

Análise da inteligência artificial ChatGPT na proposição de planos de aulas para o ensino da química

Bruno Silva Leite

Departamento de Educação, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), brunoleite@ufrpe.br.

Resumo: A tecnologia digital é atualmente um dos principais meios na qual a informação, a comunicação e a aquisição de conhecimento estão sendo produzidas. Nesse contexto, uma tecnologia tem chamado a atenção dos educadores recentemente, trata-se da inteligência artificial ChatGPT. O ChatGPT é um software que usa inteligência artificial (IA) para escrever texto, responder questões, elaborar relatórios etc. Esta pesquisa teve como objetivo analisar as contribuições da IA ChatGPT na elaboração de plano de aulas envolvendo conteúdos químicos. A pesquisa foi desenvolvida no ambiente virtual do chatbot, sendo realizada em três etapas. Os resultados mostram que o ChatGPT é uma ferramenta que pode ser utilizada no ensino de Química como auxiliar do processo de ensino e aprendizagem. Os dados revelam que a IA elaborou propostas que apresentavam os elementos conceituais de um plano de aula, mas sem expor detalhadamente as ações que deveriam ser realizadas na aula planejada. Por fim, o uso do ChatGPT no ensino de Química precisa ser pautado por um processo de reflexão crítica, de modo que, ao invés de um mero recurso utilizado no ensino, a IA seja apropriada como uma tecnologia que potencializa a inteligência humana.

Palavras chave: plano de aula, inteligência artificial, ensino de química.

Title: Analysis of ChatGPT artificial intelligence in proposing lesson plans for chemistry teaching.

Abstract: Digital technology is currently one of the main means in which information, communication, and knowledge acquisition are being produced. In this context, one technology that has recently caught the attention of educators, the ChatGPT artificial intelligence. ChatGPT is software that uses artificial intelligence (AI) to write text, answer questions, create reports, etc. This research aimed to analyze the contributions of AI ChatGPT in the preparation of lesson plans involving chemical content. The research was developed in the virtual environment of the chatbot, being carried out in three stages. The results show that ChatGPT is a tool that can be used in Chemistry teaching as an aid in the teaching and learning process. The data reveal that the AI elaborated proposals that presented the conceptual elements of a class plan but without exposing in detail the actions that should be carried out in the planned class. In short, the use of ChatGPT in Chemistry teaching needs to be guided by a process of critical reflection so that, instead of being a mere resource used in teaching, AI can be appropriated as a technology that enhances human intelligence.

Keywords: class plan, artificial intelligence, chemistry teaching.

Introdução

As tecnologias digitais, nos últimos anos, têm contribuído na transformação das práticas educacionais fazendo uso, em alguns casos, de inovações que têm modificado as formas de significação e interpretação. Cada mudança tecnológica é uma oportunidade para promover a descoberta científica, acelerar o progresso humano e melhorar vidas. Nos últimos anos, inovações tecnológicas vêm surgindo em diversas áreas e uma dessas inovações é a Inteligência Artificial (IA).

A transição que está ocorrendo com a IA, provavelmente, será mais profunda, bem maior do que a mudança para os dispositivos móveis ou para a web antes dela. A IA tem avançando em diversos campos, na medicina, ciência da computação, química, jornalismo, biologia e também na Educação. Sempre que uma tecnologia promissora e disruptiva aparece, ela é acompanhada de discursos e posições extremas, tanto tecnófilas quanto tecnofóbicas. Há aqueles dispostos a utilizarem a IA de diferentes formas e em distintos contextos e aqueles que buscam se distanciar dela. Chomsky et al. (2023) opinam que a IA generativa “minará nossos objetivos científicos e comprometerá nossos princípios morais ao incorporar uma compreensão fundamentalmente falha da linguagem e do conhecimento”, por outro lado acredita-se que o desenvolvimento da IA é tão fundamental quanto a criação do microprocessador, computador pessoal, Internet e smartphone.

As ferramentas de IA como o ChatGPT e o Dall-E-2 vêm ganhando espaço e têm chamado a atenção de diversos educadores. O ChatGPT é um grande modelo de linguagem (do inglês *large language model* - LLM), que produz textos convincentes imitando os padrões estatísticos da linguagem a partir de um extenso banco de dados de texto coletado da internet. É um tipo de *chatbot*, isto é, um programa de computador projetado para simular conversas com usuários humanos, especialmente pela Internet (King, 2023). Os *chatbots* de IA datam da década de 1960 com o primeiro *chatbot* ELIZA do *Massachusetts Institute of Technology* que podia simular uma conversa (Farazouli et al. 2023). Os *chatbots* podem ser usados para atendimento ao cliente, criação de conteúdos e tarefas de tradução de idiomas, criando respostas em vários idiomas (Leite, 2023).

O ChatGPT, lançado em novembro de 2022, é uma máquina que interage com as pessoas, sendo uma variante do modelo de linguagem de inteligência artificial GPT-3 (*Generative Pre-trained Transformer 3* - transformador generativo pré-treinado 3) desenvolvido pela OpenAI (ChatGPT, 2022). Trata-se de um sistema de IA especializado na produção de texto que se baseia em técnicas de aprendizado profundo para conseguir produzir conteúdos a partir de instruções mínimas. O algoritmo de aprendizado profundo do ChatGPT analisa um vasto fluxo de textos (de livros, Wikipedia, conversas em mídias sociais e publicações científicas) para responder ao comando dado. O GPT-3, que é o motor por trás do ChatGPT, é uma rede neural que foi treinada num banco de dados com o objetivo de dada uma entrada de texto produzir uma saída de texto sob certos padrões. O GPT-3 é bem conhecido por sua capacidade de criar texto

semelhante ao humano (Thunström, 2022). Atualmente há duas versões disponíveis do ChatGPT, a versão gratuita do ChatGPT utiliza o GPT 3.5 e a versão paga utiliza o GPT 4, que é muito mais capaz e eficiente. O ChatGPT 4 é uma atualização do ChatGPT que possibilita interpretar imagens, tanto em *prints* da internet quanto imagens desenhadas à mão em uma folha de papel. É possível utilizar a versão 4 do GPT no *Bing Chat*, mesmo que este apresente modificações que faz com que apresente um comportamento diferente do chatGPT Plus.

O acesso ao ChatGPT é aberto, o que possibilita que estudantes possam utilizá-lo em diferentes situações, entretanto ele é incapaz de criar coisas novas, apenas "interpreta" e "esclarece" sobre a base de dados que possui. O chatGPT não consegue fazer associações com o conteúdo, ele apenas responde. Embora o ChatGPT apresente limitações, na área do ensino, muitos professores (dentre estes, os de Química), mostram-se preocupados com esta nova ferramenta que está chegando ao ambiente educacional. Na cidade de Nova Iorque, por exemplo, o departamento de educação proibiu o uso do ChatGPT nas escolas alegando que seus estudantes estão utilizando a ferramenta para suas atividades escolares (Barrabi, 2023), ademais professores estão preocupados com o uso do ChatGPT para realizar tarefas e escrever relatórios nas universidades (Stokel-Walker, 2022). A geração de artigos científicos tem sido possível com o ChatGPT (Hutson, 2022; Thunström, 2022; Editorial, 2023), além de estar sendo utilizado para resolver questões de Química (Leite, 2023), escrever relatórios sobre conteúdos químicos, elaborar planos de aula, dentre outras possibilidades.

Na educação o ChatGPT pode ser utilizado para resumir trabalhos escolares, escrever redações, responder a perguntas, elaborar planos de aula, dentre outras possibilidades (Leite, 2023). Farazouli et al. (2023), relatam que o ChatGPT alcançou uma alta taxa de aprovação de mais de 66% nas questões de casa nas áreas de humanidades, ciências sociais e direito elaboradas por professores universitários. No ensino de Química acredita-se que é possível que a apropriação da IA ChatGPT promova maior engajamento e motivação aos atores envolvidos (professores e estudantes), podendo ser um propulsor para o desenvolvimento de estratégias para o ensino da Química.

Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo analisar as respostas da IA ChatGPT avaliando seu desempenho na capacidade de propor planos de aulas para ensinar conteúdos químicos. Optou-se por utilizar o ChatGPT 3.5, uma vez que esta versão está disponível gratuitamente tanto para professores como estudantes. Além disso, não é o intuito desta pesquisa comparar as respostas do ChatGPT com a versão paga ou com outro *chatbot* (ex. Gemini, Eliza, Copilot, Llama 2, Claude 2 etc.), nem com planos de aulas produzidos por professores.

Inteligência artificial e educação

A inteligência artificial tem sido progressivamente integrada no campo da educação, oferecendo uma variedade de benefícios que visam otimizar os processos de ensino e aprendizagem (Farazouli et al., 2023; Pavlik, 2023; Leite, 2023). É possível avançar com a IA na educação, para Lee e Zhai (2024) é preciso que os envolvidos estejam preparados para os desafios e

para as oportunidades que essa tecnologia oferece. Já Holmes e colaboradores (2022) e Grassini (2023) apontam para a necessidade de enfrentar os desafios complexos associados à IA na educação, como a promoção de uma educação digital ética.

Na educação um dos desafios está em auxiliar os estudantes a cumprirem os objetivos para aprendizagem de ciências no século XXI definidos, por exemplo, nos documentos sobre padrões educacionais no ensino de ciências na Alemanha (Kulgemeyer & Schecker, 2014), no *framework* dos Estados Unidos para a Educação Científica K-12 (National Research Council, 2012), no Currículo Básico Nacional para Escolas Secundárias Superiores da Finlândia (Finnish National Board of Education, 2016) e no quadro do PISA (OCDE, 2017). Estes documentos políticos exigem que os estudantes desenvolvam proficiência na utilização de ideias, para que possam utilizar os seus conhecimentos para resolver problemas e dar sentido a fenômenos complexos (Zhai et al., 2023), em que é possível explorar o potencial das tecnologias de IA nestes processos.

