

DOI: [10.46943/IX.CONEDU.2023.GT20.031](https://doi.org/10.46943/IX.CONEDU.2023.GT20.031)

UMA SÍNTESE DAS EXPERIÊNCIAS VIVENCIADAS NO PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA JÚNIOR DA OBFEP: “A VISÃO DO OLÍMPICO”

RODRIGO RAPOSO DA SILVA

Mestre pelo Curso de Física da Universidade Estadual - UEPB, rodrigo.raposo@ifal.edu.br;

JOSÉ FAUSTO VITAL BARBOSA

Técnico pelo Curso de Informática do Instituto Federal - IFAL, vitalbfausto@gmail.com

RESUMO

O Programa da Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas (OBFEP) do ano de 2021 trouxe a oportunidade para estudantes classificados para a segunda fase da competição participarem de um programa de Iniciação Científica Júnior. No Instituto Federal de Alagoas, Campus Palmeira dos Índios, dois estudantes do nível médio técnico foram selecionados para este programa como bolsistas e dentre as tarefas desenvolvidas por eles estava a pesquisa e produção de materiais didáticos de física, cujo objetivo foi o de compartilhar com outros estudantes o conhecimento e a experiência do aluno olímpico, em outras palavras, aquele que se dedica às Olimpíadas Científicas. Para atingir estes fins, os autores lançaram mão de ferramentas computacionais como a linguagem de marcação de texto LaTeX, por meio do editor em nuvem Overleaf, além de resoluções de provas anteriores da OBFEP. Como resultado final, o artigo traz um compacto das produções desta experiência metodológica, as resoluções de questões de edições anteriores da olimpíada supracitada através da visão do aluno olímpico e dois materiais didáticos, sendo um de dinâmica e outro de introdução à física, que se diferenciam de outros manuais pelas suas especificidades e exigências importantes para a preparação de alunos para as provas das Olimpíadas de Física.

Palavras-chave: Física, OBFEP, LaTeX, Democratização, Ensino.

INTRODUÇÃO

O artigo em questão se trata de uma Iniciação Científica Júnior organizada pela Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas (OBFEP). O estabelecimento de tal ação foi possível por meio de um resultado promissor por parte do autor na edição anterior da olimpíada (2021), que resultou no recebimento da proposta para a realização da pesquisa em questão – o começo de uma enriquecedora experiência de ensinamentos e aprendizagens.

Visto que ainda não existiam resoluções detalhadas da primeira fase da OBFEP e que, também, não haviam sido criados materiais de orientação para olímpicos iniciantes, esta pesquisa surgiu com o objetivo de reverter tal realidade, incluindo novos alunos na realidade das competições científicas. Por estes motivos, buscou-se democratizar o estudo para a OBFEP através da criação de materiais exclusivamente focados nesta olimpíada, com objetivo não só de ajudar alunos leigos e de poucos recursos a adentrar no mundo olímpico, mas também de prepará-los melhor para a OBFEP – com novos materiais que iriam servir de assistência neste processo.

Logo, a pesquisa se deu por meio da utilização de diversas fontes – dentre elas livros, sites e vídeos do Youtube –, como também experiência prévia no tema, para a produção de materiais e resoluções de provas anteriores da OBFEP – que depois seriam compartilhados em um grupo do WhatsApp contendo futuros competidores desta olimpíada –, utilizando a linguagem de marcação de texto LaTeX através do editor em nuvem Overleaf.

Dessa maneira, foi possível contribuir para a preparação dos estudantes, de modo que os ajudou a encontrar maior motivação e confiança em si próprios, como também uma facilidade maior no aprendizado dos conteúdos necessários para olimpíadas, sobretudo a OBFEP.

METODOLOGIA

Para a criação das resoluções de provas antigas da OBFEP e dos materiais teóricos, foi utilizado, sobretudo, de dois componentes: experiência prévia do autor e pesquisa em materiais publicados na web.

Por meio de experiência própria, foi possível produzir os conteúdos dando conselhos para o leitor, com o intuito de apontar-lhe o melhor caminho a ser seguido

no estudo do conteúdo em questão. Além disso, os assuntos ensinados foram refinados pela pesquisa em livros – sobretudo os 3 volumes de “Tópicos de Física” –, sites e vídeos do Youtube.

