

# Análise do ChatGPT como ferramenta no ensino de química: explorando o tema matéria e energia

## RESUMO

**Ismael Laurindo Costa Junior**  
[ismael@utfpr.edu.br](mailto:ismael@utfpr.edu.br)  
[orcid.org/0000-0001-6295-1619](https://orcid.org/0000-0001-6295-1619)  
Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná (UTFPR), Medianeira, Brasil

O *ChatGPT* é uma das ferramentas baseadas em inteligência artificial (IA) com destaque no meio educacional pela popularidade e promessas de praticidade. No Ensino de Química, surge como um atraente recurso para uso em atividades escolares. Diante disso, este artigo propõe a reflexão sobre o uso do *ChatGPT* como recurso didático no estudo do tema Matéria e Energia. Para tanto, foi explorado o potencial dessa ferramenta como interface de pesquisa para definições e resolução de problemas, na perspectiva dos conteúdos mediados na Educação Básica. O estudo é de natureza qualitativa e exploratória e envolveu a elaboração de cinco enunciados formulados a partir do Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná e três problemas extraídos de um dos livros didáticos disponíveis nas escolas públicas. Tais enunciados e problemas foram inseridos na interface do *ChatGPT-PRO* versão 4.0 e as respostas transcritas, descritas e interpretadas em termos de coerência, assertividade e complexidade a partir de uma fonte bibliográfica do tipo dicionário e a resolução contida livro didático. Os resultados obtidos suscitaram preocupações quanto ao uso do *ChatGPT* de forma autônoma por sujeitos que não detém os conhecimentos para questionar ou analisar as respostas autogeradas pela IA. Foram verificadas informações complexas/confusas envolvendo definições e erros de resolução nos problemas. Diante disso, o uso do *ChatGPT*, pode apresentar aplicações relevantes de auxílio aos estudos, mas por si não produz conhecimentos, apenas informações que requerem revisão e contestação. Nesse cenário, reforça-se a função do professor como mediador da aprendizagem e dos recursos baseados em IA.

**PALAVRAS-CHAVE:** Chatbot; Inteligência artificial; Ferramenta de estudos; Química.

# ChatGPT as a tool for teaching chemistry: exploring the topic of matter and energy

## ABSTRACT

ChatGPT is one of the tools based on artificial intelligence (AI) that stands out in the educational field due to its popularity and promises of practicality. In chemistry teaching, it emerges as an attractive resource for school activities. Given this, this article proposes a reflection on using ChatGPT as a teaching resource in the study of Matter and Energy. To this end, the potential for its use as a research interface for problem definitions and resolution was explored from the perspective of the content mediated in Basic Education. The study is qualitative and exploratory and involves elaborating five statements formulated based on the Curricular Reference for High School Education in Paraná and three problems extracted from one of the textbooks available in public schools. These statements and problems were inserted into the ChatGPT-PRO version 4.0 interface. The answers were transcribed, described, and interpreted in terms of coherence, assertiveness, and complexity based on a bibliographic source such as a dictionary and the resolution contained in the textbook. The results raised concerns regarding the use of ChatGPT autonomously by subjects who do not have the knowledge to question or analyze the answers autogenerated by AI. Complex or confusing information involving definitions and resolution errors in the problems were verified. Given this, using resources such as ChatGPT can present relevant applications to aid studies, but they do not produce knowledge; they only provide information that requires review and challenge. In this scenario, the role of the teacher as a mediator of learning and AI-based resources is reinforced.

**KEYWORDS:** Chatbot; Artificial intelligence; Study tool; Chemistry.

## INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais têm avançado significativamente tanto nos contextos socioeconômicos como também culturais, educacionais e comunicativos. Nesse sentido, em um mundo impulsionado pela inovação tecnológica, a Educação necessita apropriar-se e coexistir num cenário em que as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) passam a ocupar todos os espaços, inclusive a própria sala de aula (Leite, 2022; Melo, Melo & Silvano, 2021; Figueiredo & José, 2022).

A última onda emergente no campo das ferramentas tecnológicas digitais trouxe a Inteligência Artificial (IA). De acordo com Parreira, Lehmann & Oliveira (2021, p. 979)

[...] existe IA quando a máquina exhibe comportamento inteligente, isto é, responde ajustadamente ao ambiente e age com probabilidade de sucesso. Exemplos: interagir adequadamente numa conversa; competir em jogos estratégicos, como xadrez e Go; interpretar dados complexos. Nesses casos, está-se perante um sistema de IA, que pode ser restrita ou geral.

Assim, essa tecnologia gera expectativas como recurso promissor capaz de modificar profundamente “[...] o modo como a sociedade opera, impulsionando a eficiência, a inovação e a descoberta em uma variedade de campos. As aplicações da IA já são visíveis em vários setores, desde a medicina à agricultura, e a educação não é exceção” (Oliveira *et al.*, 2023, p. 2).

Uma das ferramentas baseadas em IA com popularidade e potencialidades no âmbito educacional é o *ChatGPT*, lançado em 2022, capaz de gerar sentenças convincentes imitando padrões estatísticos da linguagem com base em um gigantesco banco de texto captado na internet (Leite, 2022; Stokel-Walker, 2023).

Conforme Giraffa & Kohls-Santos (2023, p. 126) trata-se de

[...] uma versão específica do modelo de linguagem GPT (*Generative Pre-trained Transformer*) desenvolvido pela OpenAI. O GPT é um modelo de inteligência artificial que utiliza uma arquitetura de rede neural conhecida como *Transformer* para gerar respostas e interagir com texto de maneira natural.

Da perspectiva de Leite (2023, p. 916) “o *ChatGPT*, um *chatbot*, é uma dessas máquinas que interage com as pessoas, sendo uma variante do modelo de linguagem de inteligência artificial GPT”. O recurso, inicialmente, era acessado por meio de uma conta criada no site do desenvolvedor OpenAI e é basicamente composto por uma caixa de texto na qual o usuário escreve aquilo que deseja. Assim, não requer nenhum conhecimento de programação. Atualmente, desde 2024, estão disponíveis a versão tradicional gratuita com acesso limitado e a versão AI app por assinatura com funcionalidade adicionais (OpenAI, 2024).

Gualberto Neto (2023) ressalta que o *ChatGPT* é um recurso versátil e eficaz com variadas aplicações e que tem sido aceito pela simplicidade de interação com os usuários. Diante disso, representa um incremento promissor e inovador no rol de estratégias para contribuir com os processos de ensino e aprendizagem (Oliveira *et al.*, 2023).

Entre os principais usos educacionais da ferramenta *ChatGPT* destacam-se a escrita de textos, resumo de trabalhos, pesquisa de assuntos diversos, resposta a

perguntas, elaboração de planos de aula, tradução e diversas outras possibilidades dependendo a criatividade do usuário (Leite, 2023; Stokel-Walker, 2023, Gualberto Neto, 2023). Em termos de qualidade, Graham (2023) destaca que o *chatbot* foi capaz de produzir resumos de pesquisas com conteúdo bom o suficiente ao nível em que pesquisadores não conseguissem identificar que o material foi escrito por uma IA.

Diante disso, muitas discussões acompanham o surgimento dos *chatbots* como o *ChatGPT*. As principais envolvem questões de autoria e o uso dessas ferramentas para produzir respostas no lugar dos usuários (Stokel-Walker, 2023; Tate *et al.*, 2022; Leite, 2023; Escalante, Pack & Barrett, 2023). Nessa linha, assim como o professor ou a tecnologia não são capazes de transferirem por si os conhecimentos que possuem, o *ChatGPT* e as demais TDICs não substituem os processos construtivos que o sujeito aprendente precisa trilhar para adquirir as informações e reorganizá-las a partir do cognitivo a fim de apropriar-se de fato desses conhecimentos (Zittoun *et al.*, 2011).

A área das Ciências Exatas compreende, em primeiro plano, os conhecimentos científicos de campos bem definidos e consolidados como ciências independentes, sendo eles a Matemática, a Física, a Química e a Computação (Garcia & Gomes, 2022). Historicamente, tais conhecimentos são curricularizados em disciplinas e cursos homônimos nas diversas modalidades e etapas do sistema educacional e que compartilham a característica de serem segmentos em que os estudantes apresentam as maiores dificuldades em termos de aprendizagem (Fumes & Antônio, 2019).