À medida que a IA é incorporada na educação, torna-se crucial analisar a essência da criatividade humana diante do potencial do conhecimento algorítmico. Ademais, a IA tem desempenhado um papel significativo na transformação da educação, promovendo mudanças notáveis. A aplicação da IA permite a adaptação de estratégias educacionais para a construção do conhecimento, atendendo às necessidades individuais e coletivas (Grassini, 2023; Lee & Zhai, 2024; Leite, 2023). Os avanços na IA trouxeram progressos e contribuições significativas para a aprendizagem profunda de redes neurais, processamento de linguagem natural e suas diversas aplicações. Existem diversas maneiras de utilizar a IA para personalizar o aprendizado, incluindo a adaptação de conteúdo, recomendações específicas para cada estudante, orientações personalizadas e a identificação precoce das necessidades de aprendizado (Silva Neto & Leite, 2024). No entanto, a UNESCO (2021) manifesta que a responsabilidade e o controle humano devem ser mantidos em todos os aspectos do uso e aplicação da IA, quer seja em contextos educacionais e/ou cotidianos.

Plataformas inteligentes avaliam o desempenho, ritmo e o estilo de aprendizado dos estudantes, ajustando o conteúdo e as atividades de acordo com o progresso e as dificuldades que cada um apresenta. Dessa forma, garante-se que todos os estudantes recebam o suporte necessário para alcançar seu pleno potencial. Segundo Grassini (2023) e Leite (2023) há um grande potencial na utilização da IA para apoiar as tarefas educacionais, tanto na perspectiva dos estudantes quanto dos professores.

Acredita-se que os professores podem se tornar incentivadores, apoiando os estudantes a utilizar a IA de maneiras inovadoras e criativas. É importante que os educadores tenham em mente que a tecnologia nunca substituirá as pessoas ou a criatividade humana – as ferramentas tecnológicas devem ser vistas como meios de melhorar a comunicação, a interação e a criatividade no mundo atual (Leite, 2022).

Entre os avanços mais atuais da IA, destaca-se a IA generativa (IAGen), um modelo capaz de criar texto, imagens e outros conteúdos a partir de entradas simples. Um dos recursos mais utilizados dessa tecnologia são os

chatbots, programas projetados para interagir com usuários humanos por meio de conversas de texto. Ferramentas como *chatbots*, plataformas adaptativas e sistemas de tutoria virtual estão moldando um futuro educacional mais dinâmico e eficaz.

Os ambientes educacionais, como universidades e escolas, podem aproveitar as capacidades dos *chatbots* para criarem oportunidades inovadoras de ensino e aprendizagem (Wyk, 2024). Assistentes virtuais baseados em IA podem responder a dúvidas, explicar conceitos químicos e até mesmo auxiliar na comunicação e divulgação de pesquisas na área (Leite, 2023). No entanto, é imprescindível que o uso dessas tecnologias seja acompanhado por uma reflexão crítica, para assegurar que os estudantes desenvolvam habilidades de pensamento crítico e que os professores considerem a IA como um recurso complementar, juntamente com outras estratégias pedagógicas (Clark, 2023).

Os *chatbots* baseados em IA desempenham um papel importante na educação e considerar sua proibição ou restrição de seu uso nos ambientes educacionais não se revela como a solução mais eficaz. Esses *chatbots* podem simular conversas com os estudantes, oferecendo suporte individualizado, respondendo dúvidas, esclarecendo conceitos e fornecendo *feedback* personalizado (Lee & Zhai, 2024; Leite, 2023). Esses modelos IAGen avançaram o estado das técnicas de processamento, compreensão e geração de linguagem natural, trazendo práticas educacionais inovadoras para ambientes de ensino e aprendizagem tangíveis (Lee & Zhai, 2024). Ademais, o uso da IAGen pode tanto aprimorar quanto prejudicar os processos de aprendizagem, dependendo de como é utilizada — seja para potencializar as capacidades dos estudantes ou simplesmente para delegar a execução de tarefas.

Nesse contexto, um dos principais representantes da IAGen a ser vislumbrado na educação foi o ChatGPT – um *chatbot* que usa técnicas de aprendizagem profunda (*deep learning*) para gerar texto semelhante ao humano, em uma linguagem natural de forma fluída e relevante. De acordo com Hong (2023) e Lee e Zhai (2024), o ChatGPT foi aclamado como uma ferramenta transformadora especificamente para a educação científica devido à sua poderosa natureza generativa. Entretanto, o *chatbot* trouxe também preocupações para o campo da educação (Hong, 2023).

O uso do ChatGPT na educação apresenta desafios relacionados à sua precisão e confiabilidade. Como o ChatGPT é treinado em um grande *corpus* de dados brutos e não polidos, ele pode não ser objetivo e pode apresentar imprecisões. A eficácia dos modelos generativos depende da qualidade e diversidade dos dados utilizados na sua formação (Grassini, 2023). Além disso, como um modelo de linguagem que utiliza técnicas avançadas de IA para gerar respostas em linguagem natural a partir de um determinado *prompt* ou entrada simples, o impacto do ChatGPT tem sido sentido em diversos campos, desde o atendimento ao cliente até na Educação (Kalla et al., 2023; Tramallino & Zeni, 2024).

A literatura apresenta diversos exemplos do uso de *chatbots* na educação (Bewersdorff et al., 2023; Fernandes, 2023; Grassini, 2023; Kaldaras et al., 2022; Lee & Zhai, 2024), por exemplo, o ChatGPT demonstrou proficiência

notável, sendo aprovado no exame de direito da ordem dos advogados nos Estados Unidos (Grassini, 2023). O ChatGPT pode ajudar os estudantes a compreenderem melhor os conceitos com os quais estão tendo dificuldades, fornecendo explicações interativas e personalizadas (Kalla et al., 2023). Pode ser utilizado para desenvolver projetos e recursos inovadores, como criar jogos e atividades interativas. Fernandes (2023) utilizou o ChatGPT como um auxiliar na formulação de problemas mediado pela metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas. Já Kaldaras et al. (2022), concentram-se no desenvolvimento de rubricas para pontuar tarefas de respostas construídas em relação a uma progressão de aprendizagem por meio da IA. Bewersdorff et al. (2023), identificaram uma série de preconceitos, equívocos e mitos sobre a IA na Educação, sugerindo a necessidade do desenvolvimento de estratégias de ensino mais eficazes para seu uso. Gregorcic et al. (2024) sugerem que o ChatGPT tem potencial para ser usado na formação de professores de Física para ajudá-los a aprimorarem suas habilidades de diálogo socrático.

Em relação ao ensino de Química, os *chatbots* podem auxiliar na compreensão de fórmulas complexas, na resolução de problemas e até mesmo na simulação de experimentos, possibilitando que o aprendizado seja mais interativo e acessível. Além disso, esses *chatbots* podem facilitar a explicação de conceitos abstratos, como a estrutura molecular, por meio de simulações interativas e visualizações em 3D. Adicionalmente, a IAGen pode ser utilizada para criar jogos e experiências de realidade aumentada e virtual, possibilitando que o ensino de Química se torne mais eficaz e envolvente.

Algumas pesquisas têm sido realizadas para conhecer o potencial das IAGen no ensino de Química (Clark, 2023; Emenike & Emenike, 2023; Hallal et al., 2023; Leite, 2023; Ogunleye et al., 2024). Por exemplo, Ogunleye et al. (2024) buscaram avaliar o desempenho dos recursos de IAGen em disciplinas relacionadas às áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) para compreender seu impacto potencial na aprendizagem e no desenvolvimento dos estudantes. Clark (2023) explorou o uso do ChatGPT para responder questões (abertas e fechadas) de provas finais aplicadas em dois cursos de Química. O ChatGPT foi utilizado para definir conceitos químicos (Leite, 2023), fornecendo respostas coerentes para alguns dos conceitos solicitados. Leite (2023) alerta que dependendo do conceito, as respostas da IA podem levar a erros conceituais e/ou dificuldades de compreensão por parte dos estudantes. Emenike e Emenike (2023) investigaram a aplicação do ChatGPT em questões relacionadas à química geral e orgânica, apontando alguns benefícios e riscos potenciais da utilização do ChatGPT e de sistemas IAGen semelhantes. Entre os benefícios, destacam-se a resposta a itens em tarefas e avaliações, a elaboração de relatórios de laboratório, o sistema de tutoria e a geração de texto para trabalhos acadêmicos e projetos de pesquisa. Hallal, Hamdan e Tlais (2023) utilizaram o ChatGPT e o Bard para a compreensão de notações estruturais baseadas em texto, como estruturas condensadas, InChI e SMILES, e para responder a questões relacionadas à química orgânica. Na análise de Dao (2023), o Bard superou o ChatGPT e o Bing Chat em discussões sobre temas de Química.

Diante disso, cabe ressaltar que nenhuma destas pesquisas exploraram o ChatGPT na elaboração de planos de aulas de Química. A pesquisa que mais se aproximou desta perspectiva foi realizada por Lee e Zhai (2024) que analisaram os planos de aula desenvolvidos por 29 professores do ensino fundamental (dentre eles professores de Química), porém o foco estava em avaliar como os professores integraram o ChatGPT nas atividades de aprendizagem de ciências.

Plano de aula no ensino de química

As discussões sobre a atuação de professores de Química não são recentes, diversos trabalhos (Fernandez, 2018; Fröhlich & Leite, 2021; Reis et al., 2021) debatem sobre vários aspectos importantes. Pode-se mencionar, por exemplo, na prática docente é necessário saber o conteúdo a ser ensinado, saber articular teoria e prática, saber ensinar e saber como utilizar os diferentes recursos didáticos (Shulman, 1987; Leite, 2022). Ademais, o professor precisa estar preparado e conhecer o currículo da disciplina que irá ministrar.

