

**ENSINO POR INVESTIGAÇÃO ASSISTIDO POR INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL:
UMA ANÁLISE DA APRENDIZAGEM EM QUÍMICA ORGÂNICA**

**ENSEÑANZA BASADA EN LA INVESTIGACIÓN ASISTIDA POR INTELIGENCIA
ARTIFICIAL: UN ANÁLISIS DEL APRENDIZAJE EN QUÍMICA ORGÁNICA**

**ARTIFICIAL INTELLIGENCE-ASSISTED INQUIRY-BASED TEACHING: AN
ANALYSIS OF LEARNING IN ORGANIC CHEMISTRY**

Apresentação: Comunicação Oral

Aylton José Santana da Silva¹; Sarah Noemya Amaral dos Santos²; Gustavo Laurentino Félix da Silva³; Paula Carolayne Cabral do Livramento⁴

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.XIICOINTERPDVL.0513>

RESUMO

Este estudo tem como objetivo analisar o impacto de uma sequência de ensino investigativo (SEI), apoiada por ferramentas de Inteligência Artificial (IA), na aprendizagem de conceitos de Química Orgânica. A proposta fundamenta-se na articulação entre os princípios do Ensino por Investigação, que valoriza o protagonismo do estudante na construção do conhecimento, e o uso da IA como ferramenta cognitiva, capaz de ampliar a capacidade de análise, interpretação e síntese de informações. Busca-se compreender de que forma a tecnologia, quando integrada de maneira planejada, pode potencializar o processo de ensino-aprendizagem, especialmente em conteúdos que demandam alto grau de abstração e aplicação prática. Para avaliar a proposta, foi realizado um estudo de intervenção que comparou o desempenho de uma turma do ensino médio antes (pré-teste) e depois (pós-teste) da aplicação da metodologia. No primeiro dia, aplicou-se um pré-teste para diagnosticar o conhecimento prévio dos alunos sobre grupos funcionais e propriedades de compostos orgânicos. No segundo, os estudantes foram desafiados com uma situação-problema que consistia em avaliar a viabilidade de uma nova molécula como protetor solar. Para essa tarefa, foram utilizadas duas ferramentas de IA: o NotebookLM, empregado na análise de fontes previamente selecionadas, e o Gemini/ChatGPT, atuando como assistentes de raciocínio para a resolução do desafio. A coleta de dados foi realizada por meio da comparação entre os resultados do pré e do pós-teste, da análise qualitativa dos relatórios técnicos produzidos e de um questionário de percepção sobre a metodologia utilizada. Os resultados preliminares evidenciaram um ganho significativo de aprendizagem, comprovado pela melhora expressiva no desempenho dos estudantes no pós-teste. A análise dos relatórios revelou que os alunos conseguiram aplicar conceitos complexos de forma coerente e fundamentada, construindo argumentos científicos consistentes. Conclui-se que a abordagem de Ensino por Investigação assistida por IA é uma estratégia promissora, pois não apenas favorece a compreensão dos conteúdos de Química Orgânica, como também estimula o letramento digital, o pensamento crítico e a capacidade de resolver problemas reais, preparando os estudantes para enfrentar desafios acadêmicos e profissionais de maneira mais autônoma e reflexiva.

Palavras-Chave: Ensino por Investigação, Inteligência Artificial na Educação, Química Orgânica,

1 Licenciatura em Química, IFPE - CVSA, ajss14@discente.ifpe.edu.br

2 Licenciatura em Química, IFPE - CVSA, snas.@discente.ifpe.edu.br

3 Licenciatura em Química, IFPE - CVSA, gfls1.@discente.ifpe.edu.br

4 Doutoranda, UFRPE, paulacarolayne8@gmail.com



Letramento Digital.

