

Uso pedagógico da inteligência artificial na formação de professores de Química: modelos explicativos sobre a dissolução do sal em água no PIBID

Pedagogical use of artificial intelligence in chemistry teacher education: pre-service teachers' explanatory models of salt dissolution in water in the PIBID program

Uso pedagógico de la inteligencia artificial en la formación de profesores de Química: modelos explicativos sobre la disolución de la sal en agua en el ámbito del programa PIBID

Ronilson Freitas de Souza

Pós-doutorando no Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora, ronilson.souza@visitante.ufjf.br

Carlos Daniel Honório da Silva

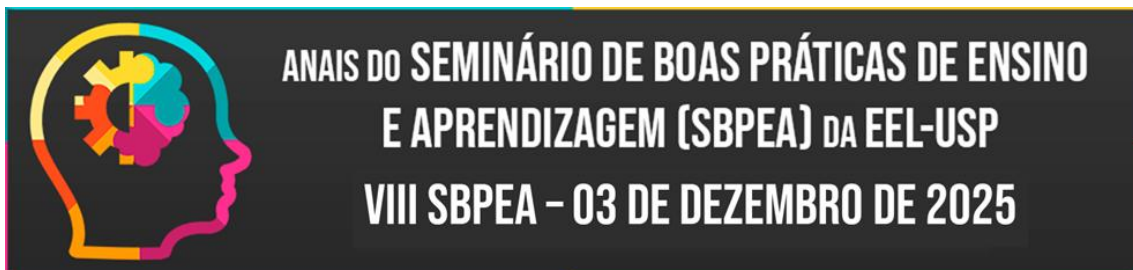
Mestrando no Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora, 11867785633@estudante.ufjf.br

Andréia Francisco Afonso

Docente do Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora, andreia.afonso@ufjf.br

Resumo

Se presenta una acción formativa desarrollada con 13 becarios del Subproyecto Interdisciplinario, integrante del Programa Institucional de Becas de Iniciación a la Docencia de la Universidad Federal de Juiz de Fora, centrada en el uso pedagógico de inteligencia artificial (IA) generativa para explicar la disolución del NaCl en agua. El objetivo fue analizar cómo los futuros docentes reelaboran sus modelos explicativos al articular texto, dibujo e interacción con un chatbot, bajo mediación docente. La investigación, de enfoque cualitativo y carácter de relato de experiencia, comprendió: elaboración de explicaciones iniciales considerando los niveles macro y micro, producción de representaciones gráficas, revisión de los textos con apoyo de IA mediante un *prompt* orientador y análisis crítico de la retroalimentación, seguida de la

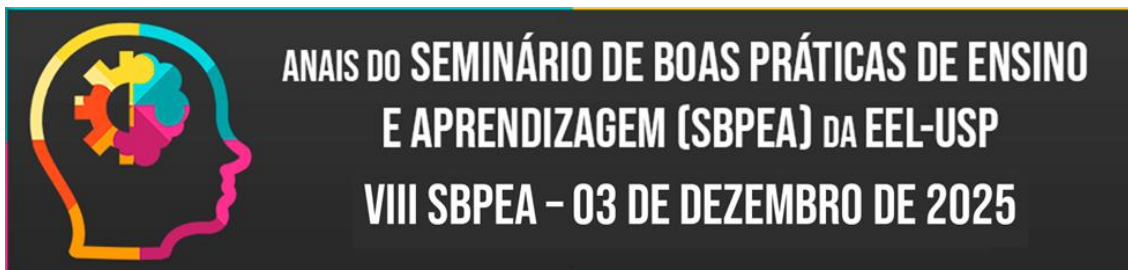


sistematización conceptual realizada por el profesor. Se observó un desplazamiento del uso de verbos cotidianos y descripciones fenomenológicas hacia un lenguaje más propio de la Química, con mayor presencia de términos como iones, solución acuosa, solvatación e iones hidratados, además del paso de esquemas exclusivamente macroscópicos a representaciones que articulan los niveles macro y submicroscópico. Se concluye que la IA, cuando se emplea como apoyo a la revisión y se inserta en una propuesta de modelización con mediación crítica del profesor, puede contribuir a cualificar las explicaciones de los futuros docentes y fortalecer su autoría en la formación inicial en Química.

Palavras-chave: Inteligência artificial, Formação de professores, Modelos explicativos, Dissolução do NaCl, PIBID.

Abstract

This study reports a formative activity conducted with 13 scholarship holders from the Interdisciplinary Subproject of the Institutional Scholarship Program for Teaching Initiation at the Federal University of Juiz de Fora, focusing on the pedagogical use of generative artificial intelligence (AI) to explain the dissolution of NaCl in water. The aim was to examine how preservice chemistry teachers re-elaborate their explanatory models by integrating written text, drawings, and chatbot interaction under teacher mediation. This qualitative, experience-based investigation involved: producing initial explanations at macro and micro levels, creating representational drawings, revising the texts with AI through a guided prompt and critically analyzing its feedback, followed by conceptual systematization by the instructor. A shift was observed from everyday verbs and phenomenological descriptions toward a chemistry-specific language, with increased use of terms such as ions, aqueous solution, solvation, and hydrated ions, as well as a movement from purely macroscopic schemes to representations that integrate macroscopic and submicroscopic levels. It is concluded that AI, when used as a revision scaffold within a modeling-based approach and accompanied by critical teacher



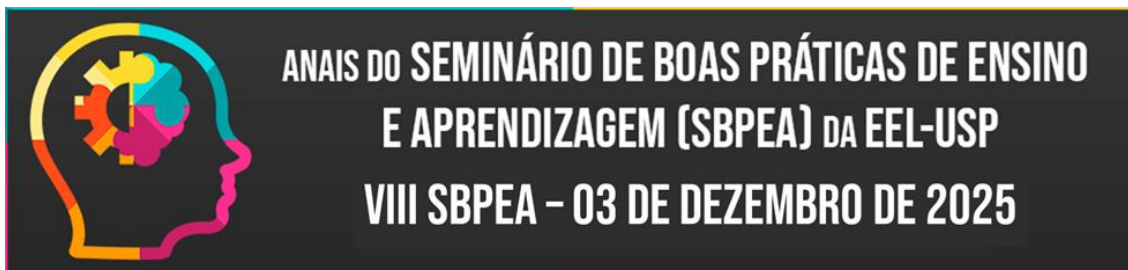
mediation, can enhance the quality of preservice teachers' explanations and strengthen their authorship in initial chemistry teacher education.