Nesse sentido, o trabalho docente consiste no exercício profissional do professor, além de ser um compromisso com a sociedade, em que sua responsabilidade é preparar os estudantes para se tornarem cidadãos ativos e participantes em diversos ambientes (Libâneo, 2013). Nas primeiras etapas do exercício docente está o planejamento, que é um processo de racionalização, organização e coordenação da ação docente, além de ser um meio para programar as ações docente, é também “um momento de pesquisa e reflexão intimamente ligado à avaliação” (Libâneo, 2013, p. 245). A preparação de uma aula envolve distintas ações docente, uma vez que a prática pedagógica do professor é uma atividade complexa que envolve domínio rigoroso dos campos técnico e didático, além da constante postura de questionamento sobre sua ação (Cericato, 2016).

Todo professor precisa planejar e organizar sua aula, seus objetivos de ensino, seus métodos, seu cronograma, sua atividade educativa. Espera-se que os professores, consciente ou inconscientemente, elaborem os seus planos de aula antes da instrução, implemente-os e recolham *feedback* para melhorar o seu ensino (Lee & Zhai, 2024). Um plano de aula serve como uma ferramenta fundamental para os professores sistematizarem e modelarem práticas instrucionais. A aula nas instituições de ensino (escolas e universidades) é a forma predominante de organização do processo de ensino. Na aula é possível que os estudantes desenvolvam suas capacidades cognitivas (Libâneo, 2013), além de ser o local em que se cria, se desenvolve e se transforma. A realização de uma aula ou de várias aulas necessita uma estruturação didática (Libâneo, 2013), que consiste em passos, quase fixos, que estabelecem a sequência do ensino de acordo com a matéria ensinada, características dos estudantes (individual e coletiva) e da turma e de situações didáticas específicas.

Nesse contexto, o plano de aula é um recurso que se preocupa com o conteúdo acadêmico da aula, é ele que norteará o trabalho docente. Não há um modelo único de estrutura do plano de ensino, alguns autores apresentam propostas de sua configuração. Para Takahasii e Fernandes (2004), o plano de aula é composto por alguns elementos conceituais,

como: estrutura didática, temática, objetivo, conteúdo programático, estratégias, duração e referências (Takahasi & Fernandes, 2004). Já Gil (2018), propõe um plano de aula com os seguintes elementos conceituais: identificação, objetivos, cronograma, conteúdos, estratégias, recursos e avaliação. Libâneo (2013), destaca que o plano de aula estruturalmente é constituído por: Identificação, Tema abordado, Objetivos, Conteúdos, Metodologias, Recursos, Avaliação, Cronograma e Bibliografia (Referências). Raval (2013), aponta que um plano de aula consiste em uma série de ações que devem ser realizadas em sala de aula, apresentando a seguinte estrutura: Nome do Professor, Padrão e divisão da aula, Nome da aula e tema, Duração da aula, Objetivos curriculares, Objetivos de conteúdo, Termos, fatos e conceitos do tema, Materiais didáticos e Atividades. Estes elementos (conceituais e estruturais) permitem que os professores personalizem suas aulas para atender as exigências curriculares e às necessidades específicas de seus estudantes.

O plano de aula deve apresentar subsídios para a aplicação de uma metodologia que esteja relacionada ao processo de ensino, engajando o estudante de forma participativa e planejada (Takahasi & Fernandes, 2004). O plano de aula está diretamente relacionado ao plano de ensino (que consiste em um roteiro organizado das unidades didáticas que serão ministradas em um ano ou semestre), e descreve uma sequência didática a ser seguida para o desenvolvimento integral e integrado da aprendizagem. O plano de aula de um determinado conteúdo deve ser desenvolvido numa sequência lógica, sendo documento (escrito) materializado, estando diretamente ligado ao plano de ensino.

Para além disso, a escolha dos conteúdos que estarão presentes no plano de aula e serão ensinados pelos professores “vai além dos programas oficiais e da simples organização lógica da matéria, ligando-se às exigências teóricas e práticas” (Libâneo, 2013, p. 149).

Percurso metodológico

Nesta pesquisa, procedeu-se uma análise qualitativa (Creswell, 2014) das propostas de planos de aulas para o ensino de conteúdos químicos, baseando-se numa pesquisa exploratória com abordagem descritiva e interpretativa das respostas da IA ChatGPT. Segundo Gil (2012), as pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de explorar um tema pouco abordado. A partir de um estudo de caso, em que um acontecimento específico é pesquisado detalhadamente, será analisado descritivamente as respostas obtidas da IA.

A pesquisa teve como objetivo investigar as propostas de plano de aula elaboradas pelo ChatGPT, sendo realizada em três etapas.

A primeira etapa deste trabalho consistiu na escolha dos conteúdos da Química que seriam utilizados para a elaboração do plano de aula. Nesse contexto, foram selecionados cinco conteúdos químicos (Átomo, Ligação Química, Equilíbrio Químico, Isomeria e Ácido-Base), levando em consideração que estes conteúdos estão comumente presentes nas discussões envolvendo a Química, além de serem abordados em aulas do ensino básico (e superior), são também conteúdos que geram, em alguns casos, dificuldades de compreensão por parte dos estudantes (Leite, 2023).

A segunda etapa da pesquisa consistiu na elaboração e realização das perguntas no ChatGPT. Nesse momento, as perguntas foram elaboradas e escritas no chat da IA buscando que a ela formulasse um plano de aula para os cinco conteúdos químicos previamente selecionados. Resumidamente, o plano de aula descreve uma sequência didática a ser seguida pelo professor em sua prática pedagógica. Nesse sentido, as perguntas realizadas ao ChatGPT tinham o intuito de verificar se a IA era capaz de elaborar planos de aula que pudessem ser aplicados em sala de aula.

Os textos das perguntas realizadas para a IA foram organizados em quatro passos, o primeiro referente aos planos de aula para o ensino do conteúdo químico, o segundo referente à elaboração de uma síntese da aula proposta para esse conteúdo, o terceiro quando buscava-se esclarecimento sobre a resposta do ChatGPT à questão e o quarto visava que o *chatbot* elaborasse um plano de aula baseado nos elementos estruturais propostos por Libâneo (2013) (Quadro 1).

Passo 1 – Sobre a Elaboração de um Plano de Aula	Passo 2 – Síntese da aula	Passo 3 – Explicação	Passo 4 – Sobre a elaboração do Plano de aula com elementos estruturais
1. Elabore um plano de aula para ensinar sobre átomo	Faça um resumo sobre esta aula	Explique como foi a atividade prática nessa aula	Elabore um plano de aula para ensinar (Átomo/Ligação Química/Equilíbrio Químico/Isomeria/Ácido-Base) apresentando os seguintes elementos estruturais: Identificação, Tema abordado, Objetivos, Conteúdos, Metodologias, Recursos, Avaliação, Cronograma e Referências
2. Elabore um plano de aula para ensinar Ligação Química		Explique como seriam os experimentos; Quais foram as questões propostas para essa aula?	
3. Elabore um plano de aula para ensinar Equilíbrio Químico		Quais foram os exercícios propostos para essa aula? Responda a primeira questão deste exercício	
4. Elabore um plano de aula para ensinar Isomeria		Explique como seriam essas atividades práticas	
5. Elabore um plano de aula para ensinar Ácido-Base (Ácido e Base)		Explique como seria a demonstração prática	

Quadro 1 – Perguntas realizadas no ChatGPT.

As perguntas do terceiro e quarto passo surgiram a posteriori, uma vez que se observava que as respostas apresentadas pela IA não explicavam algum ponto da aula proposta no plano ou no seu resumo da aula ou na sua estrutura.

De modo a comparar os planos de aula elaborados livremente para cada conceito (passo 1), no quarto passo foi solicitado que o ChatGPT elaborasse

um plano de aula contendo os elementos estruturais descritos por Libâneo (2013). Foi ponderada a escolha dos elementos estruturais propostos por Libâneo (2013) para a construção do plano de aula pelo ChatGPT por considerar que não seria necessário ter que realizar a mesma entrada (*prompt*) para os elementos conceituais descritos por Gil (2018) e Takahasi e Fernandes (2004), uma vez que se acredita que os resultados pouco divergissem.

Para evitar a sobrecarga de memória do ChatGPT, cada pergunta foi realizada em uma nova sessão de bate-papo. Por se tratar de um modelo de linguagem contido no servidor (a IA não pode “navegar” ou realizar pesquisas na internet) todas as respostas do ChatGPT são produzidas *in situ* com base na relação abstrata entre as palavras na rede neural (Kung et al., 2023). Ademais, optou-se em utilizar um *prompt* mais curto e objetivo para as perguntas do primeiro passo (elabore um plano de aula para ensinar “X”), embora os modelos GPT não sejam capazes de entender completamente o contexto e o significado do texto, *prompts* muito extensos (com critérios específicos a serem atendidos) podem gerar *bugs* e/ou respostas evasivas do modelo, assim assumiu-se esta orientação na realização das perguntas.

A terceira etapa compreendeu na análise das respostas (dos textos produzidos) do ChatGPT. Foram analisados os dois planos de aulas propostos pelo ChatGPT para os conteúdos químicos selecionados. Esta etapa consistiu em uma análise descritiva dos dados obtidos pelo ChatGPT com os dados já disponíveis na literatura, discutindo suas potencialidades e limitações para o ensino de Química. Para a análise dos planos foram considerados os elementos conceituais (Gil, 2018; Takahasi & Fernandes, 2004) e estruturais (Libâneo, 2013; Raval, 2013).

Resultados e discussão

Na presente seção, os resultados alcançados durante a utilização do ChatGPT serão apresentados. As propostas dos planos de aula para os cinco conteúdos da Química serão discutidas em conjunto com a síntese apresentada pela IA para ensinar esses conteúdos. Em relação aos planos de aula, buscou-se analisá-los conforme os elementos conceituais descritos por Takahasi e Fernandes (2004), Libâneo (2013) e Gil (2018).

