



APARATO EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA

RONIVALDO RODRIGUES GARCIA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação (Universidade Federal de Mato Grosso) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Edilberto Munayco Solorzano

CUIABÁ/MT
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

G216a Garcia, Ronivaldo.

APARATO EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DA CONSERVAÇÃO DA
ENERGIA MECÂNICA / Ronivaldo Garcia. -- 2022
103 f. ; 30 cm.

Orientador: Edilberto Munayco Solorzano.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Mato Grosso,
Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação Profissional em
Ensino de Física, Cuiabá, 2022.

Inclui bibliografia.

1. Conservação da energia mecânica. 2. Aparato experimental. 3. Simuladores. 4.
Aprendizagem significativa. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

APARATO EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA

RONIVALDO RODRIGUES GARCIA

Orientador: Prof. Dr. Pablo Edilberto Munayco Solorzano

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação (Universidade Federal de Mato Grosso) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:

Dr. PABLO EDILBERTO MUNAYCO SOLORZANO (UFMT- Orientador)

Dr. CARLOS MANUEL SANCHEZ TASAYCO -Examinador Interno (UFMT)

Dr. LÚCIO ÂNGELO VIDAL - Examinador Externo (UFMT)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA EM REDE NACIONAL - PROFIS
Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Boa Esperança - Cep: 78060900 - Cuiabá/MT
Tel : 3615-8788 - Email : sabrina@fisica.ufmt.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO : "Aparato Experimental Para o Ensino da Conservação da Energia Mecânica"

AUTOR: Ronivaldo Rodrigues Garcia

defendida e aprovada em 07/06/2022.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientador Doutor PABLO EDILBERTO MUNAYCO SOLORZANO
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Interno Doutor Carlos Manuel Sanchez Tasayco
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Externo Doutor Lúcio Ângelo Vidal
Instituição : Instituto Federal de Mato Grosso

Examinador Suplente Doutor Jonathan Willian Zangeski Novais
Instituição : Universidade de Cuiabá - UNIC

Examinadora Suplente Doutora Daniela de Oliveira Maionchi
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Dedico esta dissertação a Deus.

A minha mãe Elizabeth Rodrigues Garcia (in memoriam).

Ao meu pai Riunei Garcia Filho.

Aos meus filhos, Lucas da Silva Garcia e Estefany da Silva Garcia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar presente em minha vida, dando-me a oportunidade de realizar mais uma importante etapa em minha jornada.

Aos meus filhos, Lucas e Estefany, por me apoiarem e torcerem por mim.

A minha esposa Eliana pelo apoio e compreensão.

A todos os professores(as) que contribuíram para a minha formação.

Ao meu orientador Dr. Pablo Edilberto Munayco Solorzano pelas orientações, mesmo em momentos difíceis em função da pandemia da Covid-19.

A todos que contribuíram, de forma direta ou indiretamente, para que fosse possível a realização de mais uma importante etapa da minha vida.

A CAPES pela oportunidade concedida de participar do MNPEF.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

O ensino de Física na Educação Básica e no Ensino Superior enfrentam muitos desafios. Facilitar o processo de ensino e aprendizagem de forma que os discentes atinjam uma aprendizagem significativa é o desafio dos docentes em todos os níveis. Diante disso, a construção desta Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) tem como objetivo despertar o interesse em relação ao estudo do conteúdo sobre conservação de energia mecânica no Ensino Médio. Para isso, além de uma sequência didática foi construído um aparato experimental de baixo custo, que possibilitou aos discentes realizarem experiências em sala de aula. O produto educacional possui uma sequência com dez aulas, sendo que nessas há o uso do simulador PHET, pista de skate, que serviu como organizador prévio, além de quatro listas de atividades. A UEPS foi baseada dentro da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e Marco Antônio Moreira. A aplicação ocorreu com três turmas do primeiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual Juarez Rodrigues dos Anjos no município de Cuiabá, em Mato Grosso. Os resultados obtidos com a turma teste (TT), após a aplicação apresentam indícios de aprendizagem significativa. Analisando quantitativamente o total de questões respondidas corretamente no pré-teste e no pós-teste respectivamente, de um total de 60 questões. A turma teste (TT) passou de um índice percentual de 37% para 72% em relação as questões corretas, enquanto, a turma controle (TC) passou de 37% para 52%. Os resultados qualitativos da turma teste (TT), também foram melhores se comparados com a turma controle (TC).

Palavras-chave: Conservação da energia mecânica, Aparato experimental, Simuladores, Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

The teaching of physics in basic education and higher education faces many challenges. Facilitating the teaching-learning process so that students achieve meaningful learning is the challenge for teachers at all levels. Therefore, the construction of this potentially significant teaching unit aims to arouse interest in the study of content on conservation of mechanical energy in high school. For this, in addition to a didactic sequence, a low-cost experimental apparatus was built, which enabled students to carry out experiments in the classroom. The educational product has a sequence with ten lessons, in which there is the use of the skate park PHET simulator that served as a previous organizer, in addition to four lists of activities. The potentially meaningful teaching unit was based on the theory of meaningful learning by David Ausubel and Marco Antônio Moreira. The application took place with three groups of the first year of high school at the Juarez Rodrigues dos Anjos State School in the municipality of Cuiabá in Mato Grosso. The results obtained with the test class (TT) after the application show signs of significant learning. Quantitatively analyzing the total number of questions answered correctly in the pre-test and post-test respectively, out of a total of 60 questions. The test group (TT) went from a percentage rate of 37% to 72% in relation to the correct questions, while the control group (TC) went from 37% to 52%. The qualitative results of the test group (TT) were also better compared to the control group (TC).

Keywords: Conservation of mechanical energy, Experimental apparatus, Simulators, Meaningful learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Simulador PHET- pista de Skate básico 1	17
Figura 2 - Simulador PHET- pista de Skate básico 2	18
Figura 3 - Simulador PHET- pista de Skate 3.	18
Figura 4 - Aparato experimental, criado por Joule, para medir o equivalente mecânico do calor.	21
Figura 5 - Bloco se movimentando em um plano horizontal, sobre a ação de uma força F	22
Figura 6 - Bloco descendo um plano inclinado sobre a ação da gravidade.....	24
Figura 7 - Trabalho realizado por uma força variável	25
Figura 8 - Partícula movendo em um percurso fechado de a até b	29
Figura 9 - Foto mostrando a resposta ao pré-teste de um discente da turma teste.	38
Figura 10 - Foto da aplicação do simulador PHET pista de Skate.	39
Figura 11 - Foto da aplicação do simulador PHET (pista de Skate) de outro ângulo	39
Figura 12 - Foto da resolução da lista 2 da UEPS pelo grupo 1.....	41
Figura 13 - Foto da resolução da lista 2 da UEPS do grupo 2.....	42
Figura 14 - Foto da resolução da lista 3 da UEPS do grupo 1.....	44
Figura 15 - Foto da resolução da lista 3 da UEPS pelo grupo 2.....	45
Figura 16 - Foto da resolução da lista 4 realizada por discentes de um grupo.....	46
Figura 17 - Foto dos discentes utilizando o aparato experimental 1.	47
Figura 18 - Foto dos discentes usando o aparato experimental 2.....	48
Figura 19 - Foto dos dados obtidos pelo grupo 1, através do uso do aparato experimental....	48
Figura 20 - Foto dos dados obtidos pelo grupo 2, através do uso do aparato experimental....	49
Figura 21 - Foto dos dados obtidos pelo grupo 3, através do uso do aparato experimental....	50
Figura 22 - Foto da resposta do pós-teste de um discente da turma controle (TC).....	51
Figura 23 - Foto da resposta do pós-teste de um discente da turma teste (TT).....	52
Figura 24 - Gráfico representando os resultados da aplicação do pré-teste na turma teste (TT).	53
Figura 25 - Gráfico representando os resultados da aplicação do pré-teste da turma (TC). ...	54
Figura 26 - Gráfico dos resultados da aplicação do pós-teste na turma teste (TT).	55
Figura 27 - Gráfico dos resultados da aplicação do pós-teste na turma controle (TC).	56
Figura 28 - Gráfico apresentando o total de respostas no pré-teste da turma (TT).....	57
Figura 29 - Gráfico apresentando o total de respostas no pós-teste da turma (TT).....	57
Figura 30 - Gráfico apresentando o total de respostas do pré-teste da turma controle (TC)...	58
Figura 31 - Gráfico apresentando o total de respostas no pós-teste da turma (TC).	59
Figura 32 - Foto da resposta da questão 6 de um discente no pós-teste da turma (TT).	61

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	13
	2.1 A IMPORTÂNCIA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA.....	15
	2.2 O USO DE SIMULADORES NO ENSINO DE FÍSICA.....	15
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
	3.1 LEI DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA	20
	3.2 TRABALHO DE UMA FORÇA CONSTANTE	22
	3.3 TRABALHO REALIZADO POR UMA FORÇA VARIÁVEL	25
	3.4 O TEOREMA TRABALHO – ENERGIA CINÉTICA	27
	3.5 PROVA GERAL DO TEOREMA DO TRABALHO - ENERGIA	28
	3.6 TRABALHO DE UMA FORÇA CONSERVATIVA.....	29
	3.7 ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL.....	30
	3.8 CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA	31
4	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	33
	4.1 AS DIFICULDADES PARA SE APLICAR O PRODUTO EDUCACIONAL DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19.....	33
	4.2 ETAPAS DA APLICAÇÃO DA UEPS	35
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
	5.1 ANÁLISE DO DESEMPENHO DA TURMA TESTE (TT) EM RELAÇÃO À QUANTIDADE DE RESPOSTAS CERTAS, ERRADAS E NÃO RESPONDIDAS NO PRÉ-TESTE E NO PÓS-TESTE.....	57
	5.2 ANÁLISE DO DESEMPENHO DA TURMA CONTROLE (TC) EM RELAÇÃO À QUANTIDADE DE RESPOSTAS CERTAS, ERRADAS E NÃO RESPONDIDAS NO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE	58
	5.3 DISCUSSÃO SOBRE AS QUESTÕES TRÊS E CINCO	59
	5.4 DISCUSSÃO SOBRE AS QUESTÕES QUATRO E SEIS.....	60
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
	REFERÊNCIAS.....	64
	APÊNDICE A	66
	APÊNDICE B.....	67
	APÊNDICE C	68
	APÊNDICE D	69
	APÊNDICE E.....	70

1 INTRODUÇÃO

Melhorar o processo de ensino e aprendizagem não é uma tarefa fácil, porém para romper com as dificuldades devem ser propostas situações que permitam facilitar este processo usando novas ferramentas e métodos didáticos alternativos. Diante disso, a ferramenta que será construída pretende colaborar para o alcance deste objetivo, contribuindo para uma aprendizagem significativa. Por meio da criação de uma Sequência Didática e de um aparato experimental, os discentes poderão realizar experimento, observações, análise de dados e plotar gráficos, que contribuirão para uma melhora na aprendizagem dos discentes do primeiro ano do Ensino Médio da escola estadual Juarez Rodrigues dos Anjos. É importante destacar que para Moreira:

Uma das condições para ocorrência de aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Um material com essa característica é dito potencialmente significativo (Moreira, 2006).

Os últimos três anos da Educação Básica têm revelado dados preocupantes, segundo o INEP (indicadores nacionais de estudo e pesquisa), a taxa de rendimento do último levantamento feito, em 2018, no Ensino Médio das escolas estaduais de Mato Grosso, que apresentam informações que revelam as seguintes situações: para o primeiro ano do Ensino Médio se tem 22,1% de reprovação, 13,6% de abandono e 64,3% de aprovação. Enquanto para o segundo ano, 13,7% de reprovação, 8,9% de abandono e 77,4% de aprovação, porém no último ano os dados são um pouco melhores, 8,2% de reprovação, 7,0% de abandono e 84,8% de aprovação.

Essas informações confirmam que a situação é mais crítica no primeiro ano da última etapa da Educação Básica. Isso motivou a escolha de se trabalhar com este grupo facilitando o processo de ensino e aprendizagem, buscando melhorar assim esses índices. Outra pesquisa feita pela instituição citada no parágrafo anterior apresenta uma informação que também é preocupante, apenas 21% das escolas do estado (106 ao todo), possuem laboratório de Ciências, enquanto a média nacional é de 38%. Inclusive, é importante destacar que a escola na qual será trabalhado o produto educacional, fica localizada no bairro Santa Laura, na periferia de Cuiabá e foi entregue para a comunidade, em 2015, com dezoito salas de aula, um espaço para biblioteca e um laboratório de informática, mas sem laboratório de ciências. Isso é contraditório com o que diz as Orientações Curriculares de Mato Grosso:

A Física é uma ciência experimental, uma construção humana, está nas nossas mentes como físicos, professores de Física ou cidadãos, neste caso como conhecimento explícito ou implícito. O conhecimento Físico, ao ser abordado em sala de aula, deve ser alicerçado por experiências ou vivências que o aprendiz capta da realidade na qual se insere, permeada de uma linguagem coloquial, que muitas vezes reflete o senso comum (Orientações Curriculares de Mato Grosso, 2018, p. 61).

Pode-se constatar que o experimento é importante no ensino de física como foi supracitado, isso também é destacado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) por meio do Ministério da Educação do BRASIL que afirma:

é dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio discente, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição de conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência para além das situações convencionais de experimentação em laboratório [...]. Experimentar pode significar observar situações e fenômenos a seu alcance, em casa, na rua ou na escola. [...]. Pode também envolver desafios, estimando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais (Ministério da Educação do BRASIL, 2002).

Outro fator que dificulta o processo ensino de física é a carga horária de apenas 2 horas-aula por semana na maioria das escolas públicas. Além disso, há também docentes precisando de formação continuada para que as aulas sejam mais atrativas, pois a maioria dessas são tradicionais. Em relação a isso, Libâneo diz o seguinte:

A atividade de ensinar é vista, comumente, como transmissão de matéria aos alunos realização de exercícios repetitivos, memorização de definições e fórmulas. O professor “passa” a matéria, os alunos escutam, respondem o interrogatório” do professor para reproduzir o que está no livro didático, praticam o que foi transmitido em exercícios de classe ou tarefa de casa e decoram tudo para prova (Libâneo, 2006).

O produto, que está sendo produzido, irá facilitar para que se tenha um resultado diferente, pois nesta UEPS serão utilizados recursos, tais como: simulador PHET (pista de Skate), disponível de forma gratuita na internet, um aparato experimental, celulares dos discentes. Diante disso, haverá condições para que o aprendiz consiga entender melhor o conceito da conservação da energia mecânica.

Antes da aplicação da UEPS, serão trabalhados os conteúdos que servirão de subsunçores. Para se alcançar uma aprendizagem significativa no ensino de física é preciso ter a existência de subsunçores relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz, sendo esse um dos pré-requisitos para que o material seja potencialmente significativo, de acordo com Moreira (2006).

Diante disso, será possível atingir o objetivo geral que é: alcançar uma aprendizagem significativa sobre conservação da energia mecânica, através da transformação da energia potencial gravitacional em energia cinética.

Além disso, almeja-se alcançar os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Verificar a conservação da energia mecânica.
- ✓ Medir o intervalo de tempo gasto no percurso.
- ✓ Calcular a velocidade ao final da rampa.
- ✓ Calcular a energia potencial gravitacional.
- ✓ Aferir a energia cinética observando sua dependência com a energia potencial gravitacional.
- ✓ Observar a dependência da energia potencial em relação à altura.
- ✓ Analisar as diferenças entre as energias potencial gravitacional teórica e as energias cinéticas obtidas através dos dados colhidos durante a realização das experiências com o aparato experimental.

2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

O processo de ensino e aprendizagem fornece muitas dificuldades, principalmente, no Ensino Médio. No entanto, apesar de se viver em um mundo em que o desenvolvimento tecnológico caminha a passos largos, o desinteresse pela ciência por parte de uma grande parcela da sociedade é enorme.

Isso fica mais visível em uma porcentagem significativa dos discentes do primeiro ano do Ensino Médio, em que se tem o maior índice de desistência e de reprovação da Educação Básica. Segundo dados do INEP 2019, de cada 100 discentes do primeiro ano do Ensino Médio, 27 estão com atraso escolar de 2 anos. O IDEB (índice de desenvolvimento da Educação Básica) de Mato Grosso, em 2019 ficou em 3,4 sendo que a meta era 4,2.

Como proposta para minimizar esses e outros problemas, foi criada uma UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa). Baseada na teoria da aprendizagem significativa, criada pelo médico psiquiatra David Ausubel (1918-2008), esta teoria surgiu por meio dos estudos da Psicologia Educacional em conjunto com os princípios da aprendizagem, fatores que a influenciam e dos processos mentais existentes na estrutura cognitiva do docente. Segundo Moreira:

Aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo (Moreira, 1999).

Entre os vários desafios no processo de ensino e aprendizagem primeiro é preciso mudar o método tradicional de ensino, em que os discentes decoram fórmulas, para aplicar nas avaliações, tanto bimestrais como de concursos, de vestibulares, no Enem e outros. Para romper essa barreira, o docente precisa explicar os conceitos, fazer analogias com situações do cotidiano, usar recursos tecnológicos. No entanto, antes se precisa fazer uma sondagem daquilo que os discentes já sabem, ou seja, verificar os seus subsunçores. Segundo Moreira (1999, p.153) são: “conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz”.

Moreira (2021, p. 2) também afirma que: “No ensino da Física é mais importante dar atenção aos conceitos físicos do que às fórmulas. As fórmulas contêm conceitos. Não tem

sentido decorar fórmulas sem entender os conceitos que as constituem”. No entanto, como é a aprendizagem de conceito? Segundo Zabala; Arnau, é o tipo de aprendizagem que:

Requer atividades complexas que promovam um verdadeiro processo de elaboração e desenvolvimento pessoal do conceito. O objetivo desse tipo de atividade não é levar os alunos a memorizar, mas a compreender de maneira significativa. Os conceitos serão aprendidos a partir da superação de um conflito cognitivo, no qual se realiza uma dialética recíproca entre a aprendizagem implícita (o conhecimento prévio dos alunos) e a explícita (o novo conhecimento a ser aprendido (Zabala; Arnau, 2020).

Diante disso, o docente deve buscar meios que permitam a elaboração de atividades complexas, com o objetivo de atender essa necessidade serão realizadas atividades experimentais usando um aparato experimental, que foi elaborado para facilitar o processo de ensino e aprendizagem. As atividades experimentais são muito importantes para o aprendizado, segundo Peruzzo:

Apesar de conter aspectos filosóficos, teóricos e matemáticos, a física é essencialmente uma ciência experimental. Portanto, a realização de experiência é uma parte essencial para o ensino de física. O uso de atividades experimentais como estratégia de ensino tem sido apontado como uma das maneiras mais frutíferas de se minimiza as dificuldades de aprender e de se ensinar física de modo significativo e consistente (Peruzzo, 2012)

Outra ferramenta que terá uma importante contribuição para o sucesso do produto educacional, neste período de pandemia é o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs). Isso porque os discentes não irão apresentar muita resistência em fazerem uso desses recursos, uma vez que, as aulas ficam mais atrativas despertando o interesse deles. Moreira expõe que em função do fato de:

Cada vez mais os alunos têm acesso a computadores e internet, na escola ou em casa. Em laboratórios virtuais os alunos podem fazer simulações, construir modelos computacionais, alterar variáveis em modelos preexistentes para ver o que acontece, fazer experimentos remotos. Enfim, podem aprender física e desenvolver competências científicas. Celulares também têm potencial para o desenvolvimento de atividades experimentais no ensino da Física (Moreira, 2021).

Essas ferramentas também possibilitarão que se faça uma analogia com os fenômenos do cotidiano. Diante disso, pode-se afirmar que o aprendiz irá adquirir competências, que segundo Zabala; Arnau:

As competências envolvem agir de maneira eficiente diante de uma situação-problema concreta e em um contexto específico. Os componentes da competência devem ser mobilizados e aplicados em uma determinada situação. Até que essa aplicação seja produzida, não podemos falar de competência (Zabala; Arnau, 2020).

Reforçando o que foi citado acima, foi feita a seguinte pergunta por Moreira (2021, p. 3): “Mas, no caso do ensino da Física, quais seriam as competências? Por exemplo,

modelagem científica, argumentação baseada em evidências, Comunicação de resultados, perguntar, questionar e criticar cientificamente”.

No entanto, não se deve esquecer que o conhecimento prévio é uma condição indispensável para a aprendizagem de competências, uma vez que as novas competências devem estar ligadas aos esquemas de conhecimento que os discentes já possuem, de acordo com Zabala; Arnau (2020), ou seja, em sua teoria, Ausubel (1978) define estes conhecimentos prévios como subsunçores. Estes se destacam como sendo uma condição importante para se alcançar uma aprendizagem significativa.

2.1 A IMPORTÂNCIA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA

O ensino centrado nos conceitos teóricos, sem incluir situações reais, torna a disciplina de física desmotivante e entediante para o discente, segundo explica Peruzzo (2012). Diante disso, o docente precisa buscar formas de “driblar” as dificuldades que enfrentam, em função da falta de laboratórios, equipamentos e outros. Isso pode ser feito realizando experimentos em sala de aula.

As atividades experimentais vão ao encontro do que diz a BNCC (2018), em relação à habilidade **(EM13CNT301)** que orienta: a construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

No ensino de Física é essencial complementar a teoria com a prática para uma aprendizagem significativa dos conteúdos físicos. No entanto, na prática, esse ensino é conduzido sem atividades experimentais, seguindo o modelo expositivo no qual o professor “dá a matéria” para os discentes anotarem em seus cadernos ou fotografarem com seus celulares. Isso é um grande erro em ensino de Física sem atividades experimentais, conforme Moreira (2021).

2.2 O USO DE SIMULADORES NO ENSINO DE FÍSICA

Moreira (2011) salienta que entre as causas do reconhecido fracasso no aprendizado de Física estão: “inadequação das condições materiais e de infraestrutura, o desinteresse e a falta

de envolvimento dos discentes”, também há a aparente incapacidade dos docentes em utilizar os recursos tecnológicos que promovem uma melhor participação em sala de aula e a falta de uma metodologia moderna, tanto do ponto de vista pedagógico quanto tecnológico. Diante disso, tornar o professor proficiente no uso das tecnologias digitais de forma integrada ao currículo é importante para uma modificação de abordagem que se traduza em melhores resultados na aprendizagem dos alunos (MORAN, BACIN, 2018)

Para superar a situação supracitada há a necessidade de fazer uso de recursos tecnológicos, principalmente, na impossibilidade de serem realizadas atividades práticas, nesse caso se pode trabalhar com simuladores, segundo Moreira:

Cada vez mais os alunos têm acesso a computadores e internet, na escola ou em casa. Em laboratórios virtuais os alunos podem fazer simulações, construir modelos computacionais, alterar variáveis em modelos preexistentes para ver o que acontece, fazer experimentos remotos. Enfim, podem aprender física e desenvolver competências científicas. Celulares também têm potencial para o desenvolvimento de atividades experimentais no ensino da Física (Moreira, 2021).

A pandemia da Covid-19 serviu para se reinventar a educação, analisar as contribuições, os riscos e as mudanças advindas da interação com a cultura digital, da integração das TDCs, dos recursos, das interfaces e das linguagens midiáticas à prática pedagógica, explorar o potencial de integração entre espaços profissionais, culturais e educativos para a criação de contextos autênticos de aprendizagem mediados pelas tecnologias (MORAN, BACICH, 2018).

