

## USO DO CHATGPT EM ATIVIDADES AVALIATIVAS DE DISCIPLINAS BÁSICA DE FÍSICA PARA ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4455

Mariana Pojar - mpojar@fei.edu.br  
Centro Universitário da FEI

Sueli Hatsumi Masunaga - sueli.masunaga@gmail.com  
Centro Universitário FEI

Eliane F Chinaglia - echinaglia@fei.edu.br  
Centro Universitário FEI

Jessica Fleury Curado - jcurado@fei.edu.br  
Centro Universitário FEI

**Resumo:** Neste trabalho, apresentamos as atividades avaliativas utilizando o ChatGPT nas disciplinas de Física I e de Física II voltadas para a formação engenheiros capacitados a enfrentar desafios relacionados às tecnologias atuais, envolvendo inteligência artificial. As atividades propostas são desenvolvidas em grupo e abordam os conteúdos de laboratório de Tratamento de Dados Experimentais e o estudo do Pêndulo Simples. Inicialmente, cada membro do grupo realiza interações individuais com o ChatGPT e, posteriormente, promove discussões coletivas com o propósito de analisar as potencialidades, limitações e percepções acerca do uso do ChatGPT como uma ferramenta educacional, caracterizando, assim, uma abordagem reflexiva. Com a aplicação dessas atividades, os docentes observaram que a utilização do ChatGPT pode desempenhar um papel colaborativo no processo de aprimoramento do conhecimento dos estudantes, através da exploração dos limites teóricos abordados em aulas de teoria, bem como no aprofundamento dos conceitos, com as aplicações tecnológicas e desenvolvimento de programas computacionais.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial, ChatGPT, Tratamento de Dados Experimentais, Pêndulo Simples

# USO DO CHATGPT EM ATIVIDADES AVALIATIVAS DE DISCIPLINAS BÁSICA DE FÍSICA PARA ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA

## 1 INTRODUÇÃO

As disciplinas de física de um curso de engenharia estão inseridas no âmbito do ciclo básico e, em geral, as ementas abordam a mecânica clássica de uma partícula, termodinâmica, oscilações, eletromagnetismo, física moderna e mecânica geral. Todas as disciplinas têm o mesmo objetivo, que consiste em capacitar os estudantes a realizar análises conceituais, desenvolver e resolver modelos matemáticos simples, bem como planejar, executar e analisar experimentos.

Com a implementação das novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), gerou-se uma incessante busca pela atratividade das disciplinas de física, por meio da introdução de diferentes metodologias ativas de ensino e da diversificação de atividades avaliativas (POJAR *et al.*, 2022). Ao desenvolver um novo material didático, seja ele avaliativo ou não, tornou-se imprescindível verificar se há uma premissa para o desenvolvimento das competências cognitivas, socioemocionais e de comunicação (ABENGE, 2020).

Ao longo do último ano, uma discussão acerca do potencial e impacto que a Inteligência Artificial (IA) terá nas próximas décadas em nossa sociedade, passou a ser amplamente realizada dentro do contexto tecnológico em que a graduação em engenharia se insere. Essa conjuntura oferece uma oportunidade para a inserção desse recurso nas disciplinas básicas de física, alinhando-se aos objetivos das novas DCNs, as quais visam atender às demandas futuras por engenheiros cada vez mais capacitados. Com a utilização da IA, o estudante poderá automatizar suas atividades, especialmente aquelas repetitivas e complexas, propiciando uma dinamização do processo de aprendizagem. Desse modo, espera-se estimular o estudante a compreender melhor a área de IA.

A utilização do ChatGPT como recurso educacional tem sido objeto de intensos debates (KASNECI *et al.*, 2023, RAHMAN; WATANOBÉ, 2023), apesar de sua implementação relativamente recente. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados obtidos, mediante a aplicação da inteligência artificial, utilizando-se do ChatGPT (OPENAI, 2021), em atividades avaliativas de disciplinas de física básica da presente Instituição de Ensino Superior, a qual visa formar engenheiros aptos a resolver problemas mal estruturados, de alto impacto científico e tecnológico (MEC, 2019).

## 2 USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM AMBIENTE EDUCACIONAL

O ChatGPT é um modelo de linguagem baseado na arquitetura GPT (*Generative Pre-trained Transformer*), da OpenAI (2021). A arquitetura GPT é baseada em redes neurais de transformadores que foram pré-treinados em grandes quantidades de dados de texto, com o objetivo de gerar modelos de linguagem poderosos capazes de realizar tarefas de processamento de linguagem natural em diversos domínios e idiomas.

Com o grande impacto do ChatGPT, busca-se entender o potencial dessa tecnologia em transformar o mercado de trabalho, a educação e a sociedade como um todo (LEITER *et al.*, 2023). Na área educacional, identificam-se múltiplas oportunidades para aprimorar a qualidade do ensino e a experiência discente. Como um modelo de linguagem natural, o

ChatGPT tem a capacidade de gerar texto com alta qualidade e coerência, o que viabiliza sua aplicação em diferentes áreas da educação. A plataforma pode ajudar os alunos na compreensão de conceitos complexos, respondendo perguntas fornecidas, através de respostas personalizadas. Essa abordagem pode contribuir para uma experiência de aprendizagem interativa e eficaz, aprimorando assim o processo de assimilação do conhecimento pelos estudantes. Além disso, o ChatGPT pode ser usado como ferramenta de pesquisa, devido à sua capacidade de processar e analisar padrões de grandes volumes de dados (VAN DIS *et al.*, 2023).