Os recursos oferecidos pelos *chatbots*, em especial o ChatGPT, apresentam oportunidades atraentes para os educadores aprimorarem as práticas pedagógicas, concebendo e integrando atividades interativas em sala de aula. A elaboração de planos de aulas por meio dessa IAGen pode se configurar como uma estratégia promissora e inovadora.

Na organização do plano de aula, dentre outras ações, é importante que o professor tenha clareza e objetividade do que será ensinado, conheça os recursos disponíveis do ambiente de ensino, articule teoria e prática, utilize metodologias diversificadas de modo a auxiliarem no processo de ensino e aprendizagem e sistematize o tempo (dimensionando o tempo/carga horária segundo cada etapa da aula). Desse modo, ao ser solicitado para elaborar um plano de aula para o ensino de Átomo (passo 1), o ChatGPT apresentou uma sequência que é descrita na Figura 1.

Aqui está um plano de aula para ensinar sobre átomos:

- Introdução:**
 - Apresente o tema da aula e o objetivo, que é ensinar sobre a estrutura básica da matéria, o átomo.
 - Pergunte aos alunos se eles já ouviram falar sobre átomos e o que eles sabem a respeito.
- O que é o átomo:**
 - Defina o que é o átomo e explique sua importância para a compreensão da matéria.
 - Mostre uma imagem esquemática do átomo e destaque os principais componentes: núcleo, prótons, nêutrons e elétrons.
- O núcleo do átomo:**
 - Explique que o núcleo é formado por prótons e nêutrons e que é nele que se encontra a maior parte da massa do átomo.
 - Mostre a carga elétrica positiva dos prótons e a carga neutra dos nêutrons.
- Os elétrons:**
 - Explique que os elétrons orbitam em torno do núcleo em camadas distintas.
 - Mostre a carga elétrica negativa dos elétrons e como ela se relaciona com a carga positiva do núcleo.
- Número atômico e massa atômica:**
 - Explique que o número atômico é igual ao número de prótons presentes no núcleo e determina a identidade do elemento químico.
 - Explique que a massa atômica é a soma da massa dos prótons, nêutrons e elétrons.
- Atividade prática:**
 - Peça aos alunos que olhem uma olhada em uma tabela periódica e encontrem elementos químicos com números atômicos diferentes.
 - Peça aos alunos que expliquem por que cada elemento é diferente, apontando para o número de prótons presentes em seu núcleo.
- Conclusão:**
 - Encerre a aula revisando o que foi aprendido e destacando a importância da compreensão da estrutura do átomo.
 - Peça aos alunos que façam uma reflexão sobre como a compreensão do átomo tem impactado e continuará impactando a nossa sociedade.
- Avaliação:**
 - Peça aos alunos que respondam a questões escritas ou façam uma apresentação oral sobre o que eles aprenderam sobre átomos.

Figura 1 – Proposta de plano de aula do ChatGPT para ensinar sobre Átomo.

Esperava-se que o ChatGPT construísse uma proposta de plano de aula com todos os elementos constituintes de um plano de aula (Takahasi & Fernandes, 2004; Libâneo, 2013; Gil, 2018). Observou-se que na proposta a IAGen sugere que na aula sobre átomo o professor “Apresente o tema da aula e o objetivo” (OpenAI, 2023), propondo uma estratégia para o ensino deste conceito, disponibilizando duas atividades e uma avaliação. Contudo, as propostas apresentadas se mostram frágeis e genéricas, por exemplo, no quesito avaliação o ChatGPT sugeriu que na aula o professor pedisse para que seus estudantes “respondam a questões escritas ou façam uma apresentação oral sobre o que eles aprenderam sobre átomos.” (OpenAI, 2023).

A aula é a forma que predomina o processo de ensino e aprendizagem, em que se desenvolvem e se transformam as condições necessárias para que os estudantes possam construir seus conhecimentos (Libâneo, 2013). Cada aula é única, por mais que o professor “repita a aula” (em outras turmas ou em períodos distintos), ela é singular. Durante as aulas são desenvolvidos objetivos e conteúdos através de métodos e metodologias que têm o intuito de contribuir para que o estudante construa conhecimento. Na proposta do ChatGPT não se observou qual metodologia seria utilizada no ensino do conceito de átomo, não indicou o tempo de duração da aula e nem as referências.

Quando solicitado para que fizesse um resumo sobre aula envolvendo o conteúdo de Átomo (Faça um resumo sobre esta aula), o ChatGPT passa a descrever a aula proposta (ou o que se esperava da aula), inclusive usando os verbos no passado (foi, realizaram, encerrou etc.). Em um primeiro momento, a IA destaca que na aula seria explicada a composição do átomo, passando pelo núcleo e a carga elétrica. Em seguida a IA informa que na aula “foi destacado que o número atômico é igual ao número de prótons presentes no núcleo e determina a identidade do elemento químico, enquanto a massa atômica é a soma da massa dos prótons, nêutrons e elétrons” (OpenAI, 2023). Segundo o ChatGPT, os “alunos também realizaram uma atividade prática para identificar elementos químicos

diferentes com base no número de prótons” (OpenAI, 2023). Questionada sobre que atividade prática foi essa (Explique como foi a atividade prática nessa aula), o ChatGPT afirmou que os estudantes foram incentivados a pesquisarem diferentes elementos químicos na tabela periódica e que a atividade permitiria que os estudantes aplicassem o conhecimento adquirido durante a aula e desenvolvessem suas habilidades de pesquisa e trabalho em equipe. Por fim, IA destaca que a “aula encerrou com uma revisão sobre o que foi aprendido e uma reflexão sobre a importância da compreensão da estrutura do átomo para a nossa sociedade” (OpenAI, 2023).

Com efeito, foi solicitado para que o ChatGPT elaborasse um plano de aula para ensinar Átomo contendo os elementos estruturais descritos por Libâneo (passo 4), o *chatbot* apresentou um plano com mais informações (Figura 2).

Plano de Aula: Estrutura do Átomo		
Identificação <ul style="list-style-type: none">• Disciplina: Ciências / Química• Ano: Ensino Fundamental II / Ensino Médio (ajustar conforme a necessidade)• Duração: 2 aulas de 50 minutos cada Tema Abordado <ul style="list-style-type: none">• Estrutura do Átomo Objetivos <ul style="list-style-type: none">• Compreender a estrutura básica do átomo, incluindo prótons, nêutrons e elétrons.• Identificar a importância do número atômico e da massa atômica.• Aplicar conhecimentos sobre átomos para entender a tabela periódica. Conteúdos <ul style="list-style-type: none">• Definição de átomo• Estrutura do átomo (núcleo, prótons, nêutrons e elétrons)• Número atômico e massa atômica• Tabela periódica dos elementos Metodologias <ul style="list-style-type: none">• Expositiva: Apresentação teórica com uso de slides e vídeos.• Interativa: Discussões em sala de aula, perguntas e respostas.• Prática: Atividade de pesquisa e identificação de elementos na tabela periódica.	Recursos <ul style="list-style-type: none">• Quadro branco e canetas• Computador e projetor• Slides de apresentação• Vídeo explicativo sobre a estrutura do átomo• Tabela periódica impressa para cada aluno Avaliação <ul style="list-style-type: none">• Participação nas discussões e atividades práticas• Questionário escrito sobre a estrutura do átomo• Atividade de identificação de elementos na tabela periódica e explicação das diferenças Cronograma <p>Aula 1:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Introdução (10 minutos):<ul style="list-style-type: none">• Apresentação do tema e objetivos da aula.• Perguntas iniciais sobre o que sabem sobre átomos.2. Exposição Teórica (30 minutos):<ul style="list-style-type: none">• Definição de átomo.• Estrutura do átomo: núcleo, prótons, nêutrons e elétrons.• Importância do número atômico e da massa atômica.	<ul style="list-style-type: none">• Estrutura do átomo: núcleo, prótons, nêutrons e elétrons.• Importância do número atômico e da massa atômica. <p>3. Vídeo Explicativo (10 minutos):</p> <ul style="list-style-type: none">• Exibição de um vídeo curto sobre a estrutura do átomo. <p>Aula 2:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Revisão e Discussão (10 minutos):<ul style="list-style-type: none">• Revisão dos pontos principais da aula anterior.• Perguntas e respostas para consolidar o conhecimento.2. Atividade Prática (30 minutos):<ul style="list-style-type: none">• Distribuição das tabelas periódicas.• Identificação de elementos químicos e discussão sobre suas características com base no número atômico.3. Avaliação (10 minutos):<ul style="list-style-type: none">• Aplicação de um questionário escrito sobre a estrutura do átomo.• Coleta das atividades práticas para avaliação. Referências <ul style="list-style-type: none">• Livro Didático de Ciências/Química do Ensino Fundamental II / Médio.• Vídeos educacionais sobre a estrutura do átomo (YouTube, Khan Academy).• Tabela Periódica dos Elementos.

Figura 2 – Plano de aula com elementos estruturais para ensinar sobre Átomo.

Observa-se que na estruturação do plano de aula o ChatGPT buscou contemplar as orientações expostas no *prompt* (Plano de aula com determinadas especificidades). Embora tenha sido informado pelo *chatbot* que a aula seria realizada em dois encontros de 50 minutos, a IAGen não explicitou os conteúdos a serem abordados, apenas se deteve a informar os tópicos, não detalhando-os. Ademais, ao indicar os recursos que serão utilizados para a aula, o ChatGPT não considera a realidade do docente, uma vez que propõe recursos que podem não estar à disposição do professor.

Conforme descrito por Bewersdorff et al. (2023), o ChatGPT pode fornecer informações inexistentes e/ou genéricas. Tal fato é observado nas indicações de referências (Figura 2) para o docente em relação ao plano de aula (passo 4). A primeira referência é generalista, pois trata-se de um livro didático de Ciências/Química do Ensino Fundamental II/Médio, mas qual livro? Qualquer livro? A segunda obrigará o professor a ter que pesquisar no YouTube e/ou buscar um vídeo dentro do canal da Khan Academy, porém qual vídeo? O docente não saberá. Segundo Lee e Zhai (2024), o ChatGPT pode fornecer como fonte de consulta material da internet não existente. E a terceira fornece uma referência com a informação “Tabela Periódica dos

Elementos”, ou seja, uma resposta evasiva que poderá mais dificultar o professor na organização de sua aula do que facilitar o processo devido a falta de informações.