Deve-se ter sempre em mente que, as TDCs contribuem com os docentes para superarem os limites, das insuficiências dos livros didáticos e a falta de laboratório de ciência. Isso ficou mais evidente neste período de pandemia da Covid-19. Embora os livros didáticos sejam amplamente usados, em salas de aula, e tenham uma importância indiscutível, esses não garantem aprendizado. O docente precisa atuar como participante do processo e as TDCs são aliadas (GOMES, FRANCO, ROCHA, 2020).

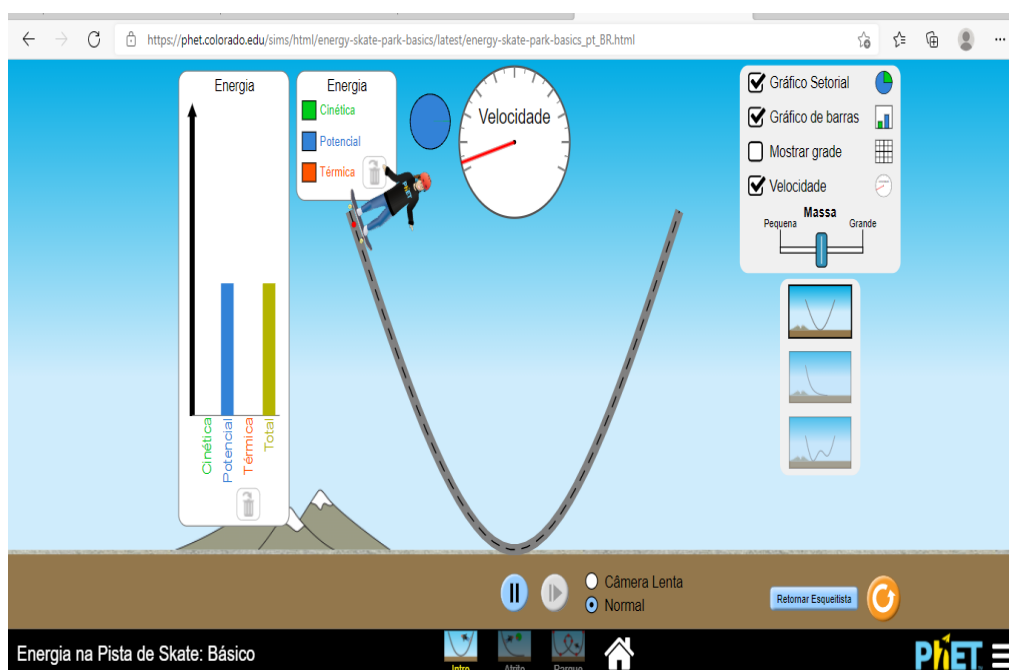
Fala-se até agora sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação, de uma forma bem geral. Em seguida, irá ser feito um breve relato sobre o simulador PHET, uma ferramenta que permite a realização de simulações facilitando o processo de ensino e aprendizagem.

O simulador PHET (*Physics Education Technology Project*), fundado em 2002, pelo Prêmio Nobel, de física em 2001, Carl Wieman é disponibilizado pela Universidade do Colorado, em Boulder, nos Estados Unidos. É uma ferramenta que oferece simulações de matemática e ciências de uma forma divertida, interativa e gratuita. É importante destacar que

essa ferramenta pode ser executada *on-line* ou copiada para o computador, possibilitando o uso em um local que não tenha acesso à internet.

Na figura 1 se pode observar a simulação do movimento de um skatista, em uma pista de skate. É possível mudar a velocidade do skatista, a qual é acompanhada por meio de um velocímetro. Através de um gráfico de barras é possível acompanhar a variação da energia cinética e potencial em relação ao ponto mais baixo da pista de skate. Também é possível observar a barra que apresenta a conservação da energia mecânica do skatista. O movimento do skatista pode ser reproduzido em câmera normal ou lenta, permitindo observar, com mais detalhes, as variações das energias envolvidas no movimento.

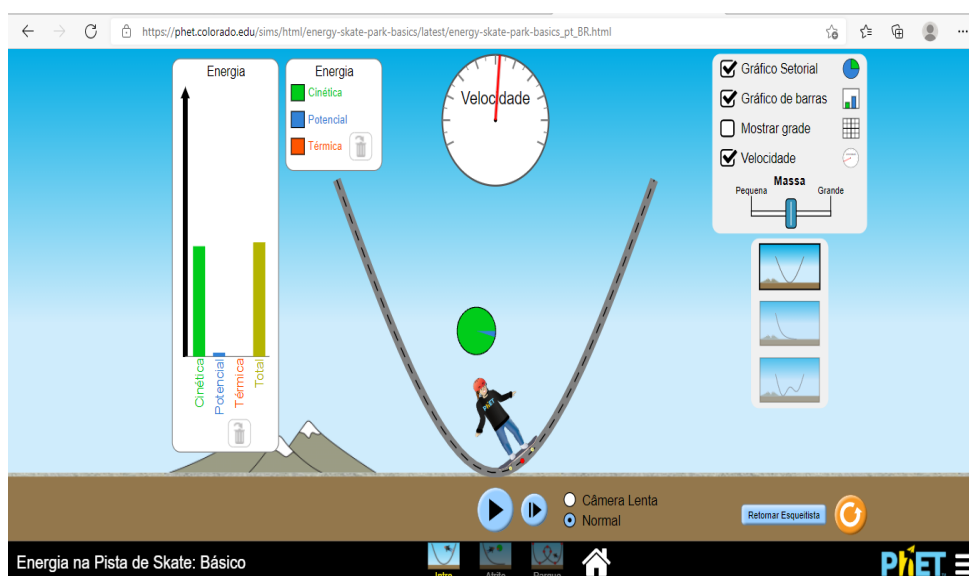
Figura 1 - Simulador PHET- pista de Skate básico 1



Disponível em: [Energia na Pista de Skate: Básico 1.1.20 \(colorado.edu\)](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html)

A figura 2 apresenta o skatista próximo à parte mais baixa da rampa. Nesse momento é importante que os discentes observem que, quase toda energia potencial gravitacional se transformou em energia cinética. Isso fica destacado no gráfico de barras ao lado da pista.

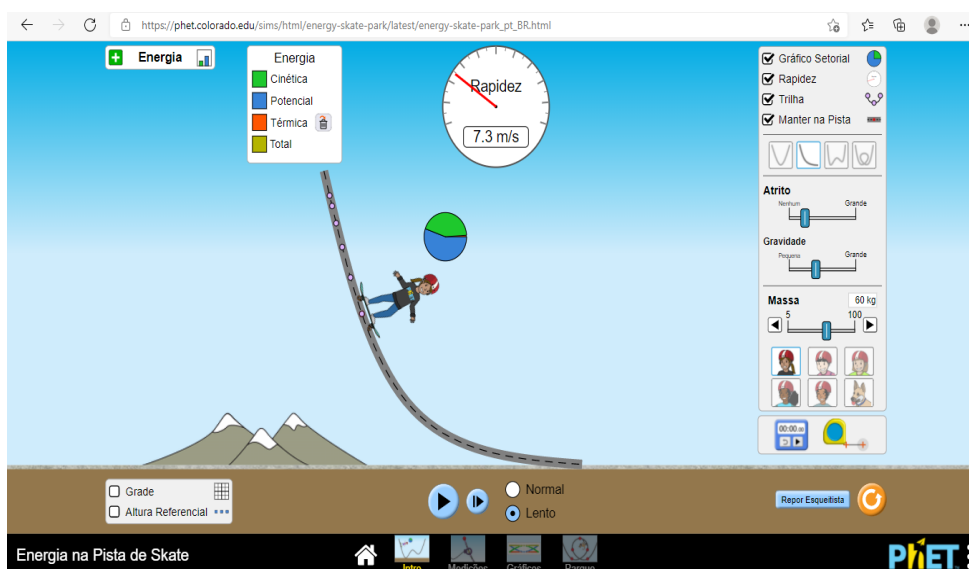
Figura 2 - Simulador PHET- pista de Skate básico 2



Disponível em: [Energia na Pista de Skate: Básico 1.1.20 \(colorado.edu\)](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html)

Na figura 3 se pode observar uma outra possibilidade do simulador, o qual permite alterar algumas características do movimento, como, por exemplo, incrementar ou diminuir o valor da aceleração da gravidade. Nessa simulação se pode verificar que a velocidade é proporcional a esta grandeza. O simulador também inclui diferentes valores para a força de atrito. Em situações, em que há atrito, se verifica que parte da energia se dissipa em forma de calor e, portanto, a energia mecânica não se conserva em função desta transformação. E se pode perceber a seguinte situação: a velocidade máxima alcançada com a pista sem atrito é maior do que quando há atrito.

Figura 3 - Simulador PHET- pista de Skate 3.



Disponível em: [Energia na Pista de Skate \(colorado.edu\)](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park/latest/energy-skate-park_pt_BR.html)

Diante do que foi citado, em relação ao texto vinculados às figuras, se acredita que o uso do simulador PHET, no produto educacional, irá contribuir para que se alcance uma aprendizagem significativa. Principalmente quando se comparar as informações observadas nesse aplicativo, com os dados obtidos com a realização das atividades experimentais. Isso irá permitir que os discentes observem a conservação da energia mecânica em uma simulação em que a pista não possua atrito. Mas também possibilitará uma análise entre os resultados das energias cinéticas obtidas através das atividades experimentais quando se considera o atrito entre a pilha e a pista. Espera-se com isso que os discentes consigam compreender as diferenças entre os valores teóricos e os resultados obtidos experimentalmente em que não há conservação da energia mecânica devido à dissipação de energia em forma de calor.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 LEI DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA

O mundo vem buscando a cada dia suprir a demanda por energia, diante disso se tem que ter a consciência de que a melhor opção são as fontes energéticas “limpas”. Para conseguir uma adesão cada vez maior a estas práticas, há a necessidade de se formar cidadãos com conhecimentos científicos, capazes de opinarem de maneira construtiva, ou seja, que saibam opinar de maneira crítica sobre o assunto. Além disso, que também tenham consciência da necessidade do consumo sustentável.

A falta de conhecimento faz com que muitos associem a escassez de energia com a diminuição das fontes energéticas, mas desconhecem, que segundo Feynman:

Existe um fato, ou se você preferir, uma lei que governa todos os fenômenos naturais que são conhecidos até hoje. Não se conhece nenhuma exceção a essa lei ela é exata até onde sabemos. A lei é chamada de conservação da energia. Nela enuncia-se que existe uma certa quantidade, que chamamos de energia, que não muda nas múltiplas modificações pelas quais a natureza passa (Feynman, 2009)

Nesse sentido, sabendo que a energia total do universo se conserva de acordo com a Física clássica, iriam entender melhor os fenômenos que fazem parte do seu cotidiano. Por exemplo: compreenderão que, o fato de uma fonte de energia se esgotar, a grandeza emitida por essa não deixou de existir, apenas mudou a sua forma de se apresentar na natureza.

O conceito de energia e o seu princípio de conservação são os pontos máximos da física do século XIX. Suas origens repousam, contudo, no século XVII. Huygens e Leibniz já haviam descoberto que a *vis viva* era conservada em colisões elásticas (POLITO, 2016).

Entretanto, não foram somente os pesquisadores supracitados que deram contribuições para o assunto. Polito, apresenta mais alguns nomes que contribuíram:

Os descobridores das primeiras versões do princípio geral de conservação da energia foram muitos, todos eles chegando a ideias muito similares entre 1837 e 1843. Na metade da década de 1830, Faraday já havia trabalhado em quase todos os processos envolvendo a conversibilidade da energia (mecânica, elétrica, química etc.). Em 1840, ele já estava convencido da ideia de conservação da “força”. Em 1837, o químico alemão Friedrich Mohr (1804 – 79) expressou sua crença na existência de uma força única na natureza que, sob condições adequadas, podia se manifestar como luz, calor, eletricidade, magnetismo ou movimento. Em 1839, o engenheiro francês Marc Seguin (1786 – 1875) concluía que calor e movimento eram mutuamente conversíveis em máquinas a vapor. O físico inglês William Grove (1811 – 1896) chegou à crença na conversibilidade mútua de todas as formas de “força” por volta de 1842 (Polito, 2016).

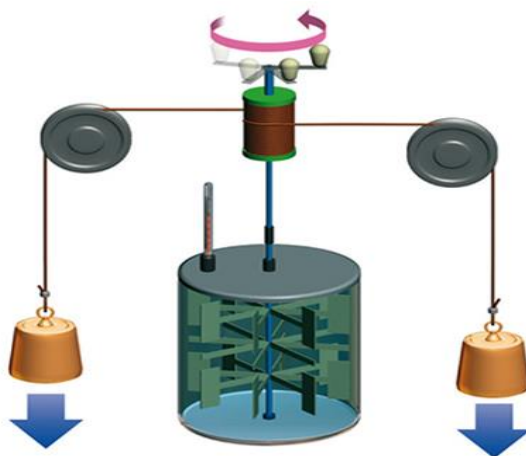
Diante de tantas contribuições sobre o tema, o trabalho que fez com que a comunidade científica da época aceitasse de vez o princípio da conservação de energia foi o de Joule, pois

ele conseguiu ser mais sistemático e amplo utilizando seu aparato experimental. Entre 1843 e 1850, James realizou dez experimentos que forneciam valores independentes para o equivalente mecânico do calor. Em abril de 1847, ele forneceu a sua mais clara proposição do princípio da conservação da energia:

onde quer que a força viva seja aparentemente destruída, seja por percussão, fricção ou quaisquer meios similares, um exato equivalente de calor é restaurado. A proposição recíproca é também verdadeira, a saber, que calor não pode ser perdido ou absorvido sem a produção de força viva ou sua equivalente atração através do espaço... todas as três, portanto – a saber, calor, força viva e atração através do espaço (aos quais eu poderia também adicionar luz, fosse ela compatível com o escopo da presente conferência) – são mutuamente conversíveis umas nas outras (POLITO, 2016).

A figura 4 fornece uma visão geral de como funcionava o aparato experimental criado por Joule por volta de 1843.

Figura 4 - Aparato experimental, criado por Joule, para medir o equivalente mecânico do calor.



Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/experiencia-joule.htm>

O funcionamento do aparato experimental ocorre da seguinte maneira: as massas caindo giram as pás, provocando agitação na água contida no recipiente, elevando sua temperatura. Com isso, foi possível encontrar o equivalente mecânico do calor e demonstra que a energia se conserva. É importante destacar que o sistema é adiabático, sendo assim não há troca de calor com a vizinhança. O resultado da aplicação dessa ferramenta confirmou empiricamente o equivalente mecânico do calor, que segundo Resnick, Halliday, Krane (2003, p. 218) afirmam que “A caloria foi originalmente definida como a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de 1g de água de 14,5°C para 15,5°C”.

Com esse criativo trabalho experimental, James Prescott Joule levou a comunidade científica a imortalizá-lo ao associar o seu nome com a unidade de energia, no sistema internacional de unidades: $1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$ (joule).

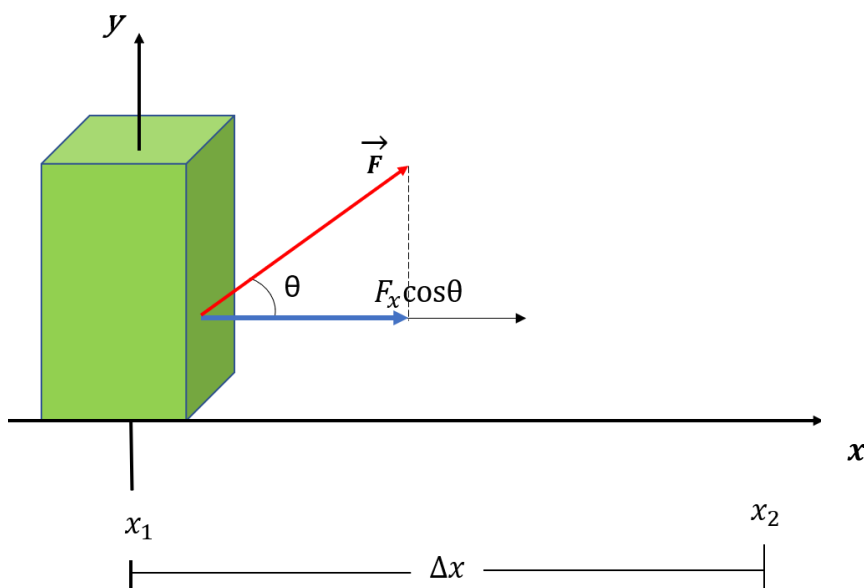
3.2 TRABALHO DE UMA FORÇA CONSTANTE

No cotidiano, o trabalho está relacionado com o exercício de alguma atividade ou algum trabalho remunerado. Porém, em Física, essa grandeza é conceituada de forma diferente, ou seja, se não houver aplicação de uma componente de uma força na direção do deslocamento, que provoque uma deslocação, não há realização de trabalho.

Normalmente, uma forma de energia está associada ao estado ou com a condição de um corpo: seu estado de movimento, sua localização (por exemplo, seu peso na gravidade da Terra), sua temperatura, a corrente elétrica fluindo através desse, e assim por diante.

Essa grandeza pode ser transferida de um corpo para outro ou transformada de uma forma para outra. Uma forma de se transferir ou transformar energia é através da realização de trabalho. Segundo Resnick, Halliday e Krane (2003), o trabalho é uma forma de transferir energia para ou de um corpo em função de uma força que age sobre esse.

Figura 5 - Bloco se movimentando em um plano horizontal, sobre a ação de uma força F .



Fonte: Acervo próprio.

Na figura 5 se observa um bloco se movimentando em um plano horizontal sob a ação de uma força F , o qual forma um ângulo θ com a horizontal. Pode-se notar que a componente

F_x , ao longo do vetor deslocamento, é a única que contribui para o movimento do bloco, portanto, a única a realizar trabalho. Assim, define-se o trabalho como: trabalho = (força ao longo do deslocamento) · (deslocamento do bloco). Pelo que se pode escrever:

$$W = (F\Delta x \cos \theta) \quad (1)$$

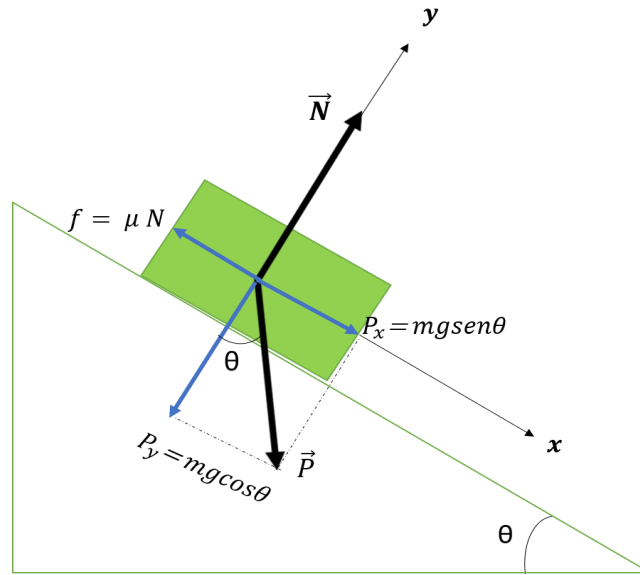
Em que: Δx representa o deslocamento do bloco em função da força F .

Pela equação de definição de trabalho (W), lembrando que $\cos\theta$ é um número adimensional, nota-se que a unidade de medida dessa grandeza, no sistema internacional (SI), é: 1 newton x 1 metro = 1 N · m. Esta unidade é denominada de joule em homenagem ao físico inglês do século XIX, James P. Joule, que desenvolveu vários trabalhos no campo do estudo da energia.

Analisando a equação 1 verifica-se que:

- 1) Se $F = 0$, então $W = 0$. Para que seja realizado trabalho, é necessário que uma força seja exercida.
- 2) Se $\Delta x = 0$, então $W = 0$ para que seja realizado trabalho por uma força, é necessário que exista o movimento do ponto de aplicação desta força ao longo de uma determinada distância.
- 3) Se o ângulo $\theta = 90^\circ$, então $W = 0$, para que seja realizado trabalho por uma força, é necessário que uma componente da força atue na direção do deslocamento.
- 4) Quando $\theta = 0^\circ$, então $W = F\Delta x$ a força e o deslocamento têm a mesma direção e sentido.

Figura 6 - Bloco descendo um plano inclinado sobre a ação da gravidade.



Fonte: Acervo próprio.

Analisa-se agora o caso de um bloco de massa m que desce em um plano inclinado sobre a ação da gravidade, a figura 6 mostra as forças que agem sobre o bloco: a força peso (P), a força normal (N) e a força de atrito ($f = \mu N$). P_x e P_y representam as componentes da força peso na direção x e y , respectivamente. Observa-se que somente a componente P_x da força peso contribui para o movimento do bloco, portanto, a única a realizar trabalho. Utilizando a definição de trabalho se tem: $W = F\Delta x = P_x \Delta x$

$$W = mg\Delta x \text{sen } \theta \quad (2)$$

No caso do bloco está descendo a rampa, a componente da força gravitacional ($mgsen\theta$) realiza um trabalho positivo e a força normal não realiza trabalho. É importante destacar que o trabalho é uma grandeza escalar, essa é caracterizada somente por uma intensidade e um sinal, porém é o resultado da combinação do produto escalar de dois vetores ($\vec{F}$ e $\Delta\vec{x}$). Uma forma compacta de se escrever isto se baseia no produto escalar de dois vetores: $W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{x}$

Considerando a presença da força de atrito, a força resultante sobre o bloco é dada por:

$$P_x - f = ma$$

Substituindo $f = \mu N$ e $p_x = mgsen\theta$, na equação acima, teremos:

$$mgsen\theta - \mu mgcos\theta = m a$$

$$a = g(\text{sen}\theta - \mu \cos\theta) \quad (3)$$

Através da equação horária da velocidade, podemos calcular a velocidade no final da rampa.

$$v = v_0 + at \quad (4)$$

Substituindo a equação (3) na (4) temos:

$$v = v_0 + g(\text{sen}\theta - \mu \cos\theta)t \quad (5)$$

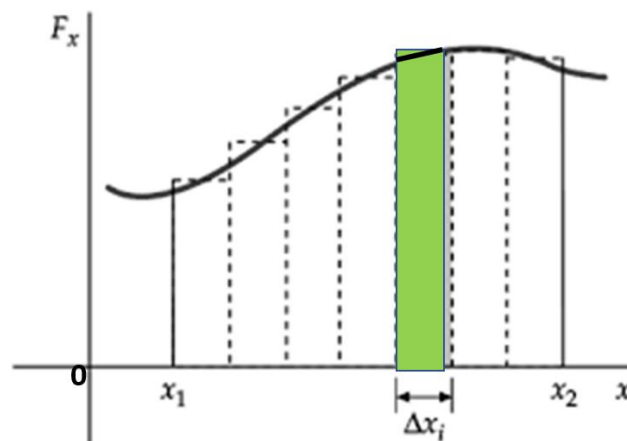
3.3 TRABALHO REALIZADO POR UMA FORÇA VARIÁVEL

Considera-se que o bloco da figura 5 se move ao longo do eixo x , de x_1 para x_2 , quando uma força $F_x(x)$ é aplicada. Ao escrever a força como $F_x(x)$, indica-se que esta varia em intensidade (e, possivelmente, em sentido), quando o deslocamento do corpo varia.

A estratégia utilizada nesta análise é dividir o intervalo de x_1 a x_2 em um grande número de pequenos intervalos. Dentro de cada pequeno intervalo, considera-se a força como sendo aproximadamente constante (embora a força possa ser diferente para intervalos diferentes) de modo que o trabalho, em qualquer intervalo, possa ser calculado, sendo utilizados os métodos para forças constantes, de acordo com Resnick, Halliday e Krane (2003).

A figura 7 apresenta uma situação em que a força que realiza trabalho não é constante.

Figura 7 - Trabalho realizado por uma força variável



Fonte: Acervo próprio.

A área sob a curva da força unidimensional variável $F_x(x)$ é aproximada pela divisão da região entre os limites x_1 e x_2 em um número de intervalo Δx_i . A soma das áreas das faixas retangulares é aproximadamente igual à área sob a curva, ou seja, pode-se calcular o trabalho através da seguinte equação:

$$W = F_x \Delta x \quad (6)$$

Ao se levar em consideração o trabalho realizado em cada intervalo.

$$\Delta W = F_{x_i} \Delta x_i \quad (7)$$

Em que: F_i representa a força no intervalo x_i .

Para se obter o trabalho total, é preciso somar a contribuição de cada intervalo.

$$W = F_{x_1} \Delta x_1 + F_{x_2} \Delta x_2 + F_{x_3} \Delta x_3 + \dots$$

ou

$$W = \lim_{\Delta x_i \rightarrow 0} \sum_{n=1}^n F_{x_i} \Delta x_i \quad (8)$$

Na equação 5 pode-se observar que, quando Δx_i for cada vez menor, ou seja, tendendo a zero o número de intervalo n tende a infinito.

Portanto, pode-se escrever o trabalho total realizado pela força F_x no deslocamento de um corpo de x_1 a x_2 como:

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F_x(x) dx \quad (9)$$

É importante destacar que o sinal de W na equação 7 é automaticamente determinado pelo sinal da força F_x e pelos limites do intervalo, x_1 e x_2 . Sendo assim, para F_x positivo a partícula se move no sentido positivo de x ($x_1 > x_2$), então, W será positivo.

3.4 O TEOREMA TRABALHO - ENERGIA CINÉTICA

De acordo com a segunda lei de Newton, a força resultante é igual a (massa) · (aceleração) que se pode representar pela equação a seguir, $\vec{F}_{res} = m\vec{a}$. Quando uma partícula se move ao longo de um deslocamento $\Delta\vec{x}$, esta força resultante faz com que a velocidade varie. Sendo assim se pode relacionar o trabalho com a variação da velocidade da seguinte forma:

$$W_{res} = \vec{F}_{res} \cdot \Delta\vec{x} = m\vec{a} \cdot \Delta\vec{x} = m \frac{(\vec{v}_f - \vec{v}_i)}{\Delta t} \cdot \frac{(\vec{v}_i + \vec{v}_f)\Delta t}{2} \quad (10)$$

Na equação 10, o trabalho resultante é representado por (W_{res}), v_f representa a velocidade final e v_i a velocidade inicial.

Sendo a força constante, a aceleração é constante, isso permite o uso da equação 8.

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\Delta t} \quad (11)$$

Como o produto escalar de qualquer vetor com esse mesmo é igual ao quadrado da intensidade do vetor se tem: $\vec{v}_f \cdot \vec{v}_f = v_f^2$ e $\vec{v}_i \cdot \vec{v}_i = v_i^2$.

Substituindo na equação 11, obtém-se:

$$W_{res} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 \quad (12)$$

Segundo Resnick, Halliday e Krane (2003), energia cinética (K) é a energia associada ao movimento de um corpo. Sabe-se que essa energia depende diretamente da massa e da velocidade do corpo. Essa grandeza é fornecida pela seguinte expressão:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \quad (13)$$

A energia cinética tem as mesmas dimensões que o trabalho sendo medido nas mesmas unidades do trabalho (joule) em função do fato de a energia cinética ser uma grandeza escalar, não existe uma direção associada com a energia cinética e essa não possui componentes. Ao contrário do trabalho, essa energia nunca pode ser negativa.

Com relação à energia cinética inicial e final se tem: $K_i = \frac{1}{2}mv_i^2$ e $K_f = \frac{1}{2}mv_f^2$.

Diante disso se pode escrever a seguinte expressão:

$$W_{res} = \Delta K = K_f - K_i \quad (14)$$

A equação 14 é a representação matemática de um importante resultado chamado de teorema trabalho-energia cinética: em que se pode observar que o trabalho realizado pela resultante das forças agindo sobre um corpo é igual à variação da sua energia cinética.

3.5 PROVA GERAL DO TEOREMA DO TRABALHO – ENERGIA CINÉTICA

Os cálculos apresentados a seguir fornecem uma prova da equação 11. No caso de forças variáveis, em uma dimensão, sendo essa a direção no eixo x . Nesse caso, o trabalho resultante realizado por todas as forças externas que agem na direção x em um corpo é fornecido pela equação 15.

$$W_{res} = \int F_{res} dx. \quad (15)$$

Como se está considerando apenas as forças que atuam no eixo x , da segunda lei de Newton se tem:

$$F_{res} = m a = m \frac{dv_x}{dt} = m \frac{dv_x}{dx} \frac{dx}{dt} = m \frac{dv_x}{dx} v_x = m v_x \frac{dv_x}{dx} \quad (16)$$

Substituindo 16 em 15 se tem:

$$W_{res} = \int m v_x \frac{dv_x}{dx} dx = \int m v_x dv_x \quad (17)$$

Integrando da velocidade inicial até a velocidade final na direção x se tem:

$$W_{res} = \int_{v_i}^{v_f} m v_x dv_x = m \int_{v_i}^{v_f} v_x dv_x = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$
$$W_{res} = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2 \quad (18)$$

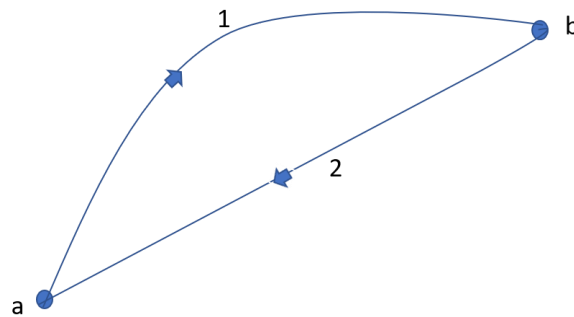
Esse resultado é idêntico à equação 14. Isso mostra que o teorema trabalho e energia é válido para força constante e variável na realização do trabalho.

3.6 TRABALHO DE UMA FORÇA CONSERVATIVA

Dá-se uma definição de força conservativa através do seguinte exemplo: uma partícula elevada até uma determinada altura (ponto b), considere o trabalho realizado por uma força que atua sobre essa, enquanto este se move de uma posição (a) inicial para uma posição (b) final através do percurso 1.

Pode-se considerar o trabalho realizado por uma força que atua na partícula para que essa percorra o percurso 2 saindo do ponto (b) e indo até o ponto (a). Se este trabalho é o mesmo para qualquer um dos percursos, diz-se que a força é conservativa Resnick, Halliday e Krane (2003).

Figura 8 - Partícula movendo em um percurso fechado de a até b.



Fonte: Acervo Próprio.

Na situação apresentada, na figura 8, o trabalho realizado no percurso 1 é igual ao trabalho realizado no percurso 2, ou seja, o trabalho pelo caminho 1 de a até b somado com o trabalho no caminho 2 voltando de b até a é igual a zero. Podendo ser representado pela equação 19.

$$W_{ab1} + W_{ba2} = 0 \quad (19)$$

Pode-se calcular o trabalho partindo do ponto a até o ponto b percorrendo o caminho 1 e o trabalho partindo de b até a percorrendo o caminho 2, utilizando a equação (6) se tem.

$$\int_a^b F_x(x)dx + \int_b^a F_x(x)dx = 0 \quad (20)$$

Ao se considerar o sentido do percurso de b para a representado pelo caminho 2 se tem:

$$\int_a^b F_x(x)dx = - \int_b^a F_x(x)dx \quad (21)$$

Ao inverter o sentido do movimento da partícula, haverá troca dos limites de integração e do sinal de integração. Porém, o trabalho realizado pela força será o mesmo independente do caminho escolhido. Com isso se pode concluir que a força que realiza o trabalho é conservativa.

3.7 ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL

Segundo Halliday, Resnick e Krane (2003), a energia potencial (U) é a energia associada à configuração de um sistema. Sendo que a configuração significa como os componentes de um sistema estão dispostos com respeito aos demais (por exemplo, a compressão ou alongamento da mola em um sistema bloco-mola; ou a altura em um sistema bola-Terra). Em uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS), só será usada a energia potencial gravitacional. Essa grandeza é expressa pela seguinte equação:

$$\Delta U = U_f - U_i = -W \quad (22)$$

Na equação 22, para uma partícula descendo um plano inclinado se adota por definição que o trabalho é positivo, pois o deslocamento tem a mesma direção da força gravitacional. Caso a partícula esteja subindo um plano inclinado, o trabalho será negativo para indicar que o deslocamento está no sentido oposto à força gravitacional.

Para o trabalho realizado por uma força, em uma dimensão, obtém-se:

$$\Delta U = U_{xf} - U_{xi} = -W = - \int_{x_i}^{x_f} F_x(x) dx. \quad (23)$$

A equação 9 permite calcular a diferença de energia potencial entre dois locais x_i e x_f para uma partícula em que atua a força $F_x(x)$.

Pode ocorrer que o estado inicial e final do sistema sejam iguais, por exemplo, a força está atuando em uma partícula que percorre um percurso fechado. A energia potencial pode ter qualquer significado nestes casos, mas se deve ter $\Delta U = U_f - U_i = 0$, porque i e f representam o mesmo local. No caso particular de uma força de atrito atuando em um

percurso fechado, o trabalho realizado é $W \neq 0$, não sendo possível associá-la a uma energia potencial, ou seja, não há conservação da energia, pois parte da energia potencial se dissipa na forma de energia térmica e sonora.

A equação (9) combinada com a (23), permite calcular a força a partir da energia potencial.

$$F_x(x) = -\frac{dU(x)}{dx} \quad (24)$$

A equação 24 permite observar a energia potencial por outro ponto de vista: a energia potencial é uma função da posição, cujo valor negativo da sua derivada fornece a força.

Para um sistema bola-Terra se representa a coordenada vertical por y e se adota o sentido para cima como positivo. Escolhe-se como referencial $y_0 = 0$ na superfície da Terra e a define-se $U(y_0) = 0$ neste ponto. Pode-se agora calcular a energia potencial $U(y)$ do sistema a partir da equação 23. Com $F_y = -m g$

$$U(y) - 0 = -\int_0^y (-mg) dy \quad U(y) = mgy \quad (25)$$

3.8 CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA

Tendo em vista que já foram apresentados os conceitos de energia cinética e de energia potencial, podem ser esses combinados e desenvolver uma lei da conservação da energia mecânica, que permitirá uma nova percepção dos problemas mecânicos. Segundo Halliday, Resnick e Krane (2003) se estabelece que, em um sistema isolado, em que atuem apenas forças conservativas, qualquer mudança na energia cinética total (ΔK_{total}) do sistema deve ser equilibrada por uma mudança de igual valor e sinal contrário em sua energia potencial (ΔU_{total}), a fim de que a soma dessa mudança seja nula:

$$\Delta K_{total} + \Delta U_{total} = 0 \quad (26)$$

Pode-se definir a energia mecânica total como sendo a soma da energia cinética (K) com a energia potencial (U) dos objetos que compõem o sistema. Pode-se representar a energia mecânica através da equação 27.

$$E_{mec} = K_{total} + U_{total} \quad (27)$$

Uma representação matemática da lei da conservação da energia mecânica é dada pela equação 28.

$$\begin{aligned} E_i &= E_f \\ K_i + U_i &= K_f + U_f \end{aligned} \quad (28)$$

Na equação acima, a energia mecânica inicial é representada por (E_i), a energia mecânica final é representada por (E_f). A energia cinética final é representada por K_f e a energia cinética inicial por K_i . Por fim, a energia potencial final é representada por U_f e energia potencial inicial é representada por U_i .

Podemos estender-se o princípio da conservação de energia para casos em que há forças não conservativas, em particular as forças de atrito. Segundo Resnick, Halliday, Krane:

Considera-se um sistema no qual: (1) forças externas podem alterar a energia mecânica total; (2) a energia pode ser armazenada internamente nos movimentos ou nas interações entre os átomos ou as moléculas dos constituintes; (3) forças não conservativas podem agir, em particular as forças de atrito; (4) a energia pode ser alterada através da transferência de calor. Em cada situação será visto como o conceito de energia e a lei de conservação de energia podem ser ampliados para incluir estes efeitos (Resnick, Halliday, Krane, 2003, p. 313).

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

O produto educacional foi aplicado nas turmas (D, E, F) do primeiro ano do Ensino Médio regular, no período matutino da Escola Estadual Juarez Rodrigues dos Anjos, localizada no bairro Santa Laura, situada no município de Cuiabá, no Estado de Mato Grosso.

A aplicação ocorreu nos meses de agosto e setembro. A escolha de aplicar o produto nas três turmas ocorreu em função do fato de haver poucos discentes participando das aulas de forma presencial. Isso em decorrência das restrições de combate a Covid-19. Só para se ter uma ideia, somando todos os discentes dessas turmas se consegue a quantia de aproximadamente 25.

No entanto, se todos os discentes matriculados estivessem frequentando regularmente as aulas haveria um total de 96, distribuídos da seguinte maneira: em torno de 28 no 1º ano D, 31 no 1º ano E e 37 no 1º ano F.

4.1 AS DIFICULDADES PARA SE APLICAR O PRODUTO EDUCACIONAL DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19

Os primeiros casos da Covid-19 surgiram na cidade de *Wuhan*, na China, em dezembro de 2019. Em seguida, a doença se espalhou rapidamente para outros países, fazendo com que, no dia 11 de março de 2020, o diretor geral da Organização Mundial de Saúde (OMS), Tedros Adhanom, declarasse que o mundo estava enfrentando uma pandemia da Covid-19.

De acordo com o Ministério da Saúde, o primeiro caso de Covid-19 registrado no Brasil ocorreu no dia 26 de fevereiro de 2020.

Em Mato Grosso, o Decreto nº 407, de 16 de março de 2020, deu início ao processo de suspensão das aulas de forma presencial, por causa da pandemia de Covid-19. Nesse período, o Estado já havia registrado mais de 300 casos da doença. Diante dessa situação, o ensino passou a ser realizado de forma remota, os docentes e os discentes tiveram que se adaptarem a uma “nova” realidade.

O Governo Federal emitiu uma Medida Provisória nº 934, de 1º de abril de 2020, por meio da qual foram estabelecidas normas excepcionais sobre o ano letivo da Educação Básica

e do Ensino Superior decorrentes das medidas para enfrentamento da situação de emergência de saúde pública de que trata a Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020.

Para enfrentar a situação complicada teve início uma forma de trabalho chamado *home office*, porém a grande maioria da sociedade não estava preparada para viver uma realidade como esta, que mais parecia um filme de ficção científica. Para os profissionais da educação e para a comunidade escolar, em geral, a situação não foi diferente.

No entanto, foi necessário enfrentar a pandemia da Covid-19 fazendo o melhor, trabalhando de forma *on-line*, ou seja, as aulas aconteciam através dos seguintes recursos: *WhatsApp*, videoaulas, videochamada (*google Meet*, *zoom*, *Skype*...etc). Para isso, foi necessário adquirir novos conhecimentos, principalmente, de TDICs (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação), que é uma das competências da Base Nacional Comum Curricular.

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BNCC, 2018, p. 9).

Infelizmente, a maioria dos discentes das escolas públicas do país não têm acesso à internet. Esta realidade não é diferente na escola estadual Juarez Rodrigues dos Anjos, em que foi aplicado a UEPS. Sendo assim, a maioria optou em ter aulas *off-line*. Nesta modalidade, os discentes buscavam o material impresso na escola (apostilas) que inicialmente foram fornecidas pela Secretaria de Educação do Estado. No entanto, após aproximadamente dois meses de aula passaram a ser elaboradas pelos docentes. Os conteúdos e atividades tinham que ser resumidos, possibilitando unicamente trabalhar conteúdos básicos. Para que, dessa forma, pudessem estudar sozinhos ou com ajuda de alguém.

Para se ter uma ideia das dificuldades enfrentadas em relação às participações nas aulas *on-line*, no ano de 2021, das três turmas do primeiro ano em que o pesquisador leciona (1º D, 1º E e 1º F). A que possui um número maior de discentes foi a turma F, que teve em média cinco discentes assíduos nas aulas. A falta de participação dificultou muito a aplicação do produto educacional.

O surgimento da perspectiva de retorno na modalidade de ensino, de forma híbrida, com elementos de ensino presencial e *on-line*, de forma conjunta, resolveu-se aguardar para aplicar a UEPS nesta modalidade. No entanto, é importante destacar que: em relação ao ano anterior, o número de discentes que estudavam de forma *on-line* diminuiu. Analisando este

fato parece um tanto quanto contraditório, tendo em vista que se esperava que com o passar do tempo, eles iriam se familiarizando e se acostumando com o processo de ensino.

Após mais de um ano de pandemia da Covid-19, no dia 3 de agosto de 2021 ocorreu o retorno das aulas presenciais, em formato de revezamento. Nesta modalidade, as turmas que tivessem mais de 50% de integrantes, em sala de aula, foram divididas em grupos com no máximo quinze discentes por sala de aula. Essa medida foi adotada com a finalidade de manter o distanciamento social como uma medida de prevenção ao contágio da doença.

É importante destacar que para a volta às aulas, de forma presencial, as escolas tiveram que adotar medidas de biossegurança, tais como: o uso de Álcool em gel para higienização das mãos; termômetro para aferir a temperatura; uso de tapetes sanitizantes nas portas das salas, uso de máscara, adesivos indicando o distanciamento necessário. Essas medidas foram adotadas pelas escolas estaduais de ensino de Mato Grosso para o retorno às aulas. Diante disso, apesar das dificuldades foi possível aplicar a UEPS na modalidade de ensino presencial.

4.2 ETAPAS DA APLICAÇÃO DA UEPS

Esta dissertação, acompanhada do produto educacional, tem como objetivo facilitar a aprendizagem dos discentes, sobre conservação da energia mecânica, tendo em vista que um dos problemas apresentados é a dificuldade, em identificar e relacionar fenômenos físicos presentes no seu dia a dia com a Física abordada em sala de aula.

Diante disso, este trabalho contém métodos que facilitam a ligação entre teoria e prática, por meio de atividades experimentais, simuladores de experiências físicas que permitem uma melhor visualização e compreensão dos fenômenos físicos envolvidos.

Para a aplicação do produto educacional foram selecionadas duas turmas, as quais serão chamadas de turma de teste (TT) e turma de controle (TC). Na TT será aplicado o produto educacional, enquanto na turma TC são aplicadas aulas tradicionais, de forma expositiva com o uso do livro didático. Diante da quantidade de discentes que estavam frequentando as aulas, foram selecionados os grupos do D e E do primeiro ano para turma (TT), os quais continham um total de 14 discentes. Enquanto a turma controle (TC) do primeiro ano F possuía 11.

Nos quadros 1 e 2 são apresentadas as etapas de aplicação do produto educacional nas turmas TT e TC, respectivamente. As tabelas resumem as estratégias desenvolvidas para a aplicação da Sequência Didática. Detalhando as atividades desenvolvidas os objetivos propostos e o tempo empregado em cada aula.

Semana/aula	Atividades desenvolvidas	Objetivos da aula	Duração da aula
1ª semana 1ª aula	Apresentação da aplicação de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS). Aplicação do pré-teste (lista 1).	Verificar os subsunçores dos discentes em relação ao conteúdo sobre conservação de energia mecânica.	55 minutos
1ª semana 2ª aula	Apresentação e manipulação grupal do simulador PHET. Cada grupo teve 10 minutos para manipular o simulador	Usar um organizador prévio como estratégia para manipular a estrutura cognitiva e, assim, facilitar a aprendizagem significativa.	55 minutos
2ª semana 3ª aula	Aula expositiva, para explicar o conteúdo sobre trabalho de uma força variável e energia cinética. Resolução da lista 2.	Compreender o conceito de trabalho e energia cinética.	55 minutos
2ª semana 4ª aula	Explicar o conteúdo sobre trabalho e energia potencial gravitacional, através de uma aula expositiva.	Compreender o conceito de energia potencial gravitacional. Verificar sua dependência em relação à altura.	55 minutos
3ª semana 5ª aula	Aula expositiva para explicar o conteúdo sobre energia cinética. Resolução da lista 3.	Verificar a dependência dessa forma de energia com a velocidade.	55 minutos
3ª semana 6ª aula	Aula expositiva para revisar os conteúdos trabalhado e explicar o conteúdo referente à conservação da energia mecânica.	Compreender a conservação de energia mecânica em um sistema em que não há força de atrito.	55 minutos
4ª semana 7ª aula	Resolução de exercícios (lista 4).	Verificar o desenvolvimento em relação ao processo de ensino e aprendizagem	55 minutos
4ª semana 8ª aula	Atividade experimental. Responder as atividades do roteiro do experimento.	Coletar dados através do uso do aparato experimental. Criar gráficos para representar os resultados.	55 minutos
5ª semana 9ª aula	Apresentação dos resultados obtidos através do uso do aparato experimental.	Discutir os resultados obtidos.	55 minutos
5ª semana 10ª aula	Aplicação do pós-teste	Verificar se houve aprendizagem significativa.	55 minutos

Quadro 1 - Sequência das aulas da turma teste (TT).

Semana/aula	Atividades desenvolvidas	Objetivos da aula	Duração da aula
1ª semana 1ª aula	Aplicação do pré-teste.	Verificar os subsunçores dos discentes em relação ao conteúdo sobre conservação de energia mecânica.	55 minutos
1ª semana 2ª aula	Aula expositiva para explicar o conteúdo sobre trabalho de uma força constante.	Explicar o conceito de trabalho. Calcular o trabalho de uma força constante.	55 minutos
2ª semana 3ª aula	Aula expositiva, para explicar o conteúdo sobre trabalho de uma força variável.	Calcular o trabalho através da área sob um diagrama da intensidade da força x deslocamento.	55 minutos
2ª semana 4ª aula	Resolução de exercícios.	Acompanhar e verificar o desempenho dos discentes.	55 minutos
3ª semana 5ª aula	Aula expositiva para explicar o conteúdo sobre energia cinética.	Verificar a dependência dessa forma de energia com a velocidade.	55 minutos
3ª semana 6ª aula	Resolução de exercícios.	Acompanhar e verificar o desempenho dos discentes.	55 minutos
4ª semana 7ª aula	Aula expositiva para explicar o conteúdo sobre energia potencial gravitacional.	Verificar a dependência dessa forma de energia com a altura.	55 minutos
4ª semana 8ª aula	Resolução de exercícios.	Acompanhar e verificar o desempenho dos discentes.	55 minutos
5ª semana 9ª aula	Aula expositiva para explicar o conteúdo sobre conservação da energia mecânica. Resolução de exercícios.	Compreender que em um sistema conservativo a energia mecânica se conserva.	55 minutos
5ª semana 10ª aula	Aplicação do pós-teste	Verificar se houve aprendizagem significativa.	55 minutos

Quadro 2 - Sequência das aulas da turma (TC).

