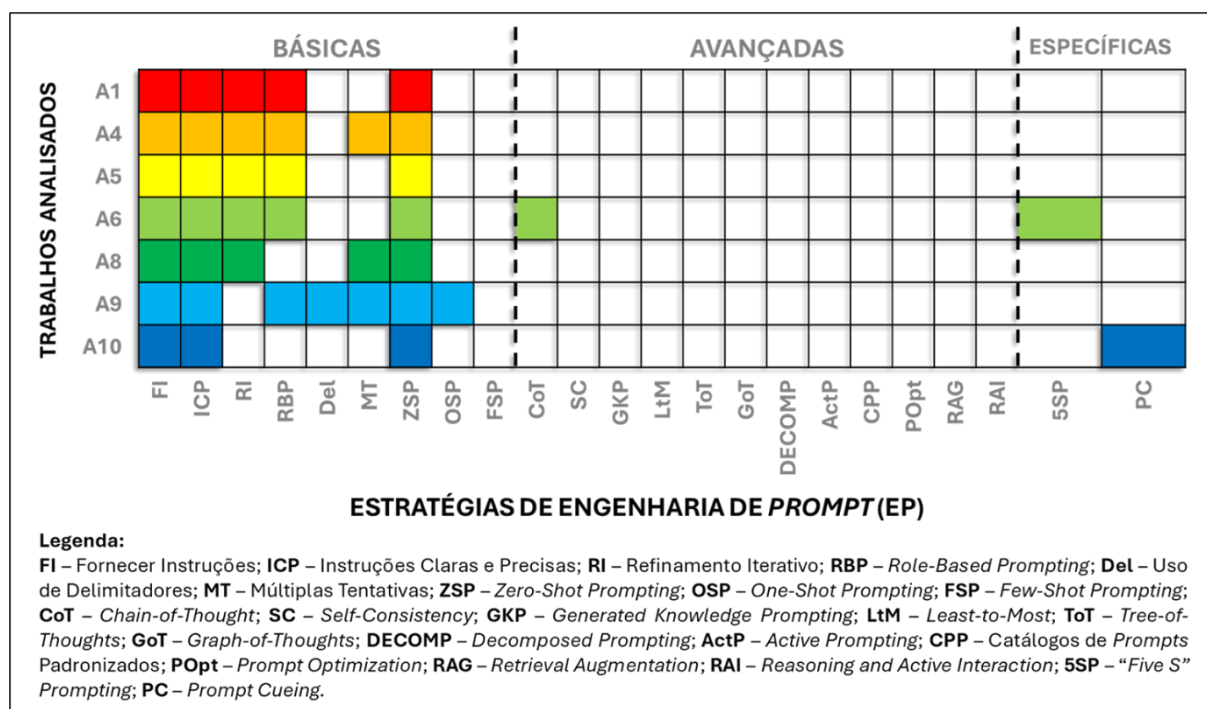
No caso de A6, Tassoti (2024) propõe a estratégia “*Five S*” Prompting (5SP), que combina cinco das estratégias elencadas em Chen *et al.* (2025), a saber: (i) Fornecer Instruções (FI) – referida em A6 como “Seja Específico”; (ii) Instruções Claras e Precisas (ICP) – referidas como “Simplifique a Linguagem”; (iii) Refinamento Iterativo (RI) – referido como “Forneça *Feedback*”; (iv) *Role-Based Prompting* (RBP) – referida como “Defina o Cenário”; e (v) *Chain-of-Thought Prompting* (CoT) – referida, em um formato simplificado, como “Estruture a Saída (*output*)”. Ainda que essas cinco estratégias sejam autônomas, a recontextualização de Tassoti (2024) para o Ensino de Química evidencia um gesto salutar de transposição de um repertório outrora circunscrito às Ciências da Computação para um uso pedagógico situado.

Também nessa direção, o artigo A10 (Yik & Dood, 2024) propõe o que denomina *Prompt Cueing* (PC). A estratégia pode ser compreendida como um refinamento do prompt por estruturação, baseado em sinalizações hierárquicas (“*cues*”) inseridas no próprio enunciado. Nesse caso, tais sinalizações funcionam como suportes graduais para orientar o tipo de explicação esperado, eliciando descrições com a temática de mecanismos de reação. Além disso, a estratégia é interessante para o campo educacional por tentar aproximar o processo de escrita do *prompt* do conceito vygotskyano de andaime pedagógico (“*scaffolding*”) (Wertsch, 1991).

Para sintetizar esse mapeamento e tornar visível como as estratégias de EP se distribuem entre os estudos incluídos, apresentamos, na Figura 3, uma matriz que cruza cada trabalho com as respectivas estratégias identificadas.

Figura 3

Matriz de estratégias Básicas, Avançadas e Específicas de Engenharia de Prompt (EP) identificadas nos sete trabalhos analisados



Fonte: Elaboração Própria.

Como se observa nas Figuras 2 e 3, o repertório de estratégias de EP mobilizado no *corpus* tende a concentrar-se em procedimentos tidos como básicos por Chen *et al.* (2025), especialmente aqueles voltados a explicitar o que se espera da resposta (Fornecer Instruções – FI), reduzir ambiguidades (Instruções Claras e Precisas – ICP), e ajustar sucessivamente o enunciado de entrada (Refinamento Iterativo – RI). Esse padrão sugere que, no conjunto analisado, a EP tem sido acionada, com maior frequência, como condição pragmática de uso das IAG, isto é, como meio de tornar as respostas mais adequadas à tarefa, e menos como um objeto pedagógico deliberado, pensado em função de objetivos de aprendizagem, critérios de validade do conhecimento químico e formas de acompanhamento do raciocínio do estudante.