RESUMEN

Este estudio busca analizar el impacto de una secuencia de aprendizaje basado en la indagación (ILT), con el apoyo de herramientas de Inteligencia Artificial (IA), en el aprendizaje de conceptos de Química Orgánica. La propuesta se basa en la articulación entre los principios del Aprendizaje Basado en la Indagación, que valora el liderazgo estudiantil en la construcción de conocimiento, y el uso de la IA como herramienta cognitiva capaz de ampliar la capacidad de análisis, interpretación y síntesis de información. El objetivo es comprender cómo la tecnología, al integrarse de forma planificada, puede potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente en contenidos que exigen un alto grado de abstracción y aplicación práctica. Para evaluar la propuesta, se realizó un estudio de intervención que comparó el desempeño de una clase de secundaria antes (pre-test) y después (post-test) de la aplicación de la metodología. El primer día, se administró un pre-test para evaluar el conocimiento previo de los estudiantes sobre grupos funcionales y propiedades de compuestos orgánicos. El segundo día, los estudiantes fueron retados con una situación problema que consistió en evaluar la viabilidad de una nueva molécula como protector solar. Para esta tarea, se utilizaron dos herramientas de IA: NotebookLM, para analizar fuentes previamente seleccionadas, y Gemini/ChatGPT, que actuaron como asistentes de razonamiento para resolver el desafío. La recopilación de datos se realizó comparando los resultados de las pruebas previas y posteriores, analizando cualitativamente los informes técnicos elaborados y completando un cuestionario que evaluaba la metodología empleada. Los resultados preliminares demostraron avances significativos en el aprendizaje, como lo demuestra la mejora significativa en el rendimiento de los estudiantes en la prueba posterior. El análisis de los informes reveló que los estudiantes pudieron aplicar conceptos complejos de forma coherente y fundamentada, construyendo argumentos científicos consistentes. La conclusión es que el enfoque de aprendizaje basado en la indagación asistido por IA es una estrategia prometedora, ya que no solo promueve la comprensión del contenido de química orgánica, sino que también fomenta la alfabetización digital, el pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas del mundo real, preparando a los estudiantes para afrontar los retos académicos y profesionales de forma más autónoma y reflexiva.

Palabras Clave: Enseñanza basada en la investigación, Inteligencia artificial en educación, Química orgánica, Alfabetización digital

ABSTRACT

This study aims to analyze the impact of an inquiry-based learning sequence (ILT), supported by Artificial Intelligence (AI) tools, on the learning of Organic Chemistry concepts. The proposal is based on the articulation between the principles of Inquiry-Based Learning, which values student leadership in knowledge construction, and the use of AI as a cognitive tool capable of expanding the capacity for analysis, interpretation, and synthesis of information. The aim is to understand how technology, when integrated in a planned manner, can enhance the teaching-learning process, especially in content that demands a high degree of abstraction and practical application. To evaluate the proposal, an intervention study was conducted that compared the performance of a high school class before (pre-test) and after (post-test) the application of the methodology. On the first day, a pre-test was administered to assess the students' prior knowledge of functional groups and properties of organic compounds. On the second day, the students were challenged with a problem situation that consisted of evaluating the viability of a new molecule as a sunscreen. For this task, two AI tools were used: NotebookLM, used to analyze previously selected sources, and Gemini/ChatGPT, acting as reasoning assistants to solve the challenge. Data collection was conducted by comparing pre- and post-test results, qualitatively analyzing the technical reports produced, and completing a questionnaire assessing the methodology used. Preliminary results demonstrated significant learning gains, as evidenced by the significant improvement in student performance on the post-test. Analysis of the reports revealed that students were able to apply complex concepts coherently and in a well-founded manner, constructing consistent scientific arguments. The conclusion is that the AI-assisted Inquiry-Based Learning approach is a promising strategy, as it not only promotes understanding of Organic Chemistry content but also fosters digital literacy, critical thinking, and real-world problem-solving skills, preparing students to face academic and professional challenges more autonomously and reflectively.

Keywords: Research-Based Teaching, Artificial Intelligence in Education, Organic Chemistry, Digital



Literacy.

INTRODUÇÃO

O ensino de Química, em particular a Química Orgânica, frequentemente apresenta desafios pedagógicos significativos, relacionados à natureza abstrata das estruturas moleculares e à complexidade de suas reações. A persistência de abordagens tradicionais, centradas na transmissão de conteúdo, muitas vezes posiciona o aluno como um receptor passivo de informações, limitando o desenvolvimento de um pensamento crítico e autônomo (Krasilchik, 2008). Contudo, as novas diretrizes educacionais e o avanço das tecnologias digitais convocam a uma transformação desse paradigma. Nesse contexto, a Inteligência Artificial (IA) emerge não apenas como um repositório de informações, mas como uma potente ferramenta capaz de mediar e potencializar a aprendizagem. Este artigo busca investigar como a integração de ferramentas de IA a uma abordagem de Ensino por Investigação (EI) pode impactar o processo de aprendizagem em Química Orgânica.

