



UESB
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO SUDOESTE DA BAHIA



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

RAFAEL MACHADO DOS SANTOS

O USO DO KIT EXPERIMENTAL DE ENERGIA MECÂNICA NO ENSINO MÉDIO: PERSPECTIVAS E DESAFIOS

Vitória da Conquista – Bahia

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

RAFAEL MACHADO DOS SANTOS

**O USO DO KIT EXPERIMENTAL DE ENERGIA MECÂNICA NO
ENSINO MÉDIO: PERSPECTIVAS E DESAFIOS**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação (Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia) no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Takiya

Vitória da Conquista – Bahia

2019

S238u

Santos, Rafael Machado dos.

O uso do kit experimental de energia mecânica no ensino médio: perspectiva e desafios. / Rafael Machados dos Santos, 2019.

57f. il.

Orientador (a): Dr. Carlos Takiya.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós Graduação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Vitória da Conquista, 2019.

Inclui referência F. 55 - 57.

1. Energia mecânica - Aprendizagem. 2. Física moderna e contemporânea – Aprendizagem significativa. 3. Teoria e prática - Contextualização. 4. Ensino de ciências I. Takiya, Carlos. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física- MNPEF. III. T.

Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890

Bibliotecária UESB – Campus Vitória da Conquista - BA



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL
EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF
Área de concentração: Ensino de Física



ATA DE BANCA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado

Aos 03 dias do mês de abril de 2019, às 15 horas, na Sala 16 do Módulo I, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus de Vitória da Conquista, instalou-se a Banca Examinadora para avaliação da dissertação intitulada "O USO DO KIT EXPERIMENTAL DE ENERGIA MECÂNICA NO ENSINO MÉDIO: PERSPECTIVAS E DESAFIOS.", de autoria de RAFAEL MACHADO DOS SANTOS, discente do Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. A banca examinadora foi presidida pelo(a) professor(a) Dr(a). Carlos Takya, orientador(a) do(a) mestrando(a) e contou com a participação dos professores Dr(a). Luizdarcy de Matos Castro, Dr(a). Rafael Rocha da Silva e Dr(a). Walmir Belinato, na condição de examinadores. A sessão teve a duração de 1h e 30min. e a banca examinadora emitiu o seguinte parecer:

Aprovado sem restrições, com prazo de 60 dias para entregar a versão final com as correções.

A dissertação recebeu o conceito final: Aprovado

Prof(a). Dr(a). Carlos Takya (UESB)
Presidente da Banca Examinadora/Orientador

Prof(a). Dr(a). Luizdarcy de Matos Castro (UESB)
Examinador(a) Interno(a)

Prof(a). Dr(a). Rafael Rocha da Silva (IFBA)
Examinador(a) externo(a)

Prof(a). Dr(a). Walmir Belinato (IFBA)
Examinador(a) externo(a)

Rafael Machado dos Santos
Discente

Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro
Coordenador do PPG-MNPEF



Programa de Pós-Graduação da UESB
Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB
Estrada do Bem Querer Km, 04, Vitória da Conquista - BA
CEP: 45031-300





UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO Mestrado Nacional Profissional
EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF
Área de concentração: Ensino de Física



O USO DO KIT EXPERIMENTAL DE ENERGIA MECÂNICA NO ENSINO MÉDIO: PERSPECTIVAS E DESAFIOS


AUTOR(A): RAFAEL MACHADO DOS SANTOS

DATA DE APROVAÇÃO: 03 DE ABRIL DE 2019

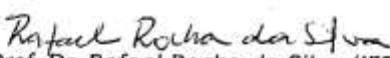
Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em convênio com a Sociedade Brasileira de Física - SBF, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

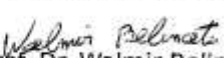
Área de concentração: Ensino de Física.