Além dessas estratégias, o *Role-Based Prompting* (RBP) também se mostra recorrente, indicando que a atribuição de papéis e identidades específicas à IAG tem funcionado como recurso para orientar o tipo de linguagem, o nível de detalhamento e o enquadramento das explicações solicitadas. Em conjunto, FI, ICP, RI e RBP parecem constituir pilares da interação com IAG no *corpus* analisado, pois operam

principalmente no plano do direcionamento inicial e do ajuste progressivo das respostas geradas.

Na análise, também ganha relevo a estratégia de *Zero-Shot Prompting* (ZSP), identificada em todos os estudos. Sua maior prevalência pode ser possivelmente explicada por tratar-se de uma forma mais corriqueira de interação com as IAG, baseando-se apenas no conhecimento prévio do modelo e sem a apresentação de exemplos (Chen *et al.*, 2025).

No que se refere às estratégias avançadas, sua presença é bastante pontual. Apenas o trabalho A6 (Tassoti, 2024) mobilizou simplificadaamente a estratégia *Chain-of-Thought* (CoT), que induz o modelo a explicitar uma cadeia de raciocínio sequencial antes de apresentar a resposta final, comumente acionada pelo comando “vamos pensar passo a passo”. Ainda que esse tipo de solicitação possa favorecer o enfrentamento de tarefas que exigem justificativas e encadeamentos inferenciais, sua baixa ocorrência no *corpus* sugere que tais usos ainda não se consolidaram no campo.

Também se destaca a ênfase na supervisão humana como componente essencial do uso de IAG articulado ao Ensino de Química, um aspecto relativamente consensual entre as fontes A1, A4, A5 e A8. Em A4 (Feldman-Maggor *et al.*, 2025) e A8 (Vidhani & Mariappan, 2024), essa supervisão atua como uma espécie de curadoria do *output*, voltada a identificar inconsistências e corrigir alucinações, o que posiciona a EP menos como automação e mais como prática de mediação pedagógica. Já o trabalho A1 (Araújo & Saúde, 2024) demonstra um desenho de tarefa antecipado, onde o especialista conduz múltiplas iterações de teste e refinamento do enunciado antes da geração dos protocolos finais (estratégia de Refinamento Iterativo – RI). Por fim, em A5 (Reddy *et al.*, 2024), a supervisão aparece como algo processual, pois propõe a integração dos estudantes como participantes ativos em um percurso de seis a nove semanas que envolve “clínicas de *prompts*”, revisão por pares e validação de evidências na literatura científica.

Nessas perspectivas, a EP não se reduz à calibração pragmática do *output*, pois passa a integrar, com diferentes graus de explicitação, o próprio desenho e a condução das atividades. Ainda assim, quando se observa o conjunto do *corpus*, essa incorporação aparece de modo desigual. Em alguns trabalhos, ela se aproxima de um conteúdo formativo e de uma competência docente a ser desenvolvida

(Feldman-Maggor *et al.*, 2025), enquanto, em outros, permanece mais vinculada à curadoria e à validação do que foi gerado (White *et al.*, 2023).

Em síntese, os achados sugerem que a literatura ainda oscila entre, por um lado, compreender a EP como um conjunto de procedimentos para melhorar a resposta da IAG e, por outro, tratá-la como prática pedagógica situada, articulada a critérios de validade e a processos de acompanhamento da aprendizagem.

Tal oscilação descortina uma tensão relevante para o Ensino de Química. Embora parte da literatura destaque a EP como meio de tornar as respostas da IAG mais úteis, completas ou ajustadas à tarefa, essa melhoria pragmática não equivale, necessariamente, à qualificação pedagógica ou conceitual da interação. *Prompts* mais estruturados podem gerar respostas textualmente sofisticadas, mas ainda imprecisas, incompletas ou pouco sensíveis às condições de validade do conhecimento químico. Essa tensão se aproxima de debates mais amplos sobre IAG na educação, nos quais se reconhece o potencial dessas ferramentas para apoiar a aprendizagem e o trabalho docente, mas também se enfatizam riscos como dependência cognitiva, fragilização do pensamento crítico, vieses, respostas plausíveis sem compreensão profunda, problemas de autoria e necessidade de supervisão humana contínua (Farrokhnia *et al.*, 2024; Kasneci *et al.*, 2023; Tlili *et al.*, 2023). Assim, uma importante implicação pedagógica dos achados é que a EP não deve ser incorporada como um formulário para se obter melhores respostas da IAG, mas como objeto de problematização formativa, no qual estudantes e professores possam discutir limites, omissões, autoria, segurança e responsabilidade pelo conhecimento produzido. Nesse sentido, as divergências e lacunas identificadas na literatura reforçam a necessidade de deslocar o foco da eficiência do *prompt* para a qualidade da mediação didático-pedagógica que orienta, interpreta e valida o uso da IAG no Ensino de Química.

É a partir dessa leitura que propomos compreender a EP, no escopo deste artigo, por meio de três ênfases complementares e sobreponíveis, não como categorias estanques, mas como modos de situar o papel dos *prompts* articulado ao Ensino de Química. Em um primeiro sentido, falamos em EP *para* o Ensino de Química, quando a construção do *prompt* funciona como meio de apoiar tarefas de aprender e ensinar Química, projetando solicitações com critérios e condições de validade que orientem o tipo de resposta esperada. Em um segundo sentido, tratamos de EP *no* Ensino de

Química, quando a própria formulação, justificativa e avaliação de *prompts* e respostas é tematizada como objeto de formação, de modo a sustentar a validação de explicações em linguagem química, considerando modelos, representações e pressupostos mobilizados. Por fim, propomos pensar a EP *com* o Ensino de Química como uma prática colaborativa mediada e distribuída, em que critérios e processos de validação são construídos na interação humano-IAG com participação ativa dos estudantes, sob responsabilidades pedagógicas e éticas explicitadas.