A problemática central desta investigação é: Como estruturar uma sequência de ensino investigativo em Química Orgânica que utilize a Inteligência Artificial como uma ferramenta cognitiva mediadora, de modo a garantir que seu uso transcenda a consulta passiva e promova ativamente o desenvolvimento do raciocínio científico e da aprendizagem significativa? Para responder a essa questão, o presente estudo propôs e avaliou uma intervenção didática a partir de três objetivos centrais: 1) Aferir o ganho de aprendizagem dos alunos por meio da comparação entre um pré-teste diagnóstico e um pós-teste aplicado; 2) Analisar qualitativamente a capacidade dos estudantes de aplicar conceitos químicos na resolução de uma situação-problema, por meio de seus relatórios técnicos; e 3) Avaliar a percepção dos alunos sobre a utilidade e o engajamento proporcionados pela metodologia. A justificativa para tal investigação reside na crescente necessidade de desenvolver práticas pedagógicas que preparem os alunos para um mundo tecnológico, promovendo o que se entende por letramento digital crítico (BUZATO, 2006). A metodologia utilizada, detalhada na seção correspondente, consistiu em um estudo de caso na modalidade experimental. A contribuição deste estudo é propor e validar um modelo pedagógico que posiciona a IA como ferramenta cognitiva mediadora no Ensino por Investigação, oferecendo, com isso, subsídios teóricos e práticos para educadores que buscam integrar essa tecnologia de forma a promover ativamente o raciocínio científico e a aprendizagem significativa em Química Orgânica.



FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para embasar a construção da nossa proposta de intervenção, recorreremos a dois pilares teóricos que se complementam e dialogam: o Ensino por Investigação (EI) como abordagem pedagógica e a Inteligência Artificial (IA) como ferramenta cognitiva mediadora.

O Ensino por Investigação é uma abordagem de base construtivista que, fundamentada em pensadores como Jean Piaget, entende que o conhecimento não é transmitido, mas ativamente construído pelo sujeito em sua interação com o mundo. O EI desloca o foco do ensino centrado no professor para um processo centrado na atividade do aluno. Em vez de receber conceitos prontos, o estudante é confrontado com uma situação-problema, ecoando a "educação problematizadora" de Paulo Freire (1996), que defende o ato de aprender a partir da reflexão crítica sobre a realidade. A partir do problema, o aluno é incentivado a levantar hipóteses, coletar dados, analisar informações e construir suas próprias conclusões, tornando-se protagonista de sua aprendizagem. Este processo, que espelha o próprio fazer científico, é fundamental para a Alfabetização Científica, pois permite ao aluno não apenas aprender ciência, mas também aprender sobre a natureza da ciência, seus processos e sua dimensão social (Sasseron; Carvalho, 2011). A nossa proposta metodológica foi desenhada para seguir rigorosamente as etapas propostas por Sasseron e Carvalho (2011), problematização, levantamento de hipóteses, investigação, comunicação e discussão —, utilizando a situação-problema da molécula "Solariana" como gatilho para a investigação.

O segundo pilar é a concepção da Inteligência Artificial não como um oráculo, mas como uma ferramenta cognitiva que potencializa o processo investigativo. Inspirado nas ideias de Vygotsky (1984) sobre os instrumentos como mediadores do pensamento, entendemos a IA como um moderno "instrumento psicológico" que pode ampliar as funções mentais superiores, como a análise e a síntese. Mais especificamente, a IA, quando bem orientada pelo professor, pode ajudar o aluno a atuar em sua Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), ou seja, a resolver problemas que ele não conseguiria solucionar sozinho, mas que se tornam possíveis com o auxílio de um "outro mais experiente" neste caso, a própria tecnologia. Esta interação transforma a paisagem da aprendizagem, criando o que o filósofo Pierre Lévy (1993) chama de uma nova "ecologia cognitiva", onde o conhecimento é construído de forma mais fluida e colaborativa entre humanos e tecnologias.