Keywords: Artificial Intelligence; Teacher Education; Explanatory Models; NaCl Dissolution; PIBID Program

Resumen

Se presenta una acción formativa desarrollada con 13 becarios del Subproyecto Interdisciplinario, integrante del Programa Institucional de Becas de Iniciación a la Docencia de la Universidad Federal de Juiz de Fora, centrada en el uso pedagógico de inteligencia artificial (IA) generativa para explicar la disolución del NaCl en agua. El objetivo fue analizar cómo los futuros docentes reelaboran sus modelos explicativos al articular texto, dibujo e interacción con un chatbot, bajo mediación docente. La investigación, de enfoque cualitativo y carácter de relato de experiencia, comprendió: elaboración de explicaciones iniciales considerando los niveles macro y micro, producción de representaciones gráficas, revisión de los textos con apoyo de IA mediante un *prompt* orientador y análisis crítico de la retroalimentación, seguida de la sistematización conceptual realizada por el profesor. Se observó un desplazamiento del uso de verbos cotidianos y descripciones fenomenológicas hacia un lenguaje más propio de la Química, con mayor presencia de términos como iones, solución acuosa, solvatación e iones hidratados, además del paso de esquemas exclusivamente macroscópicos a representaciones que articulan los niveles macro y submicroscópico. Se concluye que la IA, cuando se emplea como apoyo a la revisión y se inserta en una propuesta de modelización con mediación crítica del profesor, puede contribuir a cualificar las explicaciones de los futuros docentes y fortalecer su autoría en la formación inicial en Química.

Palabras clave: Inteligencia Artificial; Formación docente; Modelos explicativos; Disolución del NaCl; Programa PIBID

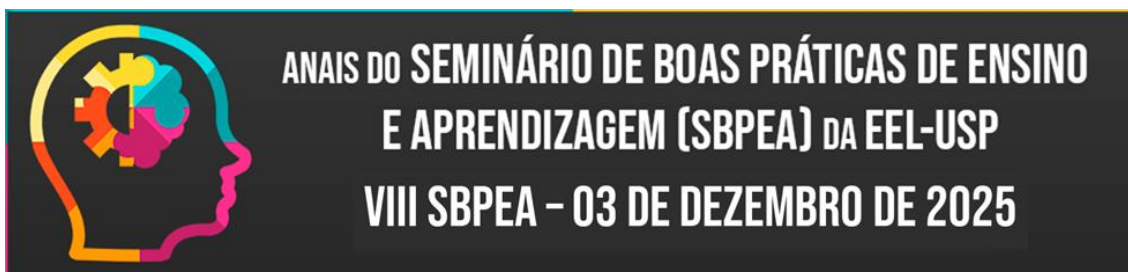


1. INTRODUÇÃO

A rápida difusão de modelos de linguagem generativos, como ChatGPT e sistemas similares, tem produzido novas tensões na formação de professores, ao mesmo tempo em que oferecem feedback imediato, apoio à escrita e possibilidade de personalização de tarefas, também reforçam riscos de superficialidade conceitual, plágio e aceitação acrítica das respostas produzidas pela máquina (Memarian; Doleck, 2023; Zhang; Zhang, 2025). No ensino de Química, esse cenário é particularmente sensível, porque a compreensão de fenômenos envolve a articulação entre níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico, o que exige trabalho sistemático com modelos, representações e linguagem especializada (Jungwirth, 2000; Zeidel, 2017).

Estudos recentes têm mostrado que *chatbots* podem gerar explicações “plausíveis”, mas nem sempre corretas do ponto de vista químico, sobretudo quando o conteúdo envolve múltiplas representações e maior densidade simbólica (Hallal; Hamdan; Tlais, 2023). Em paralelo, pesquisas sobre *help-seeking* em ambientes mediados por inteligência artificial (IA) indicam que o modo como a ferramenta é enquadrada na atividade influencia a forma como os estudantes a utilizam, quando a IA é posicionada como parceira de revisão, e não como fonte de resposta final, tende a favorecer processos mais reflexivos de avaliação e apropriação do feedback (Chen et al., 2025). Para a formação inicial de professores, esse debate recoloca a necessidade de discutir não apenas “se” usar IA, mas “como” e “para quê” integrá-la às práticas de ensino de Química.

Este relato de experiência descreve e analisa uma ação formativa desenvolvida com 13 bolsistas do Subprojeto Interdisciplinar do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), na qual a inteligência artificial generativa foi utilizada como apoio à revisão de explicações escritas e desenhos sobre a dissolução do NaCl em água. O foco do trabalho é compreender como esses licenciandos mobilizam e reelaboram seus modelos explicativos quando são convidados a explicitar o que observam e como explicam a interação entre as partículas de sal e de água, revisitando suas próprias respostas com auxílio de um *chatbot*, discutindo criticamente o feedback recebido sob mediação docente. Ao fazê-lo, buscamos



contribuir para o debate sobre usos pedagógicos da IA na Educação em Química, enfatizando condições de uso que favoreçam autoria, análise crítica e articulação entre diferentes níveis de representação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

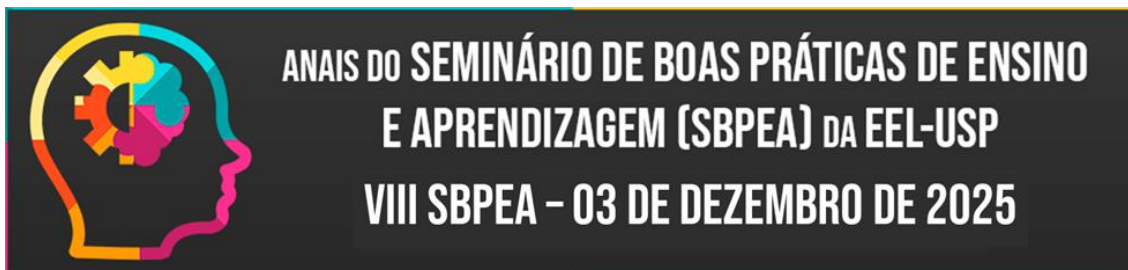
A humanidade desde os primórdios sempre possibilitou constantes mudanças tecnológicas, o que ainda se faz presente na chamada Quarta Revolução Industrial. Schwab (2019) sustenta que estas evoluções tecnológicas recentes revolucionarão toda a sociedade, entre elas se incluem as popularizadas inteligências artificiais.