Já na proposição para uma aula sobre Ligação Química, o ChatGPT apresentou um plano de aula organizado em: Tema, Objetivo, introdução (com sugestão de ser realizada em 10 minutos), desenvolvimento (com tempo sugerido de 45 minutos), conclusão (a ser realizada em 15 minutos), avaliação e material complementar (Figura 3). A IA ainda faz uma sugestão ao final do plano para o professor: “O tempo estimado pode ser ajustado de acordo com a necessidade da turma e do professor” (OpenAI, 2023).

Plano de Aula: Ligações Químicas

Objetivo: Compreender as características e tipos de ligações químicas e sua importância na natureza.

Introdução (10 min):

- Apresentar o tema da aula e explicar sua importância.
- Perguntar aos alunos o que eles já sabem sobre o assunto e registrar as respostas na lousa.
- Exibir uma imagem ou vídeo ilustrativo para motivar a turma.

Desenvolvimento (35 min):

- Explicar o conceito de ligação química, destacando que é a força que mantém os átomos juntos.
- Apresentar os diferentes tipos de ligações químicas (iônica, covalente, metálica), mostrando exemplos e ilustrações para facilitar a compreensão.
- Discutir as propriedades das ligações químicas, como força, condutividade elétrica, entre outras.
- Utilizar experimentos simples (como misturar soluções e observar a formação de precipitados) para ilustrar a formação de ligações iônicas.

Conclusão (15 min):

- Resumir o conteúdo apresentado na aula.
- Pedir aos alunos que identifiquem aplicações práticas das ligações químicas.
- Deixar questões para serem respondidas em casa ou em sala de aula na próxima aula.

Avaliação:

- Participação na discussão em sala de aula.
- Resposta às questões de casa.
- Realização de um pequeno trabalho ou projeto sobre o tema da aula.

Material complementar:

- Apostilas, textos, vídeos e ilustrações relacionados ao tema da aula.
- Kit de experimentos simples para ilustrar as ligações químicas.

Observação: O tempo estimado pode ser ajustado de acordo com a necessidade da turma e do professor.

Figura 3 – Proposta de plano de aula do ChatGPT para ensinar sobre Ligação Química.

Este plano de aula elaborado pelo ChatGPT indica como material complementar o uso de “apostilas, textos, vídeos e ilustrações relacionados ao tema da aula e de Kit de experimentos simples para ilustrar as ligações químicas” (OpenAI, 2023), mas não disponibiliza para o professor. É interessante notar que este plano para Ligação Química, apresenta uma estrutura mais próxima de um plano de aula (Takahasi & Fernandes, 2004; Libâneo, 2013; Gil, 2018).

No resumo apresentado pelo ChatGPT sobre a aula envolvendo as ligações químicas, a primeira frase a IA destaca que os estudantes “foram introduzidos ao conceito de ligação química e sua importância na natureza” (OpenAI, 2023). Este momento, possivelmente estaria relacionado com a introdução proposta no plano de aula. As discussões referentes aos tipos de ligações, destacam os três tipos de ligações (iônica, covalente e metálica), além da realização de experimentos. Nesse sentido, questionou-se o ChatGPT sobre que tipo de experimentos seriam esses (Explique como seriam os experimentos), em que a IAGen apresentou alguns exemplos.

As sugestões de experimentos do ChatGPT podem ser uma alternativa para os professores que porventura tenham dificuldades em realizarem atividades experimentais envolvendo o conteúdo de Ligação Química. Nesse

sentido, em relação aos experimentos propostos, alguns podem ser realizados na própria sala de aula e com uso de materiais alternativos. Segundo Leite (2018, p. 62), o professor “pode utilizar recursos que são acessíveis aos alunos para preparar aulas experimentais com os materiais alternativos, sendo possível realizar os experimentos na própria sala de aula”. Os experimentos podem motivar os estudantes a se familiarizarem com o processo científico, adquirindo uma percepção diferenciada do “fazer ciência”.

Em relação as questões para serem aplicadas na aula proposta, questionou-se o ChatGPT que informasse quais questões seriam abordadas (Quais foram as questões propostas para essa aula?), em que a IAGen respondeu que as “questões propostas para essa aula sobre Ligações Químicas não foram especificamente definidas, pois podem variar de acordo com o professor e a turma.” (OpenAI, 2023). Nessa resposta, a IA aponta para a autonomia do professor em sua prática docente, na qual ele que definirá quais atividades serão realizadas, além de deixar claro que a práxis é dinâmica, que varia de acordo com o contexto da escola, dos alunos, do professor. Em seguida o chatbot sugere 10 questões que “podem ser deixadas para serem respondidas em casa ou na próxima aula” (OpenAI, 2023). Ressalta-se que as questões sugeridas pelo ChatGPT não se tratam de perguntas de múltipla escolha, mas questões que buscam que os estudantes reflitam e dissertem sobre o conteúdo abordado, por exemplo: “Quais são os principais exemplos de materiais que possuem ligações químicas covalentes, iônicas e metálicas?”, “Qual é o papel das ligações químicas na compreensão da estrutura e propriedades da matéria em geral?” e “Qual é a importância das ligações químicas na natureza e nas aplicações tecnológicas?”.

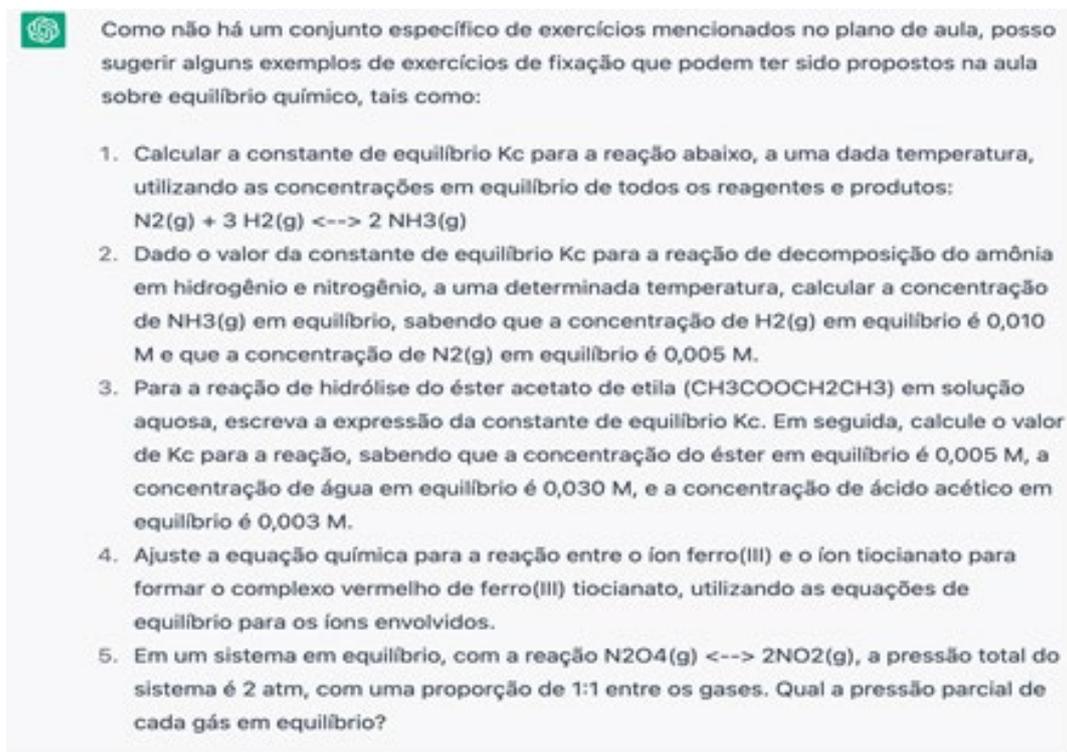
Após apresentar as respostas solicitadas inicialmente, foi requisitado que o ChatGPT gerasse um plano de aula para ensinar ligação química apresentando os nove elementos estruturais (Libâneo, 2013), conforme o passo 4. A IAGen apresentou uma proposta de uma aula para o segundo ano do ensino médio, informação que não foi descrita no primeiro questionamento (Figura 3). Em relação ao cronograma, o ChatGPT dividiu em: Introdução (10 min.), Desenvolvimento (20 min.), Experimentos práticos (15 min.) e Conclusão (5 min.). Tanto a primeira proposta de plano de aula (Passo 1) como a segunda (Passo 2) revelam uma estrutura de plano de aula semelhante desenvolvida pelo ChatGPT, a diferença observada é que o *chatbot* “separou” o item Desenvolvimento da primeira proposta em dois itens (Desenvolvimento e Experimentos práticos) na segunda proposta, uma vez que no primeiro plano de aula já havia uma proposta de realização de experimentos.

Um diferencial observado na resposta do ChatGPT para o plano de aula com os elementos estruturais especificados (passo 4) é que as referências foram fornecidas, o que não ocorreu na primeira solicitação. O *chatbot* elencou como referência um livro didático de Química – “FELTRE, Ricardo. “Química: Volume 2”. São Paulo: Moderna, 2016.” (OpenAI, 2024) – e dois sites, porém apenas um link estava ativo. A disponibilização de um site com um link não ativo é mais um dos problemas de confiabilidade das informações fornecidas pelo ChatGPT (Bewersdorff et al., 2023).

Para o ensino dos conteúdos de Equilíbrio Químico, Isomeria e Ácido e Base, o ChatGPT apresentou propostas com estruturas semelhantes, variando alguns elementos constituintes do plano de aula (Takahasi & Fernandes, 2004; Libâneo, 2013; Gil, 2018).