COMISSÃO JULGADORA


Prof. Dr. Carlos Takya (UESB)
Presidente da Banca Examinadora/Orientador


Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro (UESB)
Examinador(a) interno


Prof. Dr. Rafael Rocha da Silva (IFBA)
Examinador(a) externo(a)


Prof. Dr. Walmir Belinato (IFBA)
Examinador(a) externo(a)

2019



Programa de Pós-Graduação da UESB
Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB
Estrada do Bem Querer Km, 04, Vitória da Conquista - BA
CEP: 45031-300



AGRADECIMENTOS

Esta dissertação de mestrado só pôde ser conquistada com o apoio e dedicação de várias pessoas que juntos traçamos esse caminho.

Agradeço primeiramente aos meus pais e em especial à minha mãe Raquel que sempre lutou e sonhou por minha educação, também às minhas irmãs Raqueline, que me acolheu em seu lar por vários anos durante minha graduação e também ao apoio e importantes orientações de Dr^a Arlete Ramos, irmã que colaborou muito na construção dessa dissertação, dando apoio moral e construtivo.

Também queria agradecer à minha esposa Daniele e às minhas filhas Emanuelle e Alice que esteve em todos os momentos, doando amor, paciência, tempo e força.

Não poderia ficar de fora a super. equipe de professores que integram esse curso de mestrado que se doaram muito para que fosse oferecido esse curso na cidade dando-nos oportunidade. E também meu professor Orientado Carlos Takiya por aceitar trabalhar comigo na construção desse projeto.

Desejo sucesso também a todos os meus colegas que estiverem comigo nessa caminhada de formação sendo parceiros de diversas atividades e amigos.

RESUMO

Este projeto tem como objetivo analisar como acontece a produção do conhecimento de alunos do Ensino Médio sobre Energia Mecânica, a partir da produção de um kit experimental, visando a integração entre teoria e prática. Utiliza-se como referencial teórico o Ensino por Investigação Científica, a partir das proposições de Carvalho (2013) e Moreira (1997), os quais se basearam na formação do conhecimento do homem a partir de Piaget, e ainda, na socialização do conhecimento de acordo com os pressupostos de Vygotsky. Outra metodologia adotada é a Aprendizagem Significativa desenvolvida por Ausubel (1918-2008) e aperfeiçoada por Moreira (2012) que utiliza os conhecimentos pré-existentes na estrutura cognitiva do aluno para ancoragem e suporte de novos conhecimentos. Como metodologia adota-se a pesquisa participante, no intuito de realizar uma interação com os sujeitos da pesquisa, os quais são os alunos do curso Técnico em Agropecuário do Ensino Médio, do colégio Centro Territorial de Educação Profissional de Vitória da Conquista, antiga Escola Agrotécnica Sérgio de Carvalho, localizado na cidade de Vitória da Conquista -BA, na turma de 1º Ano C.

Palavras-chave: experimento; aprendizagem; interação; contextualização; energia

ABSTRACT

This project aims to analyze how the production of knowledge of high school students on Mechanical Energy, from the production of an experimental kit, aiming at the integration between theory and practice. The teaching of scientific research is based on the propositions of Carvalho (2013) and Moreira (1997), which were based on the formation of the knowledge of man from Piaget, and also on the socialization of knowledge of according to the Vygotsky assumptions. Another methodology adopted is Meaningful Learning developed by Ausubel (1918-2008) and perfected by Moreira (2012) that uses the pre-existing knowledge in the student's cognitive structure for anchoring and supporting new knowledge. As a methodology the participant research is adopted, in order to interact with the research subjects, who are the students of the Technical Course in Agropecuario do Ensino Médio, of the Vocational Training Territorial Center of Vitória da Conquista, former Agrotécnica School Sérgio Carvalho, located in the city of Vitória da Conquista -BA, in the class of 1st Year C.