A educação não está alienada do progresso tecnológico, e considerando a difusão destas novas ferramentas de inteligência artificial entre os discentes, elaborar-se-á um planejamento mais concreto para seu uso consciente, de modo que não se torne apenas um local conveniente para que os estudantes retirem respostas e usem-nas *ipsis litteris* em suas atividades escolares.

O uso de tecnologias digitais na educação tem sido amplamente discutido, principalmente em função da disseminação destas tecnologias, entretanto, apesar de estarem presentes em inúmeros espaços, possivelmente um dos lugares de menor utilização é em espaço escolar no processo de ensino e aprendizagem (Bittencourt; Albino, 2017).

Torna-se mister compreender que os estudantes de hoje são diferentes daqueles com os quais os docentes conviveram, enquanto ainda eram discentes, e isto provavelmente acontecia no passado e continuará acontecendo no futuro.

Há mais de duas décadas já se discute sobre as diferenças fundamentais entre gerações de professores e alunos, Prensky (2001) cunhou o termo nativo digital justamente para explicitar estas diferenças de acesso tecnológico, e afirma que há uma certa ruptura entre aqueles que nasceram antes e os que vieram depois das tecnologias digitais.



É possível extrapolarmos as concepções de nativo e imigrante digital para a inteligência artificial, e a tendência natural é que cresçam as discrepâncias entre estas gerações conforme o uso desta tecnologia torna-se mais naturalizado.

O emprego da inteligência artificial enquanto ferramenta dentro de sala de aula no ensino de Química ainda é muito pouco explorado, assim, o presente trabalho busca enxergar novas possibilidades de sua aplicação, prezando pelo papel central do professor, insubstituível pela máquina.

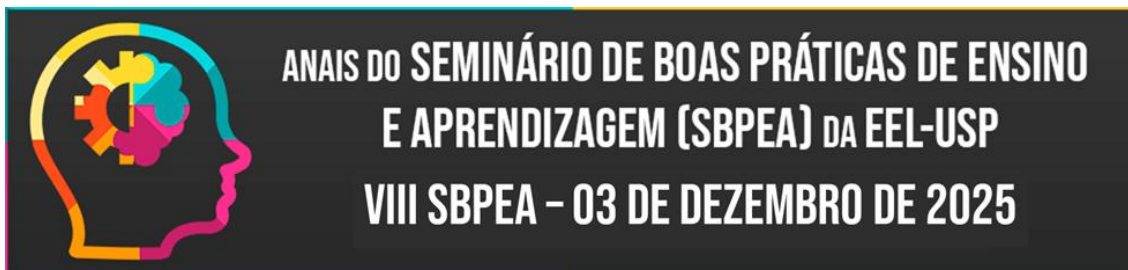
Especificando o uso de IA no ensino de Química, Leite (2023) ressalta a importância de superá-lo apenas como ferramenta de pergunta e resposta, sendo necessário um aprofundamento das discussões e conceitos, que caberia ao professor.

A utilização de *chatbots* em sala de aula está condicionada à capacidade de mediação do professor. “Assim, o professor, ao permitir que seus estudantes utilizem o ChatGPT em suas atividades, deve ensinar caminhos para que seu estudante possa selecionar, analisar, criticar, comparar, avaliar, sintetizar, comunicar e informar” (Leite, 2023, p. 922).

Iyamuremye et al (2024) destacam a necessidade dos professores alinharem a tecnologia a seus objetivos dentro de sala de aula, além de possuírem as habilidades necessárias para fazer seu bom uso, isto é, o letramento digital. Freitas (2010) também salientou a importância da familiarização dos professores, durante sua formação, com os computadores e internet, analogamente podemos falar o mesmo do uso das ferramentas de inteligência artificial hoje, quinze anos depois, e a demanda por sua inclusão no processo de formação de professores.

Loureiro (2024) relaciona o uso do ChatGPT, em sala de aula, com o triângulo de Johnstone (2000), e conclui que apesar da ferramenta ter gerado respostas que abarquem, de forma mais abrangente, os três níveis de conhecimento, muitos alunos ainda tiveram dificuldade responder uma questão envolvendo certa reação química.

Dois dos três níveis de Johnstone foram explorados na coleta de dados para este trabalho, o submicroscópico e o macroscópico, estes modelos de expressão foram



desenvolvidos para que “[...] os jovens, no próximo século, possam pegar nosso entusiasmo e apreciar o estímulo intelectual que nosso conteúdo pode, e deve, oferecer.” (Johnstone, 2000, p. 10, tradução nossa).

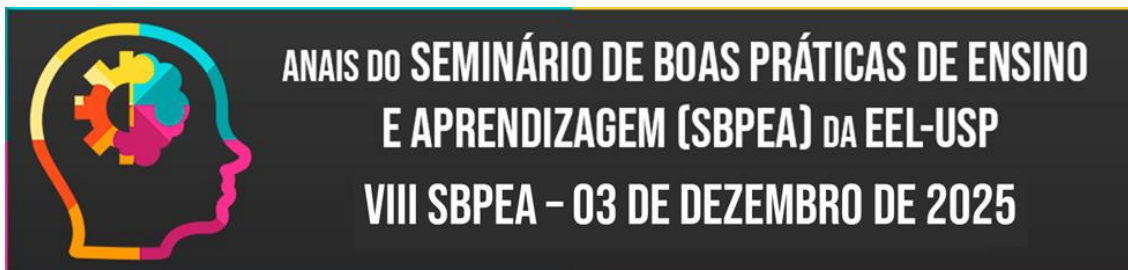
Sobre estes dois níveis, Johnstone (2000) postula que a maioria das coisas observáveis, ou até pensáveis, estariam contidas no nível macroscópico, mesmo conceitos abstratos, pois seriam pensados em relação a suas expressões enquanto entes na realidade; já sobre o nível submicroscópico, reforça o fato da compreensão e interpretação química autênticas serem melhor expressas dentro dele.

Esta proposta procura destacar algumas potencialidades e limitações do emprego de inteligência artificial mediante *chatbots* no ensino de Química, levando em consideração dois dos níveis de conhecimento químico, macroscópico e submicroscópico, preservando a centralidade do professor e estimulando o aluno a ser agente ativo na construção do conhecimento.