A IAGen elaborou um plano de aula para o ensino de equilíbrio químico, apresentando objetivo, introdução, desenvolvimento, atividade, conclusão e avaliação. Além disso, para cada elemento do plano de aula, o software sugeriu um tempo para sua realização. Em seu resumo (Faça um resumo sobre esta aula) o ChatGPT destacou os objetivos da aula, os conteúdos que "foram" abordados e finaliza indicando que a "aula terminou com um resumo dos conceitos aprendidos e a discussão sobre a importância do equilíbrio químico na vida cotidiana." (OpenAI, 2023).

No que diz respeito ao exercício de fixação (termo utilizado pelo ChatGPT), a IAGen respondeu que "não há um conjunto específico de exercícios mencionados no plano de aula" (OpenAI, 2023), mas que poderia sugerir algumas questões, apresentando 5 questões (Figura 4). Em seguida, foi solicitado que o ChatGPT resolvesse a primeira questão (Responda a primeira questão deste exercício), em que o software elucidou o exercício.



Como não há um conjunto específico de exercícios mencionados no plano de aula, posso sugerir alguns exemplos de exercícios de fixação que podem ter sido propostos na aula sobre equilíbrio químico, tais como:

1. Calcular a constante de equilíbrio K_c para a reação abaixo, a uma dada temperatura, utilizando as concentrações em equilíbrio de todos os reagentes e produtos:
$$\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$$
2. Dado o valor da constante de equilíbrio K_c para a reação de decomposição do amônia em hidrogênio e nitrogênio, a uma determinada temperatura, calcular a concentração de $\text{NH}_3(\text{g})$ em equilíbrio, sabendo que a concentração de $\text{H}_2(\text{g})$ em equilíbrio é 0,010 M e que a concentração de $\text{N}_2(\text{g})$ em equilíbrio é 0,005 M.
3. Para a reação de hidrólise do éster acetato de etila ($\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$) em solução aquosa, escreva a expressão da constante de equilíbrio K_c . Em seguida, calcule o valor de K_c para a reação, sabendo que a concentração do éster em equilíbrio é 0,005 M, a concentração de água em equilíbrio é 0,030 M, e a concentração de ácido acético em equilíbrio é 0,003 M.
4. Ajuste a equação química para a reação entre o íon ferro(III) e o íon tiocianato para formar o complexo vermelho de ferro(III) tiocianato, utilizando as equações de equilíbrio para os íons envolvidos.
5. Em um sistema em equilíbrio, com a reação $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$, a pressão total do sistema é 2 atm, com uma proporção de 1:1 entre os gases. Qual a pressão parcial de cada gás em equilíbrio?

Figura 4 – Questões propostas pelo ChatGPT para o ensino de Equilíbrio Químico.

Já para Isomeria, além da mesma estrutura de plano de aula observada na aula sobre equilíbrio químico, o ChatGPT sugeriu alguns materiais para serem utilizados na aula, a saber: Projeção, quadro, giz e livro didático de Química. No resumo da aula, o ChatGPT explicou cada item do plano de aula, sem acrescentar novas informações e sugeriu quatro atividades práticas que poderiam ser realizadas no ensino de isomeria.

Por fim, para o ensino sobre ácido e base, a IAGen propôs além dos elementos conceituais observados nos planos de aula anteriores (plano de aula para equilíbrio químico e isomeria), acrescentou uma atividade prática demonstrativa e indicando quais os materiais seriam necessários para realização desta atividade prática: soluções ácidas e básicas, indicadores ácido-base, papel indicador, buretas, balanças, material para a preparação de soluções (OpenAI, 2023). Na síntese da aula, o ChatGPT descreve as ações que seriam realizadas. Em relação a atividade prática demonstrativa, a IA sugere “a realização de uma reação ácido-base com indicadores ácido-base para evidenciar as mudanças de pH” (OpenAI, 2023). Um ponto a ser destacado no plano de aula elaborado é que o ChatGPT indica para que o professor, durante a aula, discuta a Teoria de Arrhenius e a Teoria de Brønsted-Lowry, mas não faz menção para a Teoria de Lewis.

Na segunda solicitação (passo 4) para que o ChatGPT elaborasse um plano de aula apresentando os elementos estruturais propostos por Libâneo (2013), observa-se no Quadro 2 algumas estruturas que não estavam presentes no primeiro plano elaborado (passo 1).

Elementos	Equilíbrio Químico	Isomeria	Ácido e Base
Identificação	Informa a série e nível (2º ano do ensino médio)	Informa apenas que é destinado ao ensino médio	Informa apenas que é destinado ao ensino médio
Objetivos	Semelhante ao do Passo 1	Semelhante ao do Passo 1	Semelhante ao do Passo 1
Conteúdos	Semelhante ao do Passo 1	Semelhante ao do Passo 1	Semelhante ao do Passo 1
Metodologias	Sugere quatro metodologias	Apresenta cronograma como se fosse metodologia	Sugere três metodologias
Recursos	Indica quatro tipos de recursos	Indica cinco tipos de recursos	Indica cinco tipos de recursos
Avaliação	Proposta semelhante ao do Passo 1	Proposta semelhante ao do Passo 1	Proposta semelhante ao do Passo 1, porém inclui uma avaliação realizada através de um relatório individual
Cronograma	2 aulas de 50 minutos	Uma aula de 60 minutos	Uma aula com duração de 120 minutos
Referências	Sugere 2 livros e o site do PhET	Referências não existentes	Sugere três livros

Quadro 2 – Elementos estruturais presentes no passo 4 respondidos pelo ChatGPT comparados com o plano elaborado no passo 1.

Os dados obtidos no quarto passo permitem inferir que a capacidade do ChatGPT de identificar qual série e nível escolar para os conceitos propostos se mostrou limitada, uma vez que o *chatbot* não conseguiu identificar nos planos de aula para ligação química, isomeria e ácido e base qual série o conteúdo deveria ser ministrado.

No que diz respeito ao elemento estrutural cronograma, observa-se que os dados do ChatGPT não atenderam satisfatoriamente às solicitações. A IAGen para cada requerimento (passo 1 e passo 4) não apresentou alinhamento na proposta, divergindo nos tempos propostos. De acordo com Lee e Zhai (2024), o ChatGPT conseguiu adequar o tempo de aula a partir de planos de aulas produzidos por professores em formação. Neste caso, os professores elaboraram seus planos de aula e utilizaram a IAGen para melhorar o documento.

No que diz respeito ao elemento estrutural Referência, os dados revelam que o ChatGPT pode de forma equivocada, disponibilizar livros e links de vídeo inexistentes. A IAGen para o conceito de isomeria disponibilizou referências superficiais (Figura 5), não permitindo que o professor tenha acesso ao material. Destarte, é preciso que o professor consulte a fonte antes de executar o plano de aula projetado pelo ChatGPT (Bewersdorff et al., 2023; Lee & Zhai, 2024).

Referências:

- **Livro Didático de Química:** Título, Autor, Editora.
- **Artigos e Materiais Complementares:**
 - "Isomeria em Química Orgânica", Revista Brasileira de Ensino de Química.
 - Websites educativos sobre química como Khan Academy e Chemguide.

Figura 5 – Referências indicadas pelo ChatGPT no plano de aula sobre Isomeria.

Os professores ao utilizarem o plano de aula proposto pelo ChatGPT poderão seguir caminhos que visam contribuir para a aprendizagem dos estudantes e dar mais confiança para os que se sentem, ainda, inseguros em criarem seu próprio plano de aula. Entretanto, os planos de aulas elaborados pelo ChatGPT apresentam uma estrutura propedêutica exigindo que o professor vá além do que é disponibilizado. Lee e Zhai (2024) apontam que uma das possíveis causas para os dados dos *chatbots* não serem coerentes com os solicitados, deve-se ao uso inadequado do ChatGPT, mas também podem ser ocasionadas devido às limitações dos dados do modelo. Segundo Kalla et al. (2023), o ChatGPT pode precisar de ajuda com tópicos específicos, assim o professor pode e deve orientar a IAGen sobre o que espera de resposta.

O professor de Química é responsável por possibilitar oportunidades para que os estudantes exerçam o pensamento crítico em sala de aula. Concorda-se com Messeder Neto, Sá e Brito (2022), que sem dominar os fundamentos conceituais da Química, os professores e futuros professores (licenciandos) de Química reproduzirão em suas práticas pedagógicas aulas de Química que não fazem sentido algum para o entendimento do contexto social em que seus estudantes vivem.

O fato do ChatGPT não ter acesso a um plano de ensino, uma vez que é um documento mais restrito às instituições de ensino (embora o software tenha lido inúmeros documentos na internet), tal situação pode ter influenciado na proposição das aulas pelo chatbot. Talvez, se a IA tenha

acesso ao plano de ensino da instituição que o professor atue, o software poderia elaborar um plano mais detalhado considerando as informações deste documento.

A partir das propostas de plano de aula do ChatGPT é preciso ter em mente que o planejamento é uma atividade de reflexão acerca das opções e ações do professor (Libâneo, 2013), mas que o professor de Química pode reestruturar o plano de aula elaborado pelo ChatGPT, considerando os tópicos elencados pela IA. É importante destacar que os planos e programas oficiais são diretrizes gerais, são documentos de referência, a partir dos quais são elaborados os planos didáticos específicos (Libâneo, 2013).

Os recursos do ChatGPT vão muito além de ajudar os professores na criação de questionários, exames e programas de estudos. É também uma ferramenta poderosa para produzir planos de aula abrangentes, apresentações envolventes e outros recursos educacionais (Grassini, 2023). Este apoio adicional permite que os professores adaptem e aprimorem esses materiais de maneiras mais dinâmicas e cativantes para atender às diversas necessidades de aprendizagem. Contudo, nas propostas do ChatGPT para os planos de aulas, não foram observados aspectos de aulas inovadoras. Outra limitação observada é que o ChatGPT disponibiliza uma proposta de aula sem levar em consideração o contexto sociocultural dos estudantes, diferente do professor que pode planejar a aula de acordo com a realidade econômica, histórica e social de seus estudantes.