Dessa maneira, foi possível desenvolver resoluções detalhadas e didáticas para as questões de edições anteriores da olimpíada, todas compiladas em PDFs, utilizando a linguagem de marcação de texto LaTeX.

Após a conclusão de cada material, este foi compartilhado em um grupo do WhatsApp contendo futuros participantes da OBFEP e, eventualmente, outras olimpíadas científicas. Caso houvesse dúvidas, eles poderiam contatar o autor para esclarecimentos, evitando a permanência de dúvidas no que diz respeito ao material produzido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os resultados da pesquisa, destaca-se o impacto realizado. Após compartilhar os materiais produzidos com futuros estudantes olímpicos, observou-se maior entusiasmo para a realização da OBFEP, como também os preparou melhor para a competição. Não só o suporte fornecido pelos materiais, mas também o sentimento de comunidade e a troca de conhecimentos criados entre os estudantes e o autor nesta iniciativa foram essenciais para os sentimentos positivos por parte dos estudantes.

Na perspectiva do autor, a experiência não só impactou seus alunos, como também se deu de modo que o promoveu uma experiência enriquecedora, também o preparando para olimpíadas científicas e, além disso, o ajudando a se tornar um melhor pesquisador e instrutor.

Também se sobressai nesta pesquisa o número de materiais produzidos, sendo 3 resoluções de provas antigas da primeira fase da OBFEP no nível C dos anos de 2016, 2019 e 2021 e 2 materiais teóricos, sendo 1 de introdução à física e 1 de dinâmica da partícula.

Visto isso, agora serão expostos exemplos de ambos os tipos de produção – tanto as resoluções de provas antigas, quanto os materiais teóricos – para melhor entendimento dos resultados da pesquisa relatada neste artigo.

As resoluções de provas antigas consistiram em pesquisar provas completas e resolvê-las, questão por questão, de modo bastante detalhado para que os alunos

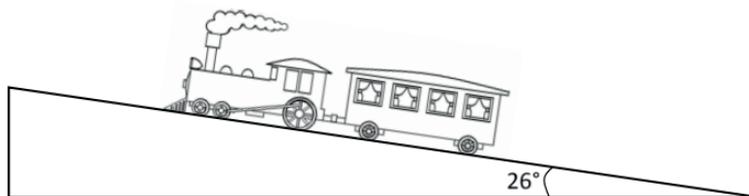
pudessem entendê-las – ou saber onde buscar conhecimento para isto. A seguir, é possível observar um exemplo de como se deu o resultado destas resoluções.

(Questão 12 – OBFEP 2019) A Família Almeida usou a estrada de ferro Carajás para se locomover de São Luís para Parauapebas, no Pará. Com 892 km de extensão, Carajás é a maior ferrovia de passageiros em operação no Brasil. Em um trecho, um trem de 100 toneladas sobe uma ladeira inclinada de 26° (conforme figura), mantendo constante a velocidade de 5 m/s. Nessa situação, a força de atrito contrária ao movimento do trem possui um coeficiente de atrito de 0,2. Nesse trecho, qual a potência útil realizada pelo motor do trem?

Dados: $\sin 26^\circ = 0,4$ e $\cos 26^\circ = 0,9$

Aceleração da gravidade = 10 m/s^2

Figura 1: Ilustração da situação da questão 12 da OBFEP 2019



Fonte: Provas. sbfsica, 2022. Disponível em: <https://www.sbfisica.org.br/~obfep/provas/>. Acesso em: 30/11/2022

Para encontrar a potência útil realizada pelo trem, é necessário, primeiro, calcular a força motora que o faz mover a 5 m/s. Como sabe-se que ele está em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), é possível concluir que a força motora (F_m) desse trem é igual ao somatório de todas as forças contrárias a ela, que são as forças de atrito (F_{at}) e a componente x do peso do trem (P_x).

Portanto,

$$F_m = F_{at} + P_x \Rightarrow F_m = \mu N + mg \sin \theta \Rightarrow F_m = \mu mg \cos \theta + mg \sin \theta$$

Em que μ é o coeficiente de atrito do solo com o trem, N é a força normal que o solo exerce sobre o trem (note que $N = P_y = \cos \theta$), m é a massa do trem, g é a aceleração da gravidade e θ é o ângulo de inclinação do trecho.