3. MÉTODO

Este estudo insere-se no campo da pesquisa qualitativa em educação em Química, compreendendo que processos de formação docente envolvem significados, interpretações e reconstruções de modelos explicativos em contextos específicos. De acordo com Creswell (2014), investigações qualitativas buscam compreender fenômenos por meio das descrições e análises interpretativas, a partir da perspectiva dos participantes e do contexto em que estão inseridos.

Neste contexto, este trabalho se caracteriza como um relato de experiência, de natureza do tipo estudo de caso (Creswell, 2014), uma vez que descreve e analisa uma ação formativa pontual, desenvolvida com um grupo específico de licenciandos em Química, em um contexto institucional delimitado (PIBID/UFJF). O foco deste relato não é testar hipóteses, mas compreender como esses bolsistas em formação mobilizam e reelaboram modelos explicativos sobre a dissolução do sal em água ao articular explicações escritas, desenhos e interação com uma ferramenta de inteligência artificial (IA) generativa, sob mediação docente.



Participantes

A ação formativa envolveu 13 bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), todos licenciandos do Subprojeto Interdisciplinar, vinculados aos cursos de Licenciatura em Química e em Física, em diferentes etapas da formação inicial.

A atividade ocorreu em um encontro regular semanal do Subprojeto Interdisciplinar, em sala de aula do Instituto de Ciências Exatas da UFJF. Os dados foram utilizados de forma agregada e anônima, em conformidade com princípios éticos de pesquisa em Educação (parecer consubstanciado nº 7.525.291, CAAE: 87954525.6.0000.8607).

Descrição da ação formativa

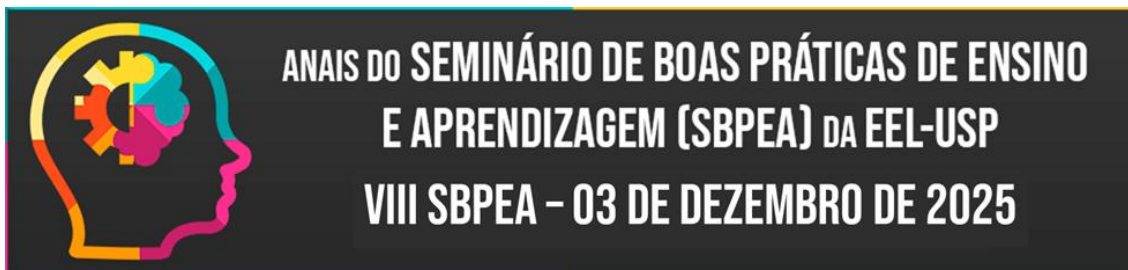
A ação formativa teve como eixo a questão norteadora: “O que acontece quando misturamos sal com água?” e foi estruturada a partir de uma apresentação em slides que organizava as etapas da atividade em torno de produção de texto, elaboração de desenhos, interação com IA e sistematização conceitual. O encontro, com duração aproximada de 2 horas, foi desenvolvido em cinco momentos principais.

1. Problemática e explicação inicial

Inicialmente, apresentamos aos licenciandos uma situação cotidiana envolvendo a dissolução de sal de cozinha em água, os participantes foram convidados a escrever, individualmente, um parágrafo explicando o fenômeno, articulando: o que se observa no nível macroscópico e o que imaginam que acontece com as partículas de sal e de água no nível submicroscópico. Explicitou-se que, nesse primeiro momento, não deveriam consultar livros, internet ou IA, visando registrar suas concepções iniciais.

2. Produção de desenhos científicos

Em seguida, cada licenciando elaborou um desenho científico simples, utilizando símbolos (bolinhas, setas, rótulos) para representar o sistema que representasse as suas



observações em nível macro e microscópico. Essa etapa permitiu tornar visíveis os modelos mentais subjacentes às explicações textuais.

3. Interação com IA generativa e revisão do texto

No terceiro momento, os licenciandos utilizaram uma ferramenta de IA generativa (ChatGPT ou Gemini), acessada em seus próprios dispositivos. Foi proposto um *prompt* orientador, no qual deveriam colar sua explicação inicial e solicitar que a IA atuasse como avaliadora, e não como fonte de resposta pronta. O *prompt* incluía instruções do tipo:

- indicar quais partes da explicação estavam corretas;
- apontar trechos confusos, incompletos ou conceitualmente inadequados;
- sugerir melhorias na explicação sem reescrevê-la integralmente.

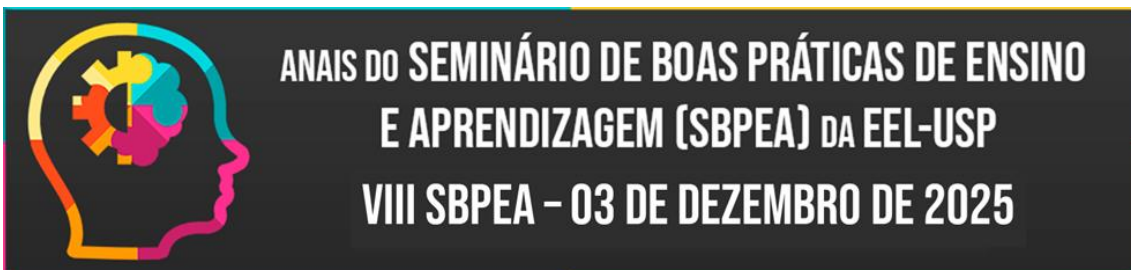
Após lerem a resposta da IA, os licenciandos produziram uma versão revisada de sua explicação, incorporando apenas as sugestões com as quais concordavam e que consideravam coerentes com sua compreensão do fenômeno. Ressaltamos que a IA deveria ser usada como recurso para aprimorar o próprio modelo explicativo, e não como substituto da autoria.

4. Socialização de dúvidas e análise crítica da resposta da IA

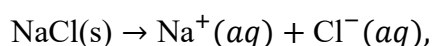
Os participantes foram convidados a reler a resposta recebida da IA e marcar, em seus registros, com ✓ os trechos em que a IA confirmou algo que já haviam expresso corretamente, com ? os pontos que levantavam dúvidas ou correções, e com ! as explicações que consideraram especialmente úteis para compreender o fenômeno. Essa codificação visou estimular uma postura ativa de avaliação do feedback, em vez de aceitação acrítica.

Quando pertinente, os licenciandos foram incentivados a revisar seus desenhos à luz das discussões, ajustando a representação gráfica (por exemplo, separando íons, incluindo moléculas de água orientadas, destacando o estado aquoso).