Keywords: experiment, learning, interaction

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - RESPOSTA DA QUESTÃO 4 DO “ROTEIRO PARA REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE COM A MAQUETE EXPERIMENTAL”	64
QUADRO 2 - QUESTÃO 5 DO “ROTEIRO PARA REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE COM A MAQUETE EXPERIMENTAL”, COM ALGUMAS RESPOSTAS.	65
QUADRO 3 - QUESTÃO 6 DO “ROTEIRO PARA REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE COM A MAQUETE EXPERIMENTAL”, COM ALGUMAS RESPOSTAS.	66
QUADRO 4 – RESPOSTAS DADAS POR ALUNOS DA QUESTÃO 8 ITEM "E"	73
QUADRO 5 - RESPOSTAS DADAS POR ALUNOS DA QUESTÃO 08 ITEM “F”	74

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - TRABALHO MOTOR.....	21
FIGURA 2 - TRABALHO RESISTENTE.....	21
FIGURA 3 - GRÁFICO DA FORÇA EM FUNÇÃO DO DESLOCAMENTO.....	23
FIGURA 4 - SUBDIVISÕES EM RETÂNGULOS NA ÁREA DO GRÁFICO.....	24
FIGURA 5 - SOBREPOSIÇÃO DOS RETÂNGULOS NA CURVA INTEGRAL.....	25
FIGURA 6 - REDUÇÃO NA LARGURA DO RETÂNGULO.....	25
FIGURA 7 – REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DO MOVIMENTO DE UMA PARTÍCULA.....	26
FIGURA 8 - CONVERSÃO DA ENERGIA CINÉTICA EM CINÉTICA E VICE-VERSA.....	30
FIGURA 9 - MAQUETE EXPERIMENTAL	44
FIGURA 10 - O PRIMEIRO COASTER DE 4D FREE-FLY DO MUNDO	49
FIGURA 11 - LEX LUTHOR DROP OF DOOM PROMO SIX FLAGS MAGIC MOUNTAIN.....	50
FIGURA 12 - RESPOSTA DA QUESTÃO 07 DO ROTEIRO EXPERIMENTAL FEITA POR UM ALUNO	67
FIGURA 13 - POSICIONAMENTO DA BOLINHA NA RAMPA.....	69
FIGURA 14 - POSICIONAMENTO PARA MEDIDA DO LOOPING.	70
FIGURA 15 – INFORMAÇÕES UTILIZADAS NA MAQUETE PARA DETERMINAR V_X	72

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - HORÁRIOS DE APLICAÇÃO DO PROJETO	41
TABELA 2 - RESULTADO DA QUESTÃO 01 DO ROTEIRO PARA REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE COM MAQUETE EXPERIMENTAL	61
TABELA 3 - RESULTADO DA QUESTÃO 02 DO ROTEIRO PARA REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE COM MAQUETE EXPERIMENTAL	62
TABELA 4 - RESULTADO DA QUESTÃO 9 DO ROTEIRO PARA REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE COM MAQUETE EXPERIMENTAL	76
TABELA 5 - RESULTADO DA QUESTÃO 10 DO ROTEIRO PARA REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE COM MAQUETE EXPERIMENTAL	76

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - RESULTADO DA QUESTÃO 1 DO QUESTIONÁRIO INTRODUTÓRIO	55
GRÁFICO 2 - RESULTADO DA QUESTÃO 2 DO QUESTIONÁRIO INTRODUTÓRIO	56
GRÁFICO 3 - RESULTADO DA QUESTÃO 3 DO QUESTIONÁRIO INTRODUTÓRIO	56
GRÁFICO 4 - RESULTADO DA QUESTÃO 4 DO QUESTIONÁRIO INTRODUTÓRIO	57
GRÁFICO 5 - RESULTADO DA QUESTÃO 5 DO QUESTIONÁRIO INTRODUTÓRIO	58
GRÁFICO 6 - RESULTADO DA QUESTÃO 6 DO QUESTIONÁRIO INTRODUTÓRIO	58
GRÁFICO 7 - RESULTADO DA QUESTÃO 7 DO QUESTIONÁRIO INTRODUTÓRIO	59
GRÁFICO 8 - RESULTADO DA QUESTÃO 8 DO QUESTIONÁRIO INTRODUTÓRIO	59
GRÁFICO 9 - PERCENTUAL DA AVALIAÇÃO DO PROFESSOR FEITA PELOS ALUNOS	79