Cabe frisar que essas três ênfases não pressupõem que dominar a EP seja suficiente para resolver os desafios do uso de IAG no Ensino de Química. A qualidade didático-pedagógica da interação depende, antes, de conhecimentos profissionais mais amplos, resultantes da articulação entre conhecimento de conteúdo, conhecimento pedagógico e conhecimento tecnológico, que sustentam decisões sobre objetivos, critérios de qualidade, limites de validade e acompanhamento do raciocínio dos estudantes (Celik, 2023; Giroto Júnior *et al.*, 2025; Mishra & Koehler, 2006). Nesse quadro, a EP figura como um conhecimento associado ao uso de IAG, isto é, como um componente que ganha sentido quando subordinado às finalidades formativas e às condições concretas de ensino. Assim, ao pensar a IAG articulada ao Ensino de Química, torna-se necessário explicitar não apenas “como escrever *prompts*”, mas como a EP se integra a escolhas pedagógicas, à validação disciplinar e à responsabilidade ética pelo conhecimento mobilizado.

Diante disso, para sintetizar os achados e explicitar algumas implicações para o Ensino de Química, sistematizamos, na Tabela 4, um conjunto de potencialidades, limites e condicionantes de uso crítico da EP quando pensada *para*, *no* e *com* o Ensino de Química.

Tabela 4

Potencialidades, limites e condicionantes de uso crítico da Engenharia de Prompt (EP) para, no e com o Ensino de Química

Dimensão	
EP <i>para</i> o Ensino de Química	Potencialidades • Desenhar <i>prompts</i> com objetivo, nível e formato bem definidos para apoiar tarefas de aprendizagem e ensino. • Produzir explicações, exercícios e <i>feedback</i> com gradação e contraste. • Ajustar respostas a diferentes modelos, idealizações e níveis de representação.
	Limites • Geração de respostas convincentes com lacunas conceituais. • Omissão de condições de validade. • Simplificações indevidas e foco excessivo no produto final.
	Condicionantes de uso crítico • Definir o que conta como resposta adequada (critérios químicos, formato de resposta etc.). • Exigir justificativas e checagens (contraprovas, consistência dimensional, comparações etc.). • Registrar decisões e revisar o uso à luz das inconsistências observadas.
EP <i>no</i> Ensino de Química	Potencialidades • Tomar <i>prompts</i> e respostas como objeto de formação. • Desenvolver literacia em IAG, argumentação, metacognição etc. • Sustentar validação de explicações químicas (considerando modelos, representações etc.).
	Limites • Risco de um enfoque tecnicista e “receitas”; deslocamento do foco para desempenho textual. • Desigualdades de acesso e repertório em TDIC. • Tensões de autoria.
	Condicionantes de uso crítico • Avaliar o processo (critérios, revisão, justificativa etc.) com rubricas explícitas. • Trabalhar com contraexemplos e comparação de respostas. • Prever atividades com graus variados de dificuldade e formas de participação transparentes.
EP <i>com</i> o Ensino de Química	Potencialidades • Colaboração mediada e distribuída entre pessoas e IAG. • Co-construir critérios para hipóteses, comparação de explicações, revisão e investigação guiada. • Engajar estudantes na validação e na argumentação.
	Limites • Dependência e terceirização do raciocínio; viés de automação. • Validação superficial por plausibilidade; riscos de privacidade e autoria. • Apagamento do processo quando a IAG “resolve” a tarefa para o usuário.
	Condicionantes de uso crítico • Definir papéis e responsabilidades (a IAG deve vir como recurso, e não como autoridade). • Adotar protocolos de validação e registro de todo o processo decisório. • Desenhar tarefas com respostas produzidas por IAG em que estudantes façam crítica e validação.

Fonte: Elaboração Própria.

Aportes teórico-práticos para um uso crítico de IAG no contexto brasileiro

Nesta subseção, deslocamos nosso foco para uma leitura propositiva dos achados, orientada à construção de encaminhamentos para usos críticos da EP pensada *para, no e com* o Ensino de Química. Assim, procuramos responder à QP2: “*De que maneira as concepções, abordagens e/ou estratégias de EP podem ser reinterpretadas e exemplificadas no contexto brasileiro, de modo a apoiar práticas pedagógicas conscientes e reflexivas?*”.

Para tanto, em movimento similar à RNL conduzida por Gupta *et al.* (2023), tentaremos traduzir essa leitura em sugestões de encaminhamentos, organizados como três proposições orientadoras. Frisamos que essas proposições não devem ser lidas como um conjunto fechado de regras ou “receitas” de *prompt*. Elas operam, antes, como pistas de ação e critérios de reflexão para orientar escolhas didático-pedagógicas ao longo de todo o ciclo de uso da IAG, desde o desenho da solicitação até a validação e a devolutiva formativa, em condições concretas de sala de aula.

EP como artefato didático-discursivo e competência formativa.

Ao deslocarmos a EP para o campo do planejamento docente, importa tratá-la como ato consciente do professor (Alves & Bego, 2020), atravessada por decisões pedagógicas e éticas, e não como um expediente operacional do uso de IAG. Nessa perspectiva, compreendê-la como “técnica” tende a sugerir procedimentos fixos e replicáveis, o que reaproxima o debate de uma racionalidade tecnicista. Por isso, é mais produtivo pensá-la como repertório de estratégias ajustáveis ao contexto educativo (Alves & Bego, 2020). Em paralelo, integrar tecnologias ao ensino exige mais do que domínio instrumental, demandando critérios para decidir, justificar e avaliar escolhas (Giroto Júnior *et al.*, 2025). É a partir desse enquadramento que formulamos nossa primeira proposição.