5. Sistematização conceitual e reflexão sobre o uso da IA



Nesta última etapa ocorreu a mediação docente por meio de uma discussão expositiva dialogada, retomando elementos recorrentes das explicações e desenhos verbalizados pelos participantes, os quais foram anotados no quadro pelo docente (sumir, derreter, misturar, formar íons, dissociação, polaridade, etc) e ressignificando esses termos à luz de um modelo químico mais elaborado de dissolução do NaCl em água. Partiu-se da representação simbólica simplificada,

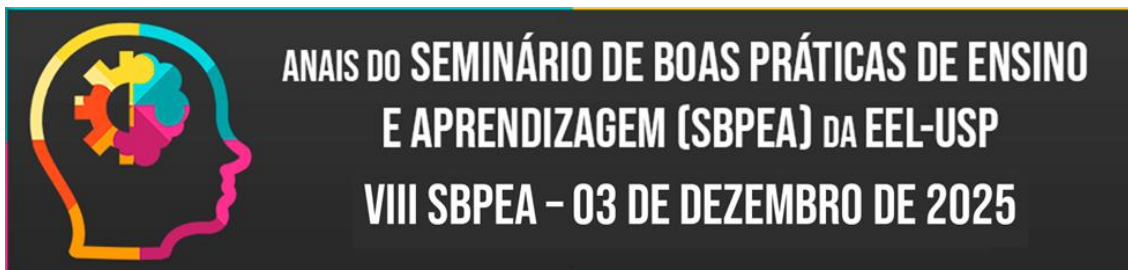


explicitando que a seta não descreve “desaparecimento” do sal, mas a passagem de um retículo iônico organizado para um conjunto de íons dispersos e hidratados na solução. Discutiu-se que o estado sólido é descrito por uma rede iônica tridimensional, na qual íons Na^+ e Cl^- estão fortemente atraídos por interações eletrostáticas de longo alcance, denominada de energia de rede, enquanto a água líquida é um meio polar, com moléculas organizadas por uma rede dinâmica de ligações de hidrogênio.

A partir dessa base, foram introduzidos os três passos energéticos clássicos associados à dissolução: ruptura das interações soluto–soluto, isto é, quebra parcial da rede iônica do NaCl(s) , processo que consome energia ($\Delta H > 0$); reorganização das interações solvente–solvente, com perturbação local da rede de ligações de hidrogênio entre moléculas de água, também com contribuição energética positiva; e estabelecimento de interações soluto–solvente, em especial interações íon–dipolo entre Na^+/Cl^- e as moléculas de H_2O , processo exotérmico ($\Delta H < 0$).

Discutimos com os licenciandos que o balanço entre esses termos energéticos, somado ao aumento de desordem associado à dispersão dos íons no volume da solução, ajuda a compreender por que a dissolução do NaCl em água é, em condições usuais, um processo espontâneo, considerando que a energia livre de Gibbs ($\Delta G = \Delta H - T\Delta S$) é menor que zero.

Essa discussão permitiu retomar e refinar expressões usadas nas explicações iniciais. A ideia de que o sal “derrete” foi contrastada com o conceito de mudança de estado físico (fusão), destacando que, na dissolução, não há passagem para o estado líquido do NaCl, mas sim separação de íons em ambiente aquoso. A noção de que o sal “some” foi problematizada à luz da conservação de matéria e da evidência de que os íons



permanecem presentes, ainda que invisíveis a olho nu, influenciando propriedades como condutividade elétrica e ponto de ebulição. Termos como “misturar” foram requalificados, mostrando que não se trata apenas de mistura mecânica, mas de um processo em que interações eletrostáticas e energias de solvatação são determinantes.

Em seguida, convidamos os licenciandos a refletir, em que medida a IA contribuiu para melhorar suas explicações e representações; que cuidados consideram necessários ao utilizar IA na Educação Básica, como futuros professores de Química.

Produção e organização dos dados

Constituíram o corpus de análise: os textos iniciais produzidos pelos licenciandos sobre a dissolução do sal em água; as versões revisadas desses textos após a interação com a IA; os desenhos iniciais e, quando existentes, revisados representando o sistema com aspectos macro e micro da dissolução; os registros de análise do feedback da IA foram utilizados as marcações no texto produzidos inicialmente ✓, ? e !; as notas de campo do professor pesquisador, contendo observações sobre falas, reações e dificuldades evidenciadas durante a atividade.

As interações com a IA não foram transcritas integralmente, visando manter a resposta do licenciando(a) com ajuda da IA e não o contrário.

Procedimentos de análise

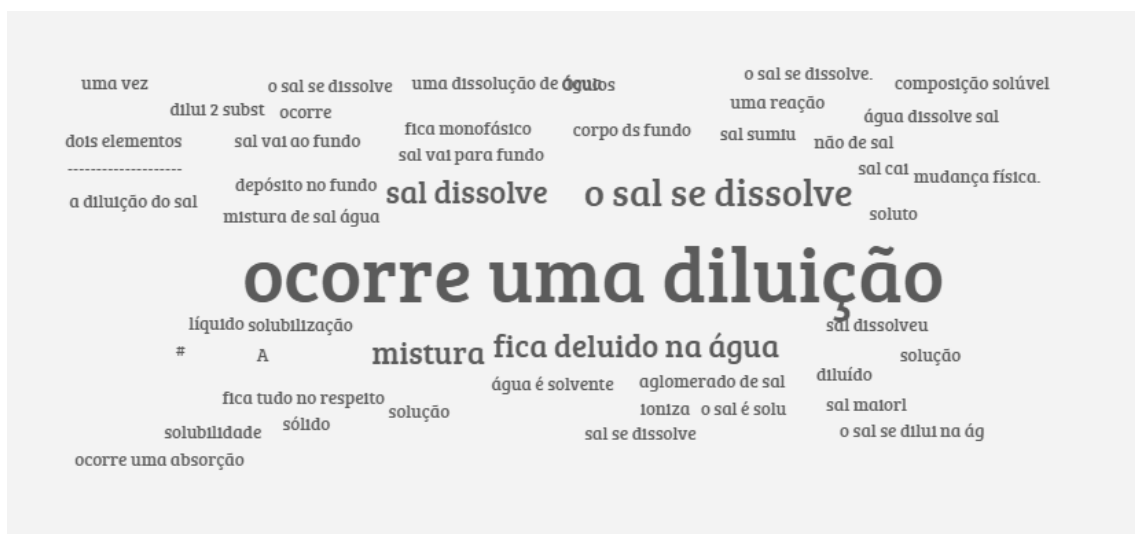
A análise dos dados seguiu procedimentos propostos por Creswell (2014) para estudos qualitativos, envolvendo a organização do material empírico, leitura flutuante, codificação inicial e agrupamento em categorias gerais, tomando como referência a sequência de atividades aplicada. As categorias foram construídas de forma indutiva, em diálogo com os referenciais teóricos, não se adotando um esquema prévio rígido de classificação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. O que os licenciandos “veem” na dissolução do sal