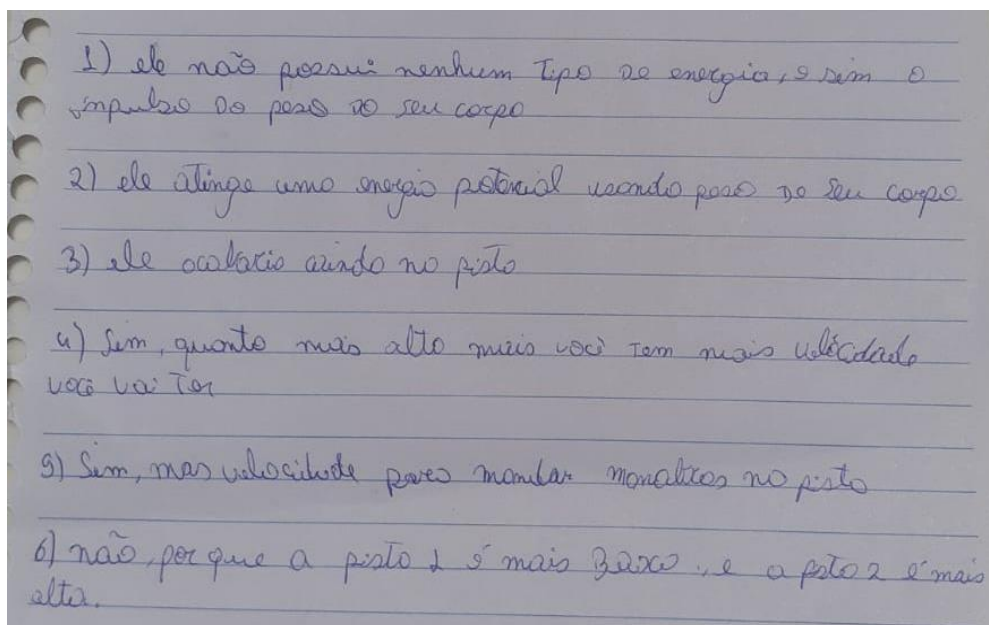
A seguir será apresentada uma sequência de dez aulas utilizadas para a aplicação da UEPS na turma TT.

Aula 1

Durante 20 minutos foi explicado aos discentes que iriam participar da aplicação de uma UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativo).

Em seguida, durante 35 minutos, foi aplicado o pré-teste (lista 1, vide apêndice A), para verificar os subsunçores.

Figura 9 - Foto mostrando a resposta ao pré-teste de um discente da turma teste.



Fonte: Acervo próprio.

A foto da figura 9 foi escolhida pelo fato de representar a maioria das respostas dos discentes, em que se teve bastante acertos em relação à questão 4, demonstrando que muitos tinham subsunçores, o que permitiu relacionar a velocidade do skatista com a altura da rampa de maneira proporcional, porém as outras questões tiveram um percentual menos significativo se comparado com o percentual de acertos da questão 4.

Aula 2

Nessa aula, os discentes da (TT) tiveram contato com o simulador PHET (pista de Skate). Durante 15 minutos, o professor explicou sobre o funcionamento do aplicativo.

Durante os 25 minutos seguintes, os grupos, previamente formados, fizeram uso do simulador. As simulações foram focadas, principalmente, na transformação da energia potencial gravitacional em energia cinética e vice-versa.

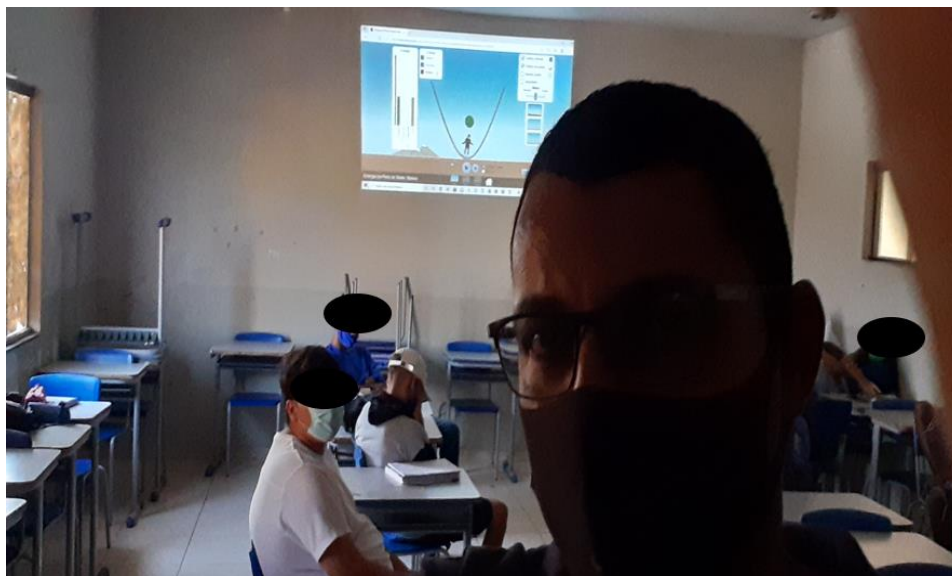
Nos 15 minutos finais, os grupos se reuniram para discutir e elaborar conclusões sobre as observações feitas durante o uso do simulador.

Figura 10 - Foto da aplicação do simulador PHET pista de Skate.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 11 - Foto da aplicação do simulador PHET (pista de Skate) de outro ângulo



Fonte: Acervo próprio.

As fotos das figuras 10 e 11 são do momento da utilização do simulador da pista de Skate.

Foi sugerida a realização de simulações com a existência de atrito entre a pista e o skatista. Em relação a essa situação, foi solicitado aos discentes que prestassem atenção à barra que representa a parte da energia mecânica que se transforma em calor. Nesse momento foi possível observar que interagiram bastante com o simulador, explorando as diversas possibilidades que esta oferece, participando de maneira ativa, formulando perguntas e comentários. A seguir, o comentário que uma aluna fez em relação à existência de atrito: “é por isso que a velocidade diminui”. Quando o material trabalhado faz com que haja participação ativa dos discentes, pode-se dizer que a possibilidade de alcançar uma aprendizagem significativa aumenta.

Outra situação interessante foi quando se aumentou a força da gravidade no simulador, os discentes se questionavam sobre o fato da altura máxima alcançada pelo skatista diminuir e sua velocidade máxima aumentar. Também houve uma simulação em que a força da gravidade foi diminuída de tal forma que o skatista deixasse a rampa. Nesse caso se divertiram com o fato de o skatista sair “voando”. Muito legal esse resultado, nesse momento, o docente aproveitou para fazer uma revisão sobre os conceitos de peso e de massa.

Aula 3

Nos primeiros 25 minutos foi trabalhada uma aula expositiva, para explicar o conteúdo sobre trabalho e energia cinética. Durante os 30 minutos seguintes foi entregue a lista 2 (vide apêndice B), contendo três exercícios sobre o conteúdo abordado para que os discentes respondessem, de forma grupal, as questões sendo a primeira objetiva, a segunda e terceira subjetiva. Houve muitas dificuldades na resolução dessas atividades, principalmente, em relação à questão 3. As figuras 12 e 13 mostram as respostas da lista 2, as quais refletem as dificuldades que tiveram na resolução da lista de exercícios.

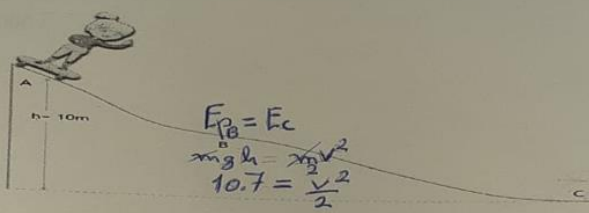
Figura 12 - Foto da resolução da lista 2 da UEPS pelo grupo 1.



Nome da escola	Juarez Rodrigues dos Anjos		
Professor (a):			
Aluno (a)			
Aluno (a)			
Aluno (a)			

Lista 2

1) Uma skatista parte do repouso e desce uma rampa. Observe a imagem abaixo e marque a alternativa correta.



a) A energia cinética da skatista é maior no ponto mais alto da rampa.
b) A energia cinética da skatista é maior no ponto B da rampa.
c) A energia cinética não varia durante a descida da rampa.
~~d) A energia cinética é maior no final da rampa.~~
e) A energia cinética e potencial permanece constante durante a descida.

2) Analisando a figura anterior, sabendo que a massa do conjunto skatista e skate é igual a 60 kg, calcule a energia cinética aproximada no ponto C, despreze a força de atrito.

Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$

$E_p = mgh$
 $m = 60 \text{ kg}$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$
 $h = 10 \text{ m}$

$E_p = 60 \cdot 10 \cdot 10 = 6000 \text{ J}$
 $E_c = E_p$
 $E_c = 6000 \text{ J}$

3) Sabendo que a altura no ponto B, seja igual a 7m. Calcule a velocidade nesse ponto.

$E_{pB} = E_c$
 $m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot v^2}{2}$
 $10 \cdot 7 = \frac{70 \cdot v^2}{2}$
 $70 \cdot 2 = 70 \cdot v^2$
 $\sqrt{140} = v = 11,8 \text{ m/s}$

25

Fonte: Acervo próprio.

Figura 13 - Foto da resolução da lista 2 da UEPS do grupo 2.

Nome da escola: **Juarez Rodrigues dos Anjos**
 Professor (a):
 Aluno (a):
 Aluno (a):
 Aluno (a):

Lista 2

1) Uma skatista parte do repouso e desce uma rampa. Observe a imagem abaixo e marque a alternativa correta.



a) A energia cinética da skatista é maior no ponto mais alto da rampa.
 b) A energia cinética da skatista é maior no ponto B da rampa.
 c) A energia cinética não varia durante a descida da rampa.
☒ d) A energia cinética é maior no final da rampa.
 e) A energia cinética e potencial permanece constante durante a descida.

2) Analisando a figura anterior, sabendo que a massa do conjunto skatista e skate é igual a 60 kg, calcule a energia cinética aproximada no ponto C, despreze a força de atrito.

Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$

$E_p = m \cdot g \cdot h$
 $E_p = 60 \cdot 10 \cdot 10$
 $E_p = 6000 \text{ J}$

3) Sabendo que a altura no ponto B, seja igual a 7m. Calcule a velocidade nesse ponto.

$E_{pB} = m \cdot g \cdot h_B$
 $E_{pB} = 60 \cdot 10 \cdot 7 = 4200 \text{ J}$
 $E_{pB} = E_{cB} \rightarrow m \cdot g \cdot h_B = \frac{m \cdot v_B^2}{2}$
 $4200 = \frac{60 \cdot v^2}{2}$
 $4200 \cdot 2 = 60 \cdot v^2$
 $8400 = 60 \cdot v^2$
 $\frac{8400}{60} = v^2$
 $140 = v^2$
 $\sqrt{140} = v$
 $v_B = 11,8 \text{ m/s}$

Fonte: Acervo próprio.

Na questão 3, os discentes tiveram dificuldade para calcular a diferença de altura entre os pontos A e B, o qual são necessários para obter a energia potencial e, assim, poder aferir a velocidade no ponto B. Só dois grupos da turma (TT) conseguiram resolver as atividades, isso com a mediação do docente.

Aula 4

Nos primeiros 30 minutos de aula, foi explicado o conteúdo sobre trabalho e energia potencial gravitacional, através de uma aula expositiva.

Nos 25 minutos seguintes, foram mencionadas diferentes situações envolvendo os conceitos estudados e relacionados com o cotidiano dos discentes. A seguir foram resolvidos dois exercícios dentro desta abordagem. Estas situações estavam relacionadas, por exemplo, ao perigo de se deixarem objetos na varanda de um prédio, como um pequeno vaso de flor. Também foi explicada a importância de serem usadas telas quando estiver trabalhando na construção ou reforma de edifícios.

Com estes exemplos foi destacado que, quanto maior a altura, maior a energia potencial gravitacional. Consequentemente, maior será a velocidade final de queda livre de um corpo. Sendo assim, caso o corpo venha a cair, acidentalmente, esse pode causar ferimentos graves ou até mesmo a morte de uma pessoa.

Aula 5

Nessa aula, durante os primeiros 20 minutos, foi feita uma revisão sobre os conteúdos previamente abordados nas aulas 2, 3 e 4. Em seguida, nos próximos 35 minutos foi aplicada a lista 3 (apêndice C), contendo 2 perguntas, as quais foram resolvidas de forma grupal.

A figura 14 mostra a foto da resolução de um grupo de discentes que não acertaram a questão 1, pois mesmo encontrando os valores corretos da energia potencial gravitacional de acordo com cada referencial, não se atentaram para a sequência que estava sendo pedida, através da palavra respectivamente. Em relação à questão 2, tanto esse grupo como os outros não tiveram dificuldades para responderem.

Figura 14 - Foto da resolução da lista 3 da UEPS do grupo 1.

Nome da escola: **Juarez Rodrigues dos Anjos**
 Professor (a): _____ Disciplina: Física 1º ano turma: **E**
 Aluno (a): _____
 Aluno (a): _____
 Aluno (a): _____

Lista 3

1) A imagem abaixo mostra um bloco de massa $m = 2,0 \text{ kg}$. Preso a um teto. Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, podemos afirmar que a energia potencial gravitacional em relação ao solo e a banquetta, vale em Joule, respectivamente:

Diagrama: Um bloco está suspenso por um fio de um teto. A distância vertical entre o bloco e o solo é $3,00 \text{ m}$. A distância vertical entre o bloco e a banquetta (uma superfície horizontal) é $0,50 \text{ m}$. O solo é rotulado como "solo".

Resolução:

$E_p = m \cdot g \cdot h$
 $E_{pg} = 2 \cdot 10 \cdot 3 = 60 \text{ J}$

$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$
 $E_{pg} = 2 \cdot 10 \cdot 0,5$
 $E_{pg} = 10 \text{ J}$

Alternativas:

a) 50 e 60.
 b) 30 e 70
 c) 60 e 50
 d) 120 e 100
 e) 40 e 50

2) Analisando a figura acima podemos afirmar que:

a) Se aumentar a massa do bloco a energia potencial não se altera.
 b) Se dobrar a altura da banquetta, a energia potencial gravitacional do bloco em relação a ela não se altera.
 c) Se o bloco se solta, durante a queda até o solo sua velocidade permanece constante.
 d) Se o bloco se solta ele atingirá a banquetta com uma velocidade maior que zero.
 e) Quanto maior a altura do bloco em relação ao solo, menor será a velocidade ao atingi-lo caso se solte.

Fonte: Acervo próprio.

A figura 15 foi escolhida por representar o grupo de discentes que resolveu todas as questões da lista 3 corretamente. A maior dificuldade que esses discentes tiveram foi em relação à atividade 1. Isso em função do fato de não conseguirem calcular a altura em relação à banquetta. Isso evidencia a falta de subsunçores relacionados ao conceito de referencial. Diante disso, o docente realizou uma breve revisão sobre o assunto, facilitando o processo de ensino e aprendizado.

Figura 15 - Foto da resolução da lista 3 da UEPS pelo grupo 2.

Nome da escola: Juarez Rodrigues dos Anjos

Professor (a):

Aluno (a):

Aluno (a):

Aluno (a):

Lista 3

1) A imagem abaixo mostra um bloco de massa $m = 2,0 \text{ kg}$. Preso a um teto. Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, podemos afirmar que a energia potencial gravitacional em relação ao solo e a banqueta, vale em Joule, respectivamente:

a) 50 e 60.
b) 30 e 70
~~c) 60 e 50~~
d) 120 e 100
e) 40 e 50

Diagrama: Um bloco de massa $m = 2,0 \text{ kg}$ está suspenso a uma altura de $3,00 \text{ m}$ do solo. Uma banqueta está a $0,50 \text{ m}$ do solo. O valor de g é 10 m/s^2 . Cálculos manuscritos: $E_p = 2 \cdot 3 \cdot 10 = 60$ (em relação ao solo) e $E_p = 2 \cdot 2,5 \cdot 10 = 50$ (em relação à banqueta).

2) Analisando a figura acima podemos afirmar que:

a) Se aumentar a massa do bloco a energia potencial não se altera.
b) Se dobrar a altura da banqueta, a energia potencial gravitacional do bloco em relação a ela não se altera.
c) Se o bloco se solta, durante a queda até o solo sua velocidade permanece constante.
~~d) Se o bloco se solta ele atingirá a banqueta com uma velocidade maior que zero.~~
e) Quanto maior a altura do bloco em relação ao solo, menor será a velocidade ao atingi-lo caso se solte.

Fonte: Acervo próprio.

Aula 6

Durante os primeiros 25 minutos foi feita uma revisão sobre os conteúdos referentes ao trabalho de uma força constante, energia cinética e energia potencial gravitacional.

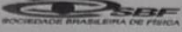
Os próximos 30 minutos de aula foram dedicados para explicar o conteúdo sobre conservação da energia mecânica. Como recursos didáticos foram utilizados: Datashow, quadro e giz. O material usado pode ser acessado através do link a seguir:

<https://drive.google.com/file/d/1R6V-az6XtMxK2edBWtKJ99oChIfmFnRW/view?usp=sharing>

Aula 7

Durante esta aula foi aplicada a lista 4 (apêndice D), contendo 2 exercícios. Mais uma vez, os discentes trabalharam em grupo, mantendo a formação anterior. O fato de permanecerem com os mesmos integrantes no grupo foi algo espontâneo, não sendo uma imposição do docente. Na figura 16 é apresentada a resolução do único grupo que conseguiu resolver corretamente as atividades.

Figura 16 - Foto da resolução da lista 4 realizada por discentes de um grupo.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MATO GROSSO



Instituto de Física

Nome da escola			
Juarez Rodrigues dos Anjos			
Professor (a):	Rui Ricardo	Disciplina: Física	1º ano turma: D
Aluno (a)			
Aluno (a)			
Aluno (a)			

Lista 4

1) Imagine que um pedreiro deixa cair (abandonado) um martelo de massa $m=1,0\text{ kg}$, de uma altura de 20 metros. Determine a velocidade desse objeto ao tocar o solo.

Desprezando a resistência do ar e considerando $g = 10\text{ m/s}^2$.

a) $v = 50\text{ m/s}$

b) $v = 40\text{ m/s}$

c) $v = 32\text{ m/s}$

~~d) $v = 20\text{ m/s}$~~

e) $v = 10\text{ m/s}$

$m = 1,0\text{ kg}$

$h = 20\text{ m}$

$g = 10\text{ m/s}^2$

$v = ?$

$E_{pg} = E_C$

$m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot v^2}{2}$

$10 \cdot 20 = \frac{200 \cdot v^2}{2}$

$\sqrt{400} = 20\text{ m/s}$

2) Um skatista em uma pista de skates sem atrito, inicialmente em repouso, parte da altura h , conforme indica a figura abaixo. Sabendo-se que sua velocidade é de 20 m/s no ponto B. Podemos afirmar que a altura h , em metros vale:

Considere $g = 10\text{ m/s}^2$.

~~a) 40 m;~~

b) 30 m;

c) 25 m;

d) 20 m;

e) 10 m.



$m =$

$v = 20\text{ m/s}$

$g = 10\text{ m/s}^2$

$h = ?$

$E_{pg} = E_C$

$m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot v^2}{2}$

$g \cdot \frac{h}{2} = \frac{v^2}{2} = \frac{10 \cdot h}{2} = \frac{20^2}{2}$

$h = \frac{400 \cdot 2}{10 \cdot 2} = \frac{800}{20} = 40\text{ m}$

28

Aula 8

Nos primeiros 15 minutos, foi apresentado o aparato experimental que consiste em uma rampa, que possibilita a variação da altura. Em seguida, foi esclarecido que o objetivo da aula experimental é facilitar o processo de ensino e aprendizagem, pois com essa ferramenta será possível os discentes realizarem suas próprias medidas e discutirem sobre os resultados obtidos fazendo uma análise qualitativa com as experiências realizadas no simulador PHET (pista de Skate).

Em seguida, nos próximos 40 minutos, após a explicação do funcionamento do aparato experimental, foram formados grupos, os quais receberam o roteiro da experiência (apêndice E).

As figuras 17 e 18 são de fotos tiradas durante o uso do aparato experimental, analisando as imagens se pode constatar que os discentes participaram ativamente da extração de dados demonstrando interesse, curiosidade e fazendo questionamentos, isso permite concluir que o material apresenta indícios de ser potencialmente significativo.

Figura 17 - Foto dos discentes utilizando o aparato experimental 1.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 18 - Foto dos discentes usando o aparato experimental 2.



Fonte: Acervo próprio.

Aula 9

Nesta aula, os grupos tiveram 15 minutos para apresentarem para os colegas da sala e ao docente os resultados obtidos no experimento através de uma apresentação das tabelas com os dados obtidos, sendo possível a utilização do quadro, Datashow ou cartolina.

Figura 19 - Foto dos dados obtidos pelo grupo 1, através do uso do aparato experimental.

6º passo
Calcular a energia cinética com dados obtidos através da experiência.

h (m)	$\text{sen}\theta$	Δt (s)	$E_p = mgh$ (J)	$E_c = \frac{1}{2}mv^2$ (J)	ΔE	v (m/s)
1,50 m	0,75	0,65	1,25	0,80	0,45	4,35
1,30 m	0,65	0,68	1,08	0,61	0,47	3,80
1,10 m	0,55	0,83	0,92	0,57	0,35	3,70
0,90 m	0,45	1,00	0,75	0,52	0,23	3,50

Fonte: Acervo próprio.

Os dados apresentados na figura 19 foram obtidos através da manipulação do aparato experimental. A coleta foi realizada em grupo com 3 discentes, para a formação desses foi solicitado que aqueles que estavam participando desde o início do retorno das aulas presenciais e que tenham respondido o pré-teste ficassem em um mesmo grupo.

Houve a necessidade de agir da forma supracitada, em função do fato, dos discentes não serem obrigados a retornarem as aulas na modalidade presencial, no dia 03/08/2021. Aqueles que os pais julgassem que fosse melhor continuar na modalidade não presencial poderiam retirar as apostilas na escola e continuar na modalidade remota. Entretanto, com o decorrer dos dias alguns foram voltando aos poucos para a modalidade presencial, encontrando a aplicação da UEPS em andamento.

Diante disso, os discentes participaram das atividades a partir do conteúdo que estava sendo trabalhado, mas para não comprometer o resultado da aplicação da UEPS, não fizeram parte da turma teste. O mesmo procedimento foi feito com a turma de controle. Isso explica a baixa quantidade de discentes que participou.

As figuras 20 e 21 apresentam as imagens das tabelas com os resultados obtidos pelos grupos 2 e 3.

Figura 20 - Foto dos dados obtidos pelo grupo 2, através do uso do aparato experimental.

6º passo
Calcular a energia cinética com dados obtidos através da experiência.

h (m)	$\text{sen}\theta$	Δt (s)	$E_p = mgh$ (J)	$E_c = \frac{1}{2}mv^2$ (J)	ΔE	v (m/s)
1,50 m	0,75	0,63	1,25	0,76	0,49	4,22
1,30 m	0,65	0,75	1,08	0,75	0,33	4,20
1,10 m	0,55	0,83	0,92	0,61	0,31	3,80
0,90 m	0,45	0,93	0,75	0,47	0,28	3,32

Fonte: Acervo próprio.

Figura 21 - Foto dos dados obtidos pelo grupo 3, através do uso do aparato experimental.