No contexto do ensino de Química, esse cenário resulta no baixo interesse a aproveitamento dos alunos, o que requer a busca por recursos e estratégias capazes de contribuir para a melhoria do desempenho e compreensão dos conceitos dessa área do conhecimento (Moura Júnior *et al.* 2020). Assim,

[...] a tecnologia pode ser uma ferramenta para tornar o conteúdo mais atraente e relevante para os estudantes, proporcionando oportunidades para a exploração e resolução de problemas de maneira mais autônoma. Ela pode facilitar a compreensão de conceitos abstratos, oferecer oportunidades para a prática e *feedback* imediato, e engajar os estudantes através de abordagens lúdicas e interativas (Oliveira *et al.*, 2023, p. 5-6).

Com a chegada e o acesso à IA por meio dos *chatbots* os estudantes têm a sua disposição mais um tipo de TDIC para auxiliar nos estudos. Segundo Borba & Balbino Junior (2023, p. 147-148), apesar da constante evolução dos recursos como o *ChatGPT*, a IA generativa apresenta limitações:

[...] ela depende de grandes quantidades de dados para aprender e gerar conteúdo, e nem sempre produz resultados perfeitos ou livres de viés. Portanto, embora seja uma tecnologia promissora, ainda é necessário um acompanhamento cuidadoso e crítico de seu desenvolvimento e aplicação. No entanto, vale ressaltar que a natureza gerativa desses sistemas pode levantar preocupações sobre sua confiabilidade.

Visando **contribuir para a exploração do *ChatGPT* como recurso didático** para estudo do tema Matéria e Energia na perspectiva dos estudantes da Educação Básica, esse artigo propõe a análise desse *chatbot* quanto ao potencial de uso como interface de pesquisa das definições básicas, resolução de problemas e a avaliação das respostas fornecidas.

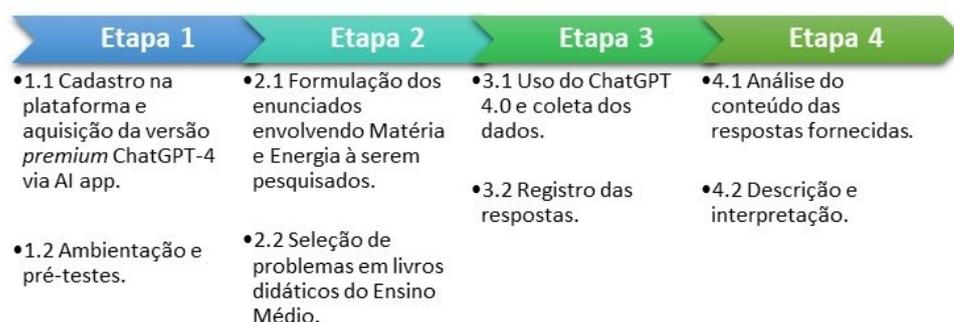
## PERCURSO METODOLÓGICO

A metodologia de uma pesquisa “[...] inclui simultaneamente a teoria da abordagem (o método), os instrumentos de operacionalização do conhecimento (as técnicas) e a criatividade do pesquisador (sua experiência, sua capacidade pessoal e sua sensibilidade) (Minayo, 2009, p. 14). Assim, quanto a abordagem, a pesquisa realizada é classificada como de natureza qualitativa e compreendeu como procedimentos técnicos coleta, descrição e interpretação de dados.

Quanto a sua finalidade, trata-se de uma pesquisa aplicada motivada pela necessidade de “[...] aquisição de conhecimentos com vistas a aplicação numa situação específica” (Gil, 2019, p. 26), que neste caso, foi investigar as potencialidades e limitações da ferramenta *ChatGPT*, quanto ao desempenho em definir conceitos, responder questões e problemas sobre Matéria e Energia de forma a contribuir (ou não) com a construção do conhecimento. Na Figura 1, estão representadas, de forma sumarizada, as etapas do estudo.

**Figura 1**

*Etapas da pesquisa*



Fonte: Autoria própria (2024).

Na pesquisa, foi utilizada a versão 4.0 do *ChatGPT-PRO* disponível como AI App. Para a Etapa 1 realizou-se o cadastro do pesquisador na plataforma digital da OpenAI para acesso à ferramenta e aquisição do plano. Posteriormente, foram conduzidos testes para familiarização com o recurso, por meio da solicitação de informações referentes a autodescrição da IA e a forma de utilização da mesma para estudos (Tabela 1).

Na Etapa 2, foi realizada a consulta ao Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná (Paraná, 2021), na seção que trata das competências específicas da área de Ciências da Natureza e do componente curricular de Química, do qual foram identificados os objetos de conhecimentos e conteúdos pertinentes ao tema Matéria e Energia. A partir das informações obtidas foram selecionados os termos para a elaboração dos enunciados submetidos ao *chatbot* (Tabela 1).

Além disso, visando explorar a capacidade do *ChatGPT* em resolver atividades, foram selecionados três problemas contidos no livro didático do novo Ensino Médio “Ser Protagonista: Ciências da Natureza e suas tecnologias” (Zamboni & Bezerra, 2020).

**Tabela 1**
*Enunciados usados na pesquisa conceitual*

Etapa	Objeto de Conhecimento	Enunciados
1	-	1.1 Apresente-se.
		1.2 Como posso fazer bom uso de você nos estudos?
		1.3 Você pode me ajudar a estudar sobre o tema Matéria e Energia? Como?
2	Constituição da Matéria	2.1 O que é matéria?
		2.2 Quais são as propriedades da matéria?
	Conservação da energia	2.3 O que é energia?
		2.4 Como a energia se conserva no universo?
		2.5 Qual o papel da energia na transformação da matéria?

Fonte: Autoria própria (2024).

A escolha se baseou no fato dessa obra ter sido uma das disponíveis para escolha das escolas públicas da rede paranaense pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) em 2021 (Figura 2).

**Figura 2**
*Problemas extraídos do livro Ser “Protagonista: Ciências da Natureza e suas tecnologias”*

### a) Problema 1

1. A célebre lei do químico francês Antoine Lavoisier – “Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma” – se refere à conservação da matéria. Você conhece outra grandeza física que se comporta de maneira semelhante? Se sim, qual?

### b) Problema 2

2. Qual é a origem dos elementos químicos dos materiais que nos cercam e da maior parte da energia que consumimos?

### c) Problema 3

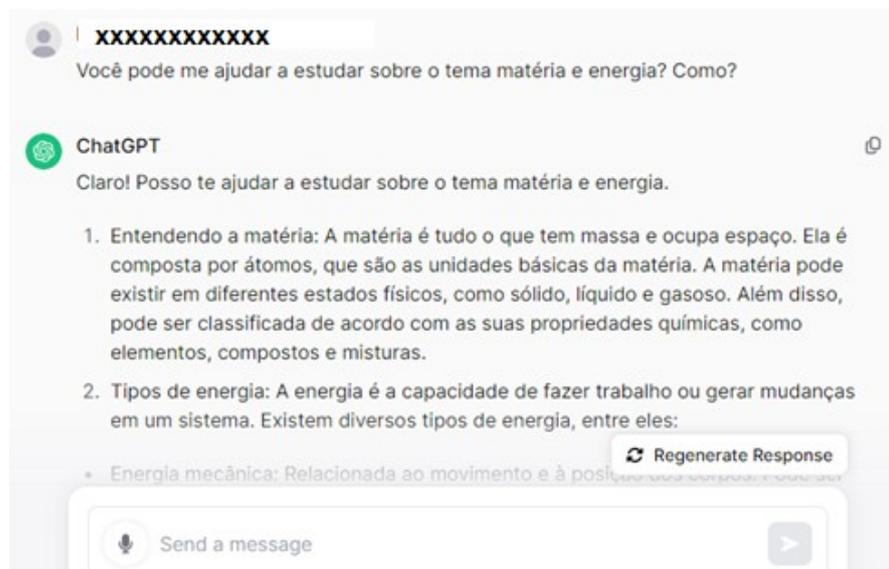
- 1 Em um laboratório, um estudante resolve analisar as propriedades térmicas de um bloco metálico. Para tanto, um bloco metálico de massa 200 g, feito de um material desconhecido, recebeu 1000 cal e teve uma elevação de temperatura de 20 °C para 40 °C. Considerando essas condições, faça o que se pede.
- Determine a capacidade térmica do bloco.
  - Defina o calor específico do material de que o bloco é feito.
  - Calcule a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura desse bloco de 20 °C para 350 °C.