Proposição 1: No Ensino de Química, é produtivo definir EP como um artefato didático-discursivo que traduz as escolhas do professor sobre objetivos de aprendizagem e critérios de qualidade. Ela deve ser ensinada como uma competência digital que envolve a formulação, revisão e avaliação crítica das interações com a IAG.

Tematizar a EP na formação docente e na literacia digital.

A articulação da EP ao Ensino de Química não pode ser tratada somente como um acréscimo pontual ao repertório técnico docente, pois ela pode mobilizar conhecimentos profissionais que dialogam com conteúdo, pedagogia e tecnologia, tal como sistematiza o modelo do Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK, do inglês *Technological and Pedagogical Content Knowledge*) (Mishra & Koehler, 2006). No debate recente, esse enquadramento tem sido tensionado pela necessidade de incluir competências específicas de IA e dimensões éticas. Nesse sentido, Celik (2023) propõe a ampliação do TPACK ao incorporar aspectos éticos associados ao uso de ferramentas de IA e à avaliação de decisões automatizadas.

Em revisões sobre IA na educação, também se destaca que desafios éticos e lacunas de formação docente limitam sua integração, reforçando o TPACK como referência para orientar usos críticos e efetivos dessas tecnologias (de Siqueira *et al.*, 2025). No caso específico da Química, Feldman-Maggor *et al.* (2025) argumentam que o conhecimento do conteúdo e o PCK influenciam diretamente tanto a formulação dos *prompts* quanto a avaliação do *output*, e que a EP se relaciona ao componente tecnológico do TPACK, mas exige ainda literacia em IA, incluindo atenção a vieses e alucinações.

Convém esclarecer, contudo, que a mobilização do TPACK neste artigo não pretende circunscrever a formação docente a um único modelo teórico, tampouco sugerir que esta seja a única via possível para articular EP, IAG e Ensino de Química. Ao contrário, compreendemos o TPACK como um enquadramento analítico particularmente pertinente aos objetivos deste trabalho, pois permite explicitar a interdependência entre conhecimentos de conteúdo, pedagógicos e tecnológicos envolvidos na formulação, avaliação e validação de *prompts* em contextos de ensino.

Assim, o TPACK é assumido aqui como uma possibilidade interpretativa produtiva, coerente com nosso recorte teórico e com os referenciais mobilizados pela equipe de pesquisa, sem excluir outras abordagens igualmente relevantes para discutir formação docente, literacia digital, criticidade, ética e desenvolvimento profissional. Com isso em mente, chegamos à nossa segunda proposição.

Proposição 2: Uma efetiva articulação da EP ao Ensino de Química pode ser produtivamente interpretada à luz do TPACK do professor, que é essencial para formular

estratégias que envolvem o uso de IAG. Nesse contexto, um TPACK desenvolvido favorece a construção de prompts que usem jargões específicos, contribuindo para a validação e precisão das respostas geradas. Além disso, a consciência sobre vieses e alucinações da IA deve ser integrada como uma nova dimensão da literacia digital docente.

Colaboração com IAG sob critérios de validação e segurança.

Ao pensar a colaboração com IAG em atividades de Química, sobretudo quando há implicações experimentais, torna-se decisivo explicitar critérios de validação, segurança e sustentabilidade, em vez de tratar a EP apenas como forma de “melhorar” o texto gerado. No caso de protocolos laboratoriais, Araújo e Saúde (2024) mostram que o ChatGPT pode produzir propostas compreensíveis, mas com limitações científico-pedagógicas relevantes, especialmente no que se refere à segurança e à sustentabilidade, chegando a omitir informações críticas como toxicidade e inflamabilidade. Em perspectiva convergente, Vidhani e Mariappan (2024) argumentam que a precisão depende de comunicação cuidadosa e de desenho iterativo do *prompt*, mas enfatizam que a supervisão humana é componente essencial para resguardar informações confiáveis e sustentar uma parceria produtiva humano-IAG. Já Yik e Dood (2024) evidenciam que diferentes níveis de estruturação do *prompt* podem gerar explicações altamente sofisticadas para mecanismos de reação, sem que isso se converta necessariamente em maior acurácia mecanística, o que reforça a necessidade de checagem disciplinar. No contexto brasileiro, Leite (2023) também sinaliza que a ferramenta deve ser compreendida como apoio, e não como substituta do professor, demandando reflexão crítica sobre seus usos educacionais. É sob esse horizonte de colaboração mediada por critérios de validação e segurança que chegamos à terceira e última proposição.

Proposição 3: A EP articulada ao Ensino de Química deve ser indissociável de um protocolo de verificação disciplinar realizado por um especialista (professor), pois a IAG frequentemente falha em aspectos críticos de segurança, sustentabilidade e lógica experimental (por exemplo, ao completar reações e sugerir reagentes perigosos). A EP deve encorajar a checagem e a consistência argumentativa, e não apenas o ajuste textual.

Acreditamos que as proposições apresentadas podem funcionar como um eixo de leitura para traduzir os achados da revisão em encaminhamentos aplicáveis. Por fim, para torná-los mais tangíveis, apresentamos exemplos de formulação e reescrita de

prompts que explicitam objetivos, critérios de qualidade e procedimentos de validação, buscando-se favorecer decisões didático-pedagógicas situadas e eticamente informadas no Ensino de Química. Os exemplos completos encontram-se sistematizados no Anexo A.

Limitações

Este estudo apresenta limitações importantes. Primeiramente, trata-se de um tema recente e em rápida evolução, o que resultou em *corpus* reduzido e exclusivamente internacional, limitando a generalização dos achados. Em segundo lugar, por se tratar de uma RNL, o trabalho não alcança o mesmo nível de rigor e reprodutibilidade de uma revisão sistemática (por exemplo, quanto a protocolo, avaliação formal da qualidade metodológica e risco de viés). Em terceiro lugar, a classificação das estratégias de EP dependeu de leitura interpretativa, uma vez que muitos estudos não as explicitam segundo uma mesma taxonomia, o que pode introduzir ambiguidades. Por fim, a revisão não avaliou empiricamente efeitos sobre aprendizagem ou avaliação, indicando a necessidade de estudos futuros com desenhos mais robustos e investigações em contextos educacionais brasileiros.