6º passo
Calcular a energia cinética com dados obtidos através da experiência.

h (m)	$\text{sen}\theta$	Δt (s)	$E_p = mgh$ (J)	$E_c = \frac{1}{2}mv^2$ (J)	ΔE	v (m/s)
1,50 m	0,75	0,67	1,25	0,86	0,39	4,50
1,30 m	0,65	0,65	1,08	0,65	0,43	3,92
1,10 m	0,55	0,82	0,92	0,60	0,32	3,77
0,90 m	0,45	0,95	0,75	0,47	0,28	3,32

Fonte: Acervo próprio.

Os dados apresentados na terceira coluna das tabelas das figuras 19, 20 e 21 são referentes aos valores dos intervalos de tempo obtidos, para a pilha percorrer a rampa partindo do repouso do ponto mais alto. Pode-se observar através dos dados que quanto menor a altura, maior é o intervalo de tempo. Isso ocorre pelo fato, da aceleração ser diretamente proporcional ao ângulo de inclinação.

Em relação aos valores das energias cinéticas apresentadas na quinta coluna das tabelas, os resultados obtidos são menores se comparados aos valores teóricos que considere o efeito da força de atrito desprezível. Esses resultados já eram esperados devido à dissipação de energia provocada pelo atrito, os dados obtidos permitiram que os discentes percebessem as diferenças entre as atividades práticas e as realizadas fazendo uso do simulador PHET, considerando a pista de skate sem atrito, situação que ocorre a conservação de energia mecânica.

Durante as apresentações dos resultados, foi realizada uma discussão entre os grupos e o docente, sobre os resultados obtidos com a realização da atividade experimental. Foi muito interessante a participação dos discentes, pois fizeram perguntas e questionamentos. Observe a fala de um discente: “professor, se não tivesse atrito os valores da energia cinética que calculamos seria maior?”. Também houve discussões em relação ao fato de a velocidade no final da rampa ser diretamente proporcional à altura,

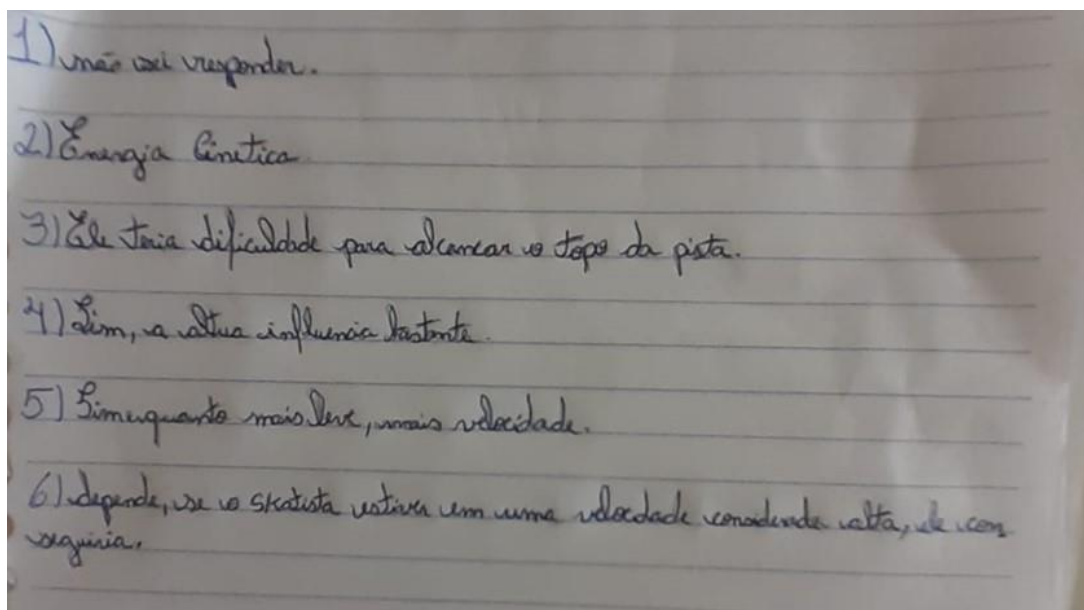
Foi explicado pelo docente que os resultados servem para que se tenham uma visão geral entre os valores teóricos e os obtidos através das atividades experimentais.

Diante dos resultados obtidos e da participação dos discentes na realização das atividades experimentais, pode-se afirmar que, o aparato experimental apresenta indícios de ser potencialmente significativo.

Aula 10

Durante esta aula (55 minutos) foi aplicada a lista 1 (pós-teste). Com os resultados dessa avaliação foi possível identificar se os discentes apresentam indícios de terem construído uma aprendizagem significativa, após a utilização da UEPS. Observem uma resposta do pós-teste através da figura 22, referente a turma controle (TC). Esta foto foi escolhida por representar as dificuldades da maioria, que não fez uso da UEPS. Em seguida, será apresentada a figura 23, com a foto das respostas de um discente da turma (TT), comparando as duas pode-se fazer uma avaliação qualitativa em relação ao desempenho das turmas.

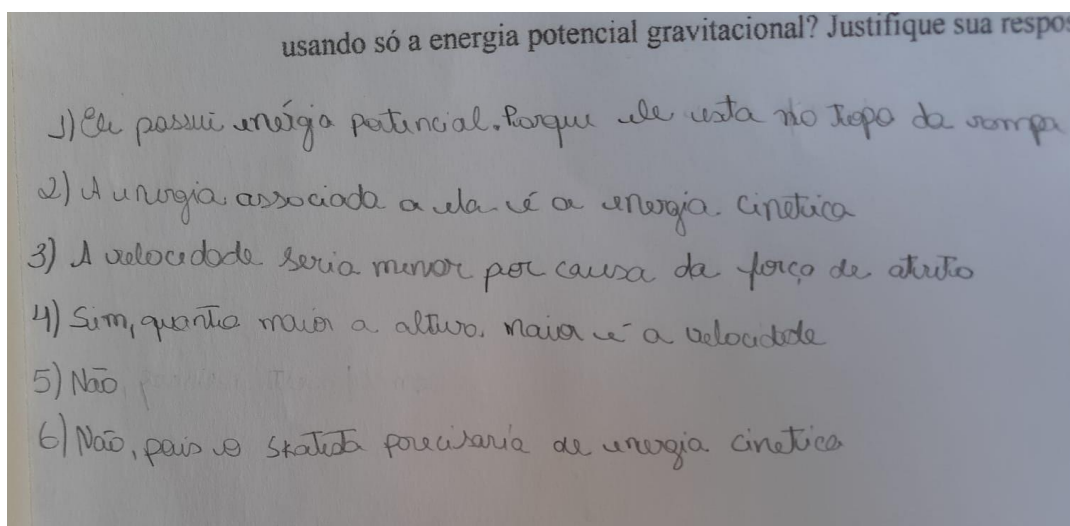
Figura 22 - Foto da resposta do pós-teste de um discente da turma controle (TC).



Fonte: Acervo próprio.

A seguir se irá analisar a figura 23, que apresenta a foto da resposta de um discente da turma (TT) que respondeu corretamente as questões. No entanto, não conseguiu justificar a questão 1. Esperava-se que na justificativa houvesse uma explicação relacionando a energia potencial com a altura.

Figura 23 - Foto da resposta do pós-teste de um discente da turma teste (TT).

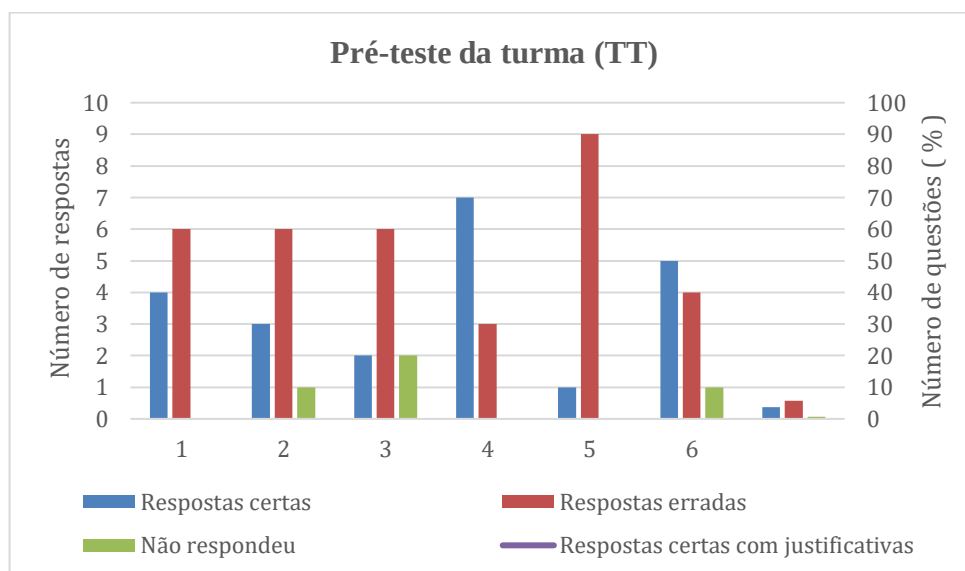


Fonte: Acervo próprio.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação do pré-teste (lista 1 apêndice A), na primeira aula, na turma teste, foram obtidos os dados apresentados no gráfico da figura 24, sendo mostrados os resultados das respostas dos discentes em relação às questões 1 a 6. Levando em consideração as perguntas que acertaram, erraram ou não responderam.

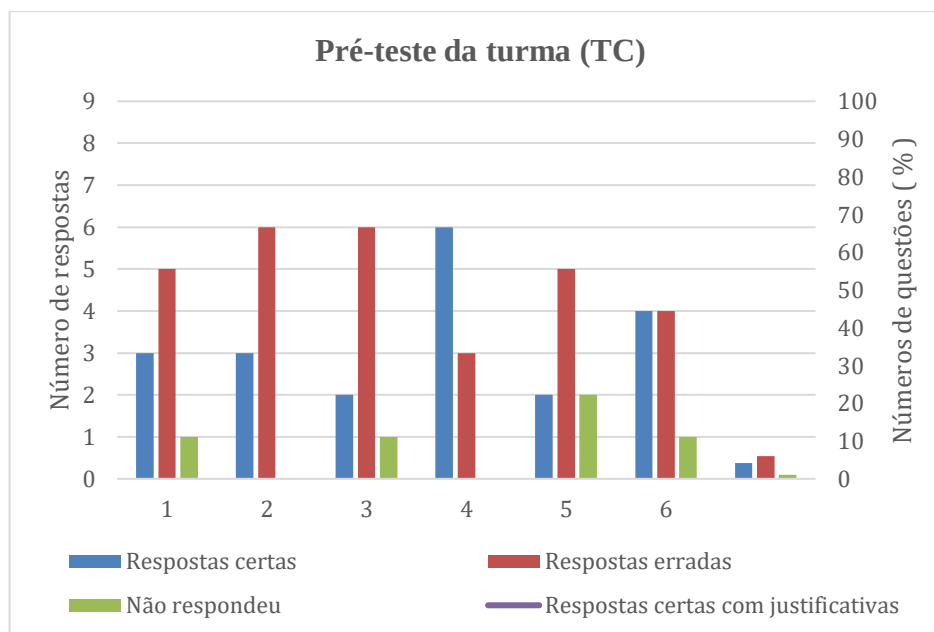
Figura 24 - Gráfico representando os resultados da aplicação do pré-teste na turma teste (TT).



Fonte: Acervo próprio.

Também, na primeira aula com a turma controle (TC) foi aplicado o pré-teste lista 1 (apêndice A), o qual forneceu os dados apresentados no gráfico da figura 25, em que são mostrados os resultados das respostas dos discentes em relação às questões 1 a 6. Levando em consideração as perguntas que acertaram, erraram ou não responderam.

Figura 25 - Gráfico representando os resultados da aplicação do pré-teste da turma (TC).



Fonte: Acervo próprio.

Analisando os gráficos com os dados do pré-teste se pode verificar que predominam as respostas erradas nas duas turmas. Outro fato que também chama atenção é o resultado das questões 3 e 5, e essas obtiveram um baixo índice de acertos, isso será motivo de uma discussão logo adiante.

A seguir se far-se-á uma análise dos índices percentuais de acertos de cada questão nas duas turmas.

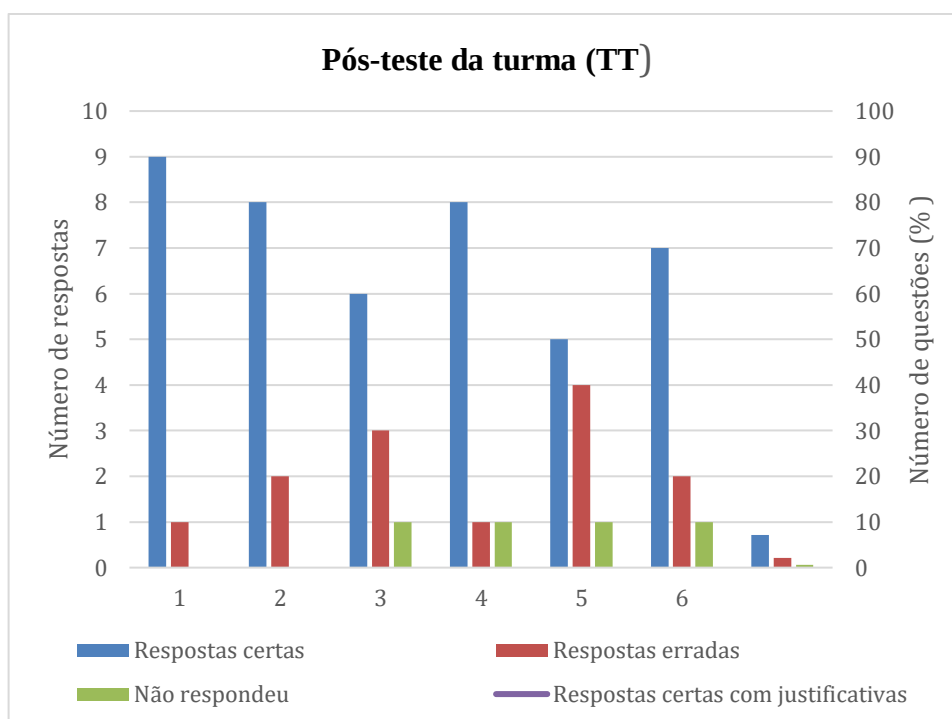
A questão 1 - os discentes da (TT) acertaram 40%, enquanto os da turma (TC) acertaram aproximadamente 33%.

- ✓ A questão 2 - os discentes da (TT) tiveram 30% de acertos, enquanto os da turma (TC) obtiveram aproximadamente 33%.
- ✓ A questão 3 - os discentes da (TT) conseguiram apenas 20% de acertos, enquanto os da turma (TC) conseguiram aproximadamente 22%.
- ✓ Em relação à questão 4, os discentes da turma teste (TT) obtiveram 70% de acertos, enquanto os da turma controle (TC) conseguiram 67%.
- ✓ A questão 5 - os discentes da turma (TT) obtiveram apenas 10% de acertos, enquanto os da turma (TC) alcançaram 22%.
- ✓ A questão 6 - os discentes da turma (TT) conseguiram 50% de acertos, enquanto os da turma (TC) alcançaram 44%.

Diante dos resultados apresentados é possível observar que as turmas apresentaram um comportamento com pequenas variações percentuais, em relação aos conhecimentos prévios relacionados ao conteúdo. Isso indica que essas turmas, de certa forma, são homogêneas, o que já era esperado.

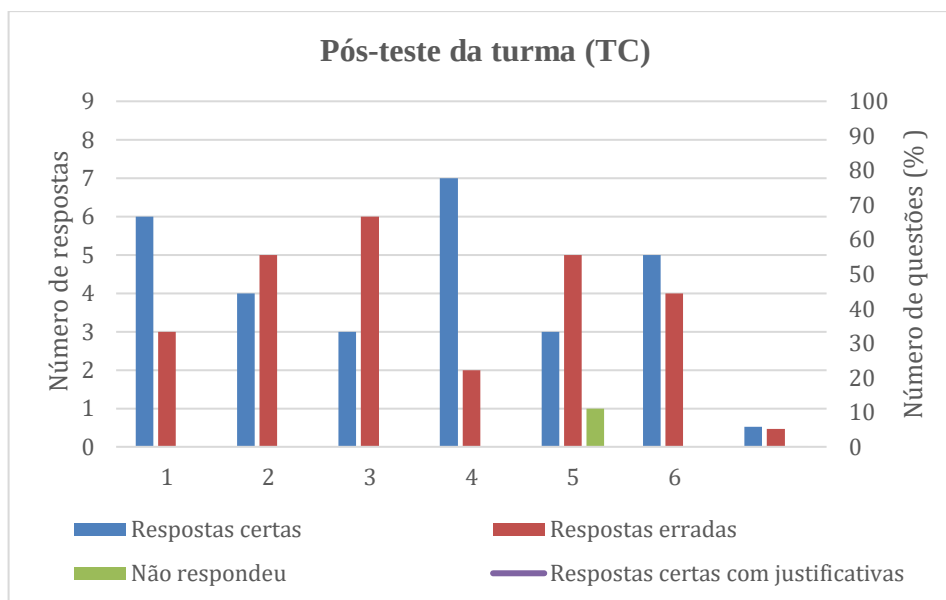
Na décima aula foi aplicado o pós-teste lista 1 (apêndice A), com as turmas teste e controle. Para isso, o docente teve o cuidado de analisar apenas os resultados dos discentes que participaram do pré-teste. Observe as figuras 26 e 27, referentes aos resultados da aplicação do pós-testes.

Figura 26 - Gráfico dos resultados da aplicação do pós-teste na turma teste (TT).



Fonte: Acervo próprio.

Figura 27- Gráfico dos resultados da aplicação do pós-teste na turma controle (TC).



Fonte: Acervo próprio.

Analizando os dados dos gráficos do pós-teste pode-se verificar que:

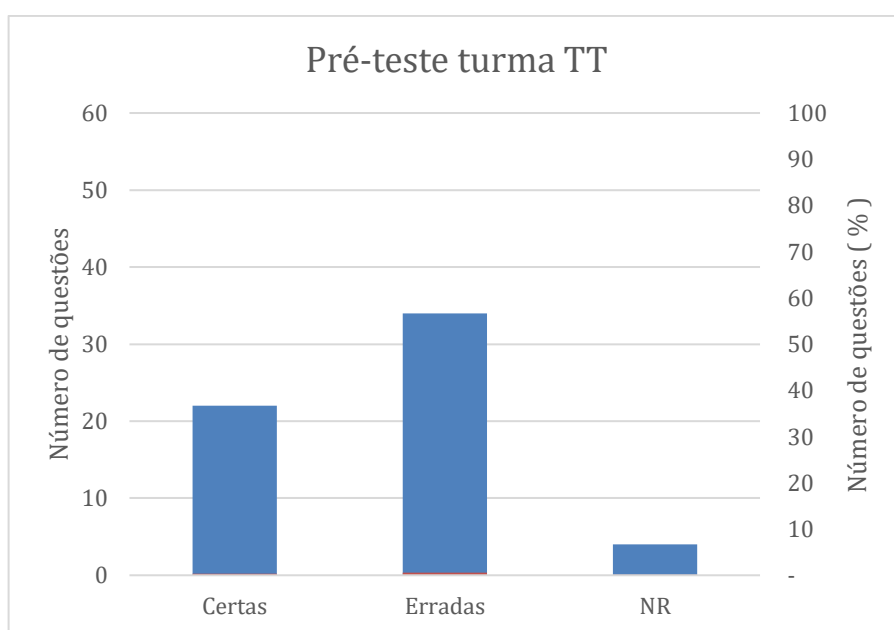
- ✓ A questão 1 - os discentes da (TT) alcançaram 90% de acertos incluindo duas respostas com justificativa, enquanto os da (TC) obtiveram 67% de acertos, porém sem nenhuma resposta com justificativa.
- ✓ Na questão 2 - os discentes da (TT) tiveram 80% de acertos, enquanto os da (TC) obtiveram aproximadamente 44%.
- ✓ A questão 3 - os discentes da (TT) conseguiram apenas 60% de acertos. No entanto, os da (TC) conseguiram aproximadamente 33%.
- ✓ Em relação à questão 4, os discentes da (TT) alcançaram 80% de acertos, enquanto os da (TC) conseguiram um resultado em torno de 78%.
- ✓ A questão 5 - os discentes da (TT) obtiveram 50% de acertos, enquanto os da (TC) conseguiram apenas 33%.
- ✓ Na questão 6 - os discentes da (TT) atingiram 70% de acertos, incluindo duas com justificativas, enquanto os da (TC) conseguiram apenas 56%.

Pode-se observar que a turma teste obteve um aumento em relação à quantidade de acertos das questões 1, 2 e 3, enquanto a turma controle só obteve aumento significativo na questão 1. Também se destaca o fato da questão 4 ter obtido uma porcentagem significativa de acertos nas duas turmas, isso será motivo de análise na seção 5.1.

5.1 ANÁLISE DO DESEMPENHO DA TURMA TESTE (TT) EM RELAÇÃO À QUANTIDADE DE RESPOSTAS CERTAS, ERRADAS E NÃO RESPONDIDAS NO PRÉ-TESTE E NO PÓS-TESTE

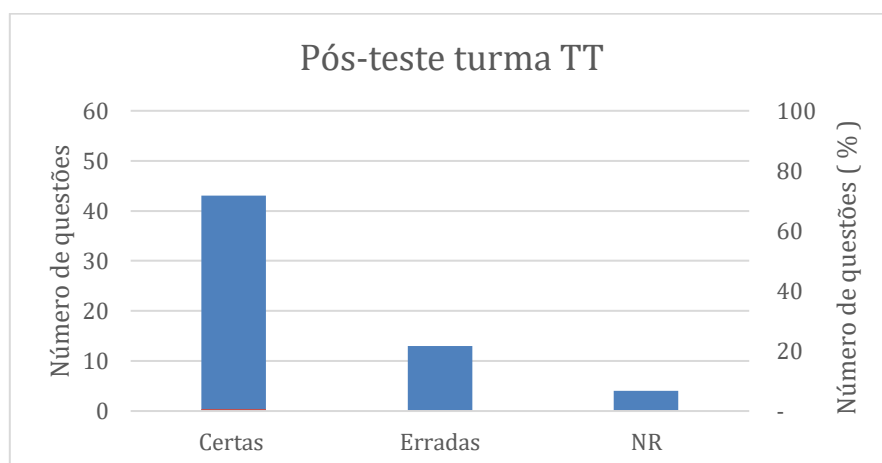
Serão analisados os gráficos 28 e 29, que fornecem uma visão geral em relação às respostas das questões aplicadas no pré-teste e pós-teste da turma teste.

Figura 28 - Gráfico apresentando o total de respostas no pré-teste da turma (TT).



Fonte: Acervo próprio.

Figura 29 - Gráfico apresentando o total de respostas no pós-teste da turma (TT).



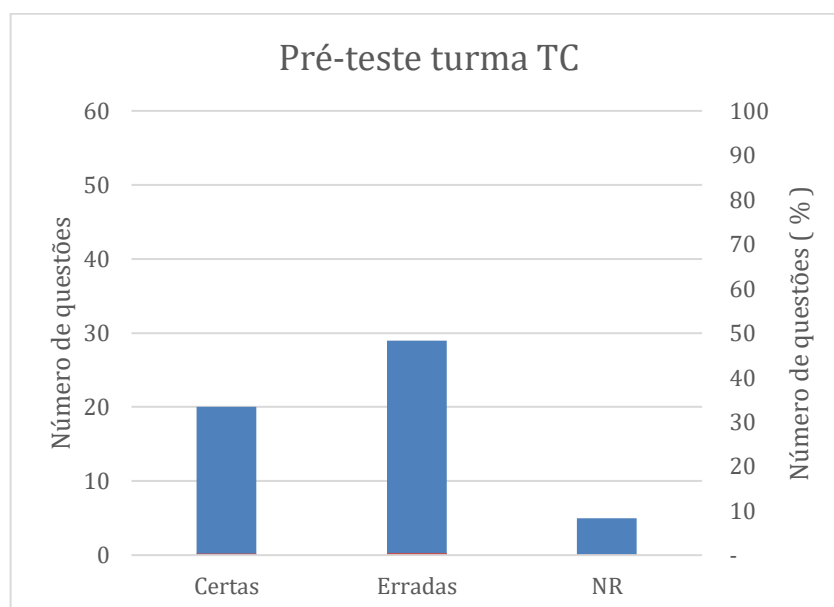
Fonte: Acervo próprio.

Através da análise dos gráficos representados nas figuras 28 e 29 é possível constatar que a turma teste (TT) obteve um aumento significativo em relação às questões certas, pois passou de um percentual de 37% de acertos no pré-teste para 72% no pós-testes. Isso representa que a UEPS corroborou, de maneira positiva, para o processo de ensino e aprendizagem.

5.2 ANÁLISE DO DESEMPENHO DA TURMA CONTROLE (TC) EM RELAÇÃO À QUANTIDADE DE RESPOSTAS CERTAS, ERRADAS E NÃO RESPONDIDAS NO PRÉ-TESTE E PÓS TESTE

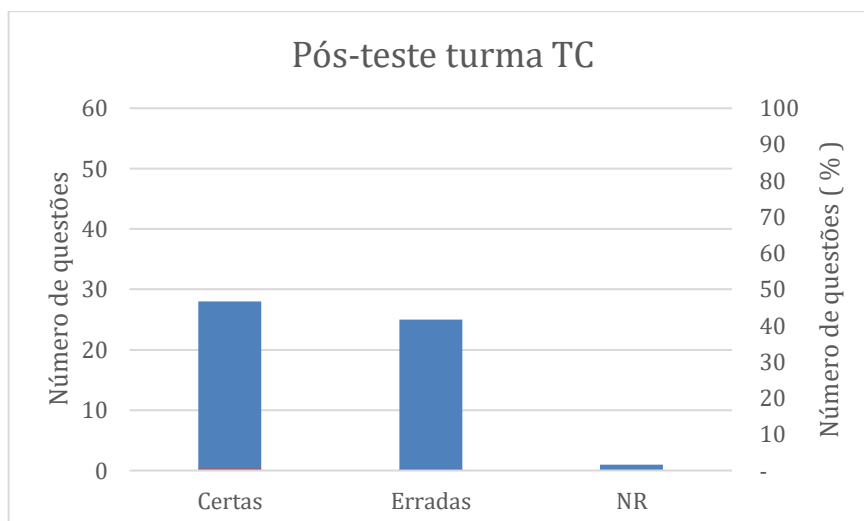
Analizando os gráficos 30 e 31 se obtém uma visão geral em relação ao percentual de cada uma das respostas das questões aplicadas no pré-teste e pós-teste da turma controle.

Figura 30 - Gráfico apresentando o total de respostas do pré-teste da turma controle (TC).



Fonte: Acervo próprio.

Figura 31 - Gráfico apresentando o total de respostas no pós-teste da turma (TC).



Fonte: Acervo próprio.

Analizando os gráficos apresentados nas figuras 30 e 31, é possível verificar que houve um aumento no número de questões certas e uma diminuição em relação às respostas erradas, porém ficou evidenciado que essas mudanças representam uma porcentagem pequena se comparada com a turma teste. Tendo em vista que a turma teste (TT) passou de um índice de 37% para 72% em relação às questões corretas, enquanto a turma controle (TC) passou de um percentual de 37% para 52%.

A análise dos resultados apresentados constata o que se esperava ao utilizar aulas tradicionais, ou seja, não foi constatado avanço satisfatório em relação à aprendizagem significativa. Isso se comparado com os resultados da turma TT.

Pode-se observar diferenças nos resultados das turmas que permitem afirmar que houve indícios de aprendizagem significativa na turma (TT), demonstrando que a UEPS contribuiu, positivamente, para os resultados obtidos.

5.3 DISCUSSÃO SOBRE AS QUESTÕES TRÊS E CINCO

Após análises dos gráficos, foi constatado que as questões 3 e 5 atingiram uma porcentagem baixa de acertos nas avaliações das turmas, isso tanto no pré-teste como no pós-teste. Acredita-se que isso ocorreu, em função do fato de os discentes não terem uma estrutura cognitiva, clara, estável e adequadamente organizada em relação ao conteúdo, dificultando assim a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2006).

Em relação à questão 3, ficou evidenciado que a maioria dos discentes não conseguiu relacionar a força de atrito com a diminuição da velocidade em decorrência da dissipação de energia em forma de calor. Também não se deve esquecer de que uma parcela de energia se transformou de energia mecânica em energia sonora.

Analisando a questão 5, fica evidenciado que alguns discentes têm, em suas estruturas cognitivas, a ideia de que a velocidade alcançada pelo skatista durante a descida da rampa é diretamente proporcional à sua massa. Isso parece estar “enraizado” em suas estruturas cognitivas, de tal forma que não foi possível alcançar um resultado mais satisfatório com a Sequência Didática trabalhada em relação a essas duas questões.

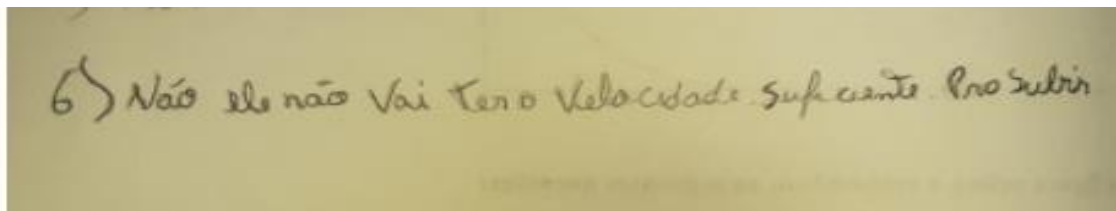
O fato de os resultados obtidos com essa questão não serem o que se esperava não significa que o material trabalhado não seja potencialmente significativo, mas pode estar relacionado ao pouco tempo disponível para trabalhar o conteúdo, talvez com uma carga horária maior os resultados poderiam ser melhores.

5.4 DISCUSSÃO SOBRE AS QUESTÕES QUATRO E SEIS

Analisando os resultados da questão 4 se pode constatar que foi a que apresentou um maior percentual de acertos tanto no pré-teste, quanto no pós-teste, isso nas duas turmas. Diante desses resultados, se acredita que a maioria dos discentes já possuía conhecimentos que colaborou para um índice de acertos satisfatórios, ou seja, detinha os conhecimentos prévios relacionados com a proporcionalidade da velocidade com a altura.

Em relação à questão 6, mesmo havendo um aumento no número de acertos no pós-teste, em relação ao pré-teste, isso tanto na turma (TT) como na turma (TC). Houve uma parte significativa de discentes que não respondeu corretamente, esses discentes não conseguiram apresentar uma justificativa de acordo com a expectativa do docente. Analisa-se a figura 32, com a foto da resposta de um discente da turma (TT) teste. É importante destacar que esta foi escolhida por representar uma parcela dos que tentaram responder e justificar.

Figura 32 - Foto da resposta da questão 6 de um discente no pós-teste da turma (TT).



Fonte: Acervo próprio.

Analisando a resposta acima se pode constatar que o discente associou o fato de não ser possível sair do topo de uma pista de skate com altura menor para o topo de maior altura, em função da falta de velocidade. Isso demonstra que há dificuldades em relação ao conhecimento do conteúdo sobre a conservação da energia mecânica. Tendo em vista que poderiam ter relacionado com a impossibilidade de se chegar no topo do lado mais alto, em decorrência da quantidade da energia potencial gravitacional no início do movimento ser menor do que a energia potencial gravitacional no topo da rampa mais alta. Também poderiam ter citado a dissipação de energia como outro fator que contribui para que não seja possível realizar o trajeto no caso da existência de atrito. Uma outra possibilidade seria afirmarem a impossibilidade de ocorrer tal fenômeno sem a realização de trabalho, ou seja, fornecendo energia para o skatista.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática de atividades experimentais e o uso de simuladores, no ensino da Física, não é comum na maioria das escolas do país e isso em função de vários fatores, tais como: falta de laboratórios de ciência e de informática. Também existe a questão relacionada com a pouca qualificação por parte de alguns docentes, além disso, o Estado costuma investir muito pouco na escola.

Diante desse cenário, a UEPS que foi desenvolvida tem por objetivo oferecer uma opção para romper essas dificuldades, servindo como um material potencialmente significativo, despertando o interesse dos discentes.

Mesmo diante das dificuldades enfrentadas durante a pandemia de Covid-19, foi possível aplicar o produto educacional na modalidade presencial, porém a quantidade de discentes que participaram foi pequena, em função de fatores já citados. No entanto, os resultados obtidos foram satisfatórios demonstrando que houve evidências de aprendizagem significativa. Isso ficou nítido, principalmente, durante o uso do simulador PHET (pista de Skate) e, mais ainda, durante as atividades experimentais.

Durante o uso dessas ferramentas, os discentes foram bastante participativos, principalmente, quando fizeram a utilização do aparato experimental, pois isso possibilitou que o ensino do conteúdo sobre conservação da energia mecânica não fosse lecionado de forma tradicional, ou seja, que acaba “levando” a uma aprendizagem mecânica.

As evidências de uma aprendizagem significativa ficaram destacadas nos resultados obtidos com os que participaram da aplicação do produto, pois houve um aumento significativo na quantidade de acertos das questões, do pós-teste em relação ao pré-teste, enquanto com a turma controle (TC), os resultados foram pouco expressivos.

Realizando uma avaliação qualitativa, houve mais questionamentos, argumentações em relação às situações problemas apresentadas no pós-teste por parte da turma teste (TT). Isso são evidências de que houve uma aprendizagem significativa.

No entanto, os resultados obtidos pelos discentes, que estudaram o conteúdo, de forma tradicional (usando somente o livro didático), não foi relevante, pois eles não conseguiram apresentar resultados tão satisfatórios, além das quantidades de acertos do pós-teste terem sido menores em relação aos que fizeram uso da UEPS. Houve pouco questionamento sobre o conteúdo lecionado, a maioria demonstrou pouco interesse, dificultando o processo de ensino e aprendizagem.

Sendo assim, diante dos resultados apresentados é possível afirmar que a UEPS corroborou para uma aprendizagem significativa no ensino do conteúdo sobre conservação da energia mecânica.

É importante destacar que: quando voltar ao novo “normal”, pretende-se reaplicar o produto, com o objetivo de verificar qual foi a influência psicológica, financeira e outros aspectos, em função da pandemia da Covid-19 nos resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. Psicologia educacional. Rio de Janeiro: Interamericana. Tradução de E. Nick, H. B. C. Rodrigues, L. Peotta, M. A. Fontes e M. G. R. Maron. Rio de Janeiro: Interamericana Ltda., 1980.

BACICH, Lilian. MORAN, José. **Metodologias ativas para uma prática inovadora**. Porto Alegre: Penso, 2018.

Base Nacional Curricular. **Ensino médio**. Disponível em: BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf (mec.gov.br). Acesso em: 25/05/2020.

Brasil Escola. **O que é trabalho Mecânico**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-trabalho-mecanico.htm>. Acesso em: 03/06/2020.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais de Ensino - Física: PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação; Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

Caderno Brasileiro de Ensino de Física, **Simulações virtuais de experimentos históricos para o ensino da Teoria Eletrofraca**. v. 38, n. 1, p. 346-404, abr. 2021. Disponível em: <Vista do Simulações virtuais de experimentos históricos para o ensino da Teoria Eletrofraca (ufsc.br)>. Acesso em: 23/07/2021.

FEYNMAN, R. P. **Física em 12 Lições** / Richard P. Feynman; tradução Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Editora Ediouro, 2005.

GOMES, É. C; FRANCO, O. S. L. X; ROCHA, A.S; **USO DE SIMULADORES PARA POTENCIALIZAR A APRENDIZAGEM NO ENSINO DE FÍSICA**. Araguaína, TO: EDUFT, 2020.

LIBÂNEO, José Carlos. Didática. São Paulo: Cortez, 2006.

MOREIRA, M. A. **Energia, entropia e irreversibilidade**. Porto Alegre, Instituto de Física UFRGS, 1999. (Textos de apoio ao professor de física, n. 9).

MOREIRA, Marco Antônio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: UNB, 2006.

MOREIRA, Marco Antônio. **Desafios no ensino da física**. Disponível em: SciELO - Brasil - Desafios no ensino da física Acesso em: 21/06/2021.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. 1ª Edição. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, Marco, Antônio. **Uma análise crítica do ensino de Física**. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142018000300073&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 06/05/2020

Orientações Curriculares de Mato Grosso. **LIVRO CIENCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA**. Disponível em:

<http://cos.seduc.mt.gov.br/wmmostrarmodulo02.aspx?55,226,Componente+Arquivo+02>. Acesso em: 20/02/2020.

PERUZZO, Jucimar. **Experimentos de Física Básica**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

POLITO, Antony M. M. **A construção da estrutura conceitual da física clássica** – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016. – (Série mestrado nacional profissional em ensino de física; v. 2)

QEdU Taxas de Rendimento (2018). Disponível em: <<https://www.qedu.org.br/estado/111-mato-grosso/taxas-rendimento/rede-estadual/rural-e-urbana?year=2018>>. **Acesso em: 02/03/2020.**

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David; KRANE, Kenneth. **Física 1**. 5ª edição. Rio de Janeiro. Editora: LTC. 2003.

Simulador PHET. **Energia em pista de skate**. Disponível em: PhET: Simulações em física, química, biologia, ciências da terra e matemática online e grátis (colorado.edu). Acesso em: 23/03/2020.

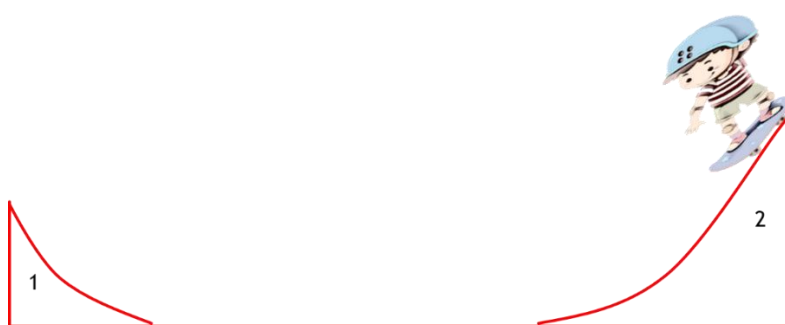
ZABALA, Antoni; ARNAU, Laia; **Métodos para ensinar competências**. Porto Alegre: Editora: ISBN, 2020.

Apêndice A

Pré-teste

Nome da escola		Juarez Rodrigues dos Anjos	
Professor (a):		Disciplina: Física	1º ano turma:
Aluno (a)			

Lista 1



Analise a figura acima e responda as seguintes questões:

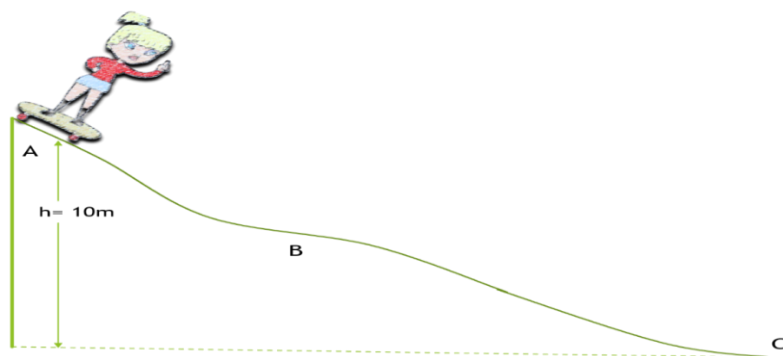
- 1) Quando o skatista está no topo da pista de skate, parado pronto para descer a rampa. Ele possui algum tipo de energia? Explique.
- 2) Durante a descida da rampa, o skatista atinge uma determinada velocidade. Qual é o nome da energia associada a essa?
- 3) Se a pista de skate não fosse lisa, qual seria a consequência disso?
- 4) Em sua opinião, a altura da pista tem alguma influência na velocidade que o skatista atinge durante a descida?
- 5) Em sua opinião, a massa do conjunto skate e skatista tem influência na velocidade que ele atinge?
- 6) Seria possível o skatista partir do topo da rampa 1 e atingir o topo da rampa 2 usando só a energia potencial gravitacional? Justifique sua resposta.

Apêndice B

Nome da escola	Juarez Rodrigues dos Anjos		
Professor (a):		Disciplina: Física	1º ano turma:
Aluno (a)			
Aluno (a)			
Aluno (a)			

Lista 2

- 1) Uma skatista parte do repouso e desce uma rampa. Observe a imagem abaixo e marque a alternativa correta.



- a) A energia cinética da skatista é maior no ponto mais alto da rampa.
- b) A energia cinética da skatista é maior no ponto B da rampa.
- c) A energia cinética não varia durante a descida da rampa.
- d) A energia cinética é maior ao final da rampa.
- e) A energia cinética e potencial permanece constante durante a descida.
- 2) Analisando a figura anterior, sabendo que a massa do conjunto skatista e skate é igual a 60 kg, calcule a energia cinética aproximada no ponto C, e despreze a força de atrito.
- Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$
- 3) Sabendo que a altura no ponto B, seja igual a 7 m. Calcule a velocidade nesse ponto.

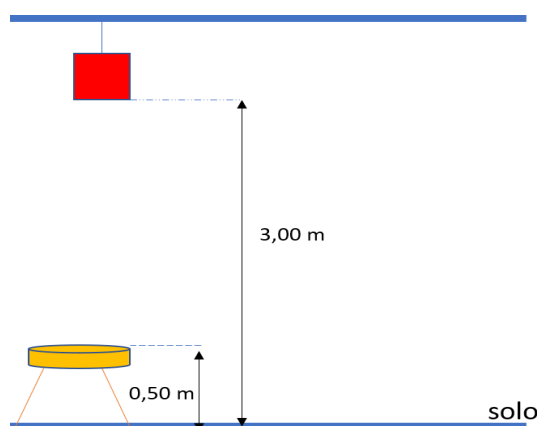
Apêndice C

Nome da escola	Juarez Rodrigues dos Anjos		
Professor (a):		Disciplina: Física	1º ano turma:
Aluno (a)			
Aluno (a)			
Aluno (a)			

Lista 3

- 1) A imagem abaixo mostra um bloco de massa $m = 2,0 \text{ kg}$. Preso a um teto. Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, pode-se afirmar que a energia potencial gravitacional em relação ao solo e à banquetta, vale em Joule, respectivamente:

- a) 50 e 60.
- b) 30 e 70
- c) 60 e 50
- d) 120 e 100
- e) 40 e 50



2) Analisando a figura acima pode-se afirmar que:

- a) Se aumentar a massa do bloco a energia potencial não se altera.
- b) Se dobrar a altura da banquetta, a energia potencial gravitacional do bloco em relação a essa não se altera.
- c) Se o bloco se solta durante a queda até o solo, sua velocidade permanece constante.
- d) Se o bloco se solta, esse atingirá a banquetta com uma velocidade maior que zero.
- e) Quanto maior a altura do bloco em relação ao solo, menor será a velocidade ao atingi-lo, caso se solte.

Apêndice D

Nome da escola	Juarez Rodrigues dos Anjos		
Professor(a):		Disciplina: Física	1º ano turma:
Aluno(a)			
Aluno(a)			
Aluno(a)			

Lista 4

1) Imagine que um pedreiro deixe cair (abandonado) um martelo de massa $m=1,0$ kg, de uma altura de 20 metros. Determine a velocidade desse objeto ao tocar o solo. Desprezando a resistência do ar e considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) $v = 50 \text{ m/s}$
- b) $v = 40 \text{ m/s}$
- c) $v = 32 \text{ m/s}$
- d) $v = 20 \text{ m/s}$
- e) $v = 10 \text{ m/s}$

2) Um skatista, em uma pista de skates sem atrito, inicialmente em repouso, parte da altura h , conforme indica a figura abaixo. Sabendo-se que sua velocidade é de 20 m/s no ponto B. Pode-se afirmar que a altura h , em metros vale:

Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- a) 40 m;
- b) 30 m;
- c) 25 m;
- d) 20 m;
- e) 10 m.



Apêndice E

Produto educacional

	 UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	 SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
---	---	---

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF Polo 25 UFMT_CUIABÁ

APARATO EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA

RONIVALDO RODRIGUES GARCIA

Orientador:

Prof. Dr. Pablo Edilberto Munayco Solorzano

CUIABÁ – MT

2022

APRESENTAÇÃO

Caro professor, este trabalho traz uma proposta didática e metodológica na utilização de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativo (UEPS), que busca despertar o interesse dos discentes para as aulas de Física. Essa UEPS é composta por um simulador PHET (pista de skate), aparelhos de celulares e um aparato experimental criado pelo autor. A UEPS, tem como objetivo facilitar o processo de ensino e aprendizagem para que se possa atingir uma aprendizagem significativa em relação ao conteúdo da conservação de energia mecânica, desprezando as forças de atritos envolvidos no processo.

Todo o processo teve como base a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, sendo aplicado na escola estadual Juarez Rodrigues dos Anjos, localizada na periferia da região Sul de Cuiabá, com discentes do primeiro ano do Ensino Médio.

Espera-se que os docentes possam também estar fazendo uso desse material, tornando assim o ensino do conteúdo citado mais atrativo e alcançando uma aprendizagem significativa.

1. INTRODUÇÃO

Vive-se em um mundo em que a demanda por energia cresce a cada dia, isso em função do desenvolvimento tecnológico, o aumento populacional e do consumo. Diante dessa realidade, é necessário buscar fontes de energia renováveis que sejam de baixo custo para atender uma parcela considerável da população do Planeta, porém em se tratando desse assunto, a maioria dos discentes apresenta muitas dificuldades para reconhecer as várias formas de energias presentes em seu cotidiano, mesmo após ter concluído o Ensino Médio.

Para mudar essa realidade, deve-se melhorar o processo de ensino e aprendizagem em aulas de física. O conteúdo sobre a conservação da energia mecânica será trabalhado através de uma Sequência Didática (UEPS), em que se pretende fazer com que as aulas sejam mais interessantes. Essa sequência é composta por: um simulador PHET (energia na pista de skate) oferecido gratuitamente pela Universidade de Colorado, um aparato experimental, simples criado pelo autor e o uso do cronômetro dos aparelhos de celulares, que é uma ferramenta pouco explorada para fins didáticos e que a grande maioria dos discentes possuem.

A utilização dos recursos citados acima terá como objetivo despertar o interesse pelo conteúdo, fugindo das aulas tradicionais que não são atrativas para a maior parte dos discentes. Tendo em vista que uma das maiores dificuldades do docente é motivá-los para que se interessem pelo assunto que está sendo trabalhado, isso ocorre em todas as séries do Ensino Médio, porém no primeiro ano é mais complicado.