No contexto deste trabalho, às IAs foram empregadas com funções distintas e estratégicas. O NotebookLM atuou como um "ambiente de pesquisa especializado", no qual os alunos investigaram um universo de informações controlado e curado pelo professor. Isso



garantiu que a IA fundamentasse suas respostas em fontes confiáveis, permitindo aos alunos analisar e sintetizar informações de alta qualidade. Por outro lado, ferramentas como Gemini e ChatGPT foram posicionadas como "consultores criativos" ou "tutores socráticos". Os alunos foram instruídos a usá-los para simplificar conceitos complexos, criar analogias e testar o próprio conhecimento, em vez de pedir a solução direta do problema. Essa abordagem visa desenvolver o letramento digital crítico, ou seja, a habilidade de usar essas tecnologias de forma consciente, ética e eficaz (Buzato, 2006), uma competência essencial na sociedade contemporânea.

A união do Ensino por Investigação, com seu potencial para promover a autonomia e o pensamento científico, com o uso estratégico da IA como ferramenta mediadora do pensamento, portanto, serviu de base para toda a análise e discussão dos resultados obtidos.

METODOLOGIA

A presente pesquisa classifica-se como um estudo de caso de natureza qualitativa. Como referencial teórico-metodológico para a intervenção, adotou-se a perspectiva do Ensino por Investigação (EI), consolidada no Brasil por pesquisadores como Carvalho (2013). Essa abordagem se contrapõe ao ensino tradicionalmente transmissivo ao colocar os alunos em um papel ativo, investigando problemas autênticos para construir conhecimento científico. O foco transcende a mera aprendizagem de conceitos, visando o desenvolvimento de competências como a análise de evidências e a argumentação.

Alinhada a essa perspectiva, a intervenção foi desenhada como uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Os sujeitos da pesquisa para esta sequência foram 32 (trinta e dois) alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública na cidade de Vicência - PE. A intervenção (SEI) foi estruturada em três etapas principais:

Etapa 1: Diagnóstico (Dia 1)

A primeira etapa consistiu na aplicação de um pré-teste diagnóstico para aferir o conhecimento prévio dos alunos sobre conceitos de Química Orgânica essenciais para a atividade. Este momento serviu para compreender o nível de conhecimento da turma.

Etapa 2: Intervenção Investigativa (Dia 2)

A segunda etapa foi a aplicação da sequência de ensino investigativo. Os alunos foram organizados em grupos e apresentados a uma situação-problema a ser resolvida. A eles foi contextualizado o seguinte cenário:



"A 'VitaDerme', uma empresa de cosméticos focada em produtos naturais, está a desenvolver um novo protetor solar. Eles extraíram da flor de uma planta amazônica uma molécula promissora, a 'Solariana'.

No entanto, antes de investir milhões em testes de laboratório, a empresa precisa de uma análise preliminar. A vossa turma foi contratada como uma equipe de Químicos Pesquisadores Júnior. A missão é criar um 'Relatório Técnico de Viabilidade' sobre a molécula 'Solariana'.

Este relatório irá decidir se a empresa avança com o projeto. Ele precisa de ser cientificamente fundamentado, claro e conclusivo."

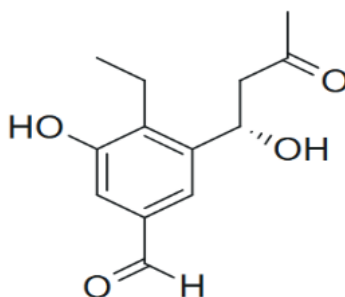
Para orientar na elaboração, foi explicado que o termo “viabilidade” deveria ser entendido em diferentes dimensões:

- **Viabilidade química:** verificar se a molécula possui características estruturais compatíveis com a função de filtro solar, como presença de grupos funcionais que absorvem radiação ultravioleta.
- **Viabilidade toxicológica preliminar:** avaliar, com base na estrutura, se a molécula pode apresentar riscos de toxicidade ou efeitos adversos.
- **Viabilidade ambiental:** discutir se o uso da molécula pode gerar impactos ambientais, comparando-a a filtros solares convencionais que causam poluição marinha, por exemplo.