Um dos principais receios em relação ao uso do ChatGPT na área educacional reside na possível falta de precisão ou até mesmo na apresentação de conceitos incorretos nas respostas fornecidas pela plataforma (FARROKHNIYA *et al.*, 2023). Conseqüentemente, o aluno pode ser induzido a um processo de aprendizagem incorreto sendo, portanto, necessária a realização de uma cuidadosa comparação com outras fontes de informações. Outro receio consiste no uso incorreto do ChatGPT pelo aluno para a realização de lição de casa ou atividade avaliativa (KING, 2023). A questão da autoria na área de ensino deve ser mantida e valorizada, onde as tarefas devem ser executadas pelo estudante e não pela ferramenta de uma IA.

Por fim, há o receio de que o uso do ChatGPT possa resultar em uma dependência excessiva da tecnologia (SHIDIQ, 2023). Isso pode levar a uma redução na interação aluno-professor e na aprendizagem ativa, que é essencial para a aquisição de habilidades práticas e críticas. Por isso, é importante que o uso do ChatGPT seja integrado a um ambiente de aprendizagem mais amplo, que valorize a interação humana e a participação ativa do aluno no processo de aprendizagem.

Nesse contexto, este trabalho visa mostrar o potencial positivo dessa nova tecnologia como uma ferramenta educacional em duas atividades de Laboratório de Física que compõe o ciclo básico da graduação em engenharia. Na Física 1, o tema escolhido foi o Tratamento de Dados Experimentais (TDE), enquanto na Física 2, foi o Pêndulo Simples e Amortecido. Ambos os conteúdos eram oriundos da parte experimental das disciplinas, o que levou cada atividade a ser realizada no âmbito do laboratório. A versão utilizada na condução das atividades foi o ChatGPT 3, por se tratar de uma plataforma aberta e gratuita, apesar de já existir o ChatGPT4.

### 3 ASPECTOS TEÓRICOS ABORDADOS NOS PROGRAMAS

#### 3.1 Tratamento de dados experimentais

O principal objetivo do processo de aquisição de uma medida experimental de uma grandeza física é alcançar o seu valor verdadeiro, embora este seja usualmente desconhecido. Da amostragem experimental adquirida, o resultado experimental que mais se aproxima do valor verdadeiro é o valor médio das medidas, também conhecido como valor mais provável. A diferença entre o valor verdadeiro e o valor médio pode ser estimado pelo cálculo das incertezas associadas. Entre as possíveis fontes de incertezas temos: a precisão dos instrumentos de medida utilizados, o procedimento do operador que realiza a medida, condições ambientais, dentre outros (HELENE; VANIN, 1996, VUOLO, 1996).

Para um dado um conjunto de dados experimentais  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , sendo  $n$  o número de elementos do conjunto, o valor médio  $\bar{x}$  é dada por:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (1)$$

O valor médio nem sempre será a melhor representação de um conjunto de dados experimentais e para avaliar o quanto se pode confiar nesta medida calcula-se o desvio padrão, que avalia a dispersão dos dados coletados. A dispersão  $\sigma$  é dada por:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}. \quad (2)$$

Por mais que se repita metodicamente as condições de um experimento as medidas obtidas não serão iguais, e a dispersão desses valores recebe o nome de incerteza estatística ou desvio padrão da média  $\sigma_e$ , podendo ser aferida por:

$$\sigma_e = \sigma / \sqrt{n}. \quad (3)$$

A incerteza estatística decorre de fatores probabilísticos, porém, em uma medição a resolução do instrumento utilizado também pode causar dispersões, ou seja, a imprecisão do equipamento e a sua utilização pelo operador resultam na incerteza residual. Sendo  $r$  a resolução de um instrumento, tem-se a incerteza residual  $\sigma_r$ :

$$\sigma_r = r/2. \quad (4)$$

A incerteza padrão representa a propagação das duas outras incertezas:

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_e^2 + \sigma_r^2}. \quad (5)$$

### 3.2 Pêndulo Simples e Pêndulo Amortecido

O pêndulo simples consiste em um objeto puntiforme de massa  $m$  que pode oscilar em torno de uma posição de equilíbrio quando suspenso por um fio inextensível e sem massa. A trajetória desenvolvida é um arco de circunferência de raio  $L$ , onde  $L$  é o comprimento do fio. A descrição horária do movimento pode ser determinada considerando-se a variação do ângulo  $\theta$  medido a partir da posição vertical de equilíbrio (eixo  $y$ ). O movimento é produzido movendo-se o objeto para a esquerda ou para a direita, liberando-o do repouso e desconsiderando o atrito com o ar.

O movimento do pêndulo simples é aproximadamente um movimento harmônico simples (MHS) para ângulos de lançamentos pequenos, onde o seu período  $T_0$  é dado pela equação abaixo, onde  $g$  é a aceleração da gravidade local,

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}. \quad (6)$$

A expressão do período  $T$  para um o ângulo de lançamento máximo  $\theta_0$  é dada por (FULCHER; DAVIS, 1976):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \left( 1 + \frac{1^2}{2^2} \text{sen}^2 \frac{\theta_0}{2} + \frac{1^2 \cdot 3^2}{2^2 \cdot 4^2} \text{sen}^4 \frac{\theta_0}{2} + \dots \right), \quad (7)$$

onde o termo quadrático  $\text{sen}^2 \left( \frac{\theta_0}{2} \right)$  se aproxima de  $\left( \frac{\theta_0}{2} \right)^2$ , também para grandes ângulos. Os demais termos de ordem superior são desprezíveis. Para utilizar a aproximação da Equação (6), é necessário que o ângulo seja inferior a  $15^\circ$ . Outra limitação é a resistência

do ar, que é desprezada na hipótese inicial. Após as primeiras oscilações, constata-se uma redução na amplitude do movimento, o que caracteriza um movimento amortecido. O grau de amortecimento depende das características do pêndulo e do meio em que está inserido.