Considerações finais e Perspectivas futuras

Esta RNL indica que, na produção recente sobre IAG no Ensino de Química, a EP tem sido mobilizada sobretudo para adequar o *output* à tarefa, com predominância de estratégias básicas. Em um campo sensível à precisão conceitual, às condições de validade, à segurança e à sustentabilidade, esse achado reforça que “boa formulação” não pode ser confundida com resposta válida.

Como síntese interpretativa, a Tabela 4 reuniu potencialidades, limites e condicionantes de um uso crítico da EP quando pensada *para, no e com* o Ensino de Química. Essa leitura se desdobra em três proposições: (i) EP *para* o Ensino de Química, ao assumi-la como artefato didático-discursivo e competência digital ensinável, deslocando *prompts* e respostas para o estatuto de objeto formativo (Proposição 1); (ii) EP *no* Ensino de Química, ao explicitar que sua efetividade depende do TPACK e de literacia digital crítica, condição *sine qua non* para formular solicitações alinhadas ao conteúdo e validar a precisão do que é gerado (Proposição 2); e (iii) EP *com* o Ensino de Química, ao sustentar a colaboração humano-IAG sob protocolos disciplinares de

verificação, de modo a encorajar checagem e consistência argumentativa, e não apenas ajuste textual (Proposição 3). Como contribuição teórico-prática, o artigo traduz esses encaminhamentos em exemplos de *prompts* em português, visando apoiar decisões situadas de docentes e estudantes desde o desenho da solicitação até a verificação e a devolutiva formativa.

Em suma, perspectivas futuras incluem: (1) ampliar e atualizar o mapeamento do campo com revisões mais rigorosas, como as de cunho sistemático; (2) desenvolver e testar, no contexto brasileiro, roteiros curtos e explícitos de checagem do *output* em Química (por exemplo, unidades, premissas, condições de validade e segurança em laboratório); (3) investigar, com estudos empíricos, como estudantes aprendem a justificar, comparar e validar respostas da IAG em linguagem química; e (4) propor e avaliar ações de formação docente que integrem EP, ética, autoria, privacidade e vieses.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

As referências que compuseram a Revisão Narrativa de Literatura estão sinalizadas com um asterisco (*).

Alier, M., García Peñalvo, F. J., & D. Camba, J. (2024). Generative Artificial Intelligence in Education: From Deceptive to Disruptive. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 8(5), 5–14. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2024.02.011>

Almeida, D. P. de. (2025). *A cibercultura no ensino de química: empregando o chat GPT para desenvolver uma sequência didática sobre o aquecimento Global* [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro]. <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/27030>

Alves, A. C., Viana, H., Lima, J., Manhani, C., & Netto, V. (2025, 31 de janeiro). Ensino começa a integrar inteligência artificial no Brasil; especialistas veem oportunidade, mas com riscos. *g1*. <https://g1.globo.com/politica/noticia/2025/01/31/ensino-comeca-a-integrar-in-teligencia-artificial-no-brasil-especialistas-veem-oportunidade-mas-com-riscos.g.html>

- Alves, M., & Bego, A. M. (2020). A celeuma em torno da temática do planejamento didático-pedagógico: definição e caracterização de seus elementos constituintes. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 71–96. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u7196>
- *Araújo, J. L. & Saúde, I. (2024). Can ChatGPT Enhance Chemistry Laboratory Teaching? Using Prompt Engineering to Enable AI in Generating Laboratory Activities. *Journal of Chemical Education*, 101(5), 1858–1864. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00745>
- Araújo, J. L., Saúde, I., Costa, A. P., & Lopes, J. B. (2024). Uso do ChatGPT no planejamento do Ensino de Química – Potencialidades e desafios da IA para a Educação em Ciências e Tecnologia. *APEduC Revista/ APEduC Journal*, 5(2), 133–152. <https://doi.org/10.58152/APEduCJournal.569>
- Cardoso, F. S., Pereira, N. da S., Braggion, R. C., Chaves, P., & Andrioli, M. (2023). O uso da Inteligência Artificial na Educação e seus benefícios: uma revisão exploratória e bibliográfica. *Revista Ciência Em Evidência*, 4(FC), e023002. <https://doi.org/10.47734/rce.v4iFC.2332>
- Carvalho, C. M. B. (2024). *Utilização da inteligência artificial para o ensino de ciências da natureza : uma revisão bibliográfica* [Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal do Espírito Santo Campus Colatina]. <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/6405>
- Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138, 107468. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>
- Chen, B., Zhang, Z., Langrené, N., & Zhu, S. (2025). Unleashing the potential of prompt engineering for large language models. *Patterns*, 6(6), 101260. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2025.101260>
- Costa, D. G. M. da. (2025). *Integrando a inteligência artificial generativa na educação em química: desenvolvimento de ferramentas e avaliação como recurso educacional* [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte]. <https://repositorio.ufrn.br/items/b18e1c57-9ef0-4780-bf3e-31e01c01f4f4>
- de Siqueira, L. E., Bedin, E., & Grando, J. W. (2025). Inteligência Artificial na Educação: revisão cienciométrica e proposta de articulação pelo modelo TPACK. *Educação, Formação & Tecnologias*, 13(1), 59–85. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16741209>
- Eugenio, I. D., Silva, L. A. N. da, Santos, C. M. dos, & Gibin, G. B. (2023). Inteligência artificial frente a resolução de exercícios de Química: um estudo exploratório com o ChatGPT. *Colloquium Humanarum*, 20, 461–476. <https://doi.org/10.5747/ch.2023.v20.h571>
- Farrokhnia, M., Banihashem, S. K., Noroozi, O., & Wals, A. (2024). A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research. *Innovations in*
-

- Education and Teaching International*, 61(3), 460–474.
<https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846>
- Federiakina, D., Molerov, D., Zlatkin-Troitschanskaia, O., & Maur, A. (2024). Prompt engineering as a new 21st century skill. In *Frontiers in Education* (Vol. 9, p. 1366434). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1366434>
- *Feldman-Maggor, Y., Blonder, R., & Alexandron, G. (2025). Perspectives of generative AI in chemistry education within the TPACK framework. *Journal of Science Education and Technology*, 34, 1–12. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10147-3>
- Ferreira, P. F. M., & Justi, R. D. S. (2008). Modelagem e o “fazer ciência”. *Química Nova na Escola*, 28, 32–36. <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf>
- Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal. (2025, 29 de maio). *IAgora Brasil: UnB e FAPDF unem forças para capacitar professores da rede pública no uso humanizado da inteligência artificial*. <https://www.fap.df.gov.br/w/iagora-brasil-unb-e-fapdf-unem-forcas-para-capacitar-professores-da-rede-publica-no-uso-humanizado-da-inteligencia-artificial>
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. Editora Atlas SA.
- Giroto Júnior, G., Morais, C., Fernandes Goes, L., & Gonçalves Costa, G. (2025). A proposal to integrate teacher digital competencies and professional knowledge associated with PCK and TPACK. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 20(2). <https://doi.org/10.14483/23464712.22023>
- Gonçalves Costa, G., Nascimento Júnior, W. J. D., Mombelli, M. N., & Giroto Júnior. (2024). Revisiting a Teaching Sequence on the Topic of Electrolysis: A Comparative Study with the Use of Artificial Intelligence, 101(8), 3255–3263. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00247>
- Gupta, B., Mufti, T., Sohail, S. S., & Madsen, D. Ø. (2023). ChatGPT: A brief narrative review. *Cogent Business & Management*, 10(3). <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2275851>
- Helder, D., Oliveira, L. de. (2022, 08 de dezembro). ChatGPT: conheça o robô conversador que viralizou por ter resposta para (quase) tudo. *g1*. <https://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2022/12/08/chatgpt-conheca-o-robô-conversador-que-viralizou-por-ter-resposta-para-quase-tudo.ghtml>
- Hwang, G. J., & Chang, C. Y. (2023). A review of opportunities and challenges of chatbots in education. *Interactive Learning Environments*, 31(7), 4099–4112. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1952615>
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
-

- Lee, D., & Palmer, E. (2025). Prompt engineering in higher education: A systematic review to help inform curricula. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 22(7). <https://doi.org/10.1186/s41239-025-00503-7>
- Leite, B. S. (2023). Inteligência Artificial e Ensino de Química: uma análise propedêutica do ChatGPT na definição de conceitos químicos. *Química Nova*, 46(9), 915–923. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230059>
- Lima-Lopes, R. E. de. (2025). Por uma revisão crítica do uso de Inteligência Artificial na Educação. *Revista de Estudos de Cultura*, 11(27), 39–65. <https://doi.org/10.32748/revec.v11i27.22719>
- Liu, P., Yuan, W., Fu, J., Jiang, Z., Hayashi, H., & Neubig, G. (2023). Pre-train, Prompt, and Predict: A systematic Survey of Prompting Methods in Natural Language Processing. *ACM Computing Surveys*, 55(9), 1–35. <https://doi.org/10.1145/3560815>
- Luna, G. de S. (2025). *Integrando o ensino socrático com LLMs: um framework multiagente para inovação no ensino de programação* [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro]. <https://www.cos.ufrj.br/index.php/en/publicacoes-pesquisa/details/20/3232>
- Merga, M. K., & Oddone, K. (2025). ‘This review is useful’: The novel knowledge mobilisation contributions of narrative reviews in higher education. *Issues in Educational Research*, 35(2), 698–715. <https://www.iier.org.au/iier35/merga.pdf>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Nicolau, A. (2025, 15 de setembro). Uso de inteligência artificial cresce no Brasil e impacta educação. *CNN Brasil*. <https://www.cnnbrasil.com.br/educacao/uso-de-inteligencia-artificial-cresce-no-brasil-e-impacta-educacao/>
- Nunes, T. (2024, 18 de outubro). Unicamp lança plataforma de inteligência artificial. *Portal Unicamp*. <https://unicamp.br/noticias/2024/10/18/unicamp-lanca-plataforma-de-inteligencia-artificial/>
- *Reddy, M. R., Walter, N. G., & Sevryugina, Y. V. (2024). Implementation and Evaluation of a ChatGPT-Assisted Special Topics Writing Assignment in Biochemistry. *Journal of Chemical Education*, 101(7), 2740–2748. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00226>
- Rodrigues, O. S., & Rodrigues, K. S. (2023). A inteligência artificial na educação: os desafios do ChatGPT. *Texto Livre*, 16, e45997. <https://doi.org/10.1590/1983-3652.2023.45997>
- Sampaio, R. C., Sabbatini, M., & Limongi, R. (2024). *Diretrizes para o uso ético e responsável da inteligência artificial generativa: um guia prático para*
-

- pesquisadores. Intercom.
<https://prpg.unicamp.br/wp-content/uploads/sites/10/2025/01/livro-diretrizes-ia-1.pdf>
- Santaella, L. (2024). Diagnóstico do contemporâneo. *Estudos Avançados*, 38(110), 7–18.
<https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2024.38110.002>
- Santos, C. M. dos, Silva, L. A. N. da, Barboza, T. B., & Gibin, G. B. (2023). O processo de transposição didática pelo ChatGPT acerca dos modelos atômicos: inteligência artificial como professor do Ensino Médio. *Anais do XII Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química*. IFSP Sertãozinho/USP Ribeirão Preto.
<https://eppeq.ti.srt.ifsp.edu.br/eppeq/article/view/97>
- Santos, J. V. P. dos. (2025). *Concepções de professores e estudantes do ensino médio sobre inteligência artificial na educação* [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Sergipe]. <https://ri.ufs.br/handle/riufs/24009>
- Silva, G. C. de J., & Santos, O. P. (2025). Ensino religioso e educação de surdos: falas, práticas e diversidades na sala de aula. In Gonçalves, M. C. da S. & Oliveira, M. R. N. de. (Orgs). *Educação: Reflexões e Experiências Volume 13* (pp. 58–64). Editora Poisson. <http://doi.org/10.36229/978-65-5866-602-8>
- Silva, J. E. O. (2024). *Estudo exploratório e análise comparativa de ferramentas de inteligência artificial generativa para o ensino de computação* [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Uberlândia]. <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/44921>
- Talanquer, V. (2026). The Importance of Fostering Conceptual Reframing in Chemistry Education. *Chemistry Education Research and Practice*.
<https://doi.org/10.1039/D5RP00421G>
- *Tassoti, S. (2024). Assessment of Students Use of Generative Artificial Intelligence: Prompting Strategies and Prompt Engineering in Chemistry Education. *Journal of Chemical Education*, 101(6), 2475–2482.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00212>
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, 10, Article 15.
<https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2022). *Recomendação sobre a Ética da Inteligência Artificial*. UNESCO.
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_por
- Universidade Federal de Minas Gerais. (2025, 16 de julho). *UFMG oferta 800 vagas em cursos gratuitos de educação digital*.
<https://www.ufmg.br/comunicacao/assessoria-de-imprensa/releases/oportunidades/ufmg-oferta-800-vagas-em-cursos-gratuitos-de-educacao-digital/>
-

Universidade Tecnológica Federal do Paraná. (n.d.). *Inteligência artificial aplicada à educação*. Recuperado em 9 de janeiro de 2026, de <https://utfpr.curitiba.br/iaeduc/>

Vasconcelos, V. R. C., & Frota, D. A. de. (2025). IA como Aliada da Criatividade Humana: O Desenvolvimento do Aplicativo “Terra e Universo” com Auxílio do ChatGPT. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 33, 451–471. <https://doi.org/10.5753/rbie.2025.5204>

*Vidhani, D. V., & Mariappan, M. (2024). Optimizing human–AI collaboration in chemistry: A case study on enhancing generative AI responses through prompt engineering. *Chemistry*, 6(4), 723–737. <https://doi.org/10.3390/chemistry6040043>

Wartha, E. J., & Rezende, D. de B. (2016). Os níveis de representação no Ensino de Química e as categorias da semiótica de Peirce. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 16(2), 275–290. <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/230>

Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind: Sociocultural approach to mediated action*. Harvard University Press.

*White, A. D., Hocky, G. M., Gandhi, H. A., Ansari, M., Cox, S., Wellawatte, G. P., Sasmal, S., Yang, Z., Liu, K., Singh, Y., & Peña Ccoa, W. J. (2023). Assessment of chemistry knowledge in large language models that generate code. *Digital Discovery*, 2, 368–376. <https://doi.org/10.1039/D2DD00087C>

*Yik, B. J., & Dood, A. J. (2024). ChatGPT Convincingly Explains Organic Chemistry Reaction Mechanisms Slightly Inaccurately with High Levels of Explanation Sophistication. *Journal of Chemical Education*, 101(5), 1836–1846. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00235>

Submetido em: 13/01/2026

Aceito em: 28/07/2026

Publicado em: 25/09/2026

Periódico organizado pela Sociedade Brasileira de Ensino de Química – SBEnQ

Sociedade **B**rasileira
de **E**nsino de **Q**uímica



Este texto é licenciado pela [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Anexo A

Exemplos de prompts ingênuos (PI) e estratégicos (PE), com objetivos do usuário e estratégias de Engenharia de Prompt (EP) mobilizadas, em situações de ensino, aprendizagem e avaliação na disciplina de Química

Objetivo do Usuário (estudante)	Estratégias de EP mobilizadas
Obter um plano de estudo personalizado para a prova de Química, com explicações e exercícios no nível adequado, assumindo que a IAG atue como tutora de Química e ofereça um exemplo resolvido como modelo.	<i>Role-Based Prompting (RBP)</i> e <i>One-Shot Prompting (OSP)</i>
Prompt Ingênuo 1 (PI_1)	
Explique Química para minha prova e crie algumas questões com gabarito.	
Prompt Estratégico 1 (PE_1)	
Você é um(a) professor(a) particular de Química do Ensino Médio. Seu papel é me ajudar a estudar para uma prova com foco em compreensão conceitual e resolução de exercícios, com linguagem clara e rigor conceitual. DADOS DO ESTUDANTE E DA PROVA - Série/ano: [] - Conteúdos: [] - Tipo de prova: [] - Data: [] - Tempo disponível até a prova: [] - Minhas maiores dificuldades: [] IMPORTANTE - Se houver mais de uma convenção/forma válida (ex.: unidades, notações), explicita. - Se você não tiver certeza sobre algum ponto, sinalize "PONTO A VERIFICAR". - Não invente conteúdos que não estejam coerentes com Química escolar. EXEMPLO DE COMO QUERO A SAÍDA (siga exatamente o padrão abaixo) Dia X – Meta: Reagente limitante Explicação essencial (5-8 linhas): [explicação curta] Checklist: - [] conceito 1 - [] conceito 2 Questões: 1) (fácil) ... 2) (média) ... 3) (difícil) ... Gabarito comentado (curto): 1) ... 2) ... 3) ... Mini-revisão final (3 itens): - ... Erros comuns e como evitar (2–3 itens): - ... TAREFA Com base nos meus dados, gere: 1) Um plano de estudo por dia até a prova (com metas e tempo estimado).	