A IAGen na elaboração do plano não questiona: Para quem vai ensinar o conteúdo? Por que vai ensinar? O que vai ensinar? Como vai ensinar? Como vai verificar a aprendizagem? Perguntas fundamentais para o processo de ensino e aprendizagem. A elaboração do plano de aula se restringe a mera realização de tarefas/atividades/ações a serem executadas pelo professor, sem qualquer tipo de reflexão. O ChatGPT carece de contexto, o que significa que pode não ser capaz de compreender o contexto de uma conversa e fornecer respostas imprecisas (Kalla et al., 2023). Com uma compreensão do contexto, pode ser mais fácil para o ChatGPT fornecer respostas relevantes e úteis às solicitações dos usuários.

Embora ainda seja difícil avaliar o benefício da adoção do ChatGPT para o planejamento de aulas, dada a diversidade de maneiras para realizar esta tarefa, algumas possibilidades são: criar um plano baseado nos conteúdos da Química; direcionar o professor a realizar ações específicas no ensino de determinado conteúdo químico; projetar aulas etc. Por outro lado, há ações que não será possível que o ChatGPT possa produzir (por enquanto) na proposição dos planos de aula na Química, quatro delas são:

i) Criar um plano de aula com base na realidade de cada turma. O ChatGPT não é capaz de entender as nuances de cada turma, de cada individualidade, assim, seu plano de aula se resume a um plano de aula geral e superficial, e sabe-se que esse plano não funcionará de forma igual e/ou atenderá as necessidades de todas as turmas;

ii) Criar materiais de apoio para as aulas, como lista de exercícios, seleção de material audiovisual. Em um plano de aula o professor, além de planejar a aula, ele também elabora (ou organiza) materiais de apoio para

sua aula. O ChatGPT ainda não consegue elaborar um material de apoio de acordo com as necessidades da aula específica que o docente irá ministrar;

iii) Criar atividades de acordo com o perfil de cada estudante. A geração de atividades diferenciadas, ou seja, personalizadas, ainda é uma tarefa que só pode ser executada pelo professor. Elaborar atividades centradas nos estudantes é uma tarefa que requer do professor conhecê-los e conhecer seus contextos (Leite, 2022);

iv) Propor o uso de metodologias de ensino. A IA generativa não apresentou nenhuma sugestão que envolvesse algum tipo de metodologia, o que demonstra que este software ainda não é capaz de propor metodologias para o ensino da Química. Segundo Libâneo (2013, p. 176), alguns métodos de ensino “fazem parte do papel de direção do processo de ensino por parte do professor tendo em vista a aprendizagem dos alunos”. Assim, seria um avanço para essa tecnologia apresentar indicações de metodologias para o ensino da Química.

Por fim, concorda-se com Libâneo (2013, p. 253) que “nenhum guia metodológico, nenhum programa oficial tem respostas pedagógicas e didáticas para garantir a organização do trabalho docente”, cabe ao professor levar em conta seus objetivos de ensino e avaliar sua adequação na realidade escolar que se encontra.

Conclusões

Este artigo visou analisar propostas de plano de aula elaboradas pelo ChatGPT, ancorando-se em algumas discussões difundidas na literatura sobre o plano de aula, ressaltando suas características e tipos de abordagens relacionadas a construção de conhecimento no ensino de química. Os resultados apontaram para a possibilidade de se considerar a IA como mais um recurso didático digital no processo de ensino e aprendizagem da Química, auxiliando o professor em sua prática pedagógica.

Diante do exposto foi possível notar que os planos de aulas elaborados pelo ChatGPT divergem de seus elementos constituintes (Takahasi & Fernandes, 2004; Libâneo, 2013; Gil, 2018) para cada conteúdo abordado (passo 1). Algumas propostas da inteligência artificial se mostraram passíveis de serem aplicadas em sala de aula, enquanto que outras, faltavam elementos para compreensão de sua execução (sendo necessário solicitar explicações sobre a proposta). Por outro lado, os comandos realizados no primeiro passo podem não terem sido adequados o suficiente para que o ChatGPT pudesse interpretar e responder precisamente às questões. Todavia, outros comandos (*prompt*) levariam a outras respostas que poderiam ou não se aproximarem das obtidas nesta pesquisa, conforme observado no quarto passo. A falta de padronização nas respostas apresentadas pelos *chatbots* podem ser uma das principais dificuldades no uso dos modelos de linguagem.

É pujante destacar que quando solicitado para elaborar um plano de aula seguindo determinadas características, o ChatGPT apresentou respostas que podem ser consideradas coerentes, porém ainda demonstrando lacunas semelhantes as observadas quando estava livre para responder (passo 1).

Entretanto, o *prompt* que se dá ao *chatbot*, desempenha um papel crucial na qualidade da resposta que se recebe. Para obter as melhores respostas, importa fazer perguntas específicas e detalhadas. Contudo, nem sempre perguntas específicas e detalhadas geram respostas corretas. No quarto passo foi evidenciado que o ChatGPT pode fornecer respostas imprecisas e superficiais, mesmo que a instrução tenha sido detalhada (elaborar um plano de aula considerando os nove elementos estruturais) pelo usuário.

Nesse contexto, uma das desvantagens do uso do ChatGPT na elaboração de planos de aulas pode ser devido ao fato do *chatbot* ser treinado em grandes conjuntos de dados, assim imprecisões nesses dados podem ser refletidos em suas respostas, em que os planos de aulas podem apresentar incoerências (conforme observado nesta pesquisa). Para minimizar estas imprecisões, é essencial selecionar e curar cuidadosamente os dados obtidos e monitorar continuamente as respostas do ChatGPT para identificar e corrigir possíveis erros.

A base de conhecimento limitada do ChatGPT também é uma desvantagem. Suas respostas são limitadas ao conhecimento adquirido através de dados de treinamento, o que significa que pode precisar de ajuda com tópicos desconhecidos ou altamente especializados (Leite, 2023). Tal limitação pode fazer com que o ChatGPT forneça respostas imprecisas ou incompletas. Para mitigar este problema, pode ser necessário complementar os dados do ChatGPT com fontes adicionais de informação ou utilizar ferramentas alternativas em situações onde o conhecimento do ChatGPT é insuficiente. A IAGen ainda pode precisar de ajuda para compreender as nuances da linguagem humana, pois sua falta de compreensão pode levar a interpretações erradas e/ou mal-entendidos.

O ChatGPT ao gerar planos de aula pra ensinar sobre átomo, ligação química, equilíbrio químico, isomeria e ácido-base, apresentou propostas de aulas que podem servir como guias para o professor. Ademais, a organização e a proposição dos planos de aula foram aceleradas com a ajuda da IAGen, e esses processos (futuramente) exigirão menos procedimentos humanos, na qual caberá ao professor fazer apenas ajustes do plano de aula proposto para seu contexto de sala de aula, porém é recomendado que o professor não use a IA ChatGPT como fonte primária de informação.

Destarte, dois aspectos devem ser considerados pelos professores sobre o uso do ChatGPT. O primeiro aspecto é combater uma possível dependência exclusiva ao ChatGPT pelo professor, em que o docente pode diversificar as fontes de informação em vez de confiar apenas no ChatGPT. Infere-se que o professor, ao utilizar o ChatGPT para elaborar seu plano de aula, deve manter o pensamento crítico e comparar a resposta do ChatGPT com outras informações (por exemplo, com o currículo de Química, documentos oficiais que regem o ensino de Química, dentre outros), evitando que fiquem excessivamente dependentes do ChatGPT, dada a sua viabilidade e elevada acessibilidade (Lee & Zhai, 2024). Cabe ressaltar sobre o cuidado necessário para evitar uma confiança excessiva nos planos de aula elaborados pelo ChatGPT como fonte única de dados. De acordo com Juhler (2018), existem discrepâncias entre as aulas planejadas e executadas pelo professor, assim é necessário que os planos produzidos

pelo ChatGPT devem passar por divergências se executados sem uma análise crítica prévia do docente.

Um segundo aspecto está em pré-definir elementos estruturais e conceituais, a partir de modelos teóricos de planos de ensino (Gil, 2018; Libâneo, 2013; Ndiokubwayo et al., 2022; Takahasi & Fernandes, 2004), de maneira que orientará o ChatGPT nas características que o docente almeja. O ChatGPT poderá auxiliar os professores na elaboração de planos de aula personalizados, auxiliando no planejamento de atividades adequadas às necessidades/estilos de aprendizagem individuais e aos níveis dos estudantes. Ademais, o ChatGPT poderá ajudar o professor na geração de novas ideias de aulas para uma ampla variedade de tópicos atendendo aos objetivos educacionais. Contudo, o professor não deve terceirizar seu papel, privando-se das ações essenciais de sua prática docente.

A experiência humana continua fundamental, pois nada substitui sua capacidade de raciocínio, de contrapor ideias, de apresentar pensamento crítico, de saber quais fontes estão sendo utilizadas. Todavia, o ChatGPT provoca nos professores e estudantes a sensação de que as respostas são precisas e inquestionáveis (Leite, 2023). Os professores devem validar os resultados gerados pela tecnologia antes de aplicá-los efetivamente, evitando o uso de informações equivocadas ou incompletas. Compreender o ChatGPT como um simples recurso a ser usado no ensino de Química é desconsiderar seu potencial e sua contribuição. Desse modo, no lugar do mero uso como recurso a ser utilizado no ensino, os professores e estudantes deveriam se apropriarem do ChatGPT como uma tecnologia de inteligência que potencializa a inteligência humana e avaliar criticamente se realmente não existem obstáculos quando se trata de integrar o ChatGPT em vários formatos de ensino de Química. Todavia, se os professores se concentrarem simplesmente na integração de tecnologias IAGen de ponta, como o ChatGPT, na sua prática pedagógica, sem considerarem cuidadosamente a melhor forma de as utilizarem, poderá desperdiçar recursos potencialmente significativos para o processo de ensino e aprendizagem (Lee & Zhai, 2024).