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
Capítulo I.....	19
1 Pressupostos Teóricos da Energia	19
1.1 Trabalho de uma força	20
1.2 Energia Cinética.....	26
1.3 Energia Potencial Gravitacional	28
1.4 Conservação da energia mecânica e suas transformações.....	30
Capítulo II.....	33
2 Ensino de Ciências por Investigação.....	33
3 Aprendizagem Significativa.....	35
Capítulo III.....	38
3 Aspectos Metodológicos	38
3.1 Sujeitos da Pesquisa	39
3.2 Procedimentos Metodológicos.....	40
3.2.1 Revisão da literatura	43
3.2.2 Maquete experimental.....	44
3.2.3 Aplicação dos questionários de entrada.....	45
3.2.4 Contextualização da teoria com a prática	47
3.2.5 Avaliações	51
3.3 Coleta de Dados	53
3.3.1 A análise dos dados	54
3.3.1.1 Questionário Introdutório	54
3.3.1.2 Roteiro para realização da atividade com a maquete experimental ...	60
3.3.1.3 Ficha de Julgamento do trabalho da equipe.....	78
3.3.1.4 Avaliação do Professor na aula	79

Capítulo IV	81
4 Cronograma.....	81
5 CONCLUSÃO	83
REFERÊNCIAS.....	86
APÊNDICE A.....	90
APÊNDICE B.....	91
APÊNDICE C.....	93
APÊNDICE D.....	96
APÊNDICE E.....	97
APÊNDICE F.....	99
APÊNDICE G.....	105

INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda como tema o ensino da energia mecânica para alunos do Ensino Médio, por meio da utilização de um kit didático pedagógico junto a uma sequência didática. A importância dos kits experimentais junto a uma contextualização com sua aplicabilidade em sala de aula sem mesmo ter um laboratório dentro da escola, além de ser um recurso que desperta a atenção dos alunos e o interesse dos mesmos, torna o ensino, algo inovador, incentivador e extremamente útil no que se refere ao processo de associação entre o conhecimento científico e sua compreensão eficaz e duradoura, conforme expressa alguns autores a exemplo de Gaspar, como se observa:

As atividades experimentais de demonstração em sala de aula, tanto quanto as atividades tradicionais de laboratório realizadas por grupos de alunos com orientação do professor, apresentam dificuldades comuns para a sua realização, desde a falta de equipamentos até a inexistência de orientação pedagógica adequada. No entanto, alguns fatores parecem favorecer a demonstração experimental: a possibilidade de ser realizada com um único equipamento para todos os alunos, sem a necessidade de uma sala de laboratório específica, a possibilidade de ser utilizada em meio à apresentação teórica, sem quebra de continuidade da abordagem conceitual que está sendo trabalhada e, talvez o fator mais importante, a motivação ou interesse que desperta e que pode predispor os alunos para a aprendizagem. (GASPAR; MONTEIRO, 2005, p.227)

A Energia Mecânica faz parte do currículo da disciplina denominada de Física, a qual trata-se de uma ciência de grande importância para o desenvolvimento científico e tecnológico, e isso resulta em avanços nas diversas áreas da sociedade. Observa-se que a sociedade interage diariamente com resultados da Física. Costumeiramente se ouve dos alunos do Ensino Médio frases do tipo “eu odeio física” ou “não sei por que se tem que estudar física no Ensino Médio”. Essas afirmações demonstram que muitos desses alunos não entendem a importância da Física para eles e para a sociedade, e por isso não gostam da mesma, talvez pela forma como esta foi apresentada, de maneira tradicional – apenas com metodologias de aulas expositivas, utilizando pincel e quadro. Supõe-se que isso se deve talvez à falta de preparo do professor, como também pela maior facilidade de se preparar uma aula convencional, apresentando alguns conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada e distante do mundo em que vive os alunos.