Para ângulos pequenos, a força de atrito é proporcional à velocidade, em que o sistema oscila até alcançar a posição de equilíbrio, caracterizando um amortecimento subcrítico ou subamortecido. A sua equação da amplitude amortecida é dada por

$$\theta_a(t) = \theta_m \cdot e^{-\gamma t} \cos(\omega_a t + \phi), \quad (8)$$

onde  $\omega_a$  é a frequência angular subamortecida,  $\phi$  é o ângulo de fase inicial e

$$\gamma = \frac{b}{2m} \quad (9)$$

é o parâmetro de amortecimento, sendo  $b$  a constante de amortecimento do meio e  $m$  a massa do corpo pendurado no pêndulo

#### 4 METOLOGIA ADOTADA NAS AULAS DE LABORATÓRIO

O foco deste trabalho é a analisar a interação dos alunos das disciplinas introdutórias (Física 1 e Física 2) oferecida para os cursos de Engenharia em uma instituição privada sem fins lucrativos da Região Metropolitana de São Paulo. Cada disciplina possui carga horária de 100 horas, sendo um terço referente a atividades práticas desenvolvidas em laboratório especializado e em grupo de três alunos. As disciplinas Física 1 e Física 2 são ministradas no 1º e 2º semestres para alunos no período diurno e no 2º e 3º semestres para alunos no período noturno.

A proposta apresentada neste trabalho utiliza o ChatGPT como ferramenta didática visando aprofundar a reflexão e o conhecimento de um tópico previamente abordado em aulas pelos professores. Esse conhecimento prévio foi necessário para que os alunos pudessem avaliar as respostas fornecidas pelo ChatGPT. Por exemplo, na disciplina Física 1, a parte experimental introduz os conceitos de tratamento de dados logo no primeiro mês. Como é um tema novo para a maioria dos alunos de engenharia, pode ser uma matéria desafiadora tanto para a realização dos cálculos quanto para a compreensão e avaliação dos resultados obtidos. Portanto, a atividade com o ChatGPT visa auxiliá-los a compreender e aplicar esses conceitos em áreas da engenharia.

A atividade proposta consistiu em duas partes. Na primeira parte, cada aluno elaborou perguntas para o ChatGPT com base nos enunciados e verificou as respostas fornecidas pelo sistema. A atividade envolvia quatro questões sobre TDE e cinco sobre pêndulo simples e amortecido. A etapa de elaboração de perguntas geralmente é pouco valorizada pelos estudantes, embora seja importante, pois perguntas incorretas podem levar a respostas que não se encaixam no contexto desejado, gerando novas dúvidas. Se uma resposta incorreta fosse identificada, o aluno poderia continuar interagindo com o ChatGPT até obter a resposta correta. As interações foram registradas pelos alunos por meio de capturas de tela. A segunda parte da atividade envolveu a análise e comparação das respostas individuais obtidas pelo grupo. Isso permitiu identificar possíveis respostas incorretas ou imprecisas fornecidas pelo ChatGPT, avaliar a influência da qualidade das perguntas nas respostas e obter a opinião do grupo sobre o uso do ChatGPT como ferramenta educacional. Essa atividade foi implementada por um grupo selecionado de



professores e envolveu apenas uma parte dos alunos, devido à natureza nova da ferramenta. Na disciplina de Física 1, foram obtidas 82 respostas de um total de 284 alunos, enquanto na disciplina de Física 2 foram obtidas 59 respostas de um total de 154 alunos.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra as perguntas da primeira parte da atividade, onde os alunos interagiram individualmente com o ChatGPT. A partir da correção realizada pelos professores, obteve-se uma extensa base de dados que resultou na seleção aleatória de alguns trabalhos para uma análise mais aprofundada das respostas fornecidas pelo ChatGPT. Na disciplina de Física 1, analisamos minuciosamente 15% das respostas para as questões A, B e C e 31,7% das respostas para a questão D. Na disciplina de Física 2, analisamos mais dados, sendo 40,6% das respostas para os itens A, B, C, D e E, devido à maior incidência de respostas incorretas do ChatGPT.

Figura 1 – Perguntas estabelecidas na atividade para interação individual do aluno com o ChatGPT.

Física 1	Física 2
A.- Utilizando o Chat GPT, elabore uma pergunta que permita compreender melhor o conceito de valor médio.	A.- Utilizando o Chat GPT, elabore uma pergunta que permita compreender melhor quais são os parâmetros que determinam o período do movimento de um pêndulo.
B.- Utilizando o Chat GPT, elabore uma pergunta que permita diferenciar os conceitos de desvio padrão e desvio padrão da média.	B.- Utilizando o Chat GPT, elabore uma pergunta que permita verificar que o período do pêndulo depende do ângulo de lançamento e como é essa dependência.
C.- Utilizando o Chat GPT, elabore uma pergunta que permita refletir se a quantidade de medidas experimentais adquiridas influencia a qualidade da análise estatística.	C.- Utilizando o Chat GPT, elabore uma pergunta que permita refletir como a quantidade de medidas experimentais adquiridas do período influencia a qualidade final do resultado.
D.- Utilizando o Chat GPT, elabore uma pergunta para encontrar uma aplicação do Tratamento de Dados Experimentais na área de engenharia. Aproveite o momento para explorar a área que você deseja se formar.	D.- Utilizando o Chat GPT, elabore uma pergunta para elaborar um procedimento experimental que permita medir a constante de amortecimento do ar analisando o movimento amortecido do pêndulo simples.
	E.- Utilizando o Chat GPT, elabore uma pergunta para encontrar uma aplicação do Pêndulo Simples na área de engenharia. Aproveite o momento para explorar a área que você deseja se formar.

Fonte: Autoras

### 5.1 Tratamento de dados experimentais

No item A da disciplina de Física 1 (Figura 1), em 91,7% das análises aprofundadas, o ChatGPT corretamente conceituou o valor médio como a soma das medidas dividida pelo total de dados coletados. Mesmo quando a pergunta dos alunos foi formulada de maneira indireta, solicitando uma explicação do conceito, o ChatGPT forneceu uma definição clara, incluindo exemplos numéricos e destacando a importância do valor médio em diversas áreas do conhecimento, como estatística, economia, física, matemática, engenharia e finanças. Em uma resposta, o ChatGPT também abordou a influência dos valores extremos (*outliers*) no cálculo do valor médio, recomendando o uso da mediana ou moda como alternativas menos sensíveis a esses valores atípicos. É interessante notar que o ChatGPT, mesmo sem solicitação específica, é capaz de aprofundar o contexto da pergunta, proporcionando uma experiência enriquecedora ao aluno e mostrando que o assunto pode ser mais complexo do que abordado em sala de aula.

Para apenas um aluno, a resposta fornecida pelo ChatGPT foi incorreta, apesar da pergunta estar adequada. O aluno questionou qual seria o melhor conceito de valor médio, ao que o ChatGPT respondeu que o conceito varia de acordo com a área, como

matemática, física, engenharia e outras; no entanto, não varia. Em particular, respondeu que na matemática, o valor médio de uma função é calculado pela integral da função dividida pelo comprimento do intervalo, enquanto na física, é frequentemente utilizado para descrever o comportamento de um sistema em equilíbrio. O ChatGPT não apresentou fórmulas nem exemplos de cálculos. Esse é um exemplo que evidencia a necessidade de atenção à qualidade das respostas fornecidas pelo ChatGPT. Nem sempre o conteúdo está correto, e é importante que o usuário do sistema reflita sobre o assunto.

Para o item B da Física 1, o ChatGPT forneceu informações corretas para todas as respostas analisadas, explicando a diferença entre desvio padrão ( $\sigma$ ) e desvio padrão da média ( $\sigma_e$ ). Detalhou que  $\sigma$  indica a variabilidade dos valores em relação à média populacional, enquanto  $\sigma_e$  indica a variabilidade esperada das médias amostrais em relação à média populacional. Apresentou as fórmulas das grandezas em apenas 33% das respostas fornecidas, provavelmente devido ao tipo de formulação da pergunta, focando mais na diferenciação dos conceitos. Essa pergunta é relevante para a formação do aluno, pois a ênfase em sala de aula geralmente é nas aplicações das fórmulas no TDE.

No item C da Física 1, o ChatGPT também forneceu todas as respostas corretas, explicando que a quantidade de dados experimentais influencia na qualidade da análise estatística. Quanto maior a quantidade de dados, maior a precisão e confiabilidade, além de permitir identificar padrões, correlações e realizar testes de hipótese mais precisos. O ChatGPT também destacou a importância da precisão dos instrumentos de medição e da consistência dos métodos de amostragem. No item D, o ChatGPT forneceu mais de uma aplicação do TDE na área da Engenharia por resposta, mostradas na Figura 2.

## 5.2 Pêndulo Simples e Amortecido

Na análise das respostas dos alunos na parte do pêndulo simples e amortecido, notou-se ausência de pontos de interrogação em várias perguntas. Apesar disso, o ChatGPT respondeu adequadamente, sem grandes prejuízos de informação. Nessa parte, o ChatGPT apresentou mais respostas incorretas em comparação à atividade de TDE, possivelmente devido à complexidade do tema, evidenciando o cuidado que o aluno deve ter ao receber informações de um sistema em aprimoramento.

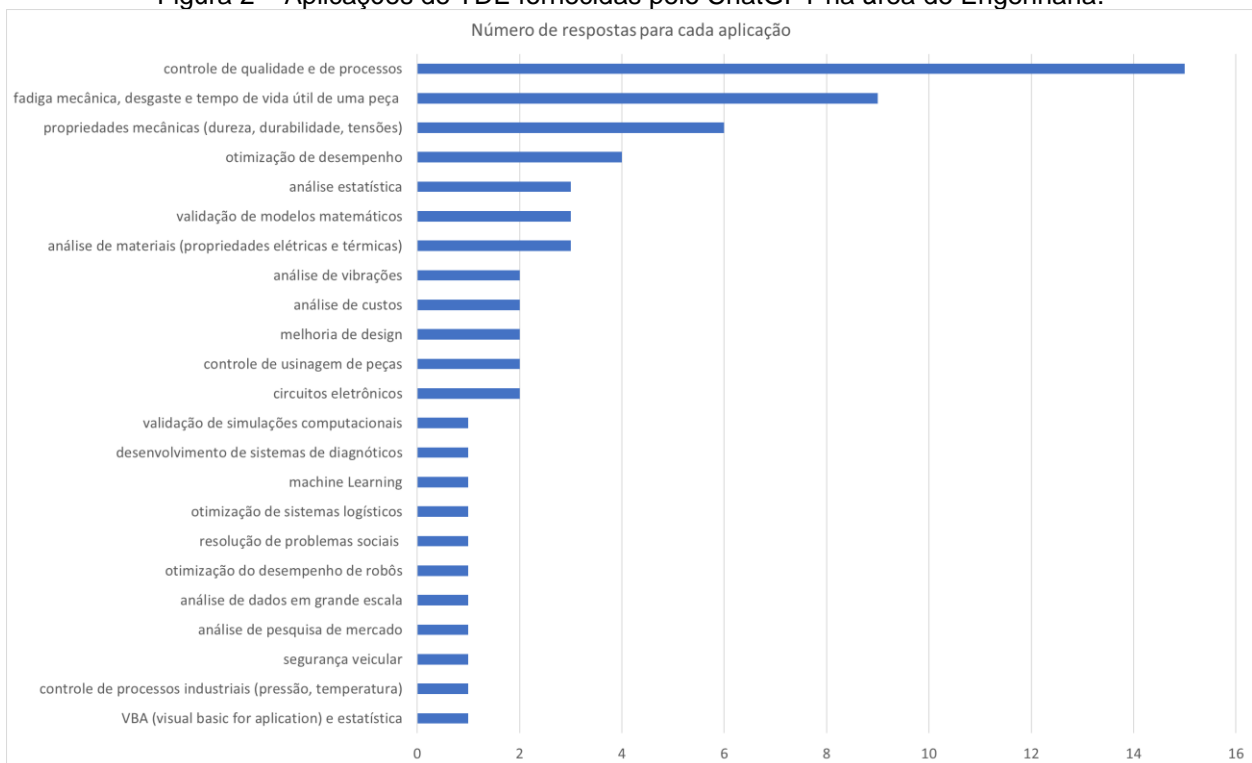
Conforme a equação (6), os parâmetros  $L$  e  $g$  determinam o período  $T_0$  de um pêndulo simples sendo, portanto, citados pelo ChatGPT em todas as respostas para o item A da Física 2. Contudo, em algumas situações foram apresentados parâmetros extras. Por exemplo, em 33,3% dos casos, a massa suspensa foi mencionada como um parâmetro relevante, seguido da explicação de que essa massa não impacta diretamente o valor de  $T_0$ , mas sim a amplitude de oscilação. Nesse contexto, é pertinente refletir sobre o fato de que, se a massa não afeta o período do pêndulo simples, a inclusão desse parâmetro pelo ChatGPT, ainda que em contextos extras, pode suscitar dúvidas entre os alunos.

Outros parâmetros adicionais foram citados incorretamente como sendo importantes nas respostas fornecidas: a amplitude de oscilação em 25%, o efeito da resistência do ar em 12,5% e, por fim, o ângulo de lançamento em 29,2%. Novamente o ChatGPT esclarece que o parâmetro da resistência do ar afeta o período apenas se a velocidade do pêndulo for alta para que o atrito do ar passe a ser significativo. Deixa claro em seguida que em laboratórios didáticos, essas velocidades altas nunca são atingidas.

O índice de acerto de 21,8% para o item B da Física 2 foi o menor. O ChatGPT não apresentou um modelo matemático explícito para a dependência do período em relação ao ângulo  $\theta_0$ , apenas mencionando que, para ângulos pequenos, o período não depende de  $\theta_0$ . Nas respostas parcialmente corretas (39,1%), o ChatGPT ocasionalmente menciona

modelos matemáticos, mas não fornece aproximações ou modelos, se não solicitados diretamente na pergunta. A maioria das respostas menciona que o período não depende de  $\theta_0$  sem especificar a limitação do modelo. Em algumas respostas, não fica claro que o ChatGPT considera o ângulo de lançamento  $\theta_0$  e a amplitude do movimento como sendo a mesma grandeza. Na maioria das respostas incorretas, o ChatGPT afirma que não existe uma relação direta entre  $\theta_0$  e o período  $T$ . Logo em seguida, para algumas respostas, o ChatGPT se contradiz acrescentando que  $\theta_0$  pode afetar o movimento se essa amplitude for grande e mencionando que o modelo é complexo.

Figura 2 – Aplicações de TDE fornecidas pelo ChatGPT na área de Engenharia.



Fonte: Autoras

Para os itens C da Física 1 e Física 2, que abordam o mesmo assunto, o ChatGPT pontua, de forma consistente e correta, que quanto maior o número de dados, melhor a qualidade final do resultado, aumentando a confiabilidade do experimento.

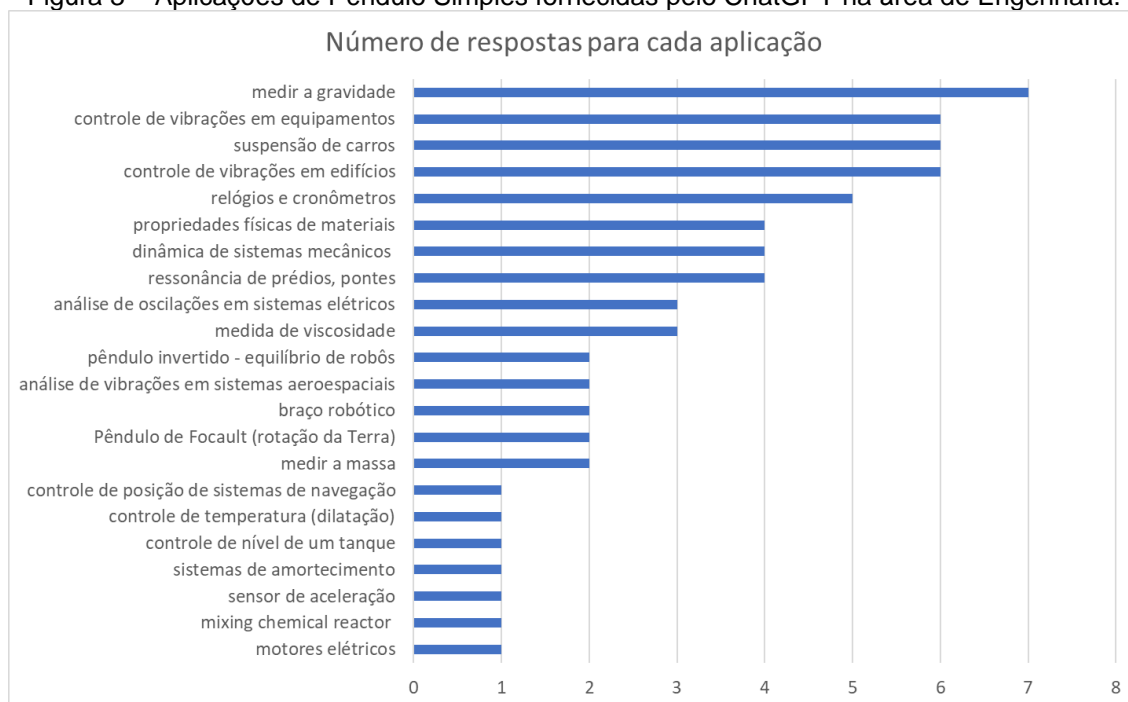
No item D da Física 2, no qual os alunos questionaram acerca dos procedimentos experimentais para medir a constante de amortecimento do ar ( $b$ ), o ChatGPT sugere em uma das respostas fornecidas a utilização de um termômetro, câmara de vácuo, pêndulo simples, cronômetro e régua. Em seguida, sugere a medição de 10 períodos, variando  $\theta_0$  e a medição da temperatura, e replicação do processo em uma câmara de vácuo, mencionando que  $b = 0$  nesse caso. Contudo, a importância da temperatura não é citada e, em geral, os laboratórios didáticos não dispõem de câmaras de vácuo que possibilitem essa verificação experimental. Em outra resposta, o ChatGPT propõe a medição do período  $T$  em uma situação de amortecimento induzida por uma corrente de ar, criada pela abertura de uma janela ou pelo uso de um ventilador. Todavia, há um erro conceitual, uma vez que o amortecimento do ar ocorre independentemente da presença de vento. Apenas com esses dois exemplos, fica evidente a importância de confrontar as respostas geradas pelo sistema com outras fontes de informação. Seria pertinente questionar se um indivíduo não



familiarizado com o tema conseguiria identificar as inconsistências contidas nas informações fornecidas.

A Figura 3 mostra várias aplicações, referente ao item E da Física 2, fornecidas pelo ChatGPT. Nota-se a citação de várias aplicações diretas do movimento do pêndulo, mas também de aplicações que usam somente o conceito de movimento periódico. Além disso, pelo menos quatro aplicações não eram adequadas para a referida temática.

Figura 3 – Aplicações de Pêndulo Simples fornecidas pelo ChatGPT na área de Engenharia.



Fonte: Autoras

### 5.3 Reflexão dos alunos sobre o uso do ChatGPT

Na parte II da atividade, os alunos de um mesmo grupo compararam as respostas geradas pelo ChatGPT para uma análise crítica. Ao identificar possíveis respostas incorretas, imprecisas ou incompletas, interagiram novamente com o ChatGPT, a fim de resolver essas discrepâncias. Essas novas interações foram devidamente documentadas.

#### ***Análise de respostas incorretas, imprecisas ou incompletas***

Os alunos de Física 1 acertadamente classificaram as respostas do ChatGPT como corretas. Provavelmente, a assertividade da IA foi alta por se tratar de um assunto clássico de estatística. A seguir, é apresentado um relato feito por um dos grupos de estudantes.

*“Após discutir e ler as nossas perguntas e respostas, chegamos à conclusão de que o ChatGPT não nos forneceu respostas incorretas ou imprecisas, apesar de todas as perguntas serem feitas de diferentes formas, contudo, com o mesmo questionamento, ele nos deu respostas levemente diferentes, porém todas com o valor semântico igual”.*

Apesar das inúmeras imprecisões e erros nas respostas fornecidas pelo ChatGPT em relação ao pêndulo simples e amortecido, apenas 18,8% dos alunos de Física 2 reportaram tal ocorrência. Diante do exposto, emergem questões a serem consideradas, pois o esperado seria uma ocorrência maior de reflexão e identificação desses erros. O

nível de assimilação do conteúdo abordado em sala de aula foi tão baixo? Se compreenderam os conceitos, estariam faltando atividades que estimulem uma reflexão mais aprofundada para a comparação de padrões como esse? Abaixo estão dois relatos de grupos que perceberam as inconsistências do ChatGPT.