Fonte: Zamboni &amp; Bezerra (2020, p. 14, 137)

A Etapa 3 consistiu na coleta dos dados. Os enunciados produzidos na Etapa 2 foram inseridos individualmente na caixa de diálogo do *ChatGPT*, sendo iniciada uma nova seção para cada pesquisa solicitada. O registro ocorreu por meio da recolha da imagem da tela (*printscreen*) (Figura 3) e pela cópia textual da resposta usando o recurso “copiar” disponibilizado no próprio *chatbot*.

### Figura 3

*Exemplo de captura de tela e representação da interface de uso do ChatGPT*



Fonte: OpenAI (2024).

Por fim, na Etapa 4, foi empregada a análise e descrição do conteúdo fornecido pela IA para cada enunciado. As informações conceituais foram comparadas com as definições contidas no Dicionário de Química (Barbosa, 2007), que se trata de uma obra paradidática para o estudo e pesquisa em Química destinada à classe estudantil brasileira. As respostas dos problemas foram verificadas quanto ao acerto, coerência e qualidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a apresentação dos resultados, os dados produzidos na pesquisa foram organizados em seções, sendo a primeira destinada à análise das informações fornecidas na Etapa 1 de familiarização e exploração inicial. A segunda seção apresenta os dados da Etapa 2, referentes às respostas aos enunciados utilizados na pesquisa de informações sobre Matéria e Energia, considerando os objetos de conhecimentos contidos no Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná. O terceiro conjunto de dados tratou das respostas fornecidas pela IA aos problemas extraídos do livro “Ser Protagonista: Ciências da Natureza e suas tecnologias” (Zamboni & Bezerra, 2020).

## INFORMAÇÕES OBTIDAS NA ETAPA DE FAMILIARIZAÇÃO E EXPLORAÇÃO INICIAL DA PESQUISA

No Tabela 2 são apresentadas as respostas transcritas do *chatbot* para a sondagem inicial realizada na Etapa 1 da pesquisa. A primeira informação colhida junto ao *ChatGPT* compreendeu a sua autodefinição, por meio do enunciado 1.1, no qual foi solicitado que a IA se apresentasse. Observa-se que a resposta contém uma breve descrição da ferramenta em linguagem amigável e convidativa. Além disso, expõe de modo breve as potencialidades e possibilidades a serem usufruídas pelo usuário.

**Tabela 2**

*Enunciados usados na pesquisa conceitual*

Enunciado	Resposta
1.1	Olá! Eu sou o AI App, um assistente virtual projetado para ajudar e responder às suas perguntas. Estou aqui para fornecer informações, orientações e soluções para suas dúvidas ou problemas. Como um assistente baseado em inteligência artificial, posso ajudá-lo em uma ampla variedade de tópicos, desde fornecer informações gerais até auxiliar em tarefas específicas. Sinta-se à vontade para me fazer qualquer pergunta, e farei o possível para ajudá-lo! (OpenAI, 2024).
1.2	Como seu assistente virtual, posso ser muito útil para seus estudos de várias maneiras. Aqui estão algumas sugestões de como você pode fazer bom uso de mim: 1. Explicação de Conceitos: [...]. 2. Prática de Idiomas: [...]. 3. Auxílio com Lição de Casa: [...]. 4. Fonte de Informação: [...]. 5. Organização de Estudos: [...]. 6. Preparação para Testes: [...]. 7. Crítica Construtiva: [...]. 8. Discussão e Aprofundamento: [...]. Lembre-se de que minha capacidade de auxílio segue as diretrizes éticas e não suporto práticas como plágio ou desonestidade acadêmica. É importante que você use as informações que eu forneço como um ponto de partida para o seu próprio aprendizado e pensamento crítico (OpenAI, 2024).
1.3	Claro! Posso te ajudar a estudar sobre o tema matéria e energia. 1. Entendendo a matéria: [...]. 2. Tipos de energia: [...]. Existem diversos tipos de energia, entre eles: - Energia mecânica: [...].- Energia térmica: [...].- Energia elétrica: [...]. - Energia nuclear: [...]. - Energia química: [...]. Esses são apenas alguns exemplos, mas há muitos outros tipos de energia, como energia eólica, energia solar, energia hidrelétrica, entre outras. [...]. Espero que essas informações te ajudem a compreender melhor o tema matéria e energia. Se tiver alguma dúvida específica ou quiser se aprofundar em algum aspecto, é só me perguntar! (OpenAI, 2024).

Fonte: Autoria própria (2024).

O enunciado 1.2 foi inserido com a intensão de conhecer as formas pelas quais a IA atrelada ao *ChatGPT* se autodisponibilizaria para auxiliar o usuário nos estudos. A resposta fornecida impressiona em qualidade e presteza, o que se comprova no trecho “[...] posso ser muito útil para seus estudos de várias maneiras. Aqui estão algumas sugestões de como você pode fazer bom uso de mim [...]” (OpenAI, 2024).

Nessa direção, o *chatbot* lista e detalha oito aplicações (Tabela 2) com variedade e complexidade nas quais se dispõe a contribuir nos estudos do usuário. Enfatizamos a opção 1 cujo propósito foi a “Explicação de Conceitos: Se você está tendo dificuldades para entender um conceito específico, basta perguntar e eu posso fornecer uma explicação detalhada ou simplificada de acordo com a sua necessidade” (OpenAI, 2024). Essa forma autossugerida de uso vem ao encontro da proposta dessa pesquisa em analisar as contribuições do *ChatGPT* para a pesquisa das definições e informações básicas sobre Matéria e Energia.

Com as inúmeras possibilidades que o *ChatGPT* oferece, e pela sua acessibilidade, se faz necessário realizar estudos sobre a utilização desta ferramenta na área do ensino, já que muitos estudantes poderão recorrer a esta ferramenta para potencializar seu aprendizado em disciplinas que tenham dificuldade, como o caso da Química em que normalmente os estudantes demonstram dificuldades de relacionar alguns conceitos. Ainda que o *ChatGPT* possa potencializar os processos de ensino e aprendizagem, é indispensável verificar a coerência das respostas obtidas no *chat* para os estudantes (Eugenio *et al.*, 2023, p. 463).

Por fim, as formas de uso para estudo autoindicadas pela própria IA concordam com as possibilidades destacadas por Guimarães *et al.* (2023) que dizem respeito ao suporte a pesquisa e a solução de dúvidas.

Por meio do enunciado 1.3 direcionou-se a sondagem da ferramenta para o tema de interesse: a exploração do assunto Matéria e Energia. A linguagem usada nesse enunciado foi ajustada para que fosse compatível com a de um estudante da Educação Básica que estivesse solicitando auxílio da IA para uma pesquisa por meio da pergunta: “Você pode me ajudar a estudar sobre o tema Matéria e Energia? Como?”. O excerto apresentado pelo *ChatGPT* manteve o padrão de linguagem “humanizado” e listou de modo direto os principais conceitos e definições sobre esse assunto (Tabela 2).

Além disso, foi percebido que a IA demonstrou “preocupação” com o usuário quanto a satisfatoriedade das informações fornecidas e “prontidão” para aprofundamento, conforme observa-se no trecho final da resposta: “[...] Espero que essas informações te ajudem a compreender melhor o tema matéria e energia. Se tiver alguma dúvida específica ou quiser se aprofundar em algum aspecto, é só me perguntar!” (OpenAI, 2024).

Segundo Oliveira, Siqueira & Almeida (2023, p. 112) a capacidade de uma ferramenta baseada em IA imitar um humano sem ser desmascarada é considerada um marcador de sua eficiência. Apesar disso, segundo os mesmos autores, “[...] nos experimentos realizados com o *ChatGPT*, o agente sempre afirma ser um modelo de linguagem que não possui opiniões, julgamentos, emoções, evitando, com isso, projeções humanizadas”.

Entretanto, a partir da análise inicial aqui apresentada, **pode-se considerar que o *chatbot ChatGPT* encorajou o usuário a interagir com a ferramenta, inclusive oferecendo possibilidade de reelaboração em maior um menor grau de complexidade**, além de sugerir “preocupação” com a qualidade da resposta, conforme o trecho “Espero que essas informações te ajudem a compreender melhor o tema [...]” (OpenAI, 2024), já destacado anteriormente. Finalizada essa primeira etapa de familiarização foi iniciada a inserção dos enunciados destinados a obtenção das definições e conceitos para estudo do tema Matéria e Energia utilizando a IA como suporte.