Dessa maneira,

$$F_m = mg(\mu \cos \theta + \sin \theta) \Rightarrow F_m = 100 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot (0,2 \cdot 0,9 + 0,4)$$
$$\therefore F_m = 580000N = 0,58MN$$

Feito isso, para encontrar a potência útil do trem, basta calcular o trabalho (τ) realizado por ele a cada segundo.

Como:

$$\tau = Fd \cos \theta$$

e sabendo que $d = 5 \text{ m}$, pois o trem percorre 5 metros a cada segundo, e que $\theta = 0^\circ \Leftrightarrow \cos \theta = 1$, pois o sentido da força motora é igual ao sentido do movimento, pode-se concluir que:

$$\tau = 0,58 \cdot 5 \therefore \tau = 2,9$$

Nesta resolução de problema, verifica-se primeiramente a abordagem dos conceitos físicos envolvidos de forma clara e objetiva, fazendo rapidamente a transposição para as equações que serão usadas para a resolução.

É importante salientar que o estudante não pode simplesmente memorizar fórmulas, é necessário que o mesmo aprenda física de forma detalhada, dando ênfase aos conceitos. Neste aspecto, pode-se destacar os seguintes pontos:

- A potência útil é aquela gerada pela força motora que faz o trem andar a 5 m/s, logo, é necessário achar esta força; e
- O trem está em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), portanto há um equilíbrio de forças.

Estas noções serviram de base para chegar à primeira equação da resolução:

$$F_m = F_{at} + P_x$$
 constituindo um referencial para encontrar a força motora.

É importante observar também outros conceitos físicos secundários que surgem no processo de resolução das questões, no exemplo abordado nos deparamos com o coeficiente de atrito (μ). As resoluções se deram de modo que estes conceitos fossem abordados conceitualmente em materiais de apoio que serão descritos ao longo desta sessão.

Posteriormente ao entendimento da situação e à ação necessária para buscar a resposta, são feitos os cálculos para obtenção da força motora, restando apenas o cálculo da potência útil do trem.

Após encontrar a força motora útil do trem, segue-se para o cálculo das demais grandezas relacionadas, são elas o trabalho e a potência útil, importante neste momento o aluno observar o conceito de energia, suas transformações e a relação direta com a grandeza trabalho, haja vista que energia é comumente descrita como a capacidade de se realizar trabalho.

Além disso, nas passagens da resolução: **“pois o trem percorre 5 metros a cada segundo”** e **“pois o sentido da força motora é igual ao sentido do movimento”**, é possível observar a ênfase na explicação das conclusões finais feitas pelo autor, mitigando eventuais questionamentos a respeito de conclusões deste tipo. Por exemplo, se o autor apenas concluísse que $\theta = 0^\circ$, sem explicitar o porquê, o leitor poderia não acompanhar o raciocínio que explica esta conclusão, ficando confuso quanto ao motivo que levou a ela.

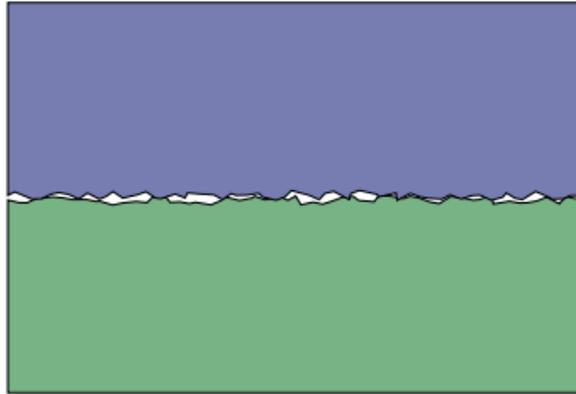
Por fim, é possível observar que as resoluções foram formatadas usando recursos muito úteis da linguagem de marcação de texto LaTeX para a criação de equações, enriquecendo a visualização da resolução e ajudando o estudante a entendê-la.

Agora, será analisado como se deram as produções teóricas. Nestas, visou-se a busca por elementos familiares para o leitor, como também a tentativa de ajudá-lo a visualizar melhor os conceitos abstratos que eventualmente surgem na física. Dessa maneira, o autor usufruiu de exemplos do dia a dia e de ilustrações intuitivas para facilitar o aprendizado de cada conteúdo. A seguir, por meio de exemplos, será possível notar de maneira explícita como se deram as explicações nos materiais teóricos produzidos.

Abaixo, será introduzido o conceito de atrito, com o intuito de explicitar como se deu a abordagem didática das obras teóricas.