*“Em alguns momentos o ChatGPT forneceu respostas incorretas e com problemas de conflitos na resposta, porém ele dava uma resposta correta após reformular a pergunta, ou apenas trocando palavras por sinônimos”.*

*“Impreciso, porém em alguns detalhes, as respostas se visualizadas de forma individual, são um pouco falhas, porém se usá-lo em grupo as respostas se completam dando um resultado mais preciso”.*

### **Análise da qualidade das respostas frente à qualidade das perguntas**

De forma unânime, os alunos constatarem uma dependência entre a qualidade da resposta e a qualidade da pergunta. Por exemplo, para “Qual é o conceito de valor médio?” e “Explique o conceito de valor médio.”, verifica-se que, para o segundo caso, o ChatGPT detalha melhor o raciocínio, inclusive com exemplos numéricos. Abaixo, em dois relatos feitos por grupos distintos, destacam-se a relevância do detalhamento, da linguagem formal, da técnica adequada e da semântica correta na elaboração das perguntas.

*“De acordo com a maneira que cada um perguntou, o ChatGPT variou com o detalhamento de suas respostas. Com as perguntas mais simples, ele respondeu com uma menor quantidade de detalhamento, mas quando pedimos para ele dar exemplos e detalhar a resposta, ele deu o passo-a-passo da resposta”.*

*“O ChatGPT nos dá a entender que, quando construímos uma pergunta com mais detalhes e com um linguajar mais formal, ele apresenta uma resposta mais completa e exemplificada, no entanto, quando colocamos uma pergunta confusa semanticamente ou aquém estruturalmente, ele nos fornece uma resposta mais curta e simples, e podendo fazer o leitor consentir com possíveis enganos sobre uma temática, gerando interpretações equivocadas ou erradas”.*

### **Levantamento dos pontos positivos e negativos pelos alunos**

Foi solicitado que os alunos expressassem a sua opinião quanto ao uso do ChatGPT como ferramenta educacional citando as vantagens e desvantagens. Entre as vantagens citadas consideraram que o ChatGPT pode ser usado como uma ferramenta para aprender algo novo, podendo ser um material autodidata no futuro. Elencaram que possui uma ampla gama de conhecimentos com múltiplas aplicações, sendo útil em pesquisas como fonte de conhecimento e elaboração respostas instantâneas. Consideraram que ele é ágil, prestativo, prático, facilita o dia a dia, faz traduções, cria códigos e que resume textos longos, além de ser uma plataforma gratuita. Outras qualidades citadas foram: permite interpretar conceitos complexos com mais facilidade, apresenta respostas diferentes para a mesma pergunta e otimiza o tempo de pesquisa.

Como desvantagens os alunos citam a questão de cola e autoria. Outra limitação que apareceu com alta frequência era sobre a imprecisão nas respostas, sendo necessária comparação com outras fontes de informação. Nesse sentido, ainda citam o conhecimento limitado do ChatGPT. Nas questões acadêmicas, colocam que os estudantes podem se tornar preguiçosos e acomodados criando uma dependência com a plataforma e diminuindo

o desenvolvimento das capacidades individuais de cada um. Elencam a diminuição no tempo de estudo e a substituição do trabalho do professor. Abaixo temos dois relatos feitos que sintetizam bem os pontos positivos e negativos dessa nova tecnologia.

*“Na opinião do grupo o ChatGPT é uma excelente ferramenta educacional. Sua vantagem está na facilidade de realizar uma pergunta, a rapidez com que as respostas são dadas e o grande acesso que o Chat dá para várias áreas do conhecimento em um só local. Desvantagens: o ChatGPT ainda é suscetível a cometer erros, pois depende até mesmo de informações passadas pelo ser humano, de acesso à internet, e além disso, seu uso irresponsável pode prejudicar no desenvolvimento educacional de um aluno, o tornando dependente do ChatGPT para perguntas do dia a dia, que foram feitas para criar experiências e fazer com que o aluno se desenvolva sozinho.”*

*“O grupo concorda que o ChatGPT é uma ferramenta muito boa e que auxilia muito na aprendizagem, mas, que há algumas desvantagens, como: o ChatGPT não é 100% correto em todas as suas respostas, ou seja, não é muito bom para pessoas que não tem conhecimento algum do que estão perguntando, pois podem cair em erros, além também de facilitar o “sedentarismo” dos alunos para a aprendizagem, já que com apenas uma pergunta ele lhe informa a resposta completa. Porém, pelo lado bom, ótima ferramenta para os professores, pois facilita na criação de questões, e também, é bom para os alunos que queiram usar o Chat como ferramenta para acrescentar informações em seu conhecimento.”*

### **Sensações pelo uso do ChatGPT**

Na última etapa de reflexão em grupo, cada aluno escreveu duas sensações sobre o uso do ChatGPT, que foram agrupadas em nuvens de palavras mostradas nas Figuras 4.a e 4.b, para Física 1 e Física 2, respectivamente. Essas análises evidenciam uma percepção favorável em relação ao uso do ChatGPT, com destaques para "fascinante", "inovador", "surpreendente", "incrível" e "empolgante". Termos como "insegurança", "assustador" e "medo" surgiram com menor frequência. Conclui-se que os estudantes percebem a tecnologia trazida pela IA como uma ferramenta capaz de agregar valor em seus trabalhos e estudos e não como algo a ser temido.