As implicações desta pesquisa podem levar a reflexões sobre o uso do ChatGPT para a elaboração de planos de aula de Química, contribuindo para a redução do tempo alocado para sua construção, desde que o professor considere as nuances necessárias para um plano de aula gerado por IA.

Por fim, defende-se a importância de se ensinar Química de forma articulada à área do conhecimento na qual ela está inserida, buscando superar a tradicional sequência de conteúdos isolados e descontextualizados que são caracterizadas na maioria das propostas curriculares disponíveis em programas de ensino e de livros didáticos e que são, comumente, utilizados como referências para a elaboração de planos de aula. Estudos futuros podem explorar o quanto os *chatbots*, como Gemini, Copilot, Llama 2 e Claude, podem contribuir na elaboração de planos de aulas direcionados para o ensino e aprendizagem da Química. Ademais, esta pesquisa esboça uma possível configuração das futuras salas de aula de Química, onde os professores têm a IA como um recurso para sua prática pedagógica, desde a elaboração de planos de aula até o desenvolvimento de recursos didáticos digitais, proporcionando mudanças substanciais no ensinar e aprender.

Agradecimentos

Ao CNPq (Processo 422587/2021-4) e à FACEPE (Processo APQ-0916-7.08/22) pelas bolsas que auxiliaram no desenvolvimento da pesquisa que originou este trabalho.

Referências bibliográficas

Barrabi, T. (2023). NYC schools block access to ChatGPT over cheating concerns. 2023. Recuperado de <https://nypost.com/2023/01/05/nyc-schools-block-access-to-chatgpt-over-cheating-concerns>. Acesso em 26 jun. 2023.

Bewersdorff, A., Zhai, X., Roberts, J., & Nerdel, C. (2023). Myths, mis- and preconceptions of artificial intelligence: A review of the literature. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100143.

Cericato, I. L. (2016). A profissão docente em análise no Brasil: uma revisão bibliográfica. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 97(246), 273-289.

ChatGPT. (2022). ChatGPT: Optimizing Language Models for Dialogue. 2022. Recuperado de <https://openai.com/blog/chatgpt>. Acesso em 26 mar. 2023.

Chomsky, N., Roberts, I., & Watumull, J. (2023). Noam Chomsky: The False Promise of ChatGPT. *The New York Times*. 2023. Recuperado de <https://www.nytimes.com/2023/03/08/opinion/noam-chomsky-chatgpt-ai.html>. Acesso em ago. 2023.

Clark, T. M. (2023). Investigating the use of an artificial intelligence chatbot with general chemistry exam questions. *Journal of Chemical Education*, 100(5), 1905-1916.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. London: SAGE Publications.

Dao, X. Q. (2023). Which Large Language Model should You Use in Vietnamese Education: ChatGPT, Bing Chat, or Bard? *SSRN*.

Editorial. (2023). Tools such as ChatGPT threaten transparent science; here are our ground rules for their use. *Nature*, 613, 612.

Emenike, M. E., & Emenike, B. U. (2023). Was this title generated by ChatGPT? Considerations for artificial intelligence text-generation software programs for chemists and chemistry educators. *Journal of Chemical Education*, 100(4), 1413-1418.

Farazouli, A., Cerratto-Pargman, T., Bolander-Laksov, K., & McGrath, C. (2023). Hello GPT! Goodbye home examination? An exploratory study of AI chatbots impact on university teachers' assessment practices. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 1-13.

Fernandes, T. C. (2023). O Uso de Chatbots no Contexto da Aprendizagem Baseada em Problemas na formação inicial de professores. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 21(2), 188-197.

Fernandez, C. (2018). Formação de professores de Química no Brasil e no mundo. *Estudos Avançados*, 32(94), 205-224.

Finnish National Board of Education (2016). *National Core Curriculum for General Upper Secondary Schools 2015*. Porvoo: Porvoo Kirjakeskus.

Fröhlich, A. B., & Leite, F. D. A. (2021). Aspectos epistemológicos na formação de professores de química. *Educación química*, 32(2), 132-142.

Gil, A. C. (2012). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas.

Gil, A. C. (2018). *Didática do ensino superior*. São Paulo: Atlas.

Grassini, S. (2023). Shaping the Future of Education: Exploring the Potential and Consequences of AI and ChatGPT in Educational Settings. *Education Sciences*, 13(7), 692.

Gregorcic, B., Polverini, G., & Sarlah, A. (2024). ChatGPT as a tool for honing teachers' Socratic dialogue skills. *Physics Education*, 59(4), 045005.

Hallal, K., Hamdan, R., & Tlais, S. (2023). Exploring the potential of AI-Chatbots in organic chemistry: An assessment of ChatGPT and Bard. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100170.

Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., Santos, O. C., Rodrigo, M. T., Cukurova, M., Bittencourt, I. I., & Koedinger, K. R. (2022). Ethics of AI in education: Towards a community-wide framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32, 504-526.

Hong, W. C. H. (2023). The impact of ChatGPT on foreign language teaching and learning: Opportunities in education and research. *Journal of Educational Technology and Innovation*, 5(1), 37-45.

Hutson, M. (2022). Could AI help you to write your next paper?. *Nature*, 611(7934), 192-193.

Juhler, M. V. (2018). Assessment of understanding: Student teachers' preparation, implementation and reflection of a lesson plan for science. *Research in Science Education*, 48, 515-532.

Kaldaras, L., Yoshida, N. R., & Haudek, K. C. (2022). Rubric development for AI-enabled scoring of three-dimensional constructed-response assessment aligned to NGSS learning progression. *Frontiers in education*, 7, 983055.

Kalla, D., Smith, N., Samaah, F., & Kuraku, S. (2023). Study and analysis of chat GPT and its impact on different fields of study. *International journal of innovative science and research technology*, 8(3), 827-833.

King, M. R. (2023). The future of AI in medicine: A perspective from a chatbot. *Annals of Biomedical Engineering*, 51, 291-295.

Kulgemeyer, C., & Schecker, H. (2014). Research on Educational Standards in German Science Education—Towards a model of student competences. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(4), 257-269.

Kung, T. H., et al. (2023). Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models. *PLOS Digital Health*, 2(2), e0000198.

Lee, G. G., & Zhai, X. (2024). Using ChatGPT for Science Learning: A Study on Pre-service Teachers' Lesson Planning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 1683-1700.

Leite, B. S. (2018). A experimentação no ensino de química: uma análise das abordagens nos livros didáticos. *Educación química*, 29(3), 61-78.

Leite, B. S. (2022). *Tecnologias digitais na educação: da formação à aplicação*. São Paulo: Livraria da Física.

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.

Libâneo, J. C. (2013). *Didática*. São Paulo: Cortez.

Messeder Neto, H. S., Sá, L. V., & Brito, M. M. (2022). *Conceitos químicos em debate*. Salvador: EDUFBA.

National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: National Academies Press.

Ndihokubwayo, K., Byukusenge, C., Byusa, E., Habiyaremye, H. T., Mbonyiriyuze, A., & Mukagihana, J. (2022). Lesson plan analysis protocol (LPAP): A useful tool for researchers and educational evaluators. *Heliyon*, 8(1), e08730.

OECD (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*. Paris: OECD Publishing.

Ogunleye, B., Zakariyyah, K. I., Ajao, O., Olayinka, O., & Sharma, H. (2024). Higher education assessment practice in the era of generative AI tools. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 7(1), 46-56.

OpenAI. (2023). ChatGPT. 2023. Recuperado de <https://chat.openai.com/chat>. Acesso em 17 ago. 2023.

OpenAI. (2024). ChatGPT. 2024. Recuperado de <https://chat.openai.com/chat>. Acesso em 24 jun. 2024.

Pavlik, J. V. (2023). Collaborating with ChatGPT: Considering the implications of generative artificial intelligence for journalism and media education. *Journalism & mass communication educator*, 78(1), 84-93.

Raval, K. D. (2013). Lesson plan: Blueprint of teaching. *International Journal for Research in Education*, 2(2), 155-157.

Reis, R. M. D. S., Leite, B. S., & Leão, M. B. C. (2021). Estratégias didáticas envolvidas no uso das TIC: o que os professores dizem sobre seu uso em sala de aula?. *Educação Temática Digital*, 23(2), 551-571.

Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, 57(1), 1-23.

Silva Neto, S. L., & Leite, B. S. (2024). Inteligência Artificial no aprimoramento de redações de Ecologia: um estudo em uma escola brasileira do Ensino Médio. *Educación*, 33(64), 1-22.

Stokel-Walker, C. (2023). ChatGPT listed as author on research papers: many scientists disapprove. *Nature*, 613, 620-621.

Takahashi, R. T., & Fernandes, M. F. P. (2004). Plano de Aula: conceitos e metodologia. *Acta Paulista de Enfermagem*, 17(1), 114-118.

Thunstrom, A. O. (2022). We asked GPT-3 to write an academic paper about itself: Then we tried to get it published. *Scientific American*, 30.

Tramallino, C. P., & Zeni, A. M. (2024). Avances y discusiones sobre el uso de Inteligencia Artificial (IA) en Educación. *Educación*, 33(64), 1-26.

Unesco (Ed.). (2021). International Forum on AI and the futures of education developing competencies for the AI era. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377251>. Acceso em 27 jun. 2024.

Wyk, M. M. V. (2024). Is ChatGPT an opportunity or a threat? Preventive strategies employed by academics related to a GenAI-based LLM at a faculty of education. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 7(1), 1-11.

Zhai, X., Neumann, K., & Krajcik, J. (2023). Editorial: AI for tackling STEM education challenges. *Frontiers in Education*, 8, 1183030.