Como nós podemos andar? Ou escrever em uma folha com um lápis? Ou lixar um pedaço de madeira? Isso só é possível devido à existência do atrito. O atrito é um fenômeno natural e bastante presente nas nossas vidas, sendo causado devido a asperezas no contato entre superfícies ou interações de origem eletromagnética entre os átomos das duas superfícies.

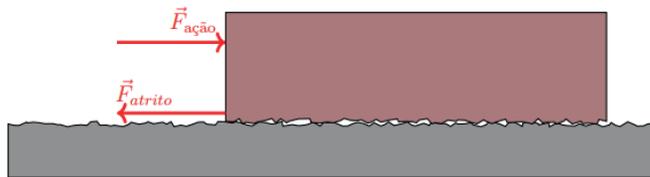
Figura 2: Ilustração das asperezas causadoras do atrito entre as superfícies de sólidos



Fonte: Produção Própria

Figura 3: Diagrama de forças ilustrando a força de atrito

ATRITO DE SÓLIDOS



Fonte: Produção Própria

Imaginemos uma situação onde nós compramos uma geladeira e estamos tentando empurrá-la para colocá-la no lugar certo da cozinha. **A** geladeira, teimosa, permanece em repouso. Isso acontece porque há um atrito estático entre as superfícies da geladeira e do solo.

Vamos continuar pensando na situação acima. Por não termos força suficiente, chamamos um amigo para ajudar, no entanto, não obtivemos sucesso. Sem desistir, chamamos outro amigo. Se continuarmos pedindo ajuda, vai chegar um momento no qual a geladeira estará na iminência do movimento, isto é, se aplicarmos um pouco mais de força, a geladeira irá se mover.

Isso se dá porque a força de ação resultante que tenta empurrar a geladeira alcançou a mesma intensidade da força de atrito máxima possível entre as

superfícies dela e do solo. Essa força de atrito máxima é denominada força de atrito de destaque.

A intensidade da força de atrito de destaque (\vec{F}_{at_d}) é diretamente proporcional à intensidade da força normal (\vec{N}) trocada pelas superfícies atritantes (da geladeira e do solo).

Matematicamente:

$$\vec{F}_{at_d} = \mu_e N$$

Em que (μ_e) é uma constante de proporcionalidade chamada de coeficiente de atrito estático. Ela depende do material das superfícies, do grau de polimento delas e influencia bastante no valor da força de atrito de destaque.

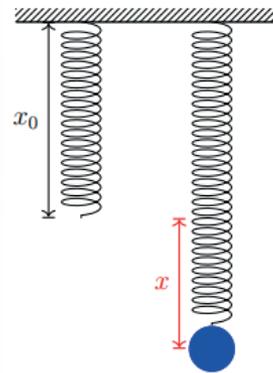
Compare o atrito de um bloco sobre uma pista de gelo com o atrito do mesmo bloco sobre um solo áspero de concreto, por exemplo. Claramente, será mais difícil movê-lo na segunda situação, pois μ_e será maior.

Neste exemplo que ilustra o material de dinâmica – o qual possui um total de 21 páginas –, foi realizada a introdução do conceito de atrito usando questionamentos associados a fatos recorrentes do dia a dia – como o fato de humanos poderem andar e o de não ser tão fácil empurrar uma geladeira. Desse modo, há maior facilidade para que o estudante assemelhe o conteúdo com fatos da vida real – gerando maior familiaridade com o que está sendo estudado.

Em conjunto com a utilização de analogias do conteúdo com o dia a dia, foram produzidas ilustrações intuitivas, que podem ser observadas nas figuras 2 e 3. Estas são bastante úteis ao estudar algo tão abstrato quanto física, tendo também o objetivo de promover uma visualização simplificada – e de entendimento mais simples – de como o atrito se manifesta: através das asperezas entre superfícies. O exagero proposital de tais asperezas nas figuras torna mais tranquilo de absorver o conceito.

A seguir, será analisado outro exemplo que ilustra a abordagem do material de dinâmica. Desse modo, abaixo é possível visualizar o ensinamento da Lei de Hooke.