Figura 4 – Nuvem de palavras – sensações dos alunos pelo uso do ChatGPT: (a) Física 1 e (b) Física 2.



Fonte: Autoras

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os ensejos de aprimorar a metodologia de ensino-aprendizagem dos conteúdos para a formação de engenheiros preparados para os desafios futuros estão vinculados ao uso da IA, que influenciará a tecnologia e sociedade nas próximas décadas. A ferramenta ChatGPT, ainda em fase de aprimoramento, irá evoluir e poderá ser um instrumento didático adicional na construção do conhecimento. Na área educacional, tanto docentes quanto discentes devem estar cientes das limitações do ChatGPT, por gerar respostas incompletas e incorretas para algumas perguntas. Contudo, isso não impossibilita o seu uso em atividades didáticas. O professor pode criar atividades de reflexão, onde o aluno avaliará se as respostas apresentadas condizem com o esperado e, assim, perceberá a importância de uma abordagem reflexiva diante das respostas obtidas. Nesse caso, a questão de autoria e plágio não se configura como um obstáculo, uma vez que a interação com o ChatGPT demanda que o aluno leia, compreenda e compare as diversas respostas fornecidas. A otimização no tempo de execução das tarefas com o uso dessa nova ferramenta permitirá aos professores revisarem suas abordagens pedagógicas criando espaços para aprofundamento de conteúdos, ampliando a comparação de conceitos teóricos e reais, implementando a modelagem e programação que enriquecerá a formação dos alunos.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da IES e a toda equipe de professores das disciplinas Física 1 e 2 pelas sugestões no desenvolvimento e aprimoramento das atividades.

#### REFERÊNCIAS

ABENGE. **Documento de apoio à implantação das DCNs do curso de graduação em engenharia**. CNI. Brasília, 2020. Disponível em:

<http://www.abenge.org.br/publicacoes.php>. Acesso em: 11 maio 2023.

FARROKHANIA, Mohammadreza *et al.* A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research. **Innovations in Education and Teaching International**, p. 1-15, 2023.

FULCHER, L. P.; DAVIS, B. F. Theoretical and experimental study of the motion of the simple pendulum. **American Journal of Physics**, v. 44, n. 1, p. 51-55, 1976.

KASNECI, E. *et al.* ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. **Learning and Individual Differences**, v. 103, p. 102274, 2023.

KING, M. R.; CHATGPT. A conversation on artificial intelligence, chatbots, and plagiarism in higher education. **Cellular and Molecular Bioengineering**, v. 16, n. 1, p. 1-2, 2023.

LEITER, Christoph *et al.* ChatGPT: A meta-analysis after 2.5 months. **arXiv preprint arXiv:2302.13795**, 2023.



MEC. **Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Brasília, 24 abr. 2019. Disponível em: <https://normativasconselhos.mec.gov.br/>. Acesso em: 11 maio 2023.

OPENAI. GPT-3.5 Turbo. 2021. Disponível em: <https://openai.com>. Acesso em: 11 maio 2023.

POJAR, M. *et al.* Reforma de uma disciplina introdutória de física para engenharia com foco no desenvolvimento de competências. In: L Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia e V Simpósio Internacional de Educação em Engenharia ABENGE, 2022, Online. **Anais**. Disponível em: [http://www.abenge.org.br/sis\\_artigo\\_doi.php?e=COBENGE&a=22&c=3987](http://www.abenge.org.br/sis_artigo_doi.php?e=COBENGE&a=22&c=3987). Acesso em: 15 maio 2023.

RAHMAN, Md Mostafizer; WATANOBÉ, Yutaka. Chatgpt for education and research: Opportunities, threats, and strategies. **Applied Sciences**, v. 13, n. 9, p. 5783, 2023.

SHIDIQ, Muhammad. **The use of artificial intelligence-based chat-GPT and its challenges for the world of education**; from the viewpoint of the development of creative writing skills. In: Proceeding of International Conference on Education, Society and Humanity. 2023. p. 360-364.

VAN DIS, Eva AM *et al.* ChatGPT: five priorities for research. **Nature**, v. 614, n. 7947, p. 224-226, 2023.

## USE OF CHATGPT IN EVALUATIVE ACTIVITIES OF BASIC PHYSICS COURSES FOR ENGINEERING STUDENTS

**Abstract:** *In this study, we present evaluative activities using ChatGPT in Physics I and Physics II courses aimed at training engineers capable of tackling challenges related to current technologies involving artificial intelligence. The proposed activities are conducted in groups and cover the topics of Experimental Data Processing and the study of the Simple Pendulum in the laboratory. Initially, each group member engages in individual interactions with ChatGPT, followed by collective discussions to analyze the potential, limitations, and perceptions regarding the use of ChatGPT as an educational tool, thus characterizing a reflective approach. Through the implementation of these activities, we have observed that the use of ChatGPT can play a collaborative role in the students' knowledge enhancement process, by exploring the theoretical limits covered in theory classes and by delving more extensively into concepts through technological applications and the development of computational programs.*

**Keywords:** *artificial intelligence, ChatGPT, experimental data analysis, simple pendulum*