2) Para cada dia: explicação essencial, checklist, 3 questões (com gabarito comentado). 3) Um bloco final: "O que revisar na véspera", "Erros comuns", "Como eu sei que aprendi". Se faltarem dados, faça suposições explícitas antes de começar (em 2-3 linhas).	
Objetivo do Usuário (docente)	Estratégias de EP mobilizadas
Atualizar o planejamento de aula do ano anterior e gerar novas ideias de atividades, estratégias e recursos para um conteúdo específico, refinando iterativamente as sugestões da IAG a partir de restrições reais (tempo de aula, turma, objetivos, avaliação), usando delimitadores para inserir trechos do plano antigo e orientações institucionais.	<i>Role-Based Prompting (RBP)</i> , Uso de Delimitadores (Del) e Refinamento Iterativo (RI)
Prompt Ingênuo 2 (PI_2)	
Refaça meu planejamento de Cinética Química deixando ele bem moderno e com metodologias ativas.	
Prompt Estratégico 2 (PE_2)	
Você é um(a) professor(a) de Química e um(a) assistente de planejamento didático. Sua tarefa é atualizar o planejamento do ano anterior, propor melhorias e sugerir atividades, mantendo coerência entre objetivos, conteúdos, estratégias, avaliação e tempo real de aula. Use APENAS o que está dentro dos delimitadores como texto-base. Quando sugerir mudanças, explique por que favorecem a aprendizagem e indique se a sugestão é: (i) ajuste leve, (ii) ajuste moderado, (iii) mudança estrutural. """"PLANO_ANTERIOR [cole aqui o trecho do planejamento do ano anterior] PLANO_ANTERIOR"""" """"CONTEXTO Turma: [] Carga horária: [] Conteúdo-alvo: [] Recursos disponíveis: [] Perfil da turma: [] Diretrizes/BNCC/itens obrigatórios: [] Avaliação: [] CONTEXTO"""" """"FOCO [ex.: inserir metodologias ativas, melhorar sequência de exercícios, incluir atividade investigativa, adequar avaliação] FOCO"""" MODO ITERATIVO Etapa 1 - Diagnóstico (tópicos): - Pontos fortes - Lacunas - Riscos (ex.: sobrecarga, desalinhamento objetivo-avaliação, pré-requisitos) Etapa 2 - Versão 1 revisada: Apresente uma proposta revisada com: objetivos, conteúdos, sequência de aulas (por aula/semana), atividades, recursos, avaliação e critérios. Etapa 3 - Perguntas (até 5): Faça até 5 perguntas objetivas para eu responder e refinar a Versão 2. Etapa 4 - Versão 2 (após minhas respostas): Indique claramente o que mudou da V1 para a V2 e por quê. Restrições: - Evite sugestões inviáveis para o contexto informado. - Não invente exigências legais/institucionais que não estejam no texto-base ou no CONTEXTO.	

- Quando algo for suposição, marque como "SUPosição".	
Objetivo do Usuário (docente)	Estratégias de EP mobilizadas
Automatizar a correção de uma questão avaliativa de Química, solicitando que a IAG proponha critérios e um gabarito comentado e, em seguida, aplique uma análise passo a passo das respostas dos estudantes com base nesses critérios, apontando erros conceituais e atribuindo pontuação de forma justificável.	<i>Role-Based Prompting (RBP)</i> , <i>Uso de Delimitadores (Del)</i> , <i>Zero-Shot Prompting (ZSP)</i> e <i>Chain-of-Thought (CoT)</i>
Prompt Ingênuo 3 (PI_3)	
Corrija as respostas dos alunos e dê a nota de cada um.	
Prompt Estratégico 3 (PE_3)	
Você é um(a) corretor(a) de avaliações de Química. Vou fornecer: (a) questão, (b) gabarito/ideias-chave, (c) rubrica, (d) respostas. Sua tarefa é atribuir pontuação, justificar com base na rubrica e apontar erros conceituais. Use raciocínio passo a passo INTERNAMENTE para decidir a pontuação (Chain-of-Thought), mas NÃO mostre o passo a passo. Mostre apenas: - evidências ligadas à rubrica (citações curtas da resposta do aluno quando necessário) - justificativa resumida (1-2 frases) """"QUESTÃO [cole aqui a questão exatamente como aplicada] QUESTÃO"""" """"GABARITO [cole aqui o gabarito ideal ou ideias-chave] GABARITO"""" """"RUBRICA Pontuação total: [] Itens avaliados: - Item A: [descrição] = [pontos] - Item B: [descrição] = [pontos] - Item C: [descrição] = [pontos] Regras: - Se houver erro conceitual em [X], zera o item [Y] - Aceitar equivalências: [] RUBRICA"""" """"RESPOSTAS Aluno 01: [resposta] Aluno 02: [resposta] Aluno 03: [resposta] Aluno 04: [resposta] Aluno 05: [resposta] RESPOSTAS"""" SAÍDA OBRIGATÓRIA 1) Uma tabela: Aluno Pontuação Evidências (rubrica) Erros/omissões Comentário formativo (2-3 linhas) 2) Se a rubrica não cobrir um caso, ou se a resposta for ambígua, marque: "necessita revisão humana" e forneça um motivo (1 linha). 3) Nunca invente informações além do que está na QUESTÃO/GABARITO/RUBRICA/RESPOSTAS. 4) Trate a pontuação como recomendação, pois a decisão final é do(a) professor(a). Comece a correção agora.	

Fonte: Elaboração Própria.