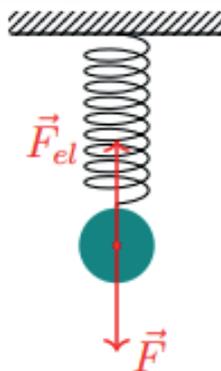
Considere a imagem a seguir:

Figura 4: Deformação de uma mola


Fonte: Produção Própria

Veja que a mola está, inicialmente, com seu comprimento natural, x_0 . Após uma força F atuar sobre ela (o peso da bola azul), a mola é deformada em um comprimento x .

Perceba que a bola está em equilíbrio, isto é, ela não está acelerando. Isso se dá porque a mola gera uma força elástica que anula o peso da bola, fazendo o sistema entrar em equilíbrio.

Figura 5: Primeira apresentação da existência da força elástica


Fonte: Produção própria

Logo, é importante saber que:

$$|\vec{F}| = |\vec{F}_{el}|$$

Como a mola volta ao seu comprimento inicial após não estar mais sob a ação de uma força, dizemos que ela sofreu uma **deformação elástica**.

Com base em estudos nesse campo, Robert Hooke chegou à seguinte conclusão:

Em regime elástico, a deformação sofrida por uma mola é diretamente proporcional à intensidade da força que age sobre ela.

Matematicamente, a lei de Hooke é dada por:

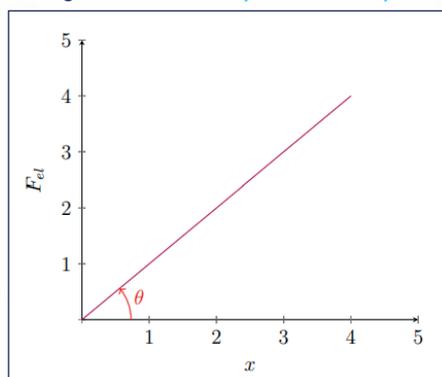
$$F = kx$$

Em que (F) é a intensidade da força que deforma a mola – a qual possui um módulo igual ao da força elástica da mola –, k é uma constante de proporcionalidade e x , representa a deformação em relação ao comprimento inicial da mola, como ilustrado na figura 4.

A constante de proporcionalidade k , chamada de constante elástica, é uma característica da mola que depende do material que a constitui, das dimensões dela, dentre outras características.

Há duas maneiras de entender bem a importância de k : a unidade de k e o gráfico força elástica **versus** deformação.

Figura 6: Gráfico Força vs Deformação



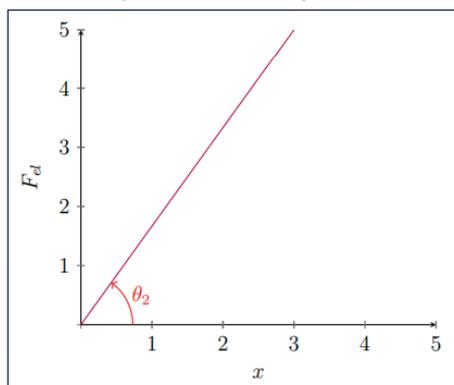
Fonte: Produção Própria

Note que temos uma função do primeiro grau de coeficiente angular θ . Mas qual a relação entre θ e a constante elástica? Pela geometria do gráfico:

$$\tan \theta = \frac{F_{el}}{x} = k$$

Veja que, quanto maior for o valor de k , maior será o valor de θ e, portanto, a força necessária para chegar na mesma deformação x será maior. A figura 7 ilustra isso.

Figura 7: Gráfico ilustrando o comportamento da força elástica com a variação do ângulo θ



Fonte: Produção própria

Visto isso, podemos concluir que, quanto maior for a constante elástica de uma mola, mais difícil será deformá-la.

Partindo para os comentários deste trecho do material de dinâmica, é possível ver que ele começa com a consideração da imagem de uma mola e sua deformação.

Antes de poder chegar ao enunciado da Lei, viu-se necessário entender o diagrama de forças que existe quando uma mola é tensionada. Para esse fim, a figura 4 iniciou a linha de raciocínio, levando à conclusão vista na figura 5: uma força elástica de módulo igual ao peso da esfera (força que deforma a mola) faz o sistema ficar em equilíbrio, isto é, a bola fica parada.

Tendo compreendido o surgimento do vetor força elástica (denotado \vec{F}_{el}) como responsável pelo equilíbrio do sistema com o auxílio da imagem 5, uma conclusão importantíssima pôde ser feita: a igualdade do módulo entre a força que deforma a mola e sua força elástica.