## DEFINIÇÕES E INFORMAÇÕES SOBRE MATÉRIA E ENERGIA FORNECIDAS PELO CHATGPT

De acordo com Milaré & Alves Filho (2010, p. 51), os “conceitos como Energia, Matéria e Transformação possuem caráter unificador das diversas áreas da Ciência e estruturam os conhecimentos na formação do pensamento científico”. Assim, a compreensão dos mesmos contribui para a interpretação de diversos fenômenos cotidianos.

Para Silva & Simões Neto (2022), apesar das divergências de estrutura, concepção e implementação no âmbito político-ideológico, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), no que tange a área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, concebe a importância de estudar os conteúdos associados a Matéria e Energia, com foco nos conhecimentos conceituais. Tal foco tem em vista possibilitar aos estudantes a articulação desses conceitos com o mundo ao seu redor. Diante disso, a exploração proposta nesta pesquisa quanto ao uso do *ChatGPT* como recurso didático no estudo da Matéria e Energia corrobora com tal perspectiva.

O Tabela 3 apresenta as transcrições das repostas aos enunciados obtidos na Etapa de pesquisa das definições e conceitos sobre Matéria e Energia junto ao *ChatGPT*.

**Tabela 3**

*Transcrição dos dados da etapa de pesquisa das definições envolvendo Matéria e energia*

Enunciado	Resposta
2.1	A matéria, na ciência, é definida como qualquer substância que possui massa e ocupa espaço no universo. Em outras palavras, é tudo o que é feito de átomos. A matéria pode se apresentar em diferentes estados físicos, como sólido, líquido e gasoso, dependendo da organização e movimentação de suas partículas. Existem dois tipos principais de matéria: a matéria comum e a matéria escura. A matéria comum é composta de partículas subatômicas, como prótons, nêutrons e elétrons, que formam os átomos. Já a matéria escura é uma forma de matéria que não interage com a luz ou outras formas de radiação eletromagnética, sendo assim, invisível aos nossos instrumentos de detecção. A matéria é o bloco básico da existência física em todo o universo e é estudada em várias disciplinas científicas, como a física, a química e a astronomia. O estudo da matéria nos permite compreender as propriedades e comportamentos das várias substâncias que nos rodeiam (OpenAI, 2024).
2.2	As propriedades da matéria podem ser divididas em duas categorias principais: propriedades físicas e propriedades químicas. Propriedades físicas: Massa: é a quantidade de matéria presente em um objeto, medida em quilogramas (kg). Volume: é o espaço ocupado por um objeto, medido em litros (L) ou metros cúbicos (m <sup>3</sup> ). Densidade: é a relação entre a massa e o volume de um objeto, expressa em kg/m <sup>3</sup> . Estado físico: a matéria pode existir nos estados sólido, líquido ou gasoso, dependendo das forças de atração entre suas partículas. Ponto de fusão: é a temperatura na qual uma substância passa do estado sólido para o líquido. Ponto de ebulição: é a temperatura na qual uma

---

substância passa do estado líquido para o gasoso. Condutividade térmica e elétrica: algumas substâncias podem conduzir calor e eletricidade melhor do que outras. Propriedades químicas: Combustibilidade: é a capacidade de uma substância de queimar ou reagir com o oxigênio. Reatividade: indica a facilidade com que uma substância reage quimicamente com outras substâncias. Acidez ou basicidade: algumas substâncias são ácidas, outras básicas (ou alcalinas), dependendo de seu pH e capacidade de doar ou receber íons hidrogênio. Capacidade de corrosão: algumas substâncias têm a capacidade de corroer ou oxidar outras substâncias. Estabilidade: indica a capacidade de uma substância permanecer inalterada em determinadas condições. Essas são apenas algumas das propriedades da matéria, e cada substância tem suas próprias características específicas. O estudo dessas propriedades nos ajuda a entender como a matéria se comporta e interage em diferentes circunstâncias (OpenAI, 2024)

---

2.3 Energia é uma grandeza física que está relacionada à capacidade de realizar trabalho. Ela é uma propriedade fundamental do universo e está presente em todas as formas de manifestação da matéria. A energia pode ser encontrada em várias formas, como energia cinética, energia potencial, energia térmica, energia elétrica e energia química, entre outras. A energia cinética é associada ao movimento de um objeto, e quanto maior for sua velocidade e massa, maior será sua energia cinética. Por exemplo, um carro em movimento possui energia cinética devido à sua velocidade. A energia potencial está relacionada à posição de um objeto em relação a um ponto de referência. Um exemplo comum é a energia potencial gravitacional, que depende da altura de um objeto em relação à superfície da Terra. Quanto maior a altura, maior será a energia potencial gravitacional. A energia térmica é a energia relacionada à temperatura de um objeto. Ela está associada ao movimento das partículas que compõem a matéria. Quanto mais rápido e agitado for o movimento dessas partículas, maior será a energia térmica. A energia elétrica é a energia associada às cargas elétricas em movimento. Ela é amplamente utilizada em nosso dia a dia para alimentar dispositivos eletrônicos e sistemas elétricos. A energia química está relacionada às reações químicas e à energia armazenada nos vínculos entre os átomos de uma substância. Por exemplo, a energia é liberada quando a gasolina queima em um motor, produzindo energia cinética. Além dessas formas específicas de energia, existe também a lei da conservação de energia, que afirma que a energia total em um sistema isolado permanece constante, ou seja, a energia não pode ser criada nem destruída, apenas convertida de uma forma para outra. A compreensão e o estudo da energia são fundamentais em várias áreas da ciência, como a física, a química, a biologia e a engenharia. A energia desempenha um papel essencial em todos os processos naturais e tecnológicos, impulsionando o funcionamento do nosso mundo (OpenAI, 2024).

---

2.4 A energia se conserva no universo de acordo com a lei da conservação de energia, também conhecida como o princípio da conservação de energia. Essa lei estabelece que a energia total em um sistema isolado permanece constante ao longo do tempo. Isso significa que a energia não pode ser criada nem destruída, apenas convertida de uma forma para outra. Em um sistema isolado, a energia pode mudar de uma forma para outra, como de energia cinética para energia potencial, ou entre diferentes formas de energia, como energia térmica para energia elétrica. Por exemplo, quando um objeto é solto de

---

---

uma altura, sua energia potencial gravitacional é convertida em energia cinética à medida que ele cai. Ao atingir o solo, a energia cinética é dissipada na forma de energia térmica e som. Essa conservação da energia é fundamentada no princípio mais amplo da conservação da quantidade de energia total no universo. A lei da conservação energética foi confirmada por inúmeras observações e experimentos ao longo dos anos e é considerada uma das leis fundamentais da física. No entanto, é importante destacar que, embora a energia seja conservada no universo como um todo, em escala local, como na Terra, a energia pode ser convertida de uma forma para outra, mas nunca "desaparece" completamente. Sempre haverá perdas de energia na forma de dissipação térmica ou outras formas de perda de energia, mas a energia total permanecerá constante em um sistema isolado (OpenAI, 2024).

2.5 A energia desempenha um papel fundamental na transformação da matéria. A energia é necessária para que ocorram as reações químicas que levam à transformação das substâncias. Durante essas reações, a energia fornecida é utilizada para romper as ligações químicas existentes entre os átomos e formar novas ligações, criando moléculas diferentes. Além disso, a energia também está envolvida nas mudanças de estado físico da matéria, como a fusão e a vaporização. Para que ocorram essas transformações, é necessário fornecer energia na forma de calor. Essa energia é absorvida pelas partículas da matéria, fazendo com que elas se movam mais rapidamente e rompendo as forças de atração entre elas. A energia também pode ser liberada durante as transformações da matéria. Por exemplo, quando uma substância queima, ocorre uma reação química exotérmica em que a energia é liberada na forma de calor e luz. Essa energia liberada influencia a temperatura das substâncias ao seu redor e pode causar mudanças físicas, químicas ou biológicas. Além disso, a energia também desempenha um papel importante na organização e estruturação da matéria. Por exemplo, a energia é necessária para manter as moléculas organizadas e manter a estrutura de um cristal sólido. Quando essa energia é alterada, como pelo fornecimento de calor, a estrutura da matéria pode ser modificada, resultando em uma transformação de estado. Em resumo, a energia desempenha um papel crucial na transformação da matéria. Ela é necessária tanto para as reações químicas que ocorrem entre as substâncias, quanto para as mudanças de estado físico. A compreensão dessas relações entre energia e matéria é essencial para entender os processos de transformação que ocorrem em nosso mundo (OpenAI, 2024).