Na escola em que será aplicado o produto educacional, o número de desistentes e reprovados é maior na série citada no parágrafo anterior. Sabe-se que este problema não é muito diferente em outras unidades escolares públicas do Estado e do país. Mudar a realidade descrita anteriormente não é tarefa fácil, principalmente, diante das dificuldades enfrentadas, tais como: estrutura precária, falta de laboratório de informática e ciências, profissionais desmotivados ou com pouca qualificação, discentes desmotivados, alguns pertencem a famílias desestruturadas. Diante de tudo isso, a UEPS terá um papel importante, pois o docente deixando de trabalhar uma aula tradicional, passará a despertar na maioria dos discentes o interesse pelo assunto e, conseqüentemente, consegue-se alcançar uma aprendizagem significativa.

2. MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA

Melhorar o processo de ensino e aprendizagem não é uma tarefa fácil, porém para romper as dificuldades se deve facilitar usando novas ferramentas e métodos didáticos alternativos. Diante disso, a ferramenta que será construída irá corroborar para o alcance desse objetivo, contribuindo para uma aprendizagem significativa. Através de observações, análise de dados e de gráficos, que serão trabalhados com discentes do primeiro ano do Ensino Médio.

3 OBJETIVO

3.1 Objetivo geral:

- ✓ Alcançar uma aprendizagem significativa sobre conservação da energia mecânica, através da transformação da energia potencial gravitacional em energia cinética.

3.2 Objetivos específicos:

- ✓ Verificar a conservação da energia mecânica;
- ✓ Medir o intervalo de tempo gasto no percurso;
- ✓ Calcular a velocidade ao final da rampa;
- ✓ Calcular a energia potencial gravitacional;
- ✓ Aferir a energia cinética observando sua dependência com a energia potencial gravitacional;
- ✓ Observar a dependência da energia potencial com a altura;
- ✓ Analisar as diferenças entre as energias potenciais gravitacionais teóricas e as energias cinéticas obtidas através dos dados colhidos durante a realização das experiências através do uso do aparato experimental.

4 PRODUTO EDUCACIONAL

O aparato experimental será formado por: um suporte de madeira de 1,5 m de altura, encaixado em uma base de madeira de 40 cm de comprimento em forma de cruzeta por 2 cm de largura e 12 cm de altura. Nesse suporte será acoplado um cano pvc de 40 mm de 2,0 metros de comprimento, cortado na direção longitudinal de maneira que se tenha duas partes iguais. Em seguida será colada uma parte sobre a outra, usando cola de cano pvc, feito isso se terá o trajeto da rampa, conforme é apresentado na figura 6. A importância de se colarem as partes do cano uma sobre a outra é para se ter um trajeto retilíneo.

O percurso de 2,0 metros será percorrido por um corpo que, durante a descida, não terá movimento rotacional. Para isso será usada uma pilha de modelo grande, cuja a massa será fornecida. Em relação à altura da rampa há possibilidade de se alterar em intervalos de 20,0 cm, com isso, será possível realizar aferições sobre o valor da energia potencial para alturas diferentes.

5 ENERGIA

Não é difícil pensar em circunstâncias que podem ser associadas à palavra **energia**. Diz-se, por exemplo, que os alimentos "têm energia". O mesmo se pode dizer de combustíveis, que fazem mover máquinas. Os aparelhos elétricos de casas também precisam de energia para funcionar. Existem aparelhos que necessitam de grandes quantidades de energia, como é o caso do chuveiro. Outros aparelhos funcionam bem com pequenas quantidades de energia, como um radinho à pilha. "É importante perceber que, na física atual, não se tem conhecimento do que é a energia. Não se tem um quadro de que a energia vem em pequenas gotas de magnitude definida." (FEYNMAN, 2009, p. 40).

Em todas as situações que envolvem a ideia de energia se pode identificar algum tipo de transformação. Sempre que algo acontece, existe algum tipo de energia envolvida. Outro fato importante associado ao conceito de energia é a da conservação. Em física, dizer que uma grandeza se conserva significa dizer que essa não aumenta nem diminui, isto é, se mantém constante.

Imagine que uma criança tenha cinquenta bolinhas de gude “bolitas”, que ela joga com um colega e perde vinte bolinhas. O fato de ela ter ficado só com trinta não significa que as vinte deixaram de existir, mas que trocaram de dono, segundo explica Feynman (2009).

Sugere-se aos docentes que façam a leitura do capítulo 4 do livro: Feynman, Lições de Física, volume 1.

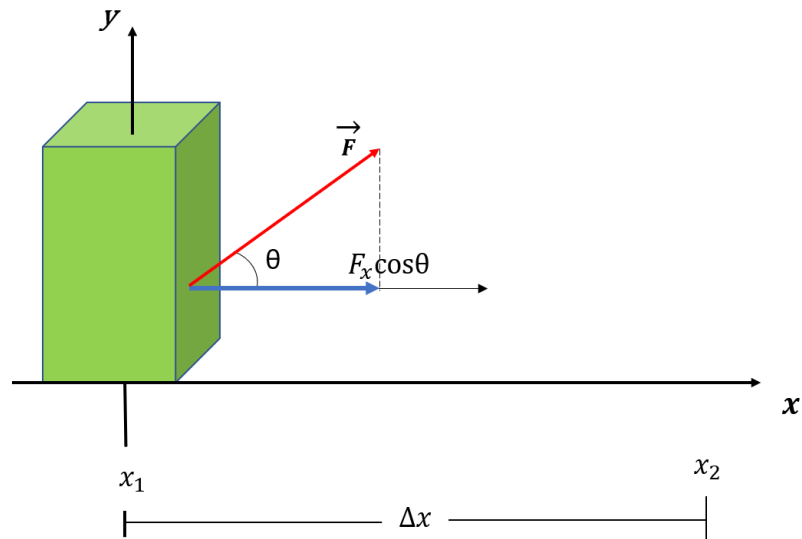
5.1 Trabalho de uma força constante

No cotidiano, o trabalho está relacionado com o exercício de alguma atividade ou algum serviço, porém, em Física, o trabalho é conceituado de forma diferente. Se não houver força e deslocamento, não existe trabalho. Isso quer dizer que mesmo que uma pessoa mantenha um objeto pesado por bastante tempo, fisicamente, ela não está realizando trabalho.

Normalmente, uma forma de energia está associado ao estado ou a uma condição de um corpo: seu estado de movimento, sua localização (por exemplo, seu peso na gravidade da Terra), sua temperatura, a corrente elétrica fluindo através dele, e assim por diante.

Essa grandeza pode ser transferida de um corpo para outro ou transformada de uma forma para outra. Uma forma de se transferir ou transformar energia é através da realização de trabalho. Segundo Resnick, Halliday e Krane (2003): “O trabalho é uma forma de transferir energia para ou de um corpo devido a uma força que age sobre ele”.

Figura 1 - Bloco se movendo em um plano horizontal, sobre a ação de uma força F .



Fonte: Acervo próprio.

Na figura 1 se tem o trabalho realizado por uma força constante ($\vec{F}$), em que se pode constatar que somente a componente da força $F \cos \theta$, ao longo do vetor deslocamento contribui para o trabalho. De modo que o trabalho realizado é:

$$W = (F \cos \theta) \Delta x \quad (1)$$

Pela equação de definição de trabalho (W), lembrando que $\cos \theta$ é um número adimensional, nota-se que a unidade de medida dessa grandeza no sistema internacional (SI), é: 1 newton x 1 metro = 1 N • m. Esta unidade é denominada de joule em homenagem ao físico inglês do século XIX, James P. Joule, que desenvolveu vários trabalhos no campo do estudo da energia.

Analisando a equação 1 se verifica que:

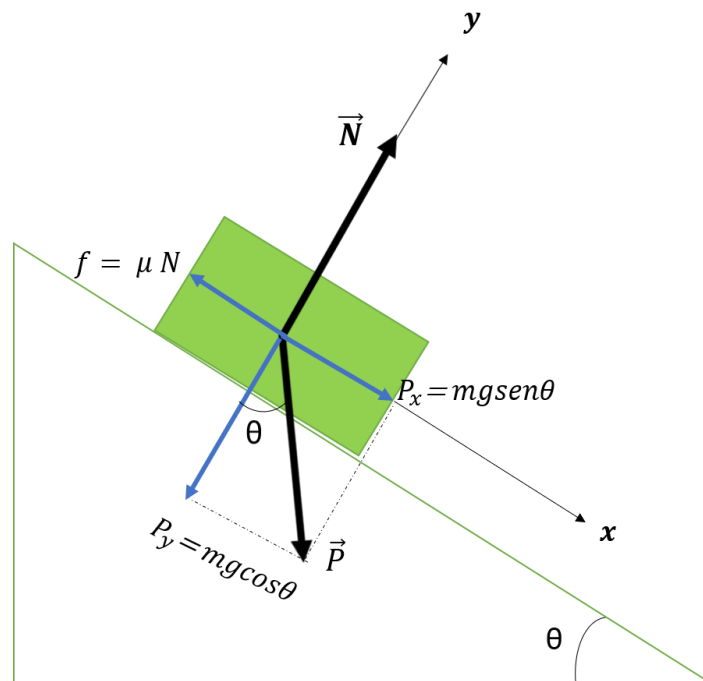
- 1) Se $F = 0$, então o $W = 0$. Para que seja realizado trabalho, é necessário que uma força seja exercida.
- 2) Se o $\Delta x = 0$, então o $W = 0$ para que seja realizado trabalho por uma força, é necessário que exista o movimento do ponto de aplicação desta força ao longo de uma determinada distância.
- 3) Se o ângulo $\theta = 90^\circ$, então $W = 0$, para que seja realizado trabalho por uma força, é necessário que uma componente da força atue da direção do deslocamento ou no sentido oposto.
- 4) Quando, então $W = F \Delta x$ se a força e o deslocamento têm a mesma direção e o mesmo sentido.

- 5) Quando $\theta = 180^\circ$, então $W = -F\Delta x$. Se a força age no sentido oposto, mas na mesma direção do deslocamento, então a força realiza trabalho negativo.
- 6) Se a força age no sentido oposto, mas na mesma direção do deslocamento, então a força realiza um trabalho negativo.

No caso de um bloco se movendo sobre um plano inclinado.

Conforme se pode observar na figura 2.

Figura 2 - Bloco descendo um plano inclinado



Fonte: Acervo próprio.

Na figura 2 se tem um bloco de massa m , descendo um plano inclinado em direção ao solo com velocidade, uma força peso ($mgsen\theta$), a força de atrito no sentido oposto ao movimento e uma força normal ($\vec{N}$), perpendicular ao bloco e ao movimento.

Sendo que neste caso o trabalho é fornecido pela equação 2.

$$W = (mg\Delta x sen \theta) \quad (2)$$

No caso do bloco descendo um plano inclinado, a força gravitacional ($mgsen\theta$) realiza um trabalho positivo, enquanto a força normalmente não realiza trabalho. É importante destacar que o trabalho é uma grandeza escalar; esse é caracterizado somente por uma

intensidade e um sinal, porém é o resultado da combinação de dois vetores ($\vec{F}$ e $\Delta\vec{x}$). Uma forma compacta de se escrever isto se baseia no produto escalar de dois vetores ($\vec{F} \Delta\vec{x}$).

Considere o trabalho realizado por uma força que atua sobre um objeto enquanto este se move de uma posição inicial para uma posição final, através de um percurso escolhido arbitrariamente. Se este trabalho é o mesmo para qualquer um dos percursos, diz-se que a força é conservativa. Se o trabalho não é o mesmo para todos os percursos, diz-se que a força é não conservativa.

Para calcular a velocidade no final da rampa será utilizada a equação (5). Sendo que essa possibilita utilizar o intervalo de tempo obtido pelos discentes durante a atividade experimental. Considerando a presença da força de atrito, a força resultante sobre o bloco é dada por:

$$P_x - f = ma$$

Substituindo $f = \mu N$ e $p_x = mg\sin\theta$, na equação acima, teremos:

$$mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta = ma$$

$$a = g(\sin\theta - \mu \cos\theta) \quad (3)$$

Através da equação horária da velocidade, podemos calcular a velocidade no final da rampa.

$$v = v_0 + at \quad (4)$$

Substituindo a equação (3) na (4) temos:

$$v = v_0 + g(\sin\theta - \mu \cos\theta)t \quad (5)$$

5.2 Energia Cinética

Segundo Resnick, Halliday e Krane (2003), a energia cinética (k) é a energia associada ao movimento de um corpo. Sabe-se que essa energia depende diretamente da massa e da velocidade do corpo. Essa grandeza é fornecida pela seguinte expressão:

$$K = \frac{1}{2}mV^2 \quad (6)$$

A energia cinética tem as mesmas dimensões que o trabalho, sendo medida nas mesmas unidades do trabalho (joule). Em função do fato de energia cinética ser uma grandeza escalar, não existe uma direção associada com a energia cinética e essa não possui componentes. Ao contrário do trabalho, essa energia nunca pode ser negativa.

Com relação à energia cinética inicial e final se tem: $K_i = \frac{1}{2}mV_i^2$ e $K_f = \frac{1}{2}mV_f^2$. Diante disso se pode escrever a equação 7 como sendo:

$$W = \Delta K = K_f - K_i \quad (7)$$

A equação 7 é a representação matemática de um importante resultado chamado de teorema trabalho-energia: podendo observar que trabalho realizado pelas forças agindo sobre um corpo é igual à variação do teorema da energia cinética do corpo.

5.3 Energia potencial gravitacional

Segundo Halliday, Resnick e Krane (2003), a energia potencial (U) é a energia associada à configuração de um sistema. Aqui significa como os componentes de um sistema estão dispostos com respeito aos demais (por exemplo, a compressão ou alongamento da mola no sistema bloco-mola; ou a altura no sistema bola-Terra). Nesta unidade de ensino potencialmente significativo (UEPS), só será usada a energia potencial gravitacional. Essa grandeza é expressa pela seguinte equação:

$$\Delta U = U - U_i = -W \quad (8)$$

Na equação 8, para uma partícula descendo um plano inclinado, adota-se por definição que o trabalho é positivo, pois o deslocamento tem o mesmo sentido da força gravitacional. Caso a partícula esteja subindo um plano inclinado, o trabalho será negativo para indicar que o deslocamento está no sentido oposto à força gravitacional.

$$\Delta U = U - U_{xi} = -W = -\int_{x_i}^{x_f} F_x(x) dx. \quad (9)$$

A equação 9 permite calcular a diferença de energia potencial entre dois locais x_i e x_f para uma partícula em que atua a força $F_x(x)$.

Pode ocorrer que o estado inicial e final do sistema sejam iguais, isto é, a força está atuando em uma partícula que percorre um círculo. A energia potencial pode ter qualquer significado nestes casos, mas se deve ter $\Delta U = U_f - U_i = 0$, porque i e f representam o

mesmo local. No caso particular de uma força de atrito atuando em um percurso fechado, o trabalho realizado é $w \neq 0$, não sendo possível associá-la com a energia potencial.

O inverso da equação 9 permite calcular a força, a partir da energia potencial:

$$F_x(x) = -\frac{dU(x)}{dx} \quad (10)$$

A equação 10 permite observar a energia potencial por outro ponto de vista: a energia potencial é uma função da posição, cujo valor negativo da sua derivada fornece a força.

Para um sistema bola-Terra se representa a coordenada vertical por y e se adota o sentido para cima como positivo. Escolhe-se como referencial $y_0 = 0$ na superfície da Terra e se define $U(y_0) = 0$ neste ponto. Pode-se agora calcular a energia potencial $U(y)$ do sistema a partir da equação 9. Com $F_y = -mg$:

$$U(y) - 0 = -\int_0^y (-mg) dy \quad U(y) = mgy \quad (11)$$

5.4 Conservação da Energia Mecânica

Uma vez que já foi apresentado o conceito de energia potencial, pode-se combiná-lo com o conceito de energia cinética e se desenvolver uma lei da conservação da energia mecânica, que permitirá uma nova percepção dos problemas mecânicos. A equação 9 estabelece que, em um sistema isolado, em que atuem apenas forças conservativas, qualquer mudança na energia cinética total do sistema deve ser equilibrada por uma mudança de igual valor e sinal contrário em sua energia potencial, a fim de que a soma dessa mudança seja nula.

$$\Delta K_{total} + \Delta U_{total} = 0 \quad (12)$$

Pode-se definir a energia mecânica total como sendo:

$$E_{total} = K_{total} + U_{total} \quad (13)$$

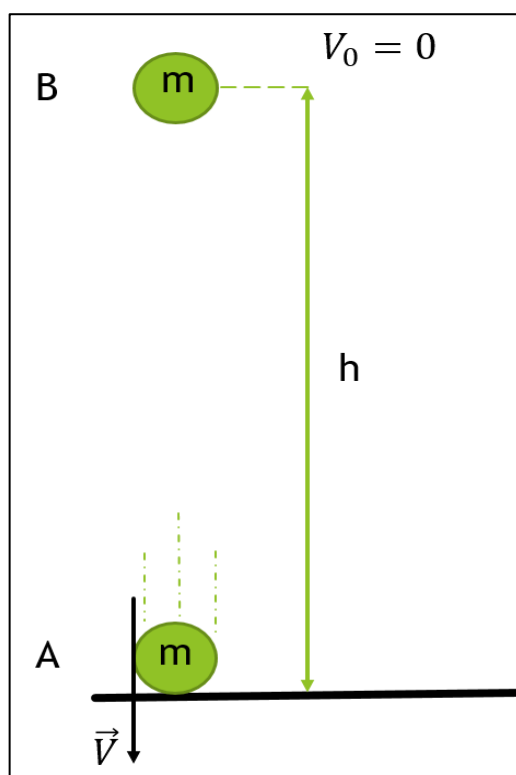
Uma sentença matemática da lei da conservação da energia mecânica é dada pela equação 14.

$$E_i = E_f \text{ ou } K_i + U_i = K_f + U_f \quad (14)$$

Na equação acima se têm os índices i e f que se referem aos estados iniciais e final do sistema, respectivamente.

Na figura 3 se tem uma bola que no ponto mais alto da trajetória possui energia potencial máxima, enquanto a energia cinética é nula, porém ao atingir o solo se tem energia potencial nula em relação ao plano horizontal de referência no solo e a energia cinética máxima, ou seja, toda energia potencial se transformou em cinética no decorrer do percurso. Isso considerando o sistema conservativo.

Figura 3 - Bola em queda livre

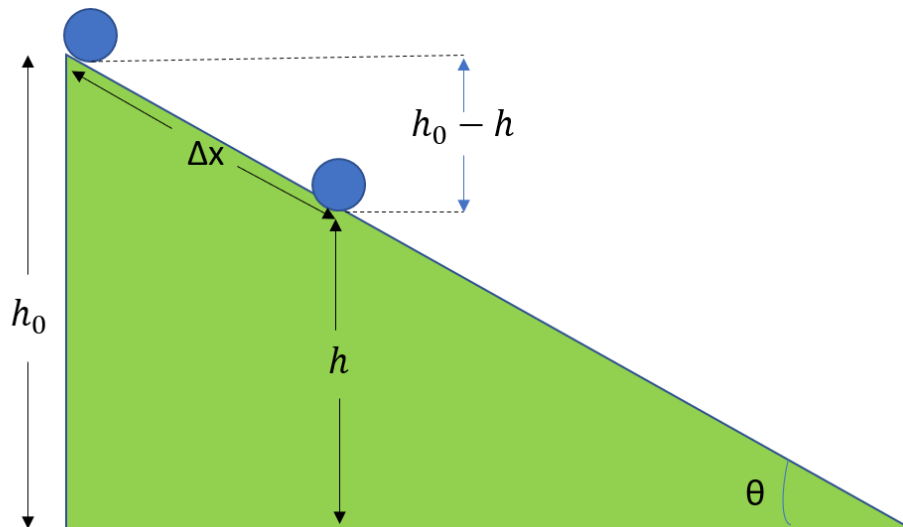


Fonte: Acervo próprio.

É importante os discentes perceberem que a transformação da energia potencial para a cinética ocorre, gradualmente, durante o percurso da bola na figura 3.

Pode-se demonstrar a conservação da energia mecânica em campo gravitacional uniforme da seguinte maneira: observe a figura 4.

Figura 4 - Conservação da energia mecânica em um plano inclinado.



Fonte: Acervo próprio.

$$(h_0 - h) = \Delta x \operatorname{sen} \theta \quad (15)$$

Para $h_0 = h$ a energia potencial inicial vale: $U_0 = mgh_0$

Nesse caso, a energia cinética inicial é: $K_0 = 0$

Sendo assim se tem que:

$$K_0 + U_0 = mgh_0 \quad (16)$$

A energia potencial a uma altura h é dada pela seguinte equação:

$$U = mgh \quad (17)$$

Sabe-se que a energia cinética é fornecida pela equação

$$K = \frac{1}{2} mv^2 \quad (18)$$

Para v_0 (velocidade inicial igual a zero). Pode-se isolar a velocidade final da equação de Torricelli e se terá uma equação que fornece a velocidade final sem depender do tempo.

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \rightarrow v^2 = 2a\Delta x \quad (19)$$

Substituindo 19 em 18 se tem:

$$K = \frac{1}{2}m 2a\Delta x \rightarrow K = m a \Delta x \quad (20)$$

Sabe-se que $a = g \operatorname{sen}\theta$ se tem:

$$K = mg\Delta x \operatorname{sen}\theta \quad (21)$$

Substituindo 15 em 21 se tem:

$$K = mg(h_0 - h) \rightarrow K = mgh_0 - mgh \quad (22)$$

Substituindo 22 em 17 se tem:

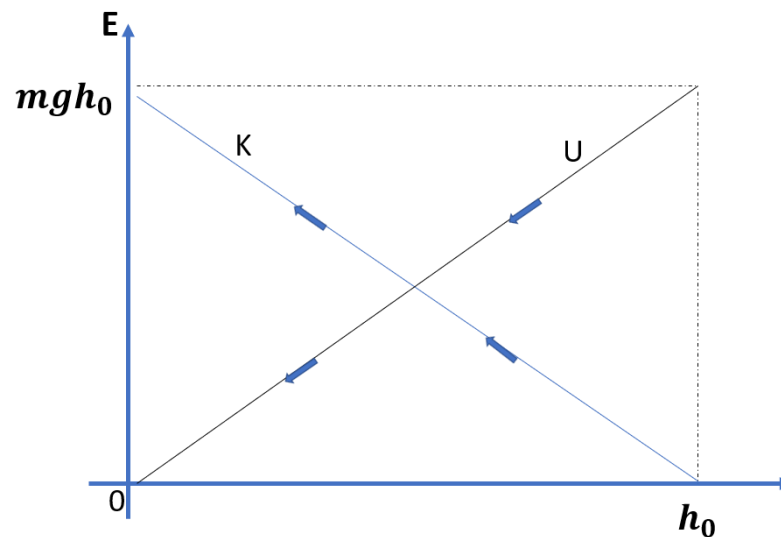
$$K + U = mgh_0 - mgh + mgh \quad (23)$$

Diante disso se tem que:

$$K + U = mgh_0 \quad (24)$$

As equações 17 e 24 são iguais e representam a conservação da energia mecânica, podendo ser representadas pelo gráfico da figura 5.

Figura 5 - Gráfico representando a conservação da energia mecânica



Fonte: Acervo próprio.