Após este embasamento, foi possível apresentar o enunciado da lei de Hooke. É notório, portanto, que o modo cronológico e intuitivo da apresentação do conceito foi de grande importância para o simples entendimento dele por parte do leitor.

Prosseguindo na análise da explicação, vê-se que a Lei de Hooke argumenta que a deformação sofrida por uma mola é diretamente proporcional à intensidade da força agente sobre ela. No entanto, nada foi dito a respeito da constante elástica. Por este motivo, foi estudado o gráfico força elástica **versus** deformação (figura 6) para entender de modo claro como tal constante afeta a mola – complementando a explicação com a figura 7.

Pode-se concluir, portanto, que os materiais foram produzidos de modo a partir de ideias comuns do dia a dia, como o fato da mola esticar ao colocar um peso em sua extremidade. Construindo os conceitos a partir destas ideias, chegou-se às conclusões que puderem ser representadas pela figura 5, sobre a força elástica. É importante neste momento observar que esquemas como os demonstrados na figura supracitada tornam o processo de aprendizagem do conteúdo mais dinâmico, eliminando possíveis dificuldades do aluno.

Para finalizar, o exemplo abaixo será analisado de modo a entender a abordagem didática de outro tipo de obra feita: o material de introdução à física.

Acredito que o estudo não só da física, mas de exatas como um todo, exige duas coisas: 1) um embasamento teórico forte, após o qual você deve ter uma boa noção do que o assunto está tratando e 2) muitíssima prática, i.e., vários e vários exercícios, pois é com eles que você irá aprender a resolver o maior número possível de aplicações para a teoria estudada. Portanto, de maneira geral, estude bem a teoria do assunto e, quando entendê-la, faça vários exercícios.

Vale ressaltar que a maioria das pessoas que se dá mal em exatas tende a decorar fórmulas. Não é recomendável fazer isso. O ideal é entender o porquê da equação e o princípio por trás dela. Assim, dificilmente você irá esquecer-la e o assunto irá encaixar melhor no seu raciocínio.

Obs: os parágrafos acima denotam o meu ponto de vista, com a minha experiência no assunto. Se você já testou essas abordagens e não deu certo, sinta-se livre para fazer da maneira que funciona para você. Não tem problema.

Por fim, é válido analisar este exemplo associado ao material de introdução à física criado. Ele, diferentemente do material de dinâmica, dá mais ênfase em conselhos para estudantes ainda iniciantes no mundo olímpico.

Nota-se no exemplo acima que foi usada a perspectiva do autor baseada em sua própria experiência. Isso também é destacado no mesmo material, com o intuito de deixar o leitor ciente de que os conselhos não são regras, e sim dicas

feitas com base no que funcionou para o próprio autor – alguém mais experiente no campo da física.

É possível concluir, mais uma vez, que os materiais foram direcionados para estudantes que estavam apenas começando a aprender física e adentrar no mundo olímpico. Reunindo, organizando e compartilhando informações de forma clara, simples e familiar, de modo a facilitar o aprendizado do conteúdo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, vê-se que trabalhos deste tipo têm grande capacidade de gerar frutos positivos. Em um contexto onde há poucos materiais de apoio dedicados para estudantes humildes que ainda estão se encontrando no mundo olímpico, é de extrema importância a existência de obras que os auxiliem nesta jornada.

Por fim, é essencial lembrar que, embora a pesquisa descrita nesta produção tenha sido de grande importância tanto para o autor, quanto para os estudantes beneficiados, ela sozinha não se mostra capaz de revolucionar a vida de todos os alunos olímpicos iniciantes. Deste modo, espera-se que esta iniciativa tenha servido de pontapé inicial para que novos estudantes se desafiem a aprender, através de métodos modernos de resolução de questões que privilegiem o estudo conceitual da física e não puramente o cálculo.

REFERÊNCIAS

DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.. Tópicos de Física (Vol. 1). 21 ed. São Paulo: **Saraiva**, 2012.

DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.. Tópicos de Física (Vol. 2). 19 ed. São Paulo: **Saraiva**, 2012.

DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.. Tópicos de Física (Vol. 2). 18 ed. São Paulo: **Saraiva**, 2012.

Provas. sbfsica, 2022. Disponível em: <https://www.sbfisica.org.br/~obfep/provas/>. Acesso em: 30/11/2022