---

Fonte: Autoria própria (2024).

O primeiro enunciado (2.1) usado na consulta junto ao *ChatGPT* buscou obter a resposta para a pergunta: "O que é matéria?" (Tabela 3). Segundo a IA, "A matéria, na ciência, é definida como qualquer substância que possui massa e ocupa espaço no universo. Em outras palavras, é tudo o que é feito de átomos" (OpenAI, 2024). A primeira parte da definição é coerente com aquela apresentada nos manuais de ensino e livros em geral, inclusive com a clara demarcação que a IA compreendeu que se trata do conceito em ciências. O Dicionário de Química define matéria como "[...] qualquer substância, sólida, líquida ou gasosa que ocupa lugar no espaço" (Barbosa, 2007, p. 230).

No entanto, o uso imediato do termo "átomo" como unidade básica, requer uma compreensão mais avançada, como por exemplo, para o entendimento de um

estudante da Educação Básica. Em termos de currículo escolar, o estudo, apresentação e definição do átomo como unidade básica é posterior ao tema inicial que trata das definições para Matéria e Energia sob uma visão mais genérica.

A mesma complexidade se observa no trecho onde a IA informa que “existem dois tipos principais de matéria: a matéria comum e a matéria escura” (OpenAI, 2024). Apesar da menção à matéria escura ser uma informação relevante, do ponto de vista escolar, esse tema não é abordado, principalmente devido as incertezas científicas em torno da mesma (Teixeira & Souza, 2022). Contudo, no excerto seguinte, “a matéria é o bloco básico da existência física em todo o universo e é estudada em várias disciplinas científicas, como a física, a química e a astronomia” (OpenAI, 2024), o *ChatGPT* apresenta uma definição complementar e diferenciada daquela no primeiro segmento da resposta, o que pode ser considerada positiva no sentido de completude e da perspectiva interdisciplinar do conceito de Matéria.

Para o enunciado 2.2 “Quais são as propriedades da matéria?” a informação obtida no trecho inicial (Tabela 3) foi a de que “[...] as propriedades da matéria podem ser divididas em duas categorias principais: propriedades físicas e propriedades químicas” (OpenAI, 2024). Entretanto, a definição comumente encontrada em livros que tratam do assunto inicialmente apresenta uma divisão das propriedades em gerais e específicas ou intensivas e extensivas. Barbosa (2007, p. 280) estabelece:

**Propriedades específicas da matéria** - Aquelas que servem para identificar e diferenciar as substâncias puras das misturas [...].

**Propriedades gerais da matéria** – Aquelas que podem ser observadas em qualquer tipo de matéria.

A organização apresentada pelo *ChatGPT* pode gerar confusão pois mistura as propriedades físicas gerais com as propriedades físicas específicas sem fazer menção a essa particularidade, o que pode não ser coerente. Seria adequada a demarcação de que as propriedades gerais são comuns e de verificação em qualquer tipo de matéria, como por exemplo a massa, o volume e a densidade, conforme destacado por Barbosa (2007). Nesse sentido, caberia a complementação de que as propriedades físicas específicas caracterizam uma determinada substância, como por exemplo, os pontos de fusão e ebulição.

Além disso, o *chatbot* indica como uma das propriedades da matéria o estado físico e posteriormente apresenta as propriedades físicas específicas que tipificam uma substância, conforme se verifica no trecho:

Propriedades físicas: Massa: [...]. Volume: [...]. Densidade: [...]. Estado físico: a matéria pode existir nos estados sólido, líquido ou gasoso, dependendo das forças de atração entre suas partículas. Ponto de fusão: [...]. Ponto de ebulição: [...]. Condutividade térmica e elétrica: [...] (OpenAI, 2024).

Brown *et al.* (2016) estabelece o estado físico como uma forma de classificação da matéria que leva em consideração sua forma de agregação, o que não se trata, necessariamente, de uma propriedade. Com isso, destaca-se que para esse enunciado há informações que necessitam de revisão por parte do usuário antes dos estudos ou usos escolares e acadêmicos.

Por meio do enunciado 2.3 “O que é energia?” teve-se como intenção obter a definição de energia fornecida pelo *ChatGPT*. Assim, segundo a IA,

Energia é uma grandeza física que está relacionada à capacidade de realizar trabalho. Ela é uma propriedade fundamental do universo e está presente em todas as formas de manifestação da matéria (OpenAI, 2024).

Pode-se reconhecer neste excerto a definição básica, no qual há relação com a realização de trabalho sendo, portanto, a definição apresentada pela IA coerente com Barbosa (2007, p. 128) onde se estabelece a energia como “propriedade de um sistema que lhe permite realizar trabalho”. Outro ponto relevante está na relação de coexistência entre matéria e energia, o que possibilita ao usuário associar que a energia está envolvida nos processos de transformação da matéria.

Após trazer a definição, o texto do *ChatGPT* apresenta a descrição sucinta dos principais tipos de energia, bem como exemplos em que elas estão presentes a fim de facilitar a compreensão do leitor (Tabela 3). No trecho final, o *ChatGPT* enfatiza que a energia “[...] não pode ser criada nem destruída, apenas convertida de uma forma para outra” (OpenAI, 2024) e complementa informando que “a energia desempenha um papel essencial em todos os processos naturais e tecnológicos, impulsionando o funcionamento do nosso mundo” (OpenAI, 2024). Tal excerto expressa o que Barbosa (2007, p. 128) delimita como “primeiro princípio da termodinâmica”.

Comparativamente, a resposta fornecida pelo *ChatGPT* para o enunciado 2.3 foi mais bem construída do que aquela apresentada para o enunciado 2.1. Uma possível explicação pode ser dada com base na interlocução do tema energia em termos de definição e aplicações, o que facilita o entendimento do assunto. Por outro lado, a compreensão da estrutura matéria e suas propriedades, em muitos aspectos, envolvem raciocínios mais abstratos e complexos, o que justificaria a menção anterior à matéria escura.

Apesar da conservação da energia ter sido trazida pela IA já no enunciado 2.3, o tema foi novamente consultado por meio do enunciado seguinte: “2.4 Como a energia se conserva no universo? Segundo o *chatbot*

a energia se conserva no universo de acordo com a lei da conservação de energia, também conhecida como o princípio da conservação de energia. Essa lei estabelece que a energia total em um sistema isolado permanece constante ao longo do tempo (OpenAI, 2024).

Verifica-se que, a partir da formulação da pergunta específica sobre esse assunto, a resposta produzida pela ferramenta foi mais elaborada e contém o princípio da conservação da energia no qual se estabelece que “[...] a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada” (BARBOSA, 2007, p. 277).

O restante do texto gerado pelo *ChatGPT* apresenta exemplificações, por meio das quais acredita-se que seja uma maneira de tornar mais compreensível o assunto pelo leitor (Tabela 3), inclusive com variação de linguagens nas definições formais trazidas na parte inicial da resposta e no uso de expressões próximas ao senso comum manifestadas pelas pessoas, como pode-se observar na frase “[...] a energia pode ser convertida de uma forma para outra, mas nunca “desaparece” completamente” (OpenAI, 2024).

O último enunciado conceitual pesquisado (2.5) procurou obter uma resposta do *chatbot* para a pergunta: “Qual o papel da energia na transformação da matéria?”. O texto construído pela IA apresentou as seguintes definições no trecho inicial: “A energia desempenha um papel fundamental na transformação da matéria. A energia é necessária para que ocorram as reações químicas que levam à transformação das substâncias” (OpenAI, 2024). A informação fornecida não está completa e possui lacunas semelhantes ao observado no enunciado 2.2. Há no trecho priorização da relação matéria-energia nas reações químicas quase que de modo hegemônico.

A transformação da matéria pode ser considerada a partir das perspectivas física e química. A primeira diz respeito aos fenômenos relacionados aos estados de agregação e suas modificações, sem alteração da unidade básica que tipifica a substância. Na segunda, estão compreendidas de fato as reações químicas que resultam na modificação e transformação de uma substância em outras a partir da reorganização da matéria (Brown *et al.*, 2016; Barbosa, 2007). Assim, essa diferenciação é mais coerente com o que se busca subsidiar aos estudantes da Educação Básica.

Avançando a leitura da resposta ao enunciado 2.5 (Tabela 3), de modo secundário, é apresentada pela IA a relação matéria-energia nos fenômenos de mudança de estado físico, conforme o segmento: “[...] além disso, a energia também está envolvida nas mudanças de estado físico da matéria, como a fusão e a vaporização” (OpenAI, 2024). De modo semelhante ao verificado nos enunciados 2.3 e 2.4, o restante das informações correspondem a exemplos e contextualização das definições centrais da pergunta para melhor entendimento do usuário.

Em linhas gerais **as definições fornecidas pelo ChatGPT foram robustas e se aproximaram das informações contidas no Dicionário de Química usado como bibliografia de comparação**. Contudo, **algumas respostas se mostraram complexas, incompletas e parcialmente coerentes**, considerando o uso como fonte de pesquisa nos estudos.

A esse respeito, Leite (2023, p. 921), destaca que “analisando as respostas do *ChatGPT* é preciso atenção, pois algumas definições podem gerar interpretações distorcidas por parte dos estudantes”. Isso reforça a necessidade do uso supervisionado e acompanhado pelo professor, mostrando que as informações geradas pela IA são passíveis de falha e que podem não ser o caminho mais assertivo como uma fonte confiável de consulta. Segundo Albuquerque & Dores (2023, p. 10-11), as “[...] respostas estão associadas aos comandos, ou seja, comandos mal formulados podem gerar respostas superficiais.

## SOLUÇÕES APRESENTADAS PELO CHATGPT PARA OS PROBLEMAS EXTRAÍDOS DE LIVROS DIDÁTICOS

Além da utilização do uso do *ChatGPT* como ferramenta de pesquisa, foram avaliadas as respostas fornecidas à três problemas sobre o tema Matéria e Energia retirados do didático do novo Ensino Médio “Ser Protagonista: Ciências da Natureza e suas tecnologias” (Zamboni & Bezerra, 2020) (Tabela 4).

O problema 1 ressalta a conservação da matéria por meio da Lei de Lavoisier e busca fazer com que o leitor relacione esse princípio a outras grandezas (Figura 2).

O enunciado foi inserido integralmente no *chatbot*, sendo obtida a seguinte resposta: “Sim, além da conservação da matéria, existe também a conservação da energia” (OpenAI, 2024). Nesse excerto é possível verificar que o *ChatGPT* forneceu a resposta correta ao solicitado. Além disso, também foi apresentada justificativa que sustenta a menção à Energia como grandeza conservativa semelhante a Matéria, por meio da afirmação de que “essa ideia é fundamental na física e é conhecida como o princípio da conservação da energia” (OpenAI, 2024). Portanto, a resposta produzida pela IA é coerente com as definições do Dicionário de Química (Barbosa, 2007).

#### Tabela 4

##### *Respostas aos problemas extraídos de livros didáticos*

Problema	Resposta
1	Sim, além da conservação da matéria, existe também a conservação da energia. De acordo com o princípio da conservação da energia, a energia em um sistema isolado permanece constante ao longo do tempo, ou seja, a energia não pode ser criada ou destruída, apenas transformada de uma forma para outra. Isso significa que a quantidade total de energia em um sistema fechado permanece a mesma, independentemente das transformações que ocorrem dentro dele. Essa ideia é fundamental na física e é conhecida como o princípio da conservação da energia (OpenAI, 2024).
2	Os elementos químicos presentes nos materiais que nos cercam e na maior parte da energia que consumimos têm origem em processos naturais e históricos. A maioria dos elementos químicos foi formada durante a evolução do universo, começando com o Big Bang, que ocorreu aproximadamente 13,8 bilhões de anos atrás. Durante o Big Bang, foram criados principalmente átomos de hidrogênio e hélio. À medida que o universo se expandia e se esfriava, as estrelas começaram a se formar. No núcleo dessas estrelas, as reações de fusão nuclear ocorrem, fundindo núcleos atômicos leves, como hidrogênio e hélio, para formar elementos mais pesados. Esses processos nucleares produzem elementos como carbono, oxigênio, nitrogênio, ferro e outros. Eventualmente, essas estrelas chegam ao fim de suas vidas, passando por supernovas, que são explosões poderosas que liberam enormes quantidades de energia e dispersam elementos químicos pesados no espaço. Esses elementos podem se juntar novamente para formar novas estrelas, planetas e outros corpos celestes. Em relação à energia que consumimos, a maioria dela é proveniente de fontes não renováveis, como o petróleo, carvão e gás natural. Esses combustíveis fósseis são formados ao longo de milhões de anos a partir de matéria orgânica, como restos de plantas e animais. A energia contida nesses combustíveis fósseis é liberada quando eles são queimados. No entanto, é importante destacar que o uso desses combustíveis fósseis contribui significativamente para as mudanças climáticas e para a degradação do meio ambiente. Portanto, há um crescente interesse e investimento em fontes de energia renováveis e sustentáveis, como a solar, eólica e hidrelétrica, que aproveitam os recursos naturais para produzir energia sem emitir gases de efeito estufa ou causar danos ambientais significativos (OpenAI, 2024).
3	a) Para determinar a capacidade térmica do bloco metálico, podemos utilizar a fórmula: $Q = mc\Delta T$

---

Onde:

Q é a quantidade de calor fornecida ao bloco,

m é a massa do bloco,

c é a capacidade térmica do bloco, e

$\Delta T$  é a variação de temperatura.

No caso, temos:

$Q = 1000 \text{ cal}$  (ou  $1000 \text{ g}\cdot\text{cal}$ , já que  $1 \text{ cal} = 1 \text{ g}\cdot\text{cal}$ )

$m = 200 \text{ g}$

$\Delta T = 40 \text{ }^\circ\text{C} - 20 \text{ }^\circ\text{C} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Substituindo os valores na fórmula:

$1000 \text{ g}\cdot\text{cal} = 200 \text{ g} \cdot c \cdot 20 \text{ }^\circ\text{C}$

$c = 1000 \text{ g}\cdot\text{cal} / (200 \text{ g} \cdot 20 \text{ }^\circ\text{C})$

$c = 2,5 \text{ g}\cdot\text{cal}/^\circ\text{C}$

Portanto, a capacidade térmica do bloco metálico é de  $2,5 \text{ g}\cdot\text{cal}/^\circ\text{C}$ .

b) O calor específico (c) de um material é a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de 1 grama desse material em  $1^\circ\text{C}$ . No caso do bloco metálico, a capacidade térmica (C) já foi calculada como  $2,5 \text{ g}\cdot\text{cal}/^\circ\text{C}$  para uma massa de 200 g. Portanto, para encontrar o calor específico (c) do material, podemos utilizar a fórmula:

$c = C/m$

Substituindo os valores:

$c = 2,5 \text{ g}\cdot\text{cal}/^\circ\text{C} / 200 \text{ g}$

$c \approx 0,0125 \text{ g}\cdot\text{cal}/\text{g}\cdot^\circ\text{C}$

Assim, o calor específico do material do bloco metálico é de aproximadamente  $0,0125 \text{ g}\cdot\text{cal}/\text{g}\cdot^\circ\text{C}$ .

c) Para calcular a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura do bloco de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  para  $350 \text{ }^\circ\text{C}$ , podemos utilizar novamente a fórmula de capacidade térmica:

$Q = mc\Delta T$

Onde:

Q é a quantidade de calor,

m é a massa do bloco,

c é o calor específico do material, e

$\Delta T$  é a variação de temperatura.

Nesse caso, temos:

$m = 200 \text{ g}$

$c \approx 0,0125 \text{ g}\cdot\text{cal}/\text{g}\cdot^\circ\text{C}$

$\Delta T = 350 \text{ }^\circ\text{C} - 20 \text{ }^\circ\text{C} = 330 \text{ }^\circ\text{C}$

Substituindo os valores na fórmula:

$Q = 200 \text{ g} \cdot 0,0125 \text{ g}\cdot\text{cal}/\text{g}\cdot^\circ\text{C} \cdot 330 \text{ }^\circ\text{C}$

$Q \approx 825 \text{ g}\cdot\text{cal}$

Portanto, a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura do bloco de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  para  $350 \text{ }^\circ\text{C}$  é aproximadamente  $825 \text{ g}\cdot\text{cal}$  (OpenAI, 2024).

---

Fonte: Autoria própria (2024).

No problema 2 foi proposto que a ferramenta *ChatGPT* explicasse a origem dos elementos químicos que formam os materiais que nos cercam e da Energia atualmente disponível (Figura 2). Em linhas gerais, a resposta esperada, considerando o nível de um estudante da Educação Básica, deveria compreender o princípio da conservação da Matéria e Energia, remetendo esses processos ao evento de origem do universo (*Big Bang*).