Há uma dificuldade e também uma resistência dos professores em realizar atividades experimentais com os alunos, principalmente, por ter pouca carga horária e uma extensa quantidade de conteúdos para dar conta, com isso muitas atividades que poderiam ser realizadas de forma dinâmica, descontraída e com qualidade deixam de ser realizadas. Esse tipo de postura encarada por professores e escola é muito comum, porém indevido (APFELGRÜN, 2014).

Apesar dos muitos problemas que o professor encara em sala de aula, deve-se buscar alternativas que atraia seu alunado e também dê conta dos conteúdos anuais. Visando contribuir nesse contexto, surge a ideia desse trabalho, qual seja, fazer um estudo sobre o ensino da energia mecânica para alunos do Ensino Médio, a partir da confecção de um kit pedagógico, por meio do qual serão propostas um conjunto de atividades que trazem simultaneamente o experimento junto ao conteúdo. Nesse caso, o aluno irá desempenhar seu papel investigativo ao mesmo tempo em que trabalha o conteúdo escolar sem fazer distinção entre aulas teóricas (apresentação de conteúdo) e práticas (testes ou aplicações das teorias vistas). De acordo com Farias, Basaglia e Zimmermann (2009), as atividades experimentais ajudam no desenvolvimento intelectual do estudante, na formação de ideias científicas e de realidade, além da ampliação cognitiva. Assim, o referido autor afirma que a participação de investigações científicas ajuda na preparação e compreensão conceitual, pois o professor que usa aulas baseadas no método científico deixando que o aluno participe e ajude no processo, terá sucesso em suas aulas.

De acordo com dados apresentados pelo Ministério da Educação,

O uso de muitos e variados recursos visuais é estratégia das mais acertadas. Retemos: 10 % do que lemos; 20 % do que escutamos; 30 % do que vemos; 50 % do que vemos e escutamos; 70 % do que ouvimos e logo discutimos; 90 % do que ouvimos e logo realizamos; portanto, optar por aulas que associam teoria e prática, contribuem para a efetiva construção e sedimentação do conhecimento. (BRASIL, 2009, p.23).

Nesse sentido, observa-se então, que os recursos visuais interativos e de interação prática são os que geram o melhor percentual de aprendizagem. Assim, acredita-se que a produção de um kit pedagógico, junto a uma sequência didática elaborada com as especificidades adequadas para cada atividade pode ser a saída para a dinamização da aula e uma melhora significativa no desempenho intelectual

do aluno.

A problemática está relacionada com as dificuldades dos alunos do Ensino Médio (EM) relacionar os conteúdos de Energia Mecânica abordados em sala de aula com a prática, seja ela experimental ou do seu cotidiano, uma vez que a maioria dos professores usa apenas recursos tradicionais como quadro e explicação oral para fazer o aluno compreender esses e outros conteúdos, sem que haja nenhuma relação com o dia-a-dia do aprendiz, tornando assim uma aprendizagem apenas motora, de baixa qualidade e de fácil esquecimento (RABELO, 2016).

Pensando nessa problemática e também num processo de contextualizar os conteúdos de EM no dia a dia do aluno este trabalho foi desenvolvido com o seguinte objetivo geral:

- Analisar como acontece a produção do conhecimento de alunos do Ensino Médio sobre Energia Mecânica, a partir da produção de um kit experimental junto a uma sequência didática, visando a integração entre teoria e prática.

Além disso, foi elaborado mais três objetivos específicos para contemplar a proposta:

- Confeccionar um kit experimental para realização de uma experiência com os alunos do Ensino Médio no curso Técnico em Agropecuário, do colégio CETEP de Vitória da Conquista, utilizando o ensino por investigação científica e a aprendizagem significativa;
- Aplicar sequências didáticas com os sujeitos da pesquisa, a fim de verificar se o kit experimental confeccionado tem viabilidade para o processo de integração teoria/prática;
- Compreender as relações entre o kit didático e sua funcionalidade dentro da sala de aula, relacionando o conteúdo teórico de Energia Mecânica com a realidade prática.