A nuvem de palavras (Figura 1) construída a partir das respostas dos licenciandos à pergunta: “O que se observa quando misturamos sal em água?” evidencia o predomínio da expressão “ocorre uma diluição”, acompanhada de enunciados como “o sal se dissolve”, “a mistura fica diluída na água”, “água dissolve sal” e “sal dissolveu”. Também aparecem, em menor frequência, formulações que remetem a resíduos sólidos, como “depósito no fundo” e “aglomerado de sal”, indicando que alguns participantes associam o fenômeno à permanência de porções visíveis de soluto no sistema.

Figura 1- Nuvem de palavras/frases utilizadas pelos licenciandos para descrever o que observam no nível macroscópico ao misturar sal em água.



Fonte: dados da pesquisa (2025), <https://answergarden.ch/5070542>

As respostas descrevem a formação de uma solução homogênea, mas permanecem majoritariamente no plano fenomenológico, com ênfase em verbos do cotidiano (“diluir”, “misturar”, “sumir”) e pouca referência à presença de partículas microscópicas na solução. Esse padrão reforça a necessidade das etapas seguintes da ação formativa para promover a construção de modelos explicativos mais elaborados.

Notamos ainda a coexistência de referências a “processo físico” e “quebra das moléculas”, revelando tensões entre a classificação de dissolução como mudança física e a ideia de formação de novas substâncias.

4.3. Mudanças nos modelos explicativos e avaliação crítica da IA

Após a interação com a IA generativa, os licenciandos produziram uma nova versão de suas explicações sobre a dissolução do sal em água. Observamos um movimento de enriquecimento lexical, com a incorporação de termos como “íon”, “dissociação”, “moléculas de água”, “solvente” e “solução aquosa”, em contraste com a predominância inicial de verbos cotidianos (“sumir”, “derreter”, “misturar”) e expressões como “ocorre uma diluição” na descrição macroscópica.

Quadro 1 - Exemplos de trechos de explicações sobre a dissolução do sal em água antes e depois da interação com a IA

Licenciando	Versão inicial da explicação	Versão revisada após IA	Avaliação crítica da IA
L1	“Quando misturamos o sal na água, o sal irá se solubilizar aos poucos em meio aquoso, liberando íons devido ao Kps da substância. Esse processo ocorre devido à polaridade da água que, ao reagir com o sal, torna a ligação da substância NaCl mais fraca, ocasionando a dissociação iônica”.	“Quando misturamos o sal em água, o sal tende a se solubilizar aos poucos no meio aquoso, liberando íons em função do Kps da substância. Esse processo ocorre devido à polaridade da água, que, ao interagir com o sal, enfraquece as interações no retículo iônico do NaCl, favorecendo a dissociação iônica”.	O licenciando manteve a ideia central de que a dissolução envolve liberação de íons em função do Kps e da polaridade da água, marcando com ✓ os trechos em que a IA confirmou esses aspectos como conceitualmente adequados. A expressão “reagir com o sal” foi problematizada (?), sendo reelaborada para “interagir com o sal”, e a referência genérica a “ligação da substância NaCl” foi substituída, com apoio da explicação da IA, por “interações no retículo iônico do NaCl”, marcada com ! por contribuir para uma compreensão mais precisa do processo de dissociação iônica.



ANAIIS DO SEMINÁRIO DE BOAS PRÁTICAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM (SBPEA) DA EEL-USP

VIII SBPEA – 03 DE DEZEMBRO DE 2025

L2	“Quando misturamos sal com água, observamos dois materiais em estados físicos diferentes, sólido e líquido, e, dependendo da quantidade de sal e de água, o sal se dissolve completamente. As moléculas de sal vão se desfazer e se ligar às moléculas de água, formando outra mistura”.	“Quando misturamos sal com água, temos inicialmente dois materiais em estados físicos diferentes, sólido e líquido. Dependendo da quantidade de sal e de água, o sal pode se dissolver completamente, deixando a mistura homogênea. Nesse processo, as partículas do sal (NaCl) se separam e passam a interagir com as moléculas de água, formando uma nova mistura em que o sal permanece distribuído na solução”.	O licenciando manteve a ideia central de que o sal pode se dissolver completamente, agora explicitando, a partir de sugestões da IA, que a mistura resultante é homogênea, o que foi marcado com ✓ como confirmação de um aspecto já presente de forma implícita na versão inicial. A expressão “as moléculas de sal vão se desfazer e ligar com as moléculas de água” foi problematizada (?) e reelaborada como “as partículas do sal (NaCl) se separam e passam a interagir com as moléculas de água”, distinguindo melhor partículas de soluto e solvente. A formulação “o sal permanece distribuído na solução” foi destacada com ! por auxiliar na compreensão de que o sal não “some”, mas se mantém presente na solução, ainda que invisível a olho nu.
L3	“Quando o sal é diluído na água, ele vai “sumindo” à medida que se mistura, e assim temos uma solução. As moléculas de sal vão se juntar à água”.	“Quando o sal é adicionado à água, ele vai se dissolvendo e deixa de ser visível, formando uma solução homogênea. Nesse processo, as partículas do sal se dispersam no meio aquoso e passam a interagir com as moléculas de água,	O licenciando manteve a ideia de que o sal deixa de ser visível ao se misturar com a água, mas, a partir das sugestões da IA, passou a explicitar que se forma uma solução homogênea, marcando esse trecho com ✓ como confirmação de um aspecto correto já sugerido inicialmente. A expressão “o sal vai sumindo” foi problematizada (?) e reelaborada como “deixa de

		permanecendo distribuídas na solução”.	ser visível”, enfatizando que o sal não desaparece, mas permanece presente na solução. A formulação “as partículas do sal se dispersam no meio aquoso e passam a interagir com as moléculas de água” foi destacada com ! por auxiliar na compreensão de que o processo envolve dispersão e interação em nível submicroscópico, e não apenas “juntar” sal e água em um sentido cotidiano.
--	--	--	--

Fonte: dados da pesquisa (2025).

A comparação entre as versões iniciais e revisadas das explicações de L1, L2 e L3 indica um padrão de enriquecimento lexical e conceitual após a interação com a IA: verbos cotidianos como “sumir”, “juntar” ou “se desfazer” são progressivamente substituídos por expressões mais próximas da linguagem científica da Química, como “retículo iônico”, “dispersão de partículas”, “interagir com as moléculas de água” e “solução homogênea”. Esse movimento é coerente com estudos que apontam o potencial de modelos de linguagem para apoiar a produção de textos mais alinhados ao discurso científico, ainda que a qualidade conceitual continue dependendo do julgamento do usuário (Memarian; Doleck, 2023; Zhang; Zhang, 2025; Hallal; Hamdan; Tlais, 2023).

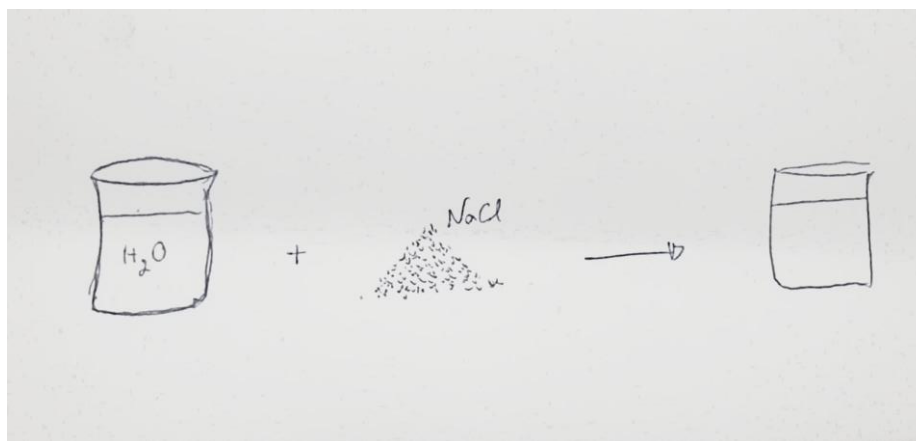
As marcações ✓, ? e ! reforçam que esse processo não é meramente reprodutivo, os licenciandos tendem a validar com ✓ elementos que já apareciam, ainda que de forma imprecisa, em suas versões iniciais, como a ideia de dissolução como processo físico que mantém o sal presente na solução, ver quadro 1, a sinalizar com ? trechos em que a IA introduz termos novos ou controversos, cita-se, a confusão entre dissolução e reação, ver quadro 1 e a destacar com ! explicações que ajudam a visualizar melhor o que ocorre em nível submicroscópico. Esse padrão dialoga com a literatura sobre *help-seeking* mediado por IA sugerindo que atividades em que o modelo é explicitamente posicionado como avaliador e não como fonte de resposta pronta favorecem um uso mais instrumental e

crítico do feedback (Chen et al., 2025; Memarian; Doleck, 2023), criando condições para que a mediação docente possa, de fato, consolidar modelos explicativos mais robustos para a dissolução do NaCl em água.

4.4. Desenhos e representações visuais do “sal que some” aos íons hidratados

A Figura 3 ilustra um dos desenhos iniciais produzidos pelos licenciandos, no qual a dissolução é representada apenas em nível macroscópico: um copo contendo água, um monte de NaCl sólido e, após a mistura, um copo com solução transparente. Não há qualquer indicação de partículas, íons ou moléculas de água atuando no processo, o que reforça a ideia de “sal que some na água” e de dissolução como simples mistura visível.

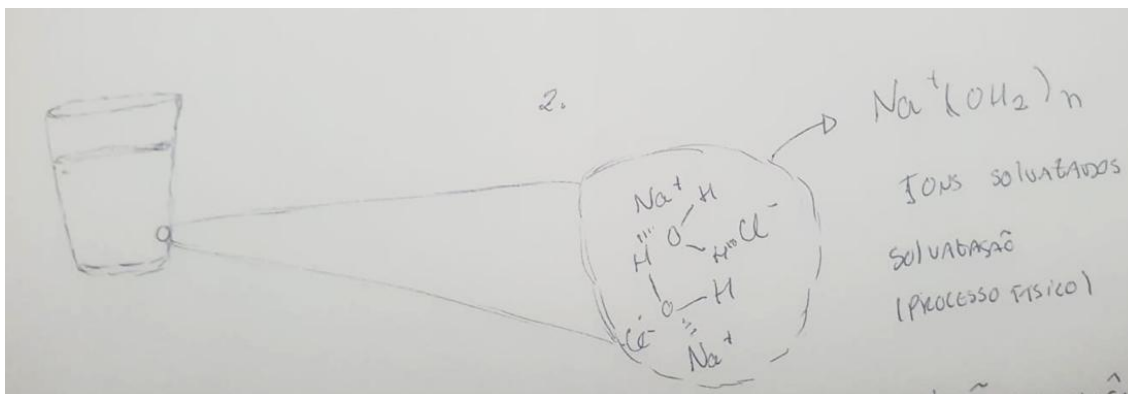
Figura 3 - Desenho inicial de licenciando sobre a dissolução do sal em água.



Fonte: dados da pesquisa (2025).

A Figura 4 ilustra um desenho produzido após a interação com a IA. O copo com solução é ampliado para o nível submicroscópico, no qual aparecem íons Na^+ e Cl^- cercados por moléculas de água, com indicação de espécies hidratadas ($\text{Na}^+(\text{OH}_2)_n$) e das expressões “íons solvatados” e “solvatação (processo físico)”. Diferentemente da Figura 3, em que a dissolução é representada apenas no plano fenomenológico, aqui o licenciando explicita a ideia de íons hidratados e associa a dissolução à solvatação em meio aquoso, aproximando-se do modelo energético discutido com a mediação docente o qual foi evidenciando a ruptura da rede iônica e a formação de íons hidratados.

Figura 4 - Desenho revisado de licenciando após interação com IA.