O texto fornecido pela IA apresentou fragmentação, conforme já destacado nas consultas realizadas nos enunciados conceituais investigados anteriormente. No trecho inicial foi observado foco exclusivo à origem dos elementos químicos, conforme o excerto a seguir:

Os elementos químicos presentes nos materiais que nos cercam e na maior parte da energia que consumimos têm origem em processos naturais e históricos. A maioria dos elementos químicos foi formada durante a evolução do universo, começando com o Big Bang, que ocorreu aproximadamente 13,8 bilhões de anos atrás. Durante o Big Bang, foram criados principalmente átomos de hidrogênio e hélio (OpenAI, 2024).

Apesar de coerentes em termos de fundamentos, a resposta aprofunda essa origem na perspectiva dos fenômenos de nucleossíntese e deixa de mencionar a visão conservativa de que são, em partes muitos desses elementos ali surgidos, os que formam a matéria do universo atual.

A respeito da origem da Energia, segundo o *ChatGPT*, a

[...] energia que consumimos, a maioria dela é proveniente de fontes não renováveis, como o petróleo, carvão e gás natural. Esses combustíveis fósseis são formados ao longo de milhões de anos a partir de matéria orgânica, como restos de plantas e animais. A energia contida nesses combustíveis fósseis é liberada quando eles são queimados (OpenAI, 2024).

Assim como foi verificado quanto a origem dos elementos químicos, a IA não retoma o princípio de conservação. Dessa forma, não assume que, assim como a matéria, a energia também já existia primordialmente e o que dispomos hoje é uma fração convertida em diferentes formas. O trecho final da resposta gerada segue para a implicação ambiental do uso dos combustíveis fósseis e as demandas por energias renováveis o que, apesar de relevante, não é coerente com o objetivo do problema de fazer o aluno refletir sobre o princípio da conservação da Matéria e Energia.

Por fim, no problema 3, buscou-se explorar a capacidade de resolução de questões numéricas envolvendo operações matemáticas comumente relacionadas aos estudos sobre Matéria e Energia (Figura 2). O problema inserido na interface de pesquisa do *ChatGPT* apresentou um enunciado em que se contextualizam os dados e informações que simulam um procedimento experimental e posteriormente solicita que sejam calculados alguns parâmetros.

Inicialmente, ressalta-se que a IA foi capaz de interpretar o enunciado e utilizar os dados ali dispostos (Tabela 4). Além disso, em cada resolução, detalhou o algoritmo matemático necessário, informando ao usuário cada variável requerida para a operação, conforme o exemplo a seguir:

Para determinar a capacidade térmica do bloco metálico, podemos utilizar a fórmula:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Onde:

Q é a quantidade de calor fornecida ao bloco,

m é a massa do bloco,

c é a capacidade térmica do bloco, e

$\Delta T$  é a variação de temperatura (OpenAI, 2024).

A forma instrucional com que o *chatbot* orientou o passo a passo para a obtenção das respostas foi um ponto bastante favorável, pois possibilita ao leitor entender todo o percurso trilhado para a solução do problema. Contudo, ao

confrontarmos o gabarito contido no livro didático de onde o problema foi retirado, verificamos incoerências (Figura 4).

Os dados requeridos para o item a) do problema foram corretamente selecionados pela IA, o que se confirma confrontando-se o Tabela 4 e a Figura 4. No entanto, a pergunta solicitou a capacidade calorífica para o bloco de 200 g, fato este que a ferramenta não considerou e processou o cálculo usado a fórmula  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ , obtendo dessa forma a capacidade calorífica para cada grama do bloco, fornecedor como resposta 2,5 g.cal/°C. Este dado refere-se na verdade a propriedade do calor específico do material.

#### Figura 4

Gabarito do problema 3 fornecido pelo livro didático

##### Atividades (página 137)

1. a) Dados do problema: 
$$\begin{cases} m = 200 \text{ g} \\ Q = 1000 \text{ cal} \\ \Delta T = 20 \text{ }^\circ\text{C} \end{cases}$$

A capacidade pode ser obtida pela razão da quantidade de calor fornecida ao corpo pela variação de temperatura que ele sofre. Assim, temos:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow C = \frac{1000}{20} \Rightarrow C = 50 \text{ cal/}^\circ\text{C}.$$

b) Isolando o calor específico na equação fundamental da calorimetria e substituindo nela os dados do problema, obtemos:

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \Rightarrow c = \frac{1000}{200 \cdot 20} \Rightarrow c = 0,25 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}.$$

c) Basta aplicar a equação do calor, considerando que a temperatura variou de 20 °C para 350 °C:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow Q = 200 \cdot 0,25 \cdot (350-20) \Rightarrow Q = 200 \cdot 0,25 \cdot 330 \Rightarrow Q = 16500 \text{ cal}.$$

Fonte: Zamboni & Bezerra (2020, p. 14, 251)

Assim, **apesar da correta seleção dos dados o ChatGPT não “compreendeu” o cálculo necessário, produzindo uma resposta incorreta.** O mesmo erro se repete nos itens b e c, nos quais as respostas também estão diferentes em relação ao gabarito. Diante disso, pode-se considerar que o uso da ferramenta não foi satisfatório para problemas envolvendo operações numéricas. Conforme Eugenio *et al.* (2023, p. 468),

[...] verifica-se que o *chat* é bem-sucedido na conceituação de problemas, ou seja, ele identifica corretamente a natureza da questão na maioria dos casos. Contudo, em questões numéricas, o sucesso do *ChatGPT* apresenta-se baixo na geração de uma estratégia apropriada para a resolução quando comparado a questões não numéricas.

Na área de matemática, Sant’ana, Sant’ana & Sant’ana (2023, p. 83) realizaram um estudo no qual foram propostos problemas envolvendo operações num contexto de uso da ferramenta por futuros professores. Segundo os autores verificaram-se inconsistências e respostas incorretas nas informações produzida pelo ChatGPT. Além disso, destacaram que “é necessário também que se proceda de maneira a refinar a solicitação, então: quanto mais exato/claro, melhor será a

resposta, ou seja, o protocolo de encaminhamento das solicitações é fundamental para uma boa devolutiva”.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O surgimento das tecnologias baseadas em IA tem avançado em grandes proporções em todos os segmentos da sociedade. A esfera educacional é um dos campos em que muitos debates em torno do uso desses recursos têm sido gerados, principalmente pelo discurso de praticidade, rapidez e auxílio aos alunos nos estudos. Diante disso esse fato foi explorado neste artigo por meio da análise de enunciados e problemas para o tema Matéria e Energia, a partir da perspectiva desse conteúdo no Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná para o componente curricular de Química.

A partir das observações realizadas e das informações produzidas pode-se considerar que o uso do *ChatGPT*, em partes, foi adequado como recurso de pesquisa para enunciados que buscam definições. Contudo, para a solução de problemas que envolvam operações, interpretações numéricas ou uma condição de existência, os resultados não foram coerentes e apresentaram respostas incorretas.

Diante disso, há de se suscitar a preocupação quanto ao uso do *ChatGPT* de forma autônoma por pessoas que não detém conhecimentos para questionar ou analisar as respostas autogeradas pela IA que, no contexto aqui proposto, são os estudantes da Educação Básica. Em algumas circunstâncias observa-se que o *chatbot* tem sido colocado como de mesma relevância que o professor no processo de produção de conhecimentos e instruções, o que não parece ser coerente, com base nos dados obtidos neste estudo e em outros trabalhos já disponíveis na literatura atual sobre o uso de recursos como o *ChatGPT* na Educação.

Tomando como base os resultados verificados para os enunciados teóricos e problemas numéricos, pode-se inferir que a aprendizagem e a aquisição de conhecimentos sobre Matéria e Energia no âmbito do Ensino de Química não se firmam apenas no uso de uma linguagem amigável de fácil entendimento, mas em grande parte no esforço cognitivo exercido pelo sujeito em apropriar-se de forma conceitual, lógica e das condições de existência que satisfazem um fenômeno sob investigação.

Assim, **o uso de recursos como o *ChatGPT*, pode apresentar aplicações relevantes em termos de auxílio aos estudos, mas por si não produz conhecimento**, apenas informações que requerem revisão e contestação. Sugere-se dessa forma o uso consciente, sob supervisão e principalmente que o usuário seja instruído a formular adequadamente os enunciados de busca de modo que assim sejam evitadas a produção de informações incorretas e superficiais ou complexas e incompletas.

## REFERÊNCIAS

- Albuquerque, J. M. & Dores, J. L. R. (2023). Uso da inteligência artificial no ensino de física: potencialidades e desafios. *Caminhos da educação diálogos culturas e diversidades*, 5(3), 1-14.  
<https://doi.org/10.26694/caedu.v5i3.4657>
- Barbosa, A. L. (2007). *Dicionário de Química*. Goiania, GO: AB Editora.
- Brown, T. L., Lemay Jr., H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., Woodward, P. M & Stoltzfus, M. W. (2016). *Química: a ciência central*, 13 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- Escalante, J., Pack, A. & Barrett, A. (2023). AI-generated feedback on writing: insights into efficacy and ENL student preference. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20,57.  
<https://doi.org/10.1186/s41239-023-00425-2>
- Eugenio, I. D., Silva, L. A. N., Santos, C. M. & Gibin, G. B. (2023). Inteligência artificial frente a resolução de exercícios de química: um estudo exploratório com o ChatGPT. *Colloquium Humanarum*, 20(1), 461-476.  
<https://journal.unoeste.br/index.php/ch/article/view/4786>
- Figueredo, G. L.; José, W. D. (2022). Estudo bibliográfico sobre tecnologias digitais no ensino de ciências da Educação de Jovens e Adultos: possibilidades do conectivismo na perspectiva dialógico-problematizadora. *ACTIO: Docência em Ciências*, 7(3), 1-23. <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v7n3.15221>
- Fumes, D. R. & Antonio, A. J. (2019). A adequação do ensino das ciências exatas para um modelo pedagógico contemporâneo. *Revista Satélite*, 1(1), 8-15.  
<https://faculdadegalileu.com.br/revistasatelite/images/1.pdf>
- Garcia, L. M. L. S. & Gomes, R. S. (2022). Causas da evasão em cursos de ciências exatas: uma revisão da produção acadêmica, *Revista Educar Mais*. 6(1), 937-957. <https://doi.org/10.15536/reducarmais.6.2022.2970>
- Gil, A. C. (2019). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- Gualberto Neto, J. (2023). ChatGPT Como Ferramenta Matemática. *RevistaFT*. 28(128), 31-52. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10200731>
- Guimarães, U. A., Brandão, C. A., Daitx, M. A., Dutra, A. F. G. A. & Lopes, V. R. B. (2023). As mídias digitais no campo educacional: um olhar pelas aplicações do chat GPT na educação. *Revista Científica Multidisciplinar*, 4(7), e473556.  
<https://doi.org/10.47820/recima21.v4i7.3556>
- Graham, F. (2023). Tools such as ChatGPT threaten transparent science; here are our ground rules for their use, *Nature*, 613, 612.  
<https://doi.org/10.1038/d41586-023-00191-1>

- Leite, B. S. (2022). Tecnologias digitais na educação: uma visão geral. In: LEITE, B. S. (Org.). *Tecnologias Digitais na Educação: da formação à aplicação*. São Paulo: Livraria da Física, p. 17-49.
- Leite, B. S. (2023). Inteligência artificial e ensino de química: uma análise propedêutica do ChatGPT na definição de conceitos químicos. *Química Nova*, 46(9), 915-923. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230059>
- Melo, V. M. L. S., Melo, B. R. S. & Silvano, A. M. C. (2021). O ensino de ciências exatas e naturais na educação básica: contribuições dos objetos de aprendizagem. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 9(1), e21022. <https://doi.org/10.26571/reamec.v9i1.11585>
- Milaré, T. & Alves Filho, J. (2010). A Química Disciplinar em Ciências do 9º Ano. *Química Nova na Escola*, 32(1), 43-52. [https://cabecadepapel.com/sites/colecaoaiq2011/QNEsc32\\_1/09-PE-0909.pdf](https://cabecadepapel.com/sites/colecaoaiq2011/QNEsc32_1/09-PE-0909.pdf)
- MINAYO, M. C. (2009). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Rio de Janeiro, RJ: Vozes.
- Moura Júnior, M. D., Maranhães, C. M. C., Diana, J. V. A. & Oliveira, P. C. (2020). Ensino de ciências exatas para jovens em situação de vulnerabilidade social e econômica. *Revista Eletrônica de Extensão*. 17(35), 56-67. <https://doi.org/10.5007/1807-0221.2020v17n35p56>
- Oliveira, J. V. N., Vieira, S. A. G., Lopes, T. B. & Beites, P. D. (2023). Elaboração de projetos de pesquisa com auxílio do ChatGPT: um estudo com licenciandos de matemática. *Revista REAMEC*, 11(1), e23064. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.15966>
- Oliveira, J. M. S., Siqueira, R. A. & Almeida, R. (2023). Três faces do ChatGPT: imaginários de uma máquina de linguagem. *SCIAS - Educação, Comunicação e Tecnologia*, 5(2), 104–123. <https://doi.org/10.36704/sciaseducomtec.v5i2.7906>
- OpenAI. (2024). *ChatGPT-PRO 4.0*. [Large language model]. <https://chat.openai.com/chat>
- Paraná. (2021). Secretaria de Estado da Educação e do Esporte (Paraná). *Referencial curricular para o ensino médio do Paraná*. Curitiba, PR: SEED/PR.
- Parreira, A., Lehmann, L. & Oliveira, M. (2021). O desafio das tecnologias de inteligência artificial na Educação: percepção e avaliação dos professores. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 29(113), 975–999. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362020002803115>
- Sant'ana, F. P., Sant'ana, I. P. & Sant'ana, C. C. (2023). Uma utilização do Chat GPT no ensino. *Uma utilização do Chat GPT no ensino*, v. 8, n. 20, p. 74–86. <https://doi.org/10.23864/cpp.v8i20.951>

Silva, L. A. & Simões Neto, J. E. (2022). Uma sequência didática sobre o conceito de energia utilizando questões sociocientíficas a partir da Teoria dos Perfis Conceituais. *Química Nova na Escola*, 44(4), 392-400.

<http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160334>

Stokel-Walker, C. (2023). ChatGPT listed as author on research papers: many scientists disapprove. *Nature*.613, 620-621. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-00107-z>

Tate, T. P., Doroudi, S., Ritchie, D., Xu, Y. & Warschauer, M. (2023). Educational Research and AI-Generated Writing: Confronting the Coming Tsunami. [preprint in EdArXiv]. <https://doi.org/10.35542/osf.io/4mec3>

Teixeira, R. R. P. & Souza, D. C. P. (2022). Matéria escura, energia escura e história da ciência na educação científica. *ACTIO: Docência em Ciências*, 7(2), 1-22.

<http://dx.doi.org/10.3895/actio.v7n2.14046>

Zamboni, A. & Bezerra, L. M. (2020). *Ser Protagonista: Ciências da Natureza e suas tecnologias: Composição e estrutura dos corpos*. Ensino Médio. São Paulo, SP: Edições SM.

[Zittoun, T., Valsiner, J., Vedeler, D., Salgado, J., Gonçalves, M. & Ferring, D. \(2011\). \*Melodies of Living: Developmental Science of Human Life Course\*. Cambridge University Press: Cambridge.](#)

**Recebido:** 05 set. 2024

**Aprovado:** 12 maio 2025

**DOI:** <https://doi.org/10.3895/actio.v10n2.19066>

**Como citar:**

Costa Junior, I. L.. (2025). Análise do ChatGPT como ferramenta no ensino de química: explorando o tema matéria e energia. *ACTIO*, 10(2), 1-23. <https://doi.org/10.3895/actio.v10n2.19066>

**Correspondência:**

Ismael Laurindo Costa Junior

Rua Washington Luiz, n. 491Centro, Vera Cruz do Oeste, Paraná, Brasil.

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



**Received:** Sep. 5th, 2024

**Approved:** May 12, 2025

**DOI:** <https://doi.org/10.3895/actio.v10n2.19066>

**How to cite:**

Costa Junior, I. L. (2025). ChatGPT as a tool for teaching chemistry: exploring the topic of matter and energy. *ACTIO*, 10(2), 1-23. <https://doi.org/10.3895/actio.v10n2.19066>

**Address:**

Ismael Laurindo Costa Junior

Rua Washington Luiz, n. 491Centro, Vera Cruz do Oeste, Paraná, Brasil.

**Copyright:** This article is licensed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence.