A hipótese para resolver atender a esses objetivos está na produção de um kit experimental junto a uma sequência didática que dê o aluno a oportunidade de, a partir de suas próprias ideias, ver um problema e tentar solucioná-lo levantando e testando hipóteses, tirando conclusões, tendo a oportunidade de discutir com a turma e professor e contextualizando com a realidade, pode ser a ponte necessária para

fortalecer a integração entre teoria e prática e ajudá-lo no desenvolvimento intelectual e ter uma aprendizagem sólida e duradoura daquele conteúdo.

Foi nesse contexto, por atuar como docente no Ensino médio, e deparar todos os dias com tais afirmações, que surgiu o meu interesse em estudar experiências educativas que possam estimular o interesse dos alunos pela disciplina supracitada. Daí surge esse objeto de pesquisa que será aplicado em uma escola de Ensino Médio e Técnico, denominada de Centro Territorial de Educação Profissional localizada na cidade de Vitória da Conquista no estado da Bahia na coleta de dados.

CAPÍTULO I

1 Pressupostos Teóricos da Energia

A utilização de energia está incorporada ao cotidiano das pessoas. Tê-la à disposição, sob as mais diversas formas, é uma condição necessária para o desenvolvimento econômico de um país. O homem a utiliza de diferentes formas para realizar as mais diversas tarefas (E-FÍSICA, 2019).

Segundo Marques (2010), o conceito de energia tornou se tema de preocupações dos pensadores a partir do sec. XIX, passando a se tornar problemas do dia-a-dia das pessoas e necessidade no início do sec. XX. Nos dias atuais há uma corrida grande para a sua obtenção pois ela gera lucros e é sinônimo de crescimento de uma nação. De acordo com Marques,

(...) nos dias atuais, a disponibilidade de energia passou a ser um fator de desenvolvimento. Energia é, portanto, a mola propulsora do desenvolvimento, do progresso. Por isso, a relevância de programas tanto com relação à geração quanto à conservação de energia. A busca por fontes alternativas de energia é uma preocupação nos dias de hoje e, levando-se em conta o aumento constante do seu consumo, ela será perene. (2010, p. 307)

Segundo Souza e Santos (2015), é difícil construir um conceito de energia em ciências uma vez que ela pode ser associada a diversas áreas e se conectar a toda a natureza. Além disso pode desenvolver dificuldade de associação no aluno caso não for cuidadosamente trabalhada pelo professor durante suas aulas, pois não podemos sentir e nem enxergar, apenas medir e ver sua ação na massa, velocidade, carga, quantidade de movimento, etc.

O conceito de energia está associado com a capacidade de um corpo realizar trabalho. Só conseguimos realizar alguma atividade, seja ela qual for se tiver algum tipo de energia envolvida. Por exemplo: para utilizarmos um veículo automotivo é necessário abastecermos, nesse caso, para que ele se movimente e também funcione todas as suas funções, o motor precisa estar ligado. Daí, dizemos que o combustível possui Energia Armazenada (Potencial) que quando entra em combustão no motor, produz Calor, e que por sua vez, transforma em Energia Cinética (energia associada

ao movimento). Porém, com sua utilização o combustível vai diminuindo sendo necessário sempre o reabastecimento. Nesse caso, a definição popular dada é “gasto de energia”, ou seja, a transformação de um tipo de energia em outro. Durante a transferência de energia, ocorre então a realização de trabalho. Assim, de acordo com os autores Souza e Santos,

(...) Energia é o poder inerente de um sistema material, de realizar mudanças no estado de sua vizinhança ou nele mesmo. Algumas fontes de Energia são: baterias, usinas hidrelétricas, combustíveis, etc. A Energia pode ser transferida. No caso de o sistema ser o corpo humano, a alimentação e o ar que respiramos contribuem para a transferência de Energia (2015, p.4).

Na natureza, temos diversos tipos de energia, como: solar, eólica, maremotriz, nuclear, etc. Porém, o foco desse trabