

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO RIO GRANDE DO NORTE

LUANA KARINE CÂNDIDO FÉLIX

**SALTO COM VARA E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA MECÂNICA: UMA
ANÁLISE DAS QUESTÕES DE FÍSICA EM VESTIBULARES**

CAICÓ/RN
2024

LUANA KARINE CÂNDIDO FÉLIX

**SALTO COM VARA E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA MECÂNICA: UMA
ANÁLISE DAS QUESTÕES DE FÍSICA EM VESTIBULARES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. M.e. Esaú Cesário
Vieira

CAICÓ/RN
2024

Félix, Luana Karine Cândido,

F316s Salto com vara e conservação de energia mecânica: uma análise das questões de física em vestibulares. – 2024.
48 f : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande
do Norte. Caicó, 2024.

Orientador: M.e. Esaú Cesário Vieira.

1. Ensino de Física. 2. Energia. 3. Mecânica. I. Vieira, Esaú
Cesário. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Rio Grande do Norte. III. Título.

CDU 53:37

LUANA KARINE CÂNDIDO FÉLIX

**SALTO COM VARA E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA MECÂNICA: UMA
ANÁLISE DAS QUESTÕES DE FÍSICA EM VESTIBULARES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Licenciatura
em Física do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do
Rio Grande do Norte, em
cumprimento às exigências legais
como requisito parcial à obtenção do
título de Licenciado em Física.

Aprovado em: ___/___/___

Banca Examinadora

Prof. M.e. Esaú Cesário Vieira - Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Alcindo Mariano de Souza - Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. M.e. Rhodriggo Mendes Virgínio - Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte -

Dedico este trabalho aos meus pais, presente em espírito, cujo orgulho transcende barreiras. Aos amigos, fundamentais em seu incentivo, apoio e contribuição para nossas vitórias e a todos que confiaram em mim

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar sempre ao meu lado, fazendo-me sentir sua presença constante em todos os momentos da minha vida.

A minha mãe, tia e avó pela educação que me proporcionaram.

Ao meu irmão, um dos meus grandes exemplos e fontes de inspiração.

Agradeço, também, à minha irmã e ao meu cunhado pelo afeto e atenção dedicados a mim.

Aos colegas de curso, especialmente a Clesmer, agradeço pela constante aceitação e dedicação ao longo desta jornada.

Aos gestores e colegas de trabalho pelas inúmeras vezes em que me ofereceram auxílio, em especial a Mariana pelo apoio excepcional.

Ao meu melhor amigo Francieudes, um agradecimento especial por estar sempre presente e disposto a me ouvir e compreender.

Aos estimados professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), que desempenharam um papel fundamental no meu desenvolvimento acadêmico, expresse minha profunda admiração e respeito. Desejo dedicar um agradecimento especial aos seguintes professores: Alcindo Mariano, Ricardo Rodrigues, Rhodriggo Mendes, Cicero Elias, Thiago Sobral, Rodrigo Sobrinho, Ednaldo Oliveira, Irenaldo Junior, Rodolfo Rodrigues, Raimundo Fabio, Felipe Garcia, Joao Neto, Vanilton Pereira, e às professoras Larissa Fernanda, Fabiana Erica, Monalisa Porto, Nyanne. Agradeço sinceramente a todos os professores mencionados por contribuírem significativamente para o meu crescimento acadêmico. Suas lições e orientações permanecerão como parte essencial da minha jornada educacional e profissional.

Destaco, com especial apreço, meu orientador, professor, mestre Esaú Cesário, pela sua dedicação, competência e pela confiança depositada em mim desde o início deste trabalho. Seu suporte e orientação foram cruciais para o sucesso desta pesquisa.

“Nada na vida deve ser temido, somente compreendido.
Agora é hora de compreender mais para temer menos.”

Marie Curie.

RESUMO

Este estudo tem como objetivo analisar as questões dos vestibulares e do ENEM, com foco na compreensão dos diferentes tipos de energia envolvidos no salto com vara, especialmente na conservação de energia mecânica. A pesquisa concentrou-se em questões específicas que abordam as transformações de energia durante o movimento do atleta nessa modalidade esportiva, com ênfase nos momentos críticos do salto, como a altura máxima alcançada. O principal propósito é fornecer uma análise clara e precisa de como esses problemas abordam os conceitos da energia mecânica nesse cenário específico, visando ampliar a necessidade de questões concisas que abordem o movimento do atleta no salto com vara, enfatizando todas as etapas do processo de transformação. Além disso, destaca-se a importância de uma abordagem crítica na resolução de problemas em física, ressaltando a necessidade de uma reflexão contínua sobre a apresentação das questões e o desenvolvimento das habilidades necessárias para resolvê-las de maneira eficaz. Assim, a análise detalhada das questões não só contribui para uma melhor compreensão, mas também promove o desenvolvimento de uma elaboração mais perspicaz das questões que envolvem conceitos físicos de transformação da energia dentro de um sistema, como é o caso específico do salto com vara.

Palavras-chave: Problemas de Física; Análise de questões; Energia mecânica; Salto com Vara.

ABSTRACT

This study aims to analyze the issues of entrance exams and ENEM, focusing on understanding the different types of energy involved in pole vaulting, especially the conservation of mechanical energy. The research focused on specific questions that address energy transformations during the athlete's movement in this sport, with emphasis on critical moments of the jump, such as the maximum height reached. The main purpose is to provide a clear and precise analysis of how these problems address the concepts of mechanical energy in this specific scenario, aiming to expand the need for concise questions that address the athlete's movement in the pole vault, emphasizing all stages of the transformation process. Furthermore, the importance of a critical approach to solving problems in physics is highlighted, highlighting the need for continuous reflection on the presentation of questions and the development of the skills necessary to solve them effectively. Thus, the detailed analysis of the issues not only contributes to a better understanding, but also promotes the development of a more insightful elaboration of issues that involve physical concepts of energy transformation within a system, as is the specific case of pole vaulting.

Keywords: Physics Problems; Issue analysis; Mechanical energy; Pole vault.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 ANÁLISE DE QUESTÕES	16
2.2 ENERGIA MECÂNICA	19
2.3 ENERGIA CINÉTICA	20
2.4 ENERGIA POTENCIAL ELÁSTICA.....	21
2.5 ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL	22
2.6 ENERGIA CINÉTICA ROTACIONAL	23
2.7 VELOCIDADE ANGULAR	23
2.8 CENTRO DE MASSA E CENTRO DE GRAVIDADE	24
2.9 ENERGIA DISSIPADA (FORÇAS DISSIPATIVAS)	25
3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	26
3.1 QUESTÕES CLASSIFICADAS DE FORMA INCOERENTES.....	27
3.2 QUESTÕES COERENTES	36
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

Durante o segundo período da graduação em Física, no ano de 2019 é que surgiu a proposta de elaboração do primeiro trabalho científico com o tema atual, primeiramente na forma de artigo o que ganhou força e buscou-se aprofundar no documento que se desenvolve para conclusão do curso.

Em um primeiro momento de formação acadêmica é que uma ideia instigante tomou forma: explorar questões que trabalhem o salto com vara como meio de se estar verificando se estão elaboradas corretamente ou não, especialmente sua conservação, e se estão sendo coerentes em apresentar em seu enunciado a conformidade com as leis físicas envolvidas no problema proposto.

Neste trabalho propõe-se a avaliação de questões específicas relacionadas ao salto com vara. É bom que se garanta a clareza e precisão na formulação das questões, pois uma formulação inadequada pode comprometer o entendimento da própria questão e resultar em falhas conceituais ou até mesmo respostas incompletas. Problemas que envolvem conceitos físicos são ferramentas fundamentais para compreender o tema abordado, tornando a formulação correta das questões ainda mais essencial.

O salto com vara é um cenário dinâmico e desafiador que nos permite o estudo da energia mecânica durante o movimento do atleta. Ao analisar questões específicas, podemos compreender melhor essas mudanças de energia, visando além da análise dessas questões, uma discussão abrangente sobre todas as partes envolvidas nesse processo energético.

Ao lidar com questões mal formuladas ou que contenham lacunas conceituais ou mesmo que não tratem as situações problemas em sua completude, pode-se encontrar dificuldades em entender corretamente os princípios físicos ou onde aplicá-los e, conseqüentemente, encontrar a solução adequada, também em descrever completamente os eventos observados.

Nossa pesquisa concentra-se principalmente no momento exato em que o atleta atinge a altura máxima durante o salto com vara. Esse instante assume uma importância decisiva, pois possibilita uma observação direta da manutenção da energia mecânica. Ao concentrarmos nesse ponto crítico do movimento, estamos buscando entender melhor como a energia é transformada e preservada durante todo

o salto, contribuindo assim para uma melhor compreensão das variáveis envolvidas nos problemas de física.

Apesar de ser um tema recorrente em questões em livros, Enem e nos vestibulares, há poucos estudos científicos que exploram a relação entre o ensino de física e a análise de questões relacionadas ao salto com vara e à conservação de energia. Embora haja interesse em questões mais coerentes nessas avaliações, ainda é necessário investigar se esses conceitos são adequadamente abordados nas provas.

Alguns destes trabalhos na plataforma Scielo, no site da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), apresentam alguns poucos trabalhos relacionado a crítica ou análise dos problemas de física no ENEM e outros processos seletivos, foram encontrados, encontramos uns três documentos com análise críticas sobre as questões, e outros três artigos sobre as dificuldades dos alunos em resolver problemas.

Quanto a metodologia do trabalho, Bauer e Gaskell (2002) dizem que uma metodologia qualitativa ou quantitativa será empregada dependendo da forma que o pesquisador deseja analisar um problema. Desta forma, existem problemas que podem ser investigados por meio da metodologia qualitativa e há outros que exigem uma conotação mais quantitativa.

No livro "Como Elaborar Projetos de Pesquisa", Gil (2017) apresenta a pesquisa qualitativa como uma abordagem de investigação científica que busca compreender a complexidade dos fenômenos estudados. Nesse sentido a análise dos dados qualitativos envolve a identificação de temas, padrões e categorias emergentes, com o propósito de captar as percepções, experiências e significados atribuídos pelos participantes envolvidos.

As etapas para realizar uma análise crítica das questões de física relacionadas ao salto com vara em provas de vestibulares e Enem envolvem a identificação dessas questões em exames anteriores. Após essa identificação, é preciso analisar os enunciados das questões.

Embora algumas questões possam ser compreendidas de forma mais simplificada, é essencial manter uma análise crítica. Isso envolve não apenas identificar a presença ou ausência de conceitos-chave, como a conservação de energia, mas também avaliar como esses conceitos são abordados e se são aplicados

de maneira adequada, como sugerido por Furtado e Leonel (2020) ao apresentar o seguinte raciocínio:

“É de consenso geral entre os pesquisadores da área de ensino de ciências que o ensino, incluindo o Ensino Médio, deve proporcionar o desenvolvimento de habilidades investigativas e científicas (Peduzzi,1997). Os métodos de ensino devem capacitar os alunos a responder a perguntas e a procurar pelas informações necessárias para a resolução de situações do cotidiano, não somente no trabalho, mas também na vida pessoal. Uma das características que devem ser trabalhadas no processo de aprendizagem é a atitude reflexiva e autocrítica diante de possíveis erros. Um ensino que proporcione a formação de estruturas de raciocínio, fator necessário para uma aprendizagem efetiva, permite que os alunos gerenciem os conhecimentos adquiridos (BRASIL, 2006a). Nesta perspectiva, estratégias de resolução de problemas têm sido elaboradas “para completar a forma de ensino tradicional, permitindo aos alunos terem uma visão diferente da realidade a partir de um estímulo e da reflexão” (BOY & GARCIA, 2018, p. 143).” (Furtado; Leonel, 2020; p. 2)

No ensino tradicional, a repetição matemática é comum e muitas vezes leva os alunos a memorizarem fórmulas sem entender os conceitos subjacentes, o que se torna um hábito e, ao mesmo tempo, uma grande dificuldade quando se deparam com questões mais bem elaboradas que exigem um conhecimento mais profundo dos conceitos e não apenas da matemática envolvida.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Conforme mencionado anteriormente, compreender melhor as questões envolvidas em Física, assim como em outras ciências, são fundamentais. No entanto, é importante destacar que a maneira como muitas questões são formuladas pode apresentar limitações na sua resolução.

No contexto específico do salto com vara, modalidade esportiva complexa que envolve uma variedade de desafios mecânicos, a resolução de problemas assume um papel categórico. No entanto, muitas questões podem simplificar demais os princípios físicos subjacentes ao movimento do esporte, não refletindo completamente a complexidade da situação.

Portanto, é fundamental que as questões de Física sejam cuidadosamente elaboradas para garantir que realmente avaliem a compreensão dos alunos e sua capacidade de aplicar os conceitos em contextos relevantes e desafiadores.

Ao discutir o papel da resolução de problemas no ensino, é fundamental considerar a perspectiva de Furtado e Leonel (2020) que destaca a importância dessa prática tanto em física quanto em outras disciplinas. Segundo o autor, os professores

e as escolas devem reconhecer sua relevância, pois ela pode promover a autonomia dos alunos em diversas áreas de suas vidas, além de contribuir para o desenvolvimento de uma variedade de habilidades.

No ensino tradicional de Física, a abordagem da resolução de problemas muitas vezes se concentra na aplicação de fórmulas e na manipulação matemática para alcançar soluções, desempenhando um papel importante no progresso dos alunos em sala de aula. É notório que a prática de resolver questões é amplamente empregada em todos os níveis de ensino dessa disciplina, sendo fundamental para a assimilação dos conceitos e o aprimoramento das habilidades dos estudantes. Daí a importância de que as perguntas em exames vestibulares e ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio sejam cuidadosamente elaboradas.

A primeira etapa da metodologia de resolução de problemas é a Observação da Realidade a partir de um problema a ser resolvido. Nesta fase, os alunos deverão identificar pontos importantes na questão que serão problematizadas. (Miranda; Hirai; Bicalho, 2020, p. 4)

Na resolução de problemas, os estudantes geralmente se apoiam no conhecimento da matemática e na interpretação dos dados fornecidos. Isso vai além da mera aplicação de fórmulas, exigindo também a habilidade de interpretar e analisar as informações disponíveis, identificando as relações físicas subjacentes na situação apresentada.

“... Os problemas são mais complexos. Muitas vezes envolvem conceitos estudados anteriormente, exigem passos intermediários para relacionar as grandezas fornecidas pelo enunciado às incógnitas. No entanto, alguns autores defendem a tese, com a qual estou de acordo, de que uma situação pode ser um problema para algumas 20 pessoas e um exercício para outras. Neste caso, diz-se que uma situação é um problema para uma pessoa quando a solução, ou a tomada de uma decisão, não é óbvia, não é automática para esta pessoa. Ou seja, é necessário refletir sobre o assunto e a solução, ou uma delas, é encontrada através de uma sequência de passos e/ou tomada de decisões (ECHEVERRÍA & POZO, 1994 apud PEDUZZI, 1997). Diferentemente, em um exercício, são usadas rotinas automatizadas, já conhecidas pelo solucionador, e muitas vezes não há uma reflexão crítica sobre o resultado, exceto se está longe do esperado, pois o solucionador já possui uma noção da resposta...” (Furtado; Leonel, 2020, p. 4)

Vale salientar que, diante da necessidade de estabelecer um sistema avaliativo nacional mais abrangente, tornou-se imprescindível a adoção de uma referência ou parâmetro que contemplasse de forma ampla o método de avaliação. Com esse intuito, buscou-se desenvolver uma matriz curricular que atendesse ao desenvolvimento de competências e habilidades esperadas para os alunos do ensino médio. Dessa forma, os alunos estariam preparados não apenas para resolver

exercícios matemáticos, típicos do ensino tradicional, mas também para solucionar problemas propostos em diversas modalidades avaliativas, incluindo o ENEM. Nesse sentido, Silva e Martins (2015) destaca a importância desse ajuste curricular para promover uma educação mais abrangente e alinhada com as demandas contemporâneas de avaliação e aprendizagem.

“A necessidade de se aplicar um instrumento de avaliação de aprendizagem escolar de amplitude nacional acarretou a construção de uma "matriz de referência" como referencial curricular do que será avaliado, bem como das competências e das habilidades esperadas dos alunos. A Matriz de Referência (BRASIL, 2013) consubstancia evolução importante na forma de avaliação dos estudantes e oferece orientação quanto aos conteúdos sobre os quais se espera alcançar aprendizado no Ensino Médio, pautando-se em habilidades consideradas essenciais aos estudantes que concluem esse nível de ensino.” (Silva; Martins, 2014, p. 1)

A análise da forma como muitas das questões e problemas são elaborados para avaliar as competências esperadas na formação do aluno durante o ensino médio tem se mostrado desafiadora. Muitos desses problemas apresentam uma complexidade que estimula o aluno a desenvolver seu próprio raciocínio para resolvê-los. No caso específico de problemas relacionados ao salto com vara, objeto deste trabalho, a resolução não requer apenas conhecimento matemático para identificar as variáveis envolvidas, mas também uma compreensão profunda do processo físico envolvido na atividade esportiva, bem como dos conceitos relacionados ao estudo da cinemática.

Isso significa que os alunos precisam não apenas aplicar fórmulas matemáticas, mas também entender como essas fórmulas se relacionam com o movimento do atleta durante o salto. Além disso, eles devem considerar aspectos como a altura alcançada, a velocidade inicial, a eficiência na conversão de energia e outros fatores que influenciam o desempenho no salto com vara.

Portanto, a resolução de problemas envolvendo o salto com vara proporcionam uma oportunidade valiosa para os alunos desenvolverem habilidades analíticas e críticas, ao mesmo tempo em que aplicam conceitos teóricos em situações práticas e relevantes.

“Partimos da constatação consolidada de que hoje, embora seja reservado um tempo significativo das aulas na educação básica para as atividades didáticas de resolução de problemas, há um baixo desempenho dos alunos nestas atividades. Frequentemente, observamos que os estudantes não aprendem a resolver problemas, mas sim apenas memorizam soluções para situações que são apresentadas pelos professores como exercícios de aplicação. Na prática tradicional, é bastante comum os alunos conseguirem solucionar problemáticas similares as anteriores, mas fracassarem diante de

novas situações (Moreira, 2018; Perez, Torregrosa, 1992; Colombo; Berbel, 2007).” (Miranda; Hirai; Bicalho, 2020, p. 2).

Durante o ensino médio, é comum que muitos alunos encontrem dificuldades em desenvolver habilidades de pensamento lógico. Isso se deve, em grande parte, às metodologias de ensino adotadas em sala de aula e à forma como os problemas são apresentados nas avaliações, o que frequentemente não facilita a compreensão. Muitas vezes, as aulas priorizam a memorização de informações em detrimento da compreensão dos conceitos subjacentes. Além disso, os problemas propostos nas provas podem ser complexos ou pouco claros, o que torna desafiador aplicar o raciocínio lógico para resolvê-los.

Como afirmou Silveira, Barbosa e Silva (2015) em sua pesquisa. alunos frequentemente se deparam com a falta de habilidades desenvolvidas, enfrentando desafios na resolução de problemas cuja elaboração pode ser contraditória em relação a leis físicas ou incoerente nas afirmativas apresentadas. Essa situação evidencia a necessidade de revisão dos critérios adotados para a elaboração desses problemas.

“Adicionalmente uma análise detalhada nas últimas edições do ENEM sobre as questões de física [11 - 15] tem apontado sérios problemas em diversas delas. Os problemas variam desde a formulação de questões que já no seu comando apresentam um enunciado em contradição com o conhecimento físico (portanto impossíveis de serem respondidas por quem domine o tema), até questões que não apresentam resposta correta ou que apresentam mais de uma alternativa correta. A exacerbada necessidade de contextualização das questões manifestada nas provas é uma das causas dos problemas encontrados. Mas certamente o INEP, como responsável pela feitura das provas, também carece de revisores competentes, com domínio em física suficiente para impedir que questões como essas sejam utilizadas.” (Silveira; Barbosa; Silva, 2015, p. 5)

Este trabalho visa contextualizar e integrar os conceitos físicos, analisando a abordagem das questões relacionadas à energia mecânica e sua conservação. Clement, Terrazzan e Nascimento (2003) destaca a importância na resolução dos problemas de física, contribuindo para o desenvolvimento de uma compreensão mais ampla e embasada sobre o tema.

“O entendimento destes problemas-exemplo ou problemas-tipo, pelo estudante, que supostamente exigem o respaldo do conhecimento teórico do assunto estudado, é visto pelo professor como condição suficiente para que o aluno se lance à resolução dos problemas que lhe são propostos. Dentro desta concepção, as dificuldades do aluno com a resolução de problemas são geralmente diagnosticadas, pelo professor, como estando relacionadas a não compreensão, em níveis desejáveis, dos temas abordados e/ou a insuficientes conhecimentos matemáticos. Quando se pergunta ao

professor em atuação quais podem ser as causas do fracasso generalizado na resolução de problemas de física, raramente expõe razões que culpem a própria didática empregada” (Peduzzi, 1997, p. 2)

Para fundamentar tais argumentos, tomou-se por base as obras de Silva e Martins (2014) e Silveira, Barbosa e Silva (2015). Ambos autores fazem uma abordagem sobre as questões com equívocos em sua narrativa, conceitos na área da física, apresentando dados que demonstram que há uma falta de coerência na escolha de muitas questões ou ainda que antes de suas publicações em cadernos avaliativos deveriam ser analisadas.

“A escolha e formulação adequada de problemas, que o aluno não se formula, de modo que permitam a introdução de um novo conhecimento (para o aluno), ou seja, os conceitos, modelos, leis e teorias da Física, sem as quais os problemas formulados não podem ser solucionados. Não se restringe, portanto, apenas a apresentação de problemas a serem resolvidos com a conceituação abordada nas aulas, uma vez que está ainda não foi desenvolvida! São, ao contrário, problemas que devem ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado pelo professor. É preciso que o problema formulado tenha uma significação para o estudante, de modo a conscientizá-lo que a sua solução exige um conhecimento que, para ele, é inédito” (Delizoicov, 2001, p. 6)

O salto com vara oferece uma oportunidade para os alunos aplicarem os princípios da Física e seus conceitos durante o processo de resolução dos problemas apresentados nas avaliações. No entanto, erros de elaboração e contradições em algumas questões de vestibulares e Enem dificultam a assimilação conceitual. No caso específico da abordagem do conceito de energia mecânica e suas transformações no salto com vara, uma questão mal elaborada pode tornar a sua resolução difícil ou até mesmo impossível para os alunos.

2.1 ANÁLISE DE QUESTÕES

E importante o entendimento dos princípios fundamentais relacionados aos tópicos das questões para buscar a sua resolução. Ressalta-se que muitas questões mal elaboradas podem não fornecer informações suficientes ou apresentar dados ambíguos, o que prejudica a compreensão dos alunos e compromete a precisão das soluções.

Para realizar essa análise de forma eficaz, é importante possuir um conhecimento teórico prévio sobre os conceitos abordados na questão. Além disso, é preciso saber interpretar com cuidado os dados fornecidos no enunciado, identificando quais informações são relevantes para a resolução do problema.

“... Do mesmo modo que no momento anterior as mais diversas atividades devem ser desenvolvidas, buscando a generalização da conceituação que foi abordada no momento anterior, inclusive formulando os chamados problemas abertos. A meta pretendida com este momento é muito mais a de capacitar os alunos a ir empregando os conhecimentos na perspectiva de formá-los a articular constante e rotineiramente a conceituação física com situações reais, do que simplesmente encontrar uma solução ao empregar algoritmos matemáticos que relacionam grandezas físicas. (...)” (Delizoicov, 2001, p. 13)

Assim, é essencial que as questões sejam elaboradas com cuidado para garantir uma avaliação verdadeira da compreensão dos alunos e sua habilidade de aplicar os conceitos de forma eficaz. Isso promoverá um aprendizado mais significativo e melhor preparará os alunos para enfrentar desafios reais e complexos, como observado por Furtado e Leonel (2020), que criticou a abordagem atual desses problemas em sala de aula.

“Talvez por isto mesmo, os professores de Física se refiram, unanimemente, à importância do “saber resolver problemas” como uma característica essencial do bom aluno de Física, ao mesmo tempo que atribuem as dificuldades de ensinar Física principalmente às dificuldades relacionadas ao ensino de resolver problemas (Sousa & Fávero, 1999)” (Fávero; Souza, 2001, p. 2)

Ao analisar as mudanças de energia ao longo desse processo, os estudantes podem compreender como a energia é transferida e transformada. Essa compreensão é importante para resolver com sucesso os problemas apresentados em processos seletivos como o Enem, mesmo quando as questões são mal formuladas ou apresentam múltiplas respostas possíveis.

Nesse sentido, é fundamental dar ênfase à elaboração de questões de forma criteriosa. Furtado e Leonel (2020), destaca a importância de uma abordagem qualitativa na elaboração dessas questões, onde a aprendizagem se torna mais envolvente e aplicável ao mundo real. Dessa forma, os elaboradores de questões devem adotar um processo cuidadoso para garantir que elas sejam desafiadoras, relevantes e contribuam para uma avaliação justa e eficaz do conhecimento dos alunos.

“Em outros termos: é para problematizar o conhecimento já construído pelo aluno que ele deve ser apreendido pelo professor; para aguçar as contradições e localizar as limitações desse conhecimento, quando cotejado com o conhecimento científico, com a finalidade de propiciar um distanciamento crítico do educando ao se defrontar com o conhecimento que ele já possui e, ao mesmo tempo, propiciar a alternativa de apreensão do conhecimento científico.” ((Delizoicov, 2001, p. 5)

Os PCN+ (Parâmetros Curriculares Nacionais de 2015) salientam a importância de aplicar os princípios da Física em diferentes contextos, incluindo o esporte. No caso do salto com vara, a compreensão da conservação de energia mecânica não apenas explica o movimento do atleta, mas também pode ser aplicada para melhorar técnicas e estratégias, maximizando o desempenho por meio da otimização das transformações de energia ao longo do salto.

Quando falamos sobre Física, é importante seguir as orientações do PCN+ (2015). De acordo com essas orientações, a Física deve ensinar habilidades específicas que ajudam a entender e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos. Isso inclui coisas que acontecem todos os dias e também questões mais complexas.

Essa perspectiva está alinhada à concepção de que a Física não deve ser percebida apenas como um conjunto abstrato de conhecimentos, mas sim como uma ferramenta prática para interpretar o mundo que nos cerca. A ênfase nas competências específicas destaca a importância de desenvolver habilidades que transcendem a simples memorização de fórmulas, enfatizando a capacidade de perceber, analisar e lidar com fenômenos naturais e tecnológicos.

As discussões acerca da resolução de problemas na área da educação têm suscitado debates e divergências, resultantes das diferentes perspectivas teóricas que permeiam esse tema. Conforme destacado por Gil Pérez e Martínez Torregrosa (1987), essas perspectivas teóricas levam a abordagens distintas na maneira de lidar com a resolução de problemas. Para alguns pesquisadores, essa prática está intimamente ligada à reflexão, enquanto para outros é vista como um método pedagógico complexo, exigindo estratégias simplificadas a ser efetivamente transmitida.

No contexto educacional, ao analisar a dificuldade dos alunos na resolução de problemas de Física em avaliações como o Enem e vestibulares, é notável uma tendência comum de evitar atribuir às questões mal elaboradas a responsabilidade por essas dificuldades. Isso sugere uma possível relutância em reconhecer que a qualidade das questões apresentadas nas provas pode contribuir significativamente para os desafios enfrentados pelos alunos.

Ao invés de questionar apenas os alunos ou sua preparação, é essencial também analisar criticamente a qualidade das questões propostas. Questões mal formuladas, ambíguas ou que apresentam múltiplas respostas corretas podem criar

confusão e desestimular os alunos, prejudicando sua capacidade de resolver problemas físicos de forma eficaz.

Portanto, é fundamental que os órgãos responsáveis pela elaboração das provas, como o Inep para o Enem, adotem uma abordagem mais criteriosa na formulação das questões. Isso garantirá que as avaliações realmente avaliem o conhecimento dos alunos de maneira justa e precisa, contribuindo para uma avaliação mais eficaz do ensino de Física e para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas dos estudantes.

Como uma forma de superar o relativo pouco impacto desses estudos sobre as práticas escolares, Delizoicov (2004) propõe a busca da sintonia entre problemas enfrentados pelas escolas e pela educação brasileira e as questões de pesquisa. Um caminho proposto pelo autor seria incorporar nas publicações a discussão sobre possíveis impactos educacionais, que incluiriam motivações, pretensões, implicações mesmo nos casos em que não se consiga identificar claramente o contexto de sua possível implementação. Por outro lado, o autor reconhece a complexidade desta relação e questiona o papel desempenhado pelos resultados da pesquisa em Educação em Ciências oriundos de um dado contexto diferente da realidade onde se insere a prática docente. (Santos; Ostermann, 2005, p. 3)

Essa constatação levanta questões importantes sobre a percepção dos educadores em relação às abordagens utilizadas na disciplina de Física. A falta de atribuição de responsabilidade à metodologia didática sugere a necessidade de um olhar mais crítico sobre como os problemas e como estes são apresentados, indicando a importância de uma reflexão mais profunda sobre a escolha dos mesmos nas avaliações dos vestibulares e Enem, visando aprimorar a forma como os problemas são apresentados e trabalhados.

2.2 ENERGIA MECÂNICA

No contexto do salto com vara, diversas formas de energia mecânica estão envolvidas. Inicialmente, temos a energia cinética, que está presente quando o atleta corre para realizar o salto. Durante a corrida inicial e o momento de flexão da vara, ocorre uma conversão de energia cinética em energia potencial elástica, que é armazenada na vara. À medida que a vara se estica e sofre deformação, essa energia potencial elástica é transformada novamente em energia cinética, impulsionando o atleta para cima durante o salto. Além disso, à medida que o atleta atinge sua altura máxima, parte da energia cinética é convertida em energia potencial gravitacional, à medida que o atleta se eleva no ar. Isso significa que a energia do movimento é

armazenada como a capacidade de realizar trabalho contra a força da gravidade enquanto o atleta está no ar.

Essa forma de energia se torna o resultado do movimento do corpo do atleta. Conforme o atleta inicia o salto, correndo, parte dessa energia é convertida em energia elástica e conseqüentemente devido ao impulso fornecido pela deformação da vara em potencial gravitacional à medida que o corpo é elevado contra a gravidade. Durante o salto, a energia potencial gravitacional atinge seu máximo quando o atleta atinge a altura máxima sobre a barra.

No decorrer do salto com vara, ao analisar o movimento do atleta, é importante considerar não apenas a energia cinética linear, mas também a energia rotacional. A vara, quando flexionada e liberada, não apenas armazena energia potencial elástica, mas também adquire velocidade angular à medida que se endireita. Esta velocidade angular, combinada com a velocidade linear do atleta, contribui para a energia cinética total do sistema.

Além disso, ao analisar o movimento do salto com vara, vale considerar como a conservação de energia se aplica às transformações entre energia potencial gravitacional, cinética e rotacional. À medida que o atleta ganha altura, a energia potencial gravitacional aumenta, enquanto a energia cinética diminui, mas a energia total do sistema, incluindo as componentes rotacionais, permanece constante.

Portanto, ao abordar a conservação de energia no contexto do salto com vara, é relevante considerar não apenas as formas de energia mecânica tradicionais, mas também entender como as velocidades angulares influenciam a energia total do sistema, contribuindo para uma compreensão mais abrangente do movimento do atleta.

2.3 ENERGIA CINÉTICA

Como afirmado por De Andrade Martins (1989) A energia cinética está associada ao movimento de um corpo. Ela depende da massa e da velocidade do objeto em questão.

A fórmula para calcular a energia cinética de um objeto é dada por:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Ainda De Andrade Martins (1989) ele afirma que, é através da formula geral da energia cinética é mostrado que esta é diretamente proporcional a metade do produto da massa pelo quadrado da velocidade do objeto. Isso significa que, à medida que a

velocidade aumenta, a energia cinética cresce de forma mais acentuada, aumentando significativamente o valor total de energia cinética do corpo.

Onde:

(E_c) é a energia cinética em joules (J)

(M) é a massa do objeto em quilogramas (kg)

(V) é a velocidade do objeto em metros por segundo (m/s)

Através do conceito de energia cinética, torna-se possível aos estudantes entenderem como o movimento dos objetos está diretamente relacionado à quantidade de energia que eles possuem. No salto com vara, a energia cinética desempenha um papel importante em diferentes fases da execução do salto. Estando presente na corrida durante a ascensão do e no movimento horizontal do atleta enquanto ele ultrapassa o sarrafo.

2.4 ENERGIA POTENCIAL ELÁSTICA

Em seu trabalho Carlucci e Santos (2016) assegura que, a energia potencial elástica se revela como uma fonte essencial de energia relacionada à distorção de materiais flexíveis. Ao submeter tais materiais a uma deformação, eles efetivamente retêm uma energia potencial que pode ser posteriormente liberada à medida que retornam à sua configuração inicial. Essa capacidade de armazenamento de energia potencial elástica os torna extremamente versáteis, desempenhando um papel fundamental em inúmeras aplicações práticas.

A energia potencial elástica é calculada usando a seguinte fórmula:

$$E_{pel} = \frac{kx^2}{2}$$

Onde:

(k) é nomeada de constante elástica. É uma propriedade do material elástico e representa sua rigidez. é uma medida que descreve a capacidade de um material ou substância de retornar à sua forma original após serem deformados por uma força externa.

(x) A deformação. é a mudança na posição ou no comprimento do material em relação à sua posição ou comprimento original.

A elasticidade de um material é uma propriedade intrínseca que varia de acordo com sua composição química, estrutura molecular e outras características físicas. A

vara de salto é geralmente feita de fibra de vidro ou fibra de carbono, materiais conhecidos por sua alta elasticidade. No salto com vara, a energia potencial elástica está associada à deformação da vara flexível utilizada pelo atleta para impulsionar-se sobre a barra elevada. O processo de associação da energia potencial elástica no salto com vara ocorre em três etapas principais: Planta da vara, Liberação da vara, Impulsão sobre a barra.

2.5 ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL

Conforme indicado por Carlucci (2016), a energia potencial gravitacional é um conceito essencial da física que está relacionado à energia armazenada em um objeto devido à sua posição dentro de um campo gravitacional. Essa forma de energia potencial representa a energia associada à posição ou configuração de um sistema físico.

A fórmula matemática para calcular a energia potencial gravitacional em um campo gravitacional uniforme, como próximo à superfície da Terra, é dada por:

$$E = m \cdot g \cdot h$$

Onde:

(E) é a energia potencial gravitacional

(m) é a massa do objeto (em quilogramas).

(g) é a aceleração da gravidade (em m/s²)

(h) é a altura do objeto acima do nível do solo (em metros).

Podemos notar que a energia potencial gravitacional é diretamente proporcional à massa do objeto e à sua altura. Quanto maior a massa e a altura, maior será a energia potencial gravitacional armazenada no objeto. É fundamental compreender que a energia potencial gravitacional é uma medida relativa, pois sua magnitude depende da escolha de um ponto de referência.

O salto com vara é uma combinação complexa de técnicas, força, equilíbrio e energia. O domínio da técnica é fundamental para maximizar a energia armazenada na vara e, assim, obter uma maior conversão de energia potencial elástica em energia potencial gravitacional, o que permite que o atleta alcance alturas mais elevadas durante o salto.

2.6 ENERGIA CINÉTICA ROTACIONAL

Maxwell (2017), em sua obra "Conservação da Energia, A Roda de Maxwell", destaca que a energia cinética rotacional é um conceito essencial em física, referente ao movimento de rotação de um objeto. Esta forma de energia está relacionada à rotação de um corpo em torno de um eixo fixo.

No contexto do salto com vara, a energia cinética rotacional desempenha um papel que deve ser considerado na dinâmica do movimento. Assim, a energia cinética rotacional no contexto do salto com vara, refere-se à energia associada à rotação da vara durante o salto com vara. Essa forma de energia destaca a complexidade do movimento, onde não apenas a altura do salto é influenciada pela energia linear do atleta, mas também pela rotação da vara em torno de seu eixo, proporcionando uma compreensão mais abrangente das transformações energéticas durante essa prática esportiva específica.

A equação da energia cinética rotacional é dada por:

$$K_{rot} = \frac{1}{2} I\omega^2$$

Onde:

K_{rot} é a energia cinética rotacional (em joules, J).

I é o momento de inércia do objeto em rotação (em quilograma metro quadrado, $\text{kg}\cdot\text{m}^2$).

ω é a velocidade angular do objeto (em radianos por segundo, rad/s)

2.7 VELOCIDADE ANGULAR

Em sua definição de energia angular Carvalho (1993), afirma que é um conceito fundamental na física, especialmente na cinemática rotacional. Ela descreve a rapidez com que um objeto gira ou se move em torno de um eixo. Sua unidade de medida no Sistema Internacional é o radiano por segundo (rad/s), indicando a variação angular em radianos por unidade de tempo.

A velocidade angular é essencial em diversas aplicações, como em motores de carros, onde a rotação do motor é medida em rotações por minuto (RPM), que é uma unidade derivada da velocidade angular. Além disso, na engenharia, se faz necessário para calcular a força centrípeta e determinar a estabilidade de estruturas rotativas.

Existe uma relação direta entre a velocidade angular e a velocidade linear em movimentos circulares. A velocidade linear (v) pode ser calculada pela multiplicação

do raio da trajetória circular (r) pela velocidade angular (ω): $v = r \cdot \omega$. Isso mostra como a velocidade angular influencia a velocidade linear em um movimento circular.

Mais importante do que os resultados em si, tais estudos demonstram como simples modelos físico-matemáticos capturam as principais características do fenômeno; revelando nossa inevitável submissão às leis fundamentais da natureza. (Duarte, 2002, p. 1)

No caso estudado em específico a teoria da velocidade angular é relevante ao descrever o movimento de um atleta durante um salto com vara. Durante a aproximação, o atleta corre com a vara, girando-a em torno de si mesmo. Neste momento, a velocidade angular da vara aumenta gradualmente à medida que o atleta se aproxima do ponto de salto. Essa aceleração do atleta é fundamental para armazenar energia potencial elástica na vara.

Quando o atleta planta a vara e realiza o salto, a energia potencial elástica acumulada na vara é transformada em energia cinética e potencial gravitacional, resultando em um aumento na velocidade angular do atleta em torno da vara. Isso permite que ele eleve seu corpo sobre a barra, enquanto a velocidade angular da vara diminui à medida que ela é liberada.

Durante o salto sobre a barra, observamos o movimento giratório do atleta. A altura que ele alcança está diretamente ligada à velocidade de rotação inicial e à eficiência da conversão de energia da vara para o movimento do atleta. Portanto, entender a teoria da velocidade angular é essencial para compreender como a energia é transferida e utilizada durante o salto com vara, o que influencia diretamente na altura e no sucesso do atleta ao ultrapassar a barra.

2.8 CENTRO DE MASSA E CENTRO DE GRAVIDADE

Conforme abordado por Hewitt (2015), no âmbito do salto com vara, a compreensão do centro de massa faz toda a diferença. Ao contrário de objetos simétricos, como uma bola, cujo centro de massa se alinha harmoniosamente com o centro geométrico, a vara introduz uma complexidade adicional.

“KANE e STERNHEIM (1980, pág. 64) definem o centro de gravidade da seguinte maneira: “O torque ao redor de qualquer ponto produzido pelo peso de um corpo é igual ao torque devido a um corpo concentrado de mesmo peso localizado em um ponto chamado de centro de gravidade (C.G.)... O ser humano não é um corpo rígido. Logo o seu centro de gravidade não está localizado sempre no mesmo lugar em relação ao corpo. O centro de gravidade dependerá da posição instantânea das partículas do ser humano em questão, como discutido pelo autor.” (Assis; Ravanelli, 2008, p. 8)

Durante o salto com vara, quando a vara é comprimida, essa posição do centro de massa influencia diretamente a dinâmica do movimento. À medida que o atleta aplica força contra a vara flexionada, a mudança na localização do centro de massa desempenha um papel fundamental na liberação controlada da energia potencial armazenada. Essa liberação eficiente para impulsionar o atleta sobre a barra de forma eficaz e atingir alturas significativas.

O centro de gravidade (CG) é um termo empregado popularmente para expressar o centro de massa. O centro de gravidade é simplesmente a posição média da distribuição de peso. Uma vez que peso e massa são proporcionais, o centro de gravidade e o centro de massa referem-se ao mesmo ponto do objeto.

No salto com vara, o centro de massa do atleta desempenha um papel determinante ao lidar com o desafio de ultrapassar o sarrafo com êxito. Durante a fase inicial de decolagem, o atleta emprega força na vara, curvando-a e acumulando energia potencial elástica, impulsionando assim seu centro de massa para cima e para frente. Ao liberar a vara e elevar-se, a ascensão contínua do centro de massa desempenha um papel na definição da trajetória precisa para transpor o sarrafo.

Enquanto ultrapassa o sarrafo, o atleta precisa realizar ajustes milimétricos em sua posição para garantir que o centro de massa permaneça dentro dos parâmetros críticos, evitando qualquer contato que possa derrubar a barra. Durante a subsequente fase de descida e aterrissagem, o cuidadoso gerenciamento do centro de massa torna-se vital para alcançar uma conclusão controlada e equilibrada da tentativa.

Ao longo de todo esse processo, manter o alinhamento horizontal preciso do centro de massa é imperativo para otimizar a altura alcançada e assegurar o sucesso na passagem sobre o sarrafo. Em última análise, a habilidade do atleta em dominar e controlar seu centro de massa emerge como um elemento fundamental, diretamente vinculado à eficácia do movimento e à capacidade de superar desafios, elevando-se a alturas cada vez maior.

2.9 ENERGIA DISSIPADA (FORÇAS DISSIPATIVAS)

A dissipação de energia (forças dissipativas) é um conceito importante que significa que parte da energia presente em um sistema é perdida e não pode mais ser utilizada para realizar um trabalho útil. Isso ocorre de várias maneiras, como quando um motor aquece ou quando ouvimos o som de uma máquina funcionando. Com o

passar do tempo, temos observado um aumento na quantidade de energia que é dissipada, especialmente em processos industriais, sistemas mecânicos e eletrônicos.

Segundo Oliveira (2014) e Hennig (2015), durante um salto com uma vara, é observada uma análise de variabilidade na performance de salto, que pode ser influenciada por fatores como resistência do ar e vibrações da vara. Isso sugere que, ao considerar a eficiência do salto, é importante levar em conta não apenas as forças principais envolvidas, mas também os efeitos das condições ambientais e das características específicas do equipamento utilizado, como a vara de salto. Esses fatores podem contribuir significativamente para as perdas de energia durante o movimento, destacando a importância de uma abordagem abrangente na análise do fenômeno do salto com vara.

Imagine uma pessoa pulando com uma vara. Durante o salto, a resistência do ar e as vibrações da vara causam perdas de energia que tornam o salto menos eficiente. No entanto, ao resolver problemas teóricos ou fazer cálculos simplificados, muitas vezes ignoramos essas forças dissipativas para focar nos aspectos principais do movimento, como a energia potencial e cinética da pessoa.

Apesar de serem ignoradas em algumas situações, as forças dissipativas são importantes e devem ser consideradas em análises práticas para uma compreensão mais completa do fenômeno estudado. Portanto, embora possamos simplificar em alguns casos, é fundamental levar em conta essas forças em situações reais para garantir uma análise precisa.

3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente, é importante a identificação das questões que possam apresentar problemas, como ambiguidades, falta de solução ou inconsistências. Isso demanda uma cuidadosa análise e seleção das questões que estejam alinhadas com nosso tema. Ao encontrar uma questão potencialmente crítica, foi necessário a realização de uma leitura para identificarmos se todas as alternativas fornecidas estavam de acordo com o que se pedia no enunciado, buscou-se pela palavra-chave “salto com vara” para que assim as questões pudessem ser encontradas. esta busca foi feita através do site Superpro (SuperProfessor:: Banco de questões para professores, mais de 125 mil questões (sprweb.com.br), através desta ferramenta pode-se trazer questões apenas relacionadas ao nosso tema proposto que era o salto vara.

Nesta seção, exploramos os conceitos da física relacionados à conservação de energia, especialmente aplicados à resolução de questões do Enem e vestibulares que abordam o salto com vara. Nosso objetivo é compreender as questões fundamentais sobre energia mecânica durante esse tipo de movimento e como a elaboração adequada das questões pode impactar a interpretação dos alunos na resolução desses problemas.

A pesquisa em pauta abrangeu o período do segundo semestre letivo de 2023, desdobrando-se em etapas distintas. Tendo em sua fase inicial uma busca mais concreta de extensa revisão bibliográfica, estendendo-se de agosto a novembro, na qual foi dedicado esforço significativo para compreender e sintetizar o conhecimento pré-existente sobre o tema. Durante esse intervalo, concentrados na preparação dos instrumentos de pesquisa, foram ainda refinadas as questões a serem investigadas, garantindo uma abordagem aprofundada e relevante.

Novembro marcou o momento de coleta de dados, uma fase decisiva que permitiu reunir informações essenciais para construção da análise. Após a obtenção do material, adentrou-se no processo de análise minuciosa, buscando identificar padrões, nuances e significados dentro do conjunto de dados coletados.

No mês subsequente, dezembro, todos os esforços para aprimorar a pesquisa e obtenção do trabalho final, é que foi dedicado a escrita. Durante esse período, foi consolidado todos os resultados, de interpretação das descobertas consolidadas e destacada ainda as contribuições oriundas da pesquisa apresentado neste trabalho de escrita. Foi um momento de síntese e reflexão, culminando na apresentação clara e concisa dos resultados obtidos ao longo de todo o processo de investigação.

3.1 QUESTÕES CLASSIFICADAS DE FORMA INCOERENTES

Durante toda a pesquisa realizada para este trabalho, procurou-se identificar diferentes tipos de questões. Algumas dessas questões exigiam apenas habilidades básicas dos alunos para resolvê-las, enquanto outras demandavam um grau mais elevado de competência para lidar com os novos desafios propostos. No entanto, nenhuma das questões apresentava inconsistências significativas em seu enunciado ou em suas soluções

Então, passamos a procurar esses problemas em provas de vestibulares e no Enem, como mencionado anteriormente. Encontramos até mesmo questões sem solução ou com ambiguidade em suas resoluções, o que dificultava para os alunos

identificar a resposta correta. Muitas vezes, eles eram induzidos ao erro por não haver uma resposta correta entre as alternativas fornecidas. Isso ressalta a importância de estar atento a esses problemas e compreender o enunciado para garantir que estejam de acordo com os conceitos físicos ou se há uma resposta correta relacionada.

Ao deparar-se com os equívocos de questões resolvidas, foi notado uma riqueza de oportunidade para aprimorar este trabalho no que compete o entendimento do tema central, conforme ressaltado por diversos estudiosos ao longo da história. Figuras proeminentes como Thomas Edison, ao enfrentar inúmeras tentativas fracassadas antes de inventar a lâmpada elétrica, e Albert Einstein, cujo caminho para a teoria da relatividade foi pavimentado por erros e revisões, evidenciam a importância de aprender com os equívocos.

No campo da física, estudiosos como Richard Feynman enfatizaram a valiosa lição que se pode extrair dos erros, declarando que "é fundamental não enganar a si mesmo e lembrar que os erros ensinam mais do que os acertos". Feynman, famoso por sua contribuição à eletrodinâmica quântica, reconheceu a relevância de aprender com cada erro, pois estes revelam lacunas no entendimento e guiam o processo de aprimoramento do conhecimento.

Além disso, pesquisadores como Carol Dweck, (2017) renomada psicóloga, destacaram a importância de adotar uma mentalidade de crescimento, na qual os erros são vistos como oportunidades para aprender e crescer. Esta mentalidade ressoa com os ensinamentos de diversos educadores contemporâneos, que encorajam os alunos a abraçar os erros como parte essencial do processo de aprendizagem.

Assim, ao analisar as questões respondidas de forma errada ou incompleta, este trabalho foi desenvolvido com o mesmo espírito investigativo seguido por alguns pensadores. Através da qual não apenas se permitiu corrigir erros, como também serviu de impulso em direção a um entendimento mais profundo e a uma maior capacidade de resolver problemas de forma mais precisa e eficaz.

Quando nos deparamos com um problema complexo para o qual não temos as ferramentas adequadas ou o conhecimento completo sobre o assunto, surge um grande desafio para apresentar uma solução que seja coerente e atenda a todas as aplicações dos conceitos de forma sistemática. É nesse momento que se inicia o processo de construção do conhecimento, à medida que buscamos resolver os problemas emergentes

Para encontrar soluções, é essencial buscar novas informações e estabelecer conexões que ajudem a esclarecer nossas dúvidas. Nessa perspectiva, a resolução de problemas requer uma atitude ativa por parte do aluno, que precisa se esforçar para desenvolver suas próprias ideias e conceitos em relação à situação. Isso envolve uma busca contínua por compreensão e a disposição para enfrentar desafios, como destacado por Pozo (1998).

Questão 1 - UEG 2013 (Universidade do Estado de Goiás)

A questão inicial, proveniente da UEG 2013, apresenta um contexto do salto com vara, o qual destaca-se que, para um atleta realizar um salto ideal nessa modalidade, é crucial correr na máxima velocidade e converter toda sua energia cinética em energia potencial, visando elevar seu centro de massa à altura máxima possível. Possuindo o seguinte enunciado:

“Para um atleta da modalidade “salto com vara” realizar um salto perfeito, ele precisa correr com a máxima velocidade e transformar toda sua energia cinética em energia potencial, para elevar o seu centro de massa à máxima altura possível. Um excelente tempo para a corrida de velocidade nos 100 metros é 10 s. Se o atleta, cujo centro de massa está a uma altura de um metro do chão, num local onde a aceleração da gravidade é 10 m/s^2 , adquirir uma velocidade igual à velocidade média do recordista, ele elevará seu centro de massa a uma altura de:”

- A) 0,5 metros.
- B) 5,5 metros.
- C) 6,0 metros.
- D) 10,0 metros.

R: considerando que a velocidade seja constante temos:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{100}{10} \rightarrow v = 10 \text{ m/s}$$

Aplicando a conservação da energia mecânica:

$$m \cdot g \cdot h = \frac{mv^2}{2} \rightarrow h = \frac{v^2}{2g} = \frac{10^2}{20} \rightarrow h = 5 \text{ m}$$

A altura máxima atingida pelo centro de massa do atleta é:

$$H = h + h_0 = 5 + 1 \rightarrow H = 6 \text{ m}$$

A questão inicialmente afirma que "um atleta da modalidade 'salto com vara' precisa correr com a máxima velocidade e transformar toda sua energia cinética em energia potencial, para elevar o seu centro de massa à máxima altura possível". No

entanto, devemos ter cuidado com essa afirmação e analisa-la melhor. Na primeira questão, inicialmente, o problema aborda o cálculo da altura máxima alcançada por um atleta de salto com vara. O cálculo realizado está correto ao considerar a conservação da energia mecânica, chegando a uma altura de 6 metros, indicada pela opção C.

O processo do salto do atleta vai além da afirmação do problema proposto, que sugere que toda a energia cinética foi dissipada ou convertida em energia potencial elástica. Na realidade, nem toda a energia é transformada em energia potencial gravitacional. Se isso acontecesse, o atleta pararia no ar e não ultrapassaria o obstáculo, pois toda a energia estaria contida no impulso da vara em elevá-lo. Além da energia potencial elástica, há também a energia cinética rotacional, que permite ao atleta ultrapassar a barreira quando atinge a altura máxima do salto. A falta de clareza no enunciado leva o aluno a cometer erros durante sua resolução e a não considerar outros fatores ou variáveis que possam estar ocorrendo durante o salto.

Questão 2 IFSP 2011 (Instituto Federal de Educação e Ciências de São Paulo)

No processo seletivo do IFSP 2011, encontramos a seguinte questão:

Um atleta de salto com vara, durante sua corrida para transpor o obstáculo à sua frente, transforma a sua energia _____ em energia _____ devido ao ganho de altura e conseqüentemente ao/à _____ de sua velocidade.

- a) potencial - cinética - aumento.
- b) térmica - potencial - diminuição.
- c) cinética - potencial - diminuição.
- d) cinética - térmica - aumento.
- e) térmica - cinética - aumento.

A segunda questão aborda a conversão de energia no contexto do salto com vara. A resposta indicada como correta é a alternativa C: "cinética - potencial - diminuição". Durante o salto, a energia cinética do atleta é transformada em energia potencial gravitacional à medida que ele ganha altura, simultaneamente à diminuição de sua velocidade. No entanto, ao analisar mais profundamente, seria mais abrangente apresentar uma opção com a seguinte sequência: "cinética – cinética rotacional + potencial - diminuição". Isso resolveria a questão de maneira mais abrangente, considerando a contribuição da energia cinética rotacional no processo.

Questão 3 (Questão 86) – Enem 2011 prova azul

A terceira questão refere-se à questão 86 da prova azul do Enem 2011, apresentando o seguinte enunciado:

Uma das modalidades presentes nas olimpíadas é o salto com vara. As etapas de um dos saltos de um atleta estão representadas na figura:



Desprezando-se as forças dissipativas (resistência do ar e atrito), para que o salto atinja a maior altura possível, ou seja, o máximo de energia seja conservada, é necessário que:

- A) a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica representada na etapa IV.
- B) a energia cinética, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa IV.
- C) a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa III.
- D) a energia potencial gravitacional, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa IV.
- E) a energia potencial gravitacional, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa III.

Na terceira questão do ENEM 2011 a resposta dita como correta atribuída no enunciado indica a opção C, justificando que, pela conservação da energia mecânica,

toda a energia cinética adquirida pelo atleta na etapa I é transformada em energia potencial na etapa III, quando ele praticamente para no ar.

Ao analisar a questão e posteriormente a resolução pelo vídeo do professor Boaro (cf. 86 – ENEM 2011 – Física – Mecânica – Questão 86 resolvida (caderno Azul) – Prof. Marcelo Boaro, 2014) observa-se que o professor, afirma nos minutos 2:49 e 3:21, que toda a energia cinética é convertida em energia potencial gravitacional no salto com vara. No entanto, essa afirmação não reflete precisamente a complexidade do fenômeno. Se aceitarmos integralmente essa ideia, o atleta cairia diretamente sobre o sarrafo, o que não é condizente com a realidade.

A correta compreensão do salto com vara envolve reconhecer que parte da energia cinética é convertida em energia potencial gravitacional, mas não toda. Durante a fase de subida (etapa I), parte da energia cinética é transferida para a energia potencial gravitacional à medida que o atleta ganha altura. No entanto, é importante destacar que há também uma contribuição significativa da energia cinética translacional, uma vez que o atleta se move para cima e sobre a barra.

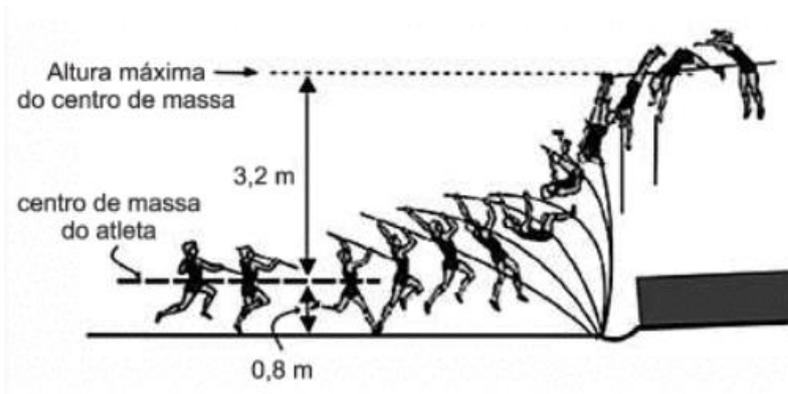
A opção C, que indica que toda a energia cinética é convertida em energia potencial gravitacional, carece de precisão. Seria mais apropriado reconhecer que parte da energia cinética é convertida em energia potencial gravitacional, enquanto outra parte contribui para o movimento horizontal do atleta sobre o sarrafo.

Questão 4 – FUVEST 2008 (Fundação Universitária para Vestibular)

Essa questão é referente ao processo seletivo da FUVEST 2008, que é um vestibular utilizado para ingresso na Universidade de São Paulo (USP). O enunciado propõe uma análise do salto com base em uma sequência de imagens e busca estimar a altura alcançada pelo atleta.

No “salto com vara”, um atleta corre segurando uma vara e, com perícia e treino, consegue projetar seu corpo por cima de uma barra. Para uma estimativa da altura alcançada nesses saltos, é possível considerar que a vara sirva apenas para converter o movimento horizontal do atleta (corrida) em movimento vertical, sem perdas ou acréscimos de energia. Na análise de um desses saltos, foi obtida a sequência de imagens reproduzida acima.

Nesse caso, é possível estimar que a velocidade máxima atingida pelo atleta, antes do salto, foi de, aproximadamente:



Desconsidere os efeitos do trabalho muscular após o início do salto e considere $g=10\text{m/s}^2$.

- a) 4 m/s
- b) 6 m/s
- c) 7 m/s
- d) 8 m/s
- e) 9 m/s

R: letra D

A descrição do problema apresenta uma lacuna ao não abordar a energia cinética rotacional na análise do salto com vara. Essa omissão ocasiona a resolução da questão incompleta, pois essa forma de energia está diretamente ligada ao movimento horizontal do atleta durante a corrida, sendo crucial para uma análise completa, pois ela influencia a altura alcançada no salto ao ser convertida em energia potencial gravitacional sobre a barra. Portanto, é essencial considerar a energia cinética translacional para determinar a velocidade máxima do atleta antes do salto e sua contribuição para a altura atingida no salto com vara.

Questão 5 UFPE 2008 (Universidade Federal de Pernambuco)

A questão corresponde a quinta questão do processo seletivo da UFPE 2008 a qual contém o seguinte enunciado:

“Em uma prova de salto com vara, uma atleta alcança, no instante em que a vara é colocada no apoio para o salto, a velocidade final de $v = 9,0\text{ m/s}$. supondo que toda energia cinética da atleta é convertida, pela vara, em energia potencial gravitacional, calcule a altura mínima que a atleta alcança. Despreze a resistência do ar.”

- a) 4,0 m

- b) 3,8 m
- c) 3,4 m
- d) 3,0 m
- e) 2,8 m

$$R: E_{tf} = E_{ti} \rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow h = \frac{v^2}{2g} = \frac{9^2}{20} = 4,05m$$

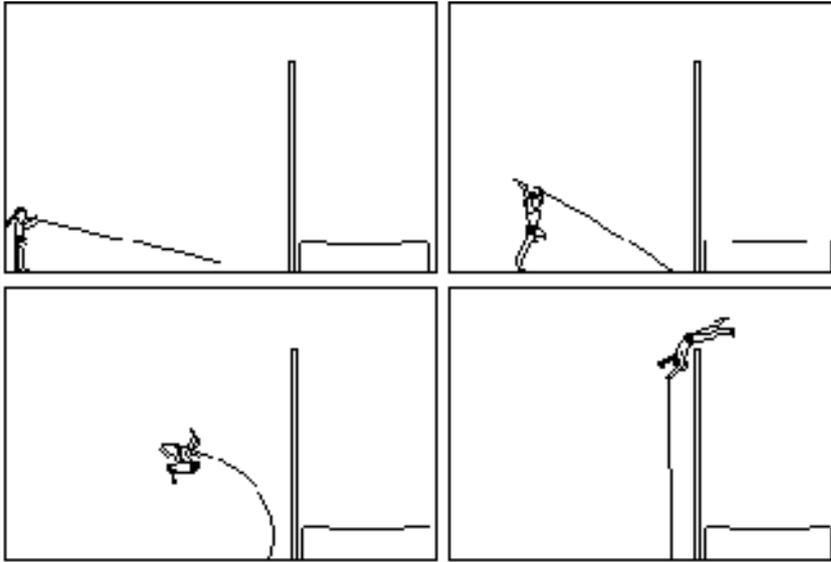
Neste problema, é solicitada a altura mínima que uma atleta alcança no salto com vara, considerando que toda a energia cinética dela é convertida pela vara em energia potencial gravitacional. Ao considerar a altura mínima alcançada, é fundamental levar em conta tanto a energia cinética translacional quanto a rotacional. Quando o atleta está em cima do sarrafo, há uma componente rotacional no movimento. Isso implica que a energia cinética total do sistema deve incluir tanto a energia cinética translacional quanto a rotacional para uma análise mais precisa e abrangente.

Portanto, a lacuna na questão seria a ausência de consideração explícita sobre a energia cinética rotacional associada ao movimento do atleta em cima do sarrafo. A inclusão desses elementos fortaleceria a resolução do problema, permitindo uma análise mais completa e precisa da altura mínima alcançada no salto com vara.

Questão 6 UFRN 2005 (Universidade Federal do Rio Grande do Norte)

A questão 6, proveniente do processo seletivo da UFRN em 2005, descreve a seguinte situação:

“Yelenita estava treinando salto com vara para as Olimpíadas de 2004. A sequência de figuras a seguir representa fases sucessivas de um dos saltos realizados pela atleta. No salto analisado, o centro de massa de Yelenita, que antes do salto está aproximadamente a 86 cm do solo, atinge a altura máxima de 4,86 m.”



Para as estimativas que serão solicitadas, considere que:

- Toda a energia cinética do sistema "Yelenita + vara", no instante imediatamente anterior a ela tocar a vara no chão, é
- Integralmente convertida em energia potencial elástica da vara;
- A eficiência de conversão da energia potencial elástica da vara em energia potencial gravitacional é de 80%;
- A altura alcançada por Yelenita durante o salto se deve exclusivamente à conversão de energia explicitada no item anterior;
- A massa da vara é desprezível em comparação com a massa de Yelenita;
- O valor da aceleração da gravidade no local é aproximadamente 10 m/s^2 .

a) Estime a velocidade de Yelenita antes do salto, no instante imediatamente anterior a ela tocar a vara no chão.

b) Explícite as transformações de energia que ocorrem desde o instante imediatamente anterior a Yelenita tocar a vara no chão até o instante imediatamente anterior a ela atingir o colchão após o salto.

R: a) A energia cinética do conjunto (atleta + vara) é dada por $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ Esta energia é integralmente transformada em energia potencial elástica. Seja $E_{pg} = mgh$ a energia gravitacional no ponto mais alto do salto. Desta forma tem-se:

$E_{pg} = 0,8.E_{pe}$, de onde vem:

$$\frac{(0,8 \cdot m \cdot v^2)}{2} = m \cdot g \cdot (4,86 - 0,86)$$

$$v^2 = \frac{(2 \cdot 10 \cdot 4)}{(0,8)}$$

$$v = \sqrt{100} \rightarrow v = 10 \text{ m/s}$$

b)

I - A energia cinética do conjunto (yelenita + vara) é transformada em energia potencial elástica da vara.

II - A energia potencial elástica da vara é transformada em energia cinética, energia potencial gravitacional e energia térmica (dissipação).

III - A energia cinética é transformada em energia potencial gravitacional.

IV - A energia potencial gravitacional é transformada em energia cinética.

Esta questão apresenta uma análise detalhada do salto de uma atleta de salto com vara, fornecendo dados específicos para estimativas relacionadas à energia cinética, potencial gravitacional e potencial elástica da vara.

A ausência de informações explícitas sobre a energia cinética rotacional ou translacional quando a atleta está em cima do sarrafo cria uma lacuna na compreensão do movimento durante essa fase específica do salto com vara. Se a lacuna fosse preenchida com informações sobre a distribuição ou contribuição específica da energia cinética translacional e rotacional na corrida e no salto sobre o sarrafo, seria possível realizar uma análise mais detalhada e precisa das transformações de energia. Essa informação adicional permitiria uma melhor compreensão de como a energia é distribuída entre os diferentes modos de movimento, melhorando assim a modelagem do sistema e a precisão nas estimativas de velocidade e altura no salto com vara.

3.2 QUESTÕES COERENTES

Para se resolver questões de forma correta é primordial o desenvolvimento cognitivo, o aprimoramento das habilidades analíticas e a consolidação do conhecimento. Esta prática vai além de simplesmente atingir uma resposta correta, ela promove o entendimento profundo dos conceitos, incentivando uma abordagem crítica e reflexiva diante de problemas e desafios

Segundo a perspectiva apresentada por Albert Einstein, a compreensão genuína não é necessariamente resultado de uma inteligência excepcional, mas sim do comprometimento em persistir na resolução dos problemas por um período prolongado (Aurelio, 2019). Isso destaca a importância da perseverança na busca pelo entendimento, enfatizando que este muitas vezes requer tempo e dedicação contínuos.

De acordo com Araújo (2006), a capacidade de resolver questões de forma correta é crucial em contextos acadêmicos e profissionais, nos quais a aplicação prática do conhecimento é essencial. Segundo a mesma fonte, Carl Sagan destacou que a ciência é mais uma maneira de pensar do que um conjunto fixo de conhecimentos. Assim, a resolução assertiva de problemas não apenas evidencia competência na matéria, mas também demonstra a habilidade de enfrentar desafios do mundo real com confiança e eficácia.

Portanto, ao seguir o exemplo desses renomados pensadores, compreendemos que a habilidade de resolver questões de forma correta não é apenas um exercício acadêmico, mas sim uma jornada de autodescoberta, crescimento e aplicação prática do conhecimento no mundo que nos cerca.

Questão 1 (FMP 2017) (Faculdade de Medicina de Petrópolis)

A primeira questão das "Questões Coerentes" foi selecionada a partir da prova aplicada pela FMP no ano de 2017.

No dia 15 de fevereiro de 2014, em Donetsk, na Ucrânia, o recorde mundial de salto com vara foi quebrado por Renaud Lavillenie com a marca de 6,16 m. Nesse tipo de salto, o atleta realiza uma corrida e utiliza uma vara para conseguir ultrapassar o "sarrafo" - termo utilizado para se referir à barra horizontal suspensa, que deve ser ultrapassada no salto.

Considerando que ele ultrapassou o sarrafo com uma velocidade horizontal da ordem de 1 cm/s, fruto das transformações de energia ocorridas durante a prova, tem-se que, após perder o contato com a vara, no ponto mais alto de sua trajetória, a energia mecânica associada ao atleta era?

- a) somente cinética
- b) somente potencial elástica
- c) somente potencial gravitacional
- d) somente cinética e potencial gravitacional
- e) cinética, potencial elástica e potencial gravitacional

No ponto mais elevado de sua trajetória, o atleta possuía uma velocidade de 1 cm/s e encontrava-se a uma altura de 6,16 metros. Nesse contexto, a análise das energias envolvidas revela que o atleta dispunha de energia cinética $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ e energia potencial gravitacional $E_{pg} = m \cdot g \cdot h$.

Ao considerar que Renaud Lavillenie ultrapassou o sarrafo com uma velocidade horizontal da ordem de 1 cm/s, torna-se evidente que parte da energia cinética horizontal inicial do atleta foi convertida em altura durante o salto. Isso resulta em uma combinação de energia cinética (horizontal) remanescente e energia potencial gravitacional no ponto mais alto da trajetória.

Portanto, a opção correta é a letra (d), indicando que apenas as formas de energia envolvidas são a cinética e a potencial gravitacional. Esse entendimento decorre do fato de que a energia potencial elástica da vara já foi utilizada no processo de ultrapassar o sarrafo. Assim, a energia cinética horizontal restante e a energia potencial gravitacional no ponto mais alto representam a distribuição de energia nesse momento específico.

Questão 2 (UCPEL 2017) (Universidade Católica de Pelotas)

A questão em análise foi encontrada em um exame realizado pela Universidade Católica de Pelotas, cujo enunciado é o seguinte:

“Thiago Braz, 22 anos 1,83 m de altura, 75 kg: um exemplo de superação para o povo brasileiro não somente por sua façanha olímpica, mas por sua história de vida! Na olimpíada superou a marca dos 6,03 m de altura no salto com vara. Essa modalidade exige bastante do atleta, pois ele deve ser um ótimo corredor e também possuir considerável força muscular e flexibilidade.

Assinale a alternativa correta abaixo considerando $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

a) Parte da energia cinética do saltador é convertida em energia potencial elástica na vara, o que ajuda a impulsionar o atleta. Em um cálculo aproximado, considerando-se somente a conversão de energia cinética em energia potencial gravitacional, a velocidade de Thiago pode ser estimada como 39 km/h. Este valor, entretanto, não corresponde ao valor real, pois outras variáveis devem ser consideradas.”

b) A velocidade durante a corrida do saltador não é tão importante quanto à força física necessária para firmar a vara no chão e depois utilizar a força dos braços para formar uma sólida alavanca, responsável por elevar o atleta. Não é possível estimar qualquer valor de velocidade baseado apenas nos dados fornecidos, pois é necessário conhecer o tempo que o atleta leva para chegar à altura máxima.

c) Apenas uma pequena parte da energia cinética do saltador é convertida em energia potencial elástica na vara. Em um cálculo aproximado, considerando-se somente a

conversão de energia cinética em energia potencial gravitacional, a velocidade de Tiago pode ser estimada como 39 km/h. Este valor corresponde ao valor real.

d) Toda energia cinética do saltador é convertida em energia potencial elástica na vara. Em um cálculo aproximado, considerando-se somente a conversão de energia cinética em energia potencial gravitacional, a velocidade de Tiago pode ser estimada como 35 km/h. Este valor corresponde ao valor real.

e) A corrida não é tão importante quanto à força física necessária para firmar a vara no chão e depois utilizar a força dos braços para formar uma sólida alavanca, responsável por elevar o atleta. Com base nos dados do enunciado da questão, a velocidade de Tiago pode ser estimada como 30 km/h.

R: Aplicando a conservação de energia mecânica, desprezando a perda da energia cinética ao se transformar em energia elástica na vara e desconsiderando a energia cinética ainda mínima na altura máxima, bem como o atrito com o ar, podemos estimar a velocidade final com que o atleta faz a sua tentativa de salto.

$$\begin{aligned}\frac{m \cdot v^2}{2} &= m \cdot g \cdot h \\ v &= \frac{\sqrt{2mgh}}{m} \\ v &= \sqrt{2gh} \\ v &= \sqrt{2} \cdot 9,8 \cdot 6,03 \rightarrow v = 10,87 \frac{m}{s} = 39,1 \text{ km/h}\end{aligned}$$

O problema apresentado proporciona uma análise profunda da transformação de energia durante o salto com vara, utilizando o princípio da conservação de energia mecânica para estimar a velocidade inicial de Thiago. Destaca-se a transição da energia cinética do atleta para a energia potencial elástica armazenada na vara e, subsequentemente, para a energia potencial gravitacional no ponto mais alto do salto.

É importante ressaltar que, embora a abordagem por conservação de energia ofereça uma compreensão valiosa do processo, o texto reconhece a limitação da estimativa da velocidade. Esse reconhecimento evidencia uma postura realista e consciente da complexidade do movimento do salto com vara, reconhecendo que há variáveis não consideradas que podem influenciar o resultado real.

Ao mencionar que a velocidade estimada não corresponde ao valor real devido a outras variáveis não especificadas, o texto enfatiza a necessidade de uma abordagem mais abrangente para compreender completamente o desempenho do atleta. Isso destaca a importância de fatores individuais, como a técnica específica do atleta, resistência do ar e outros elementos que podem impactar a dinâmica do salto

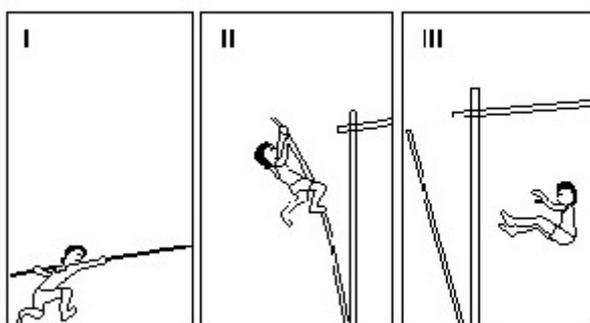
com vara. A apreciação dessa complexidade contribui para uma visão mais holística e realista do fenômeno, reconhecendo que a modelagem simplificada, embora útil, pode não capturar todos os aspectos do movimento esportivo.

Questão 3 (UFF 2005) (Universidade Federal Fluminense)

A próxima questão foi extraída de um exame aplicado pela Universidade Federal Fluminense (UFF) em 2005 e apresenta o seguinte enunciado:

“O salto com vara é, sem dúvida, uma das disciplinas mais exigentes do atletismo. Em um único salto, o atleta executa cerca de 23 movimentos em menos de 2 segundos. Na última Olimpíada de Atenas a atleta russa, Svetlana Feofanova, bateu o recorde feminino, saltando 4,88 m.

A figura a seguir representa um atleta durante um salto com vara, em três instantes distintos.”



Assinale a opção que melhor identifica os tipos de energia envolvidos em cada uma das situações I, II, e III, respectivamente.

- a) cinética - cinética e gravitacional - cinética e gravitacional
- b) - cinética e elástica - cinética, gravitacional e elástica - cinética e gravitacional
- c) cinética - cinética, gravitacional e elástica - cinética e gravitacional
- d) - cinética e elástica - cinética e elástica - gravitacional
- e) - cinética e elástica - cinética e gravitacional – gravitacional

No contexto da questão sobre o salto com vara, analisamos as diferentes situações em termos de formas de energia envolvidas. No início do salto (Situação I), a energia é principalmente cinética devido ao movimento linear do atleta. Durante o salto (Situação II), além da energia cinética, há uma contribuição significativa da energia potencial elástica, resultante da deformação da vara. No ponto mais alto do salto (Situação III), a energia predominante é a potencial gravitacional, com a energia

cinética diminuindo. Essa análise corrobora a opção "C" como a resposta correta, indicando que as formas de energia envolvidas nas situações I, II e III são, respectivamente, cinética, cinética, gravitacional e elástica, cinética e gravitacional.

Questão 4 (UNICAMP - 2001 - 2 FASE) (Universidade Estadual de Campinas)

A última questão foi selecionada da segunda fase do vestibular da UNICAMP no ano de 2001 e apresenta o seguinte enunciado:

“Que altura é possível atingir em um salto com vara? Essa pergunta retorna sempre que ocorre um grande evento esportivo como os jogos olímpicos do ano passado em Sydney. No salto com vara, um atleta converte sua energia cinética obtida na corrida em energia potencial elástica (flexão da vara), que por sua vez se converte em energia potencial gravitacional. Imagine um atleta com massa de 80 kg que atinge uma velocidade horizontal de 10 m/s no instante em que a vara começa a ser flexionada para o salto.”

- a) Qual é a máxima variação possível da altura do centro de massa do atleta, supondo que, ao transpor a barra, sua velocidade é praticamente nula?
- b) Considerando que o atleta inicia o salto em pé e ultrapassa a barra com o corpo na horizontal, devemos somar a altura do centro de massa do atleta à altura obtida no item anterior para obtermos o limite de altura de um salto. Faça uma estimativa desse limite para um atleta de 2,0 m de altura.
- c) Um atleta com os mesmos 2,0 m de altura e massa de 60 kg poderia saltar mais alto? Justifique sua resposta.

A) 5m

B) 6m

c) A altura limite alcançada pelo atleta é:

$$h_1 = h_2 + \frac{v^2}{2g} \text{ que não depende da massa do atleta}$$

onde:

h_1 = limite de altura de um salto

h_2 = altura do centro de massa do atleta

V = velocidade do atleta

g = aceleração gravitacional do local

assim:

mantida a $V = 10\text{m/s}$. o atleta de 60kg não poderia saltar mais alto. A altura limite permaneceria a mesma estimada no item anterior. Porém se $V > 10\text{m/s}$. o atleta poderia saltar mais alto.

A questão aborda o salto com vara, um evento no atletismo que envolve a conversão de energia cinética obtida na corrida em energia potencial elástica da vara e, posteriormente, em energia potencial gravitacional do atleta. Na primeira parte, determinamos a máxima variação possível da altura do centro de massa do atleta usando a conservação de energia mecânica. A fórmula utilizada foi $h = \frac{v^2}{2g}$ que é derivada da conservação da energia cinética e potencial gravitacional.

Na segunda parte, somamos a altura do centro de massa do atleta à altura obtida na parte (a) para obter uma estimativa do limite de altura de um salto. Essa soma é uma abordagem simplificada, presumindo que o atleta ultrapassa a barra com o corpo na horizontal.

Na terceira parte, discutimos que a altura máxima alcançada pelo atleta não depende da massa do atleta, conforme indicado pela fórmula $h_1 = h_2 + \frac{v^2}{2g}$. Isso ressalta a independência da massa na altura máxima do salto com vara.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas identificados nos exames, como o Enem e vestibulares, representam uma questão de grande relevância e preocupação no cenário educacional contemporâneo. A qualidade das questões é de suma importância, pois não apenas avalia o conhecimento dos alunos, mas também influencia diretamente na validade dos resultados obtidos por eles. Nesse sentido, é relevante que as questões sejam elaboradas de maneira cuidadosa e precisa, de modo a garantir que realmente testem o entendimento dos alunos sobre os conceitos abordados.

Ao analisar essas questões, observamos uma variedade de falhas. Por exemplo, algumas delas contendo enunciados ambíguos, dificultando a compreensão por parte dos alunos, levando a respostas errôneas. É importante destacar que esses equívocos não são apenas incidentes isolados, mas podem indicar uma possível falha sistêmica nos processos de revisão e validação das questões.

Além disso, a presença de questões mal elaboradas sugere uma falta de investimento na capacitação e treinamento dos profissionais responsáveis pela elaboração das provas. É fundamental que esses profissionais sejam adequadamente capacitados e atualizados em relação aos conteúdos e metodologias de avaliação, a fim de garantir a qualidade e a precisão das questões.

Diante dessa situação, é necessário realizar uma análise profunda e uma ação imediata por parte dos órgãos responsáveis pela elaboração e revisão dos exames. Medidas eficazes devem ser implementadas para garantir a qualidade e a precisão das questões, incluindo uma revisão sistemática dos processos de criação e validação. Somente assim será possível restaurar a confiança dos estudantes no sistema de avaliação e assegurar a justiça e a validade dos resultados obtidos.

Ademais, destaca-se a importância de estabelecer um diálogo contínuo entre os órgãos responsáveis pelos exames e a comunidade educacional. A colaboração entre professores, estudantes e especialistas em avaliação educacional pode contribuir significativamente para o aprimoramento constante dos processos de elaboração e revisão das questões. Essa interação permite identificar problemas, propor soluções e garantir que os exames continuem a cumprir seu papel de forma justa e eficaz no contexto educacional atual.

Para não ser criado uma interpretação de exagero ou mesmo de intolerância quanto aos fenômenos físicos envolvidos, ou sermos tendenciosos a afirmação de

que todas as questões são incoerentes, é bom ter ciência que para que um problema seja tratado como coerente e necessário seguir alguns parâmetros pré estabelecido pelo conceito em si, assim sendo, Uma questão de física é considerada coerente quando o enunciado, as informações fornecidas e as soluções propostas estão alinhadas com os conceitos e leis físicas aceitas. Além disso, a resposta correta deve ser derivada de maneira lógica e consistente dos princípios físicos relevantes. Em resumo, uma questão é coerente quando está em conformidade com o conhecimento científico atual e segue uma lógica clara e consistente.

Do mesmo modo, numa análise de uma questão que chamamos de incoerente deve-se observar que a incoerência se refere a qualquer falha ou contradição presente na questão de física. Isso pode incluir ambiguidade no enunciado, informações contraditórias fornecidas, aplicação inadequada de princípios físicos ou soluções que não correspondem às premissas estabelecidas. Uma questão incoerente pode induzir os alunos ao erro, causando confusão e prejudicando a capacidade de avaliar corretamente o conhecimento físico. Em resumo, uma questão é incoerente quando há contradição, falta de clareza ou aplicação inadequada dos conceitos físicos.

A conscientização sobre as possíveis inconsistências em uma análise crítica de questões de física é fundamental para cultivar uma abordagem reflexiva e analítica na resolução de problemas. Reconhecer e lidar com essas falhas não implica em ignorar os princípios físicos subjacentes que podem ser simplificados ou omitidos em determinadas situações. Por exemplo, muitas questões de física podem desconsiderar a resistência do ar, uma força dissipativa, para simplificar os cálculos e concentrar-se nos fenômenos principais em jogo. Essa consciência não apenas eleva a qualidade da aprendizagem, mas também prepara os alunos para enfrentarem desafios complexos tanto na disciplina de física quanto em suas vidas cotidianas. Capacita-os a tomar decisões informadas e fundamentadas, desenvolvendo assim habilidades críticas essenciais para o sucesso em diversos contextos.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, André Koch Torres; RAVANELLI, Fábio Miguel de Matos. Reflexões sobre o conceito de centro de gravidade nos livros didáticos. **Ciência & Ensino**, v. 2, n. 2, 2008. Disponível em:
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5099422/mod_resource/content/1/artigo%201.pdf. Acesso em 22 dez. 2023.
- AURÉLIO, Marco. **Meditações**. São Paulo: Montecristo Editora, 2019.
- ARAÚJO, Carlos Alberto Ávila. A ciência como forma de conhecimento. **Ciências & Cognição**, v. 8, p. 127-142, 2006. Disponível em:
http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212006000200014. Acesso em: 23 dez. 2023.
- BAUER, M. W.; GASKEL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 3. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2002. Disponível em:
<https://tecnologiamidiaeinteracao.files.wordpress.com/2017/10/pesquisa-qualitativa-com-texto-imagem-e-som-bauer-gaskell.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2024.
- BERBEL, N. A. N. Metodologia da Problematização no Ensino Superior e sua contribuição para o plano da praxis. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v.17, n. esp., p.7-17, 1996. Disponível em:
<https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/44943>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- BONJORNO, J. R.; CLINTON, B. A.; RANGEL, G. **Física - História e Cotidiano**. 6. ed. São Paulo: FTD, 2016.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC), SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA (SEMTEC). Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio+: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- BOARO, Marcelo. 86 – ENEM 2011 – Física – Mecânica – Questão 86 resolvida (caderno Azul). Vídeo. 5min21s. publicado pelo canal professor Boaro. 25 set. 2014. Disponível em: <https://youtu.be/1fxPKLawezY> . Acesso em: 03 dez. 2023.
- CARLUCCI, Fabiano Lustre; SANTOS, Iago Renan Germiniani dos. Grandezas físicas aplicadas a uma catapulta: Energia potencial elástica. **ETIC-ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, v. 12, n. 12, 2016.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. *et al.* A história da ciência, a psicogênese e a resolução de problemas na construção do conhecimento em sala de aula. **Revista da Faculdade de Educação**, v. 19, n. 2, p. 245-256, 1993. Disponível em:
<https://www.revistas.usp.br/rfe/article/view/33529>. Acesso em: 30 out. 2023.

CARVALHO, Elyson A. N. *et al.* Medição de velocidade angular com alta resolução usando enconders de baixa resolução e PLL. **Revista Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automática**, v. 21, p. 616-625, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ca/a/JJPfvgsGSDSyXC4yGYvyVvJ/>. Acesso em: 25 out. 2023.

CLEMENT, Luiz; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo; NASCIMENTO, Tiago Belmonte. Resolução de Problemas no ensino de física baseado numa abordagem investigativa, Bauru. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 4., 2003, Bauru. **Anais...** Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003. p. 1-13.

DE ANDRADE MARTINS, Roberto. A relação massa-energia e energia potencial. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 6, n. especial, p. 56-80, 1989. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10070>. Acesso em: 17 dez. 2023.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. *et al.* A história da ciência, a psicogênese e a resolução de problemas na construção do conhecimento em sala de aula. **Revista da Faculdade de Educação**, v. 19, n. 2, p. 245-256, 1993. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rfe/article/view/33529>. Acesso em: 11 set. 2023.

DELIZOICOV, Demétrio. Problemas e problematizações. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, p. 125-150, 2001. Disponível em: http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/214670/mod_resource/content/1/Problemas%20e%20Problematizacao%20-%20Dem%C3%A9trio%20Delizoicov.pdf. Acesso em: 11 nov. 2023.

DÍAZ RODRIGUEZ, Félix Maciel. **O processo de aprendizagem e seus transtornos**. Salvador: EDUFBA, 2011.

DUARTE, Marcos. **Estimação da performance em eventos esportivos utilizando a mecânica clássica e modelos analíticos**. Esporte e atividade física. São Paulo, Manole, 2002.

DWECK, Carol. **Edição atualizada pelo Mindset: Mudando a forma como você pensa para realizar seu potencial**. Hachette Reino Unido, 2017

FÁVERO, Maria Helena; SOUSA, Célia Maria Soares Gomes de. A resolução de problemas em física: revisão de pesquisa, análise e proposta metodológica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 6, n. 2, p. 143-196, 2001. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/582/375>. Acesso em: 24 ago. 2024.

FURTADO, U. J.; LEONEL, A. A. Resolução de Problemas e Problemas Abertos: Uma Investigação no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 3, n. 2, 2020. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/11370>. Acesso em: 1 nov. 2023.

Gil, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

Halliday, David. **Fundamentos de Física** :Volume I; mecânica. David. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC 2008.

HEWITT, Paul. **Física Conceitual-12**. São Paulo: Bookman Editora, 2015.

MAXWELL, James Clerk. **Conservação da Energia**: a roda de Maxwell. 2017. Disponível em: http://www.astro.iag.usp.br/~barai/TEACHING/2021-LFI/Experimento1_Conservacao_da_Energia.pdf. Acesso em 23 de abr. 2024.

MIRANDA, Igor Ramon Sinimbú; HIRAI, Leda Yumi; BICALHO, Frederico da Silva. Resoluções de problemas: uma análise das questões de física do processo seletivo da UEPA do ano de 2015. **Revista Ciências & Ideias**, v. 11, n. 1, p. 123-137, 2020. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/reci/article/view/1181>. Acesso em 13 nov. 2023.

MOREIRA, A. M. **Uma análise crítica do ensino de Física**. Rio Grande do sul: Estudos avançados. 2018

OLIVEIRA, Caio Ferrari de. **Os contextos na prova de ciências da natureza do ENEM**: uma medida do seu impacto no desempenho dos estudantes. 2014. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2014. 129f. Disponível em: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2014.922957> Acesso em: 02 dez. 2024.

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. Sobre a resolução de problemas no ensino da física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 14, n. 3, p. 229-253, 1997. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6982>. Acesso em 15 nov. 2023.

PÉREZ, Daniel Gil; et al. '**Questionando a didática de resolução de problemas**: elaboração de um modelo alternativo.' In: Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis/BRA, UFSC, v.09 n.01, p.07-19, 1992. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7501>. Acesso em: 11 nov. 2023.

POZO, J. I. (Org). **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed,1998.

RUSSOMANNO, Tiago Guedes. **Desenvolvimento de ferramentas de análise de desempenho de atletas em 3 diferentes modalidades= Handebol, Provas Combinadas e Salto com Vara**. 2011. Tese (Doutorado em Educação Física) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2011. 120f. Disponível em: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2011.817374>. Acesso em: 23 dez. 2023.

SANTIAGO, Tatiane Feu Teixeira. **Modelo de ensino para mudanças conceituais: desenvolvendo o conceito de centro de gravidade**. 2018. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018. 107f. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/8130>. Acesso em: 19 dez. 2023.

SANTOS, Flavia Rezende Valle dos; OSTERMANN, Fernanda. A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: Novos elementos para repensar essa relação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 3, p. 316-337, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6374>. Acesso em 22 nov. 2023.

SILVA, Vailton Afonso da; MARTINS, Maria Inês. Análise de questões de Física do Enem pela taxonomia de Bloom revisada. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, p. 189-202, 2014. Disponível em <https://www.scielo.br/j/epec/a/Mt7prZW6xZd7GhhByDJc9wH/>. Acesso em: 18 nov. 2023.

SILVEIRA, Fernando Lang da; BARBOSA, Marcia Cristina Bernardes; SILVA, Roberto da. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): uma análise crítica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, p. 1101, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11173710001>. Acesso em 1 dez. 2023.