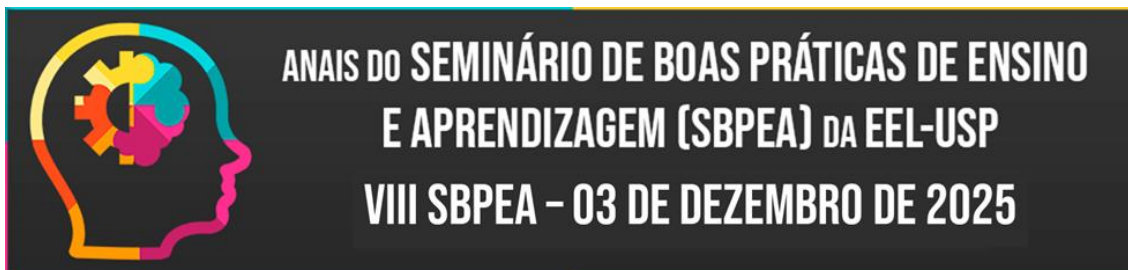
Fonte: dados da pesquisa (2025).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entendemos esta experiência como um ensaio de como a inteligência artificial pode ser integrada à formação inicial de professores de Química sem substituir o papel docente nem a centralidade dos modelos explicativos. Na atividade descrita, a IA generativa foi intencionalmente posicionada como apoio à revisão de textos e desenhos, e não como fonte de resposta final. Esse enquadramento favoreceu que os licenciandos explicitassem suas ideias iniciais sobre a dissolução do NaCl em água, confrontassem-nas com o feedback do *chatbot* e, em seguida, reorganizassem suas próprias explicações, em diálogo com a mediação do professor.

Os resultados, ainda que circunscritos a um grupo específico de bolsistas do PIBID, indicam deslocamentos do vocabulário cotidiano para uma linguagem mais próxima da Química e de esquemas puramente macroscópicos para representações que articulam níveis macro e submicroscópico, incluindo a ideia de íons hidratados. Ao mesmo tempo, as persistências de ambiguidades nos textos e desenhos mostram que a IA, sozinha, não garante modelos conceituais adequados, foi a combinação entre escrita, interação com o *chatbot*, análise crítica das respostas usando marcadores e sistematização conceitual em sala pelo professor que produziram melhores condições de aprendizagem.

Do ponto de vista da Educação em Química, o relato destaca que o uso pedagógico da IA é mais promissor quando está ancorado em tarefas de modelização, múltiplas



representações e discussão coletiva, permitindo que futuros professores exerçam tanto a autoria de seus discursos quanto uma postura crítica frente às tecnologias. Nessa perspectiva, o *chatbot* deixa de ser apenas uma ferramenta de obtenção rápida de informação e passa a constituir um mediador a ser interrogado, validado e, quando necessário, corrigido pelos próprios licenciandos, sob orientação docente.

NOTA

Informamos que, durante a preparação deste manuscrito, utilizamos ferramentas baseadas em inteligência artificial apenas como suporte técnico. Essas ferramentas auxiliaram na verificação de consistência entre as citações no corpo do texto e a lista de referências, na padronização da formatação conforme as normas do evento incluindo a padronização da lista de referências, bem como na tradução do resumo para o inglês e espanhol e suas respectivas palavras-chave. Ressaltamos que todo o conteúdo intelectual do trabalho é de responsabilidade exclusiva dos autores.

REFERÊNCIAS

BITTENCOURT, Priscilla Aparecida Santana; ALBINO, João Pedro. O uso das tecnologias digitais na educação do século XXI. **Revista Ibero-Americana de estudos em educação**, p. 205-214, 2017.

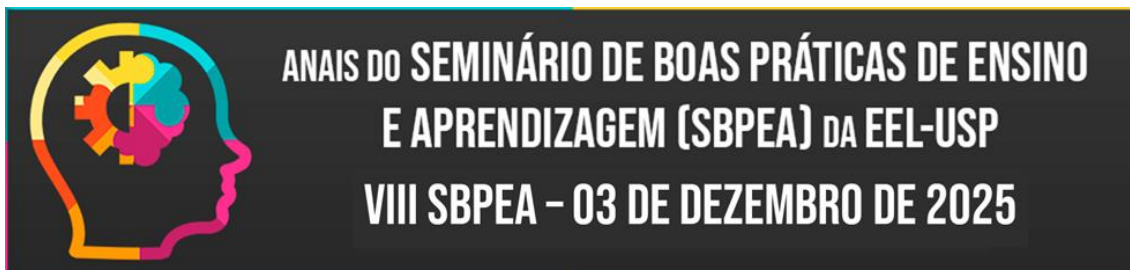
CHEN, Angxuan et al. Unpacking help-seeking process through multimodal learning analytics: A comparative study of ChatGPT vs Human expert. **Computers & Education**, v. 226, p. 105198, 2025.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

FREITAS, Maria Teresa. Letramento digital e formação de professores. **Educação em revista**, v. 26, p. 335-352, 2010.

HALLAL, Kassem; HAMDAN, Rasha; TLAIS, Sami. Exploring the potential of AI-Chatbots in organic chemistry: An assessment of ChatGPT and Bard. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, v. 5, p. 100170, 2023.

IYAMUREMYE, Aloys et al. Utilization of artificial intelligence and machine learning in chemistry education: a critical review. **Discover Education**, v. 3, n. 1, p. 95, 2024.



JOHNSTONE, Alex H. Teaching of chemistry-logical or psychological?. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.

JUNGWIRTH, Pavel. How many waters are necessary to dissolve a rock salt molecule?. **The Journal of Physical Chemistry A**, v. 104, n. 1, p. 145-148, 2000.

LEITE, Bruno S. Inteligência artificial e ensino de química: uma análise propedêutica do chatgpt na definição de conceitos químicos. **Química Nova**, v. 46, n. 9, p. 915-923, 2023.

LOUREIRO, Maria Dulce de Bessa Meireles. **Ensino do Equilíbrio Químico Enquadrado no âmbito do Tripleto de Johnstone no 11.º ano de Escolaridade**. 2024. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto (Portugal).

MEMARIAN, Bahar; DOLECK, Tenzin. ChatGPT in education: Methods, potentials, and limitations. **Computers in Human Behavior: Artificial Humans**, v. 1, n. 2, p. 100022, 2023.

PRENSKY, Marc. Digital natives, digital immigrants part 1. **On the horizon**, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. [s.l.], Edipro, 2019.

ZEIDEL, Mark L. et al. Salt and water: not so simple. **The Journal of clinical investigation**, v. 127, n. 5, p. 1625-1626, 2017.

ZHANG, Man; ZHANG, Jiawei. Human-written vs. ChatGPT-generated texts: Stance in English research article abstracts. **System**, v. 134, p. 103842, 2025.