Assim, os estudantes foram desafiados a analisar a molécula de forma interdisciplinar, mobilizando conhecimentos de química orgânica, meio ambiente e aplicações tecnológicas, para propor uma conclusão fundamentada sobre o avanço ou não do projeto.

Para a análise, foi apresentada aos alunos a estrutura química da molécula fictícia "Solariana", conforme ilustrado na **Figura 01**.

Figura 01: Estrutura química da molécula fictícia "Solariana" utilizada na atividade.



Fonte: Própria (2025).



Com base nesse desafio e na estrutura apresentada, foi realizada uma demonstração ao vivo das ferramentas de IA (NotebookLM e Gemini/ChatGPT), orientando os alunos a utilizá-las como ferramentas de pesquisa e análise. Durante a atividade, os alunos investigaram as propriedades da molécula com base nos artigos fornecidos no NotebookLM e, ao final, produziram o "Relatório Técnico de Viabilidade" solicitado.

O processo de investigação e colaboração dos grupos foi registrado fotograficamente (Figura 02 e 03).

Figura 02: Alunos em grupo utilizando as ferramentas de IA para resolver a situação-problema.



Fonte: Própria (2025).

Figura 03: Pesquisador mediando a discussão em um dos grupos de trabalho.



Fonte: Própria (2025).



Etapa 3: Coleta de Dados Pós-Intervenção (Final do Dia 2)

Ao final da atividade investigativa, foram aplicados os instrumentos de coleta de dados finais, que foram organizados da seguinte maneira:

3.1 Aplicação do Pós-teste e Questionário de Percepção

Foram aplicados um pós-teste, para aferir o ganho de conhecimento conceitual (dados quantitativos), e um questionário de percepção, para avaliar a percepção da metodologia pelos alunos (dados qualitativos).

3.2 Coleta dos Relatórios Técnicos (Dados Qualitativos)

O Relatório Técnico de Viabilidade, resultado final da pesquisa em grupo, serve como base para a análise qualitativa deste estudo. A tarefa dos alunos era analisar a estrutura química da molécula para identificar tanto as evidências de seu potencial como protetor solar quanto os possíveis riscos, como instabilidade ou toxicidade. Desenvolvido como uma ferramenta de avaliação complexa, seu propósito foi avaliar a maneira como os estudantes utilizam os princípios da Química Orgânica para construir uma argumentação científica coerente e convincente. A análise desses relatórios possibilita a observação direta do progresso do pensamento crítico e da habilidade de fundamentar decisões com base em evidências, contribuindo para um dos principais objetivos deste estudo. A seguinte pergunta central orientou a elaboração do documento:

"O relatório técnico da sua equipe recomendou que a empresa "VitaDerme" avançasse ou não com os testes da Solariana? Qual foi a principal evidência científica, baseada na análise da estrutura da molécula, que usaram para justificar essa recomendação?"

Portanto, a metodologia adotada permitiu uma coleta de dados multifacetada. A triangulação das informações quantitativas, provenientes da evolução dos testes, com as informações qualitativas, extraídas da profundidade dos relatórios técnicos e das percepções dos alunos, fornecerá uma visão integral do fenômeno estudado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente seção dedica-se à apresentação e análise dos dados coletados durante a intervenção, com o propósito de avaliar o impacto da Sequência de Ensino Investigativo (SEI), mediada por Inteligência Artificial, na aprendizagem dos alunos. A análise articula os dados



quantitativos, que revelam a evolução do conhecimento conceitual, com os dados qualitativos, que demonstram a aplicação desse conhecimento em um contexto prático e investigativo.

Para estabelecer uma linha de base, a intervenção foi iniciada com a aplicação de um pré-teste diagnóstico. Os resultados, apresentados na **Tabela 01**, indicam um conhecimento prévio heterogêneo na turma. A tabela detalha o desempenho nas três questões selecionadas de um total de cinco, mostrando a variação de acertos entre os alunos

Tabela 01: Análise de Desempenho no Pré-teste Diagnóstico

Questão	Habilidade Avaliada	Percentual de Acerto por questão. (Pré-teste)
Questão 1: Na molécula abaixo (Geraniol, um óleo de rosas), circule e nomeie pelo menos dois grupos funcionais diferentes. <i>(Imagem de uma molécula alongada com várias duplas ligações e uma hidroxila na ponta.)</i>	Identificar grupos funcionais da molécula de Geraniol.	14%
Questão 2: As temperaturas de ebulição de quatro substâncias de massas molares próximas estão listadas na tabela. <i>(Imagem de quatro moléculas simples: um alceno linear (butano), uma cetona (acetona), um aldeído (propanal) e um álcool (propan-1-ol).)</i> A substância com o maior ponto de ebulição é o Propan-1-ol devido à sua capacidade de formar:	Compreender e identificar o ponto de ebulição de determinadas substâncias com base na sua estrutura molecular.	57%
Questão 3: O eugenol é um composto orgânico extraído do cravo-da-índia que tem propriedades antissépticas. A partir do eugenol, é possível obter o iso-eugenol, um isômero de função. Quais as funções orgânicas que caracterizam o eugenol e o iso-eugenol são, respectivamente? <i>(Imagem de duas moléculas semelhantes, ambas com anel aromático e hidroxila, uma com éter e a outra com álcool.)</i>	Comparar e identificar quais as funções orgânicas que estão presentes nas moléculas de Eugenol e Iso-eugenol.	51%

Fonte: Própria (2025).

A análise do pré-teste, apresentada na **Tabela 01**, demonstra um cenário inicial heterogêneo na turma. O desempenho varia significativamente entre as questões, revelando

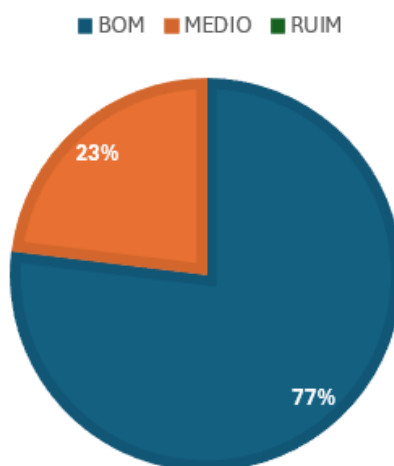


diferentes níveis de domínio dos conceitos de Química Orgânica. Na **Questão 1**, que exigia a identificação de grupos funcionais, a porcentagem de acerto foi de apenas **14%**. Isso sugere que muitos alunos possuíam uma base frágil nesse tópico fundamental.

No entanto, o desempenho melhorou consideravelmente na **Questão 2**, com **57% de acerto** na compreensão de pontos de ebulição, e na **Questão 3**, com **51% de acerto** na comparação de funções orgânicas. Essa variação indica que, embora a maioria da turma (55%) se encaixe nas faixas de desempenho "Médio" e "Ruim" no geral, há áreas de maior e menor dificuldade. A análise por questão, portanto, é crucial para identificar os pontos que precisam de maior atenção na intervenção pedagógica.

Após a aplicação da SEI, um pós-teste com o mesmo nível de complexidade foi aplicado. Os resultados (**Gráfico 01**) demonstram uma evolução notável no perfil de conhecimento da turma.

Gráfico 01: Análise de Desempenho no Pós-teste Avaliativo



Fonte: Própria (2025).

Os resultados do pós-teste evidenciam uma reconfiguração expressiva no perfil de conhecimento da turma. O avanço mais significativo foi o salto da categoria "Bom", que aumentou de 45% para 77%, indicando que a grande maioria dos alunos passou a dominar os conceitos com segurança. Igualmente importante é a completa erradicação da faixa de desempenho "Ruim", que caiu de 22% para 0%. Este dado é um forte indicativo do sucesso da intervenção em atender também às necessidades dos alunos que apresentavam maiores dificuldades iniciais.

Por fim, a redução na faixa "Médio" (de 33% para 23%) demonstra uma clara



mobilidade ascendente, confirmando que uma parte considerável dos alunos que possuíam conhecimento mediano conseguiu migrar para o nível de desempenho superior. Em conjunto, esses dados demonstram que a metodologia foi eficaz não apenas em ampliar a excelência, mas também em garantir uma base de conhecimento sólida para toda a turma.

A análise qualitativa dos relatórios técnicos revelou a capacidade dos alunos de mobilizar o conhecimento adquirido para construir argumentações científicas. O **Tabela 02** apresenta exemplos das respostas de quatro grupos, ilustrando a diversidade de abordagens e a profundidade do raciocínio desenvolvido.

Tabela 02: Exemplos dos Relatórios Técnicos

Respostas dos Relatórios Técnicos	
Grupo 1	A recomendação depende das propriedades hipotéticas da Solariana. Evidência científica veio da análise de uma estrutura para determinar se ela possui características de compostos com atividade antioxidante ou protetora da pele, ou, pelo contrário, apresentar novos potenciais devido a presença de certos grupos funcionais.
Grupo 2	A principal evidência científica para não recomendação da Solariana, é a presença de grupos fenólicos, compostos como esses grupos fenólicos podem sofrer oxidação, gerando produtos que podem causar reações alérgicas ou toxicidade.
Grupo 3	Com base na estrutura da molécula Solariana, ela parece segura o suficiente para continuar os estudos. O próximo passo não seria já testar em pessoas, mas sim fazer testes em laboratório. Primeiro, dá para verificar em células se ela não é tóxica e se tem alguma ação antioxidante.
Grupo 4	A melhor abordagem é focar na estrutura da molécula. A recomendação pode ser baseada nas propriedades de suas funções orgânicas e na sua possível aplicação como um composto com atividade biológica, ou até mesmo como um possível filtro solar.

Fonte: Própria (2025).

A análise das respostas evidencia diferentes níveis de apropriação do conhecimento e de pensamento crítico. O Grupo 1 e o Grupo 4 demonstram uma compreensão correta do processo investigativo, estabelecendo a base do raciocínio científico esperado ao conectar a estrutura química às suas propriedades biológicas. A análise avança com o Grupo 2, que, ao utilizar o conhecimento sobre a reatividade de fenóis para levantar uma hipótese de risco (oxidação e toxicidade), demonstra um pensamento científico mais elaborado, capaz de ponderar prós e contras. Por sua vez, o Aluno 3 conecta a Química Orgânica a conceitos de toxicologia e metodologia científica ao propor os próximos passos de um protocolo experimental (“testes em laboratório”). Em conjunto, esses excertos mostram que a atividade permitiu aos alunos não só aplicar conceitos, mas também formular hipóteses, ponderar riscos e propor etapas de validação. Essa performance responde ao segundo objetivo deste estudo e caracteriza o desenvolvimento de um pensamento científico autônomo, em oposição direta ao papel de receptor passivo mencionado por Krasilchik (2008).



➤ **Análise da Percepção dos Alunos sobre a Metodologia**

Para atender ao terceiro objetivo do estudo, a percepção dos estudantes sobre a intervenção foi analisada por meio de um questionário. Os resultados indicam uma recepção majoritariamente positiva, com 73% dos alunos classificando a atividade como "boa" ou "ótima". As respostas destacaram o alto nível de engajamento com a situação-problema e a utilidade das ferramentas de IA como assistentes de pesquisa. A seguir na **Tabela 3**, temos alguns exemplos de depoimentos dos alunos que refletem a percepção geral da turma:

Tabela 03: Exemplos de depoimentos dos alunos sobre a metodologia aplicada.

Citações dos Alunos	
Aluno 01	No começo a gente só queria a resposta pronta, né? Mas aí vimos que não adiantava só jogar a pergunta para a IA e esperar. Tinha que pensar em como perguntar direito para ela ajudar de verdade. Foi muito boa a experiência, fez a gente se sentir um grupo de cientistas tentando resolver aquilo.
Aluno 02	De cara, a ideia era só pegar a resposta pronta. Só que na prática, a gente descobriu que o mais importante era aprender a perguntar do jeito certo. Essa troca me fez sentir envolvidos de verdade.
Aluno 03	O que eu esperava era receber algo mastigado, mas a experiência mostrou outra coisa, era preciso construir o raciocínio junto, saber direcionar a IA para que ela me ajudasse a entender e não me dar a resposta e acabou.
Aluno 04	Eu só queria pegar o problema para a IA e terminar, mas o professor me ajudou a entender que não era só isso e que a IA pode dar respostas erradas. Eu aprendi que com as perguntas certas eu conseguiria uma resposta mais precisas.