Analisando a figura 5 se verifica que para $h_0 = 0$ a energia potencial gravitacional é nula e a energia cinética máxima, enquanto no ponto de intersecção das retas K e U a energia cinética e potencial gravitacional têm o mesmo valor. Também se pode verificar que uma diminuição na energia potencial gravitacional acarreta um aumento na mesma proporção da energia cinética, ou seja, se está diante da lei da conservação da energia mecânica.

No caso, da pilha descendo a rampa, há dissipação de energia em forma de calor, sendo assim não ocorre a conservação de energia mecânica.

6 CONSTRUÇÃO DO APARATO EXPERIMENTAL

O aparato experimental é constituído por uma haste de madeira, sustentada por uma base em forma de cruz e um cano de 40 mm que foi dividido em duas partes após ter sofrido um corte longitudinal. Após a montagem, o aparato fica conforme a figura 6.

Figura 6 - Foto do aparato experimental



Fonte: Acervo próprio.

6.1 Materiais necessários para a construção do produto educacional:

- Um cano pvc de 40 mm de 2,00 m;
- Uma peça de madeira de 1,50 m de comprimento por 7 cm de largura e 4 cm de espessura;
- Duas peças de tábua de 40 cm de comprimento por 12 cm de largura e 10 cm de espessura;
- Uma pilha grande;
- Cola de cano;
- Furadeira;
- Pregos 18 x 30;
- Um sarrafo de 1,0 m de comprimento por 1 cm de espessura e largura;
- Serra tico-tico ou serrote;
- 4 dobradiças de 5 cm;
- 8 parafusos 6 mm;
- Uma trena;
- 20 cm de arame liso galvanizado, fio 18.

6.2 Passo a passo da construção do produto educacional

Com o material acima mencionado se pode construir um plano inclinado, esse aparato é muito simples de ser construído.

1º passo

O docente pode individualmente fazer o corte na madeira ou se preferir levar até uma marcenaria.

Figura 7 - Haste vertical de 1,55 m



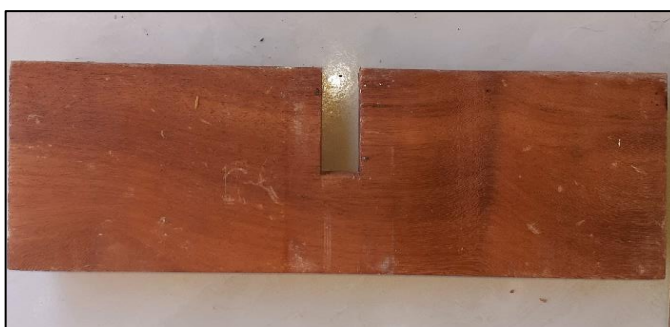
Fonte: Acervo próprio.

O corte na extremidade da haste possui 12 cm de comprimento por 2,5 cm de espessura.

2º passo

Será feito um corte de 6,5 cm de comprimento por 2,5 cm de espessura em duas peças de madeira, conforme se pode observar na figura 8.

Figura 8 - Base 1



Fonte: Acervo próprio.

3º passo

Devem ser pregadas, em uma peça, conforme a figura 9, duas peças de madeira de 12 cm por 1 cm de espessura.

Figura 9 - Base 2



Fonte: Acervo próprio.

Na figura 10 se pode observar que em uma base se tem uma ripa de 12 cm por 1cm pregada a uma distância do corte de 4 cm da lacuna.

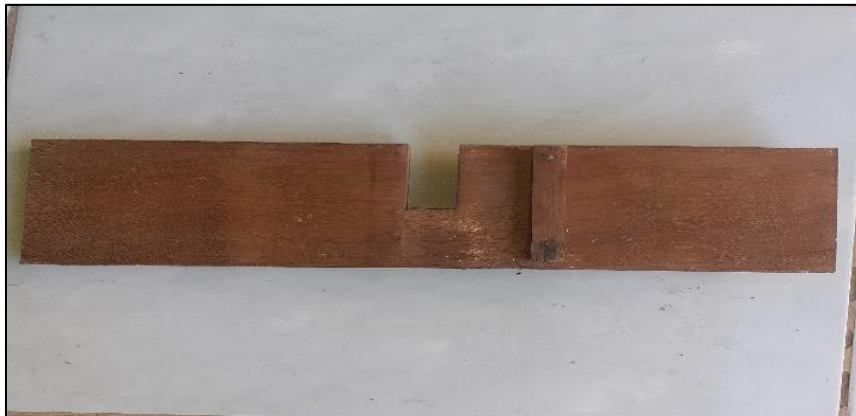
Figura 10 - Base da haste



Fonte: Acervo próprio.

Após um giro de 180º perpendicular ao plano, prega-se a ripa no outro lado da peça conforme mostra a figura 11.

Figura 11- Base vista do lado oposto.



Fonte: Acervo próprio.

A distância da lacuna até o local no qual foi pregada a ripa é de 4 cm.

4º passo

Parafusar quatro dobradiças de 5 cm, em intervalos de 20 cm entre essas. Sendo a primeira a uma altura de 0,90 m, a segunda a 1,10 m, a terceira a 1,30 m e última a 1,50m. veja as figuras 12 e 13.

Figura 12 - Dobradiça de 5 cm.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 13 - Haste vista de frente com as 4 dobradiças que servem de suporte para o plano inclinado.



Fonte: Acervo próprio.

5º passo

Cortar o cano de 40 mm na direção longitudinal, de maneira que após o corte se tenham duas canaletas iguais, conforme mostra a figura 14. Para se ter um corte reto e no centro da diagonal do cano, o autor levou em uma marcenaria, mas há possibilidade de realizar o corte utilizando uma cegueta, porém corre-se o risco de ficar com as bordas irregulares.

Figura 14 – Foto das canaletas coladas uma sobre a outra.



Fonte: Acervo próprio.

Após colar as duas partes do cano haverá uma canaleta conforme se pode observar na figura 15.

O próximo passo é colocar dois pedaços de arame na extremidade da canaleta, sendo cada um com 8cm de comprimento. Observe a figura 15 que apresenta uma imagem de como ficará após a realização do processo.

Figura 15 – Foto do arame que se encaixará na dobradiça.



Fonte: Acervo próprio.

7. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A Sequência Didática foi dividida em 10 aulas de 55 minutos, levando em consideração o conhecimento prévio dos discentes, que iriam realizar as atividades em grupo com até três componentes. Com exceção do pré-teste e pós-testes, que serão respondidos individualmente.

Aula 1

1º etapa (15 minutos). O docente irá explicar para os discentes, que será aplicada uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) dividida em 10 aulas.

2º etapa. Para verificar os conhecimentos prévios, será entregue a lista 1. Essa deve ser respondida, individualmente, para que o docente consiga ter um diagnóstico dos conhecimentos que os discentes possuem sobre o assunto.

Aula 2

1º etapa. Os discentes serão divididos em grupos, em seguida, o docente irá apresentar o [simulador Phet](#) (pista de Skate), isso nos primeiros 15 minutos. Os 20 minutos seguintes, os grupos realizarão simulações sobre a transformação da energia potencial gravitacional em energia cinética e vice-versa. Durante esse período, os grupos deverão fazer anotações sobre o que entenderam e quais são as dúvidas, para serem discutidas na etapa seguinte.

Para realizar essa tarefa, o docente poderá usar uma sala de informática, caso não se tenha uma, podem ser realizadas as atividades, em sala de aula, usando um notebook e um Datashow.

2º etapa (20 minutos). O docente fará uma aula expositiva usando o quadro ou um Datashow, explicando e dando exemplos relacionados ao cotidiano dos discentes sobre trabalho e energia cinética. Fazendo, sempre que possível, uma analogia com o que foi observado no simulador. Se o docente desejar pode clicar no link abaixo, para ter acesso a slides do Power Point sobre o conteúdo.

<https://drive.google.com/file/d/1R6V-az6XtMxK2edBWtKJ99oChIfmFnRW/view?usp=sharing>

Aula 3

Os discentes serão divididos em grupos novamente, em seguida, será entregue a lista 2, contendo 4 exercícios sobre trabalho e energia cinética.

Aula 4

1º etapa: nos primeiros 30 minutos, será explicado o conteúdo sobre trabalho e energia potencial gravitacional, através de uma aula expositiva, em que poderá ser usado o quadro ou Datashow.

2º etapa (25 minutos), na qual serão resolvidos dois exemplos relacionados com o cotidiano dos discentes.

Aula 5

Será aplicada a lista 3, que também deve ser resolvida em grupo.

Aula 6

O docente explicará o conteúdo sobre conservação da energia mecânica. Apresentará exemplos, através de uma aula expositiva com o uso do Datashow.

Aula 7

Será aplicada a lista 4, contendo dois exercícios, para realizar essas atividades os discentes devem se reunir em grupos.

Aula 8

1º etapa (10 minutos). Será apresentado para os discentes o aparato experimental, o docente deve esclarecer que o objetivo da aula experimental é facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Com essa ferramenta, os discentes terão a oportunidade de fazerem suas próprias medidas, obterem dados e discutirem sobre os resultados obtidos.

2º etapa. Será entregue aos grupos o roteiro do experimento. Os discentes deverão extrair os dados e fazer as atividades solicitadas.

Aula 9

Os grupos terão 10 minutos cada para apresentarem, para o docente e para os discentes da sala, os resultados obtidos nas atividades experimentais, de acordo com que foi solicitado no roteiro. Para isso, cada grupo poderá usar o quadro ou Datashow. Durante essa aula poderão ser realizadas até cinco apresentações aproximadamente. Dependendo da quantidade de grupos, haverá a necessidade de utilizar mais de uma aula.

Aula 10

Durante esta aula será aplicada novamente a lista 1. Com o resultado desta avaliação se poderá identificar se os discentes apresentam indícios de uma aprendizagem significativa, após a utilização da UEPS.

7.1 Roteiro para o uso do aparato experimental

1º passo

Será apresentado o aparato experimental para os discentes, explicando como esse funciona e qual a sua finalidade.

2º passo

Um discente do grupo soltará uma pilha de massa igual a: 0,085 kg do ponto mais alto do plano inclinado, sendo importante destacar que o corpo não terá movimento rotacional. Um outro discente usará o cronômetro do *smartphone* para marcar o intervalo de tempo de descida da partícula na rampa de 2,00 m de comprimento. É importante que se faça, para cada altura, o cálculo de três intervalos de tempo. Em seguida se realize o cálculo da média aritmética dessas grandezas para ter um valor mais aproximado da realidade.

Enquanto isso, o terceiro discente deverá registrar os dados na tabela, que serão usados para realizar os cálculos.

3º passo

Utilizando a equação 2, calcule a velocidade da pilha ao final da rampa para cada altura fornecida.

$$v = v_0 + g (\text{sen}\theta - \mu_c \cos\theta) \Delta t$$

Sendo que $a = g (\text{sen}\theta - \mu_c \cos\theta)$

Como a pilha parte do repouso se tem: $v_0 = 0$

Para cada altura se tem um ângulo associado a esse, em que se pode encontrar usando a função seno. Observe abaixo os ângulos correspondentes para cada altura.

$$\text{Para } h = 0,90 \text{ m} \rightarrow \text{sen}\theta = \frac{CO}{H} \rightarrow \text{sen}\theta = \frac{0,90}{2,00} \rightarrow \text{sen}\theta = 0,45 \rightarrow \theta = 27^\circ$$

Sendo, $\cos 27^\circ = 0,89$

$$\text{Para } h = 1,10 \text{ m} \rightarrow \text{sen}\theta = \frac{CO}{H} \rightarrow \text{sen}\theta = \frac{1,10}{2,00} \rightarrow \text{sen}\theta = 0,55 \rightarrow \theta = 33^\circ$$

Sendo, $\cos 33^\circ = 0,84$

$$\text{Para } h = 1,30 \text{ m} \rightarrow \text{sen}\theta = \frac{CO}{H} \rightarrow \text{sen}\theta = \frac{1,30}{2,00} \rightarrow \text{sen}\theta = 0,65 \rightarrow \theta = 40^\circ$$

Sendo, $\cos 40^\circ = 0,77$

$$\text{Para } h = 1,50 \text{ m} \rightarrow \text{sen}\theta = \frac{CO}{H} \rightarrow \text{sen}\theta = \frac{1,50}{2,00} \rightarrow \text{sen}\theta = 0,75 \rightarrow \theta = 50^\circ$$

Sendo, $\cos 50^\circ = 0,64$

Para determinar o coeficiente de atrito estático (μ_e) entre a pilha e a rampa de PVC, foi calculado o valor do ângulo de inclinação necessário para colocar o corpo em movimento, uma vez que: $\mu_e = \text{tg}\theta$. Para determinar o esse valor vamos utilizar a equação 25.

$$\text{tg}\theta = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}} \quad (25)$$

O valor do cateto oposto é igual a 0,70 m, enquanto que, o cateto adjacente tem o comprimento igual a 1,88 m. Substituindo esses valores na equação (25) obteve-se o valor igual a 0,37 para a tangente, que corresponde a um ângulo de inclinação $\theta = 20^\circ$ aproximadamente. Como $\mu_e = \text{tg}\theta$. Temos que, o coeficiente de atrito estático (μ_e) é igual a 0,37. Segundo Resnick, Halliday, Krane (2003, p. 111). “O coeficiente de atrito depende de muitas variáveis, como a natureza dos materiais, o acabamento da superfície, os filmes superficiais, a temperatura e o grau de contaminação”.

Após iniciado o movimento da pilha, a força de atrito que atua no corpo é o cinético, que é menor que a força de atrito estático ($\mu_c < \mu_e$). Para realizar o cálculo da aceleração do corpo durante a descida na rampa foi adotado o valor do coeficiente de atrito cinético (μ_c) igual a: 0,10. Esse valor representa melhor o coeficiente de atrito cinético devido ao fato de se ter passado óleo lubrificante na rampa para diminuir o atrito entre a pilha e a superfície.

4º passo

Calcular o valor da energia potencial gravitacional para cada altura, através da equação 14.

Sabendo que a massa do corpo vale: 0,085 kg.

Considerando $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

5º passo

Calcular a energia cinética teórica para cada altura.

6º passo

Calcular a energia cinética com dados obtidos através da experiência, considerando a força de atrito.

$h \text{ (m)}$	$\text{sen}\theta$	$\Delta t \text{ (s)}$	$E_p = mgh \text{ (J)}$	$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \text{ (J)}$	ΔE	$v \text{ (m/s)}$
1,50 m						
1,30 m						
1,10 m						
0,90 m						

7º passo

Cada grupo irá apresentar para os discentes da sala os valores encontrados, o porquê da diferença entre os valores teóricos da energia cinética em relação aos valores obtidos por meio de registros de dados com o experimento.

Nome da escola	Juarez Rodrigues dos Anjos		
Professor(a):		Disciplina: Física	1º ano turma:
Aluno(a):			

Lista 1



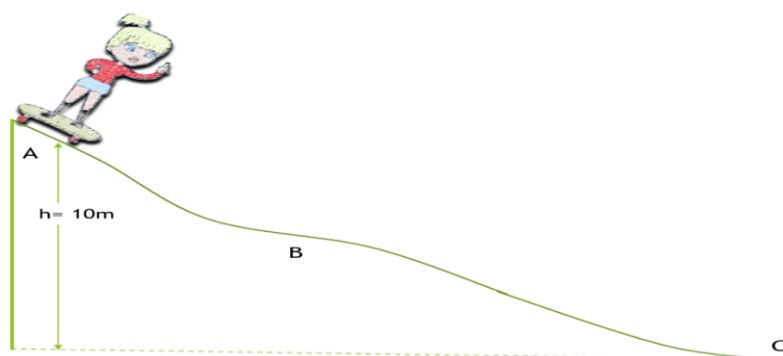
Analise a figura acima e responda as seguintes questões:

- 1) Quando o skatista está no topo da pista de skate, parado e pronto para descer a rampa. Ele possui algum tipo de energia? Explique.
- 2) Durante a descida da rampa, o skatista atinge uma determinada velocidade. Qual é o nome da energia associada a essa?
- 3) Se a pista de skate não fosse lisa, qual seria a consequência disso?
- 4) Em sua opinião, a altura da pista tem alguma influência na velocidade que o skatista atinge durante a descida?
- 5) Em sua opinião, a massa do conjunto skate e skatista tem influência na velocidade que ele atinge?
- 6) Seria possível o skatista partir do topo da rampa 1 e atingir o topo da rampa 2 usando só a energia potencial gravitacional? Justifique sua resposta.

Nome da escola	Juarez Rodrigues dos Anjos		
Professor(a):		Disciplina: Física	1º ano turma:
Aluno(a)			
Aluno(a)			
Aluno(a)			

Lista 2

- 1) Um skatista parte do repouso e desce uma rampa. Observe a imagem abaixo e marque a alternativa correta.



- a) A energia cinética da skatista é maior no ponto mais alto da rampa.
- b) A energia cinética da skatista é maior no ponto B da rampa.
- c) A energia cinética não varia durante a descida da rampa.
- d) A energia cinética é maior ao final da rampa.
- e) A energia cinética e potencial permanece constante durante a descida.
- 2) Analisando a figura anterior, sabendo que a massa do conjunto skatista e skate é igual a 60 kg, calcule a energia cinética aproximada no ponto C e despreze a força de atrito.
Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$
- 3) Sabendo que a altura no ponto B seja igual a 7 m. Calcule a velocidade nesse ponto.

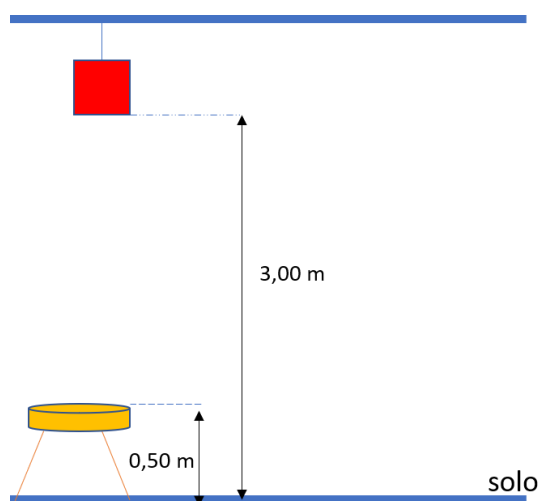
- 4) Um automóvel de massa 12000 kg, com velocidade de módulo 36 km/h, é acelerado até atingir a velocidade de 72 km/h e pode-se afirmar que o trabalho da força resultante vale:
- a) 100 000 J.
 - b) 120 000 J.
 - c) 140 000 J.
 - d) 160 000 J.
 - e) 180 000 J.

Nome da escola	Juarez Rodrigues dos Anjos		
Professor(a):		Disciplina: Física	1º ano turma:
Aluno(a)			
Aluno(a)			
Aluno(a)			

Lista 3

- 1) A imagem abaixo mostra um bloco de massa $m = 2,0 \text{ kg}$ preso a um teto. Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, pode-se afirmar que a energia potencial gravitacional em relação ao solo e a banqueta vale, em Joule, respectivamente:

- a) 50 e 60.
- b) 30 e 70
- c) 60 e 50
- d) 120 e 100
- e) 40 e 50



- 2) **Analisando a figura acima pode-se afirmar que:**

- a) Se aumentar a massa do bloco a energia potencial não se altera.
- b) Se dobrar a altura da banqueta, a energia potencial gravitacional do bloco em relação a essa não se altera.
- c) Se o bloco se solta, durante a queda até o solo sua velocidade permanece constante.
- d) Se o bloco se solta, esse atingirá a banqueta com uma velocidade maior que zero.
- e) Quanto maior a altura do bloco em relação ao solo, menor será a velocidade ao atingi-lo, caso se solte.

Nome da escola	Juarez Rodrigues dos Anjos		
Professor(a):		Disciplina: Física	1º ano turma:
Aluno(a)			
Aluno(a)			
Aluno(a)			

Lista 4

1) Imagine que um pedreiro deixe cair (abandonado) um martelo de massa $m=1,0\text{ kg}$, de uma altura de 20 metros. Determine a velocidade desse objeto ao tocar o solo. Desprezando a resistência do ar e considerando $g = 10\text{ m/s}^2$.

- a) $v = 50\text{ m/s}$
- b) $v = 40\text{ m/s}$
- c) $v = 32\text{ m/s}$
- d) $v = 20\text{ m/s}$
- e) $v = 10\text{ m/s}$

2) Um skatista, em uma pista de skates sem atrito, inicialmente em repouso, parte da altura h , conforme indica a figura abaixo. Sabendo-se que sua velocidade é de 20 m/s no ponto B. Pode-se afirmar que a altura h , em metros, vale:

Considere $g = 10\text{ m/s}^2$.

- a) 40 m;
- b) 30 m;
- c) 25 m;
- d) 20 m;
- e) 10 m.



8 GABARITO

Lista 1

- 1) Energia potencial gravitacional. Espera-se que o aluno diga que essa energia depende diretamente da altura em relação a um referencial.
- 2) Energia cinética.
- 3) Parte da energia potencial, transformaria em energia térmica. Também o discente poderá dizer que a velocidade será menor em função do atrito.
- 4) Sim, pois depende diretamente da altura.
- 5) A massa não tem influência na velocidade.
- 6) Não, pois como se tem uma conservação da energia mecânica, em um sistema hipoteticamente sem atrito. A altura atingida na rampa 2 será igual a altura da rampa 1.

Lista 2

- 1) Alternativa d.
- 2) A velocidade no ponto C será de aproximadamente: $v_c = 14 \text{ m/s}$
- 3) $v_B = 7,7 \text{ m/s}$
- 4) Alternativa e.

Lista 3

- 1) Alternativa c.
- 2) Alternativa d.

Lista 4

- 1) Alternativa d.
- 2) Alternativa a.

REFERÊNCIAS

Abordagem da Energia Mecânica no Enem. Disponível em: <https://vestibular.brasilecola.uol.com.br/enem/abordagem-energia-mecanica-no-enem.htm/>. Acesso em: 26/02/2020.

Agência Brasil. **Mundial de Skate Park pode deixar brasileiros mais perto de Tóquio.** Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/esportes/noticia/2019-09/mundial-de-skate-park-pode-deixar-brasileiros-mais-perto-de-toquio>. Acesso em: 02/07/2020.

Aprendendo Sobre Energia. Disponível em: http://projetoeduc.cecierj.edu.br/eja/recurso-multimedia-professor/fisica/novaeja/m2u01/lista_exercicios_unidade6.pdf. Acesso em: 31/03/2020.

Brasil Escola. **O que é trabalho Mecânico.** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-trabalho-mecanico.htm>. Acesso em: 03/06/2020.

Exercícios de Vestibulares e Enem. Disponível em: <http://propg.ufabc.edu.br/mnpef-sites/leis-de-conservacao/exercicios-de-vestibulares-e-enem/> Acesso em: 26/02/2020.

FEYNMAN, R. P. **Física em 12 Lições** / Richard P. Feynman; tradução Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Editora Ediouro, 2005.

Orientações Curriculares de Mato Grosso. **LIVRO CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA.** Disponível em: <http://cos.seduc.mt.gov.br/wmmostrarmodulo02.aspx?55,226,Componente+Arquivo+02> Acesso em: 20/02/2020.

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David; KRANE, Kenneth. **Física 1.** 5ª edição. Rio de Janeiro. Editora: LTC. 2003.

Revista do Professor de Física, v. 3, n. 3, p. 1-24, Brasília, 2019. Instituto de Física – Universidade de Brasília.

Simulador Phet Energia em pista de skate. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html. Acesso em: 24/03/2020.