Fonte: Própria (2025)

A partir da análise dos depoimentos dos estudantes, é possível perceber que a experiência com a Inteligência Artificial (IA) não se restringiu à busca imediata por respostas prontas, mas promoveu um processo de reflexão acerca da própria forma de aprender. Os relatos mostram que os alunos compreenderam a necessidade de elaborar perguntas de maneira clara e direcionada, entendendo que a qualidade da resposta dependia diretamente da formulação adequada do questionamento. Tal percepção é fundamental, pois revela o desenvolvimento de competências investigativas, de pensamento crítico e de autonomia, elementos centrais para a formação acadêmica no contexto contemporâneo.

Além disso, a sensação relatada de “estar no papel de cientistas” evidencia o engajamento proporcionado pela metodologia aplicada, uma vez que os alunos se viram envolvidos em um



processo ativo de construção do conhecimento, em vez de meros receptores de informações. Essa experiência contribui para romper com práticas tradicionais de ensino centradas na transmissão unilateral, favorecendo uma aprendizagem mais participativa, colaborativa e significativa. Assim, os resultados obtidos apontam para a relevância pedagógica da atividade e sugerem que metodologias que incorporam a IA de forma orientada podem representar uma alternativa eficaz para potencializar o ensino e estimular práticas investigativas em sala de aula.

CONCLUSÕES

Este trabalho se propôs a investigar como a integração de ferramentas de Inteligência Artificial a uma abordagem de Ensino por Investigação pode transformar a aprendizagem em Química Orgânica, superando o paradigma do aluno como receptor passivo. Ao final da pesquisa, as evidências coletadas permitem afirmar que a metodologia proposta não apenas se mostrou viável, mas também altamente eficaz, oferecendo uma resposta clara ao problema de pesquisa: é possível, sim, estruturar uma atividade didática que utiliza a IA para promover habilidades investigativas e uma compreensão conceitual profunda, indo muito além de seu uso como mera fonte de respostas prontas.

Respondendo diretamente aos objetivos traçados, a pesquisa alcançou resultados consistentes em três pontos. Primeiramente, foi confirmado um ganho de aprendizagem quantitativo expressivo, evidenciado pela melhora significativa no desempenho dos alunos no pós-teste. Em segundo lugar, a análise qualitativa dos relatórios demonstrou a capacidade dos estudantes de aplicar conceitos químicos de forma crítica na resolução de problemas, superando a memorização e desenvolvendo um raciocínio científico autônomo. Finalmente, a percepção discente sobre a metodologia foi majoritariamente positiva, destacando o alto nível de engajamento e o desenvolvimento do letramento digital crítico.

A principal contribuição desta pesquisa, portanto, é a validação de um modelo pedagógico que articula uma pedagogia ativa (Ensino por Investigação) com uma tecnologia emergente (Inteligência Artificial). Demonstrou-se que, quando utilizada de forma intencional e crítica, a IA potencializa a Aprendizagem Significativa, pois permite que os alunos conectem os conceitos abstratos da Química a um problema concreto e relevante.

Conclui-se, assim, que a abordagem testada representa um caminho promissor para o ensino de ciências na contemporaneidade. Embora o presente estudo de caso possua limitações quanto à sua generalização, ele oferece um forte indicativo de que a integração criteriosa de novas tecnologias a metodologias centradas no aluno é fundamental para formar cidadãos capazes não só de compreender a ciência, mas de pensar e agir cientificamente.



REFERÊNCIAS

BUZATO, M. E. K. Letramento digital e inclusão social. In: SILVA, A.; ARAÚJO, J. C.; BUZATO, M. E. K. (Orgs.). **Novas tendências em linguística aplicada**. Campinas: Pontes, 2006.

CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. de (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

LÉVY, P. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

PIAGET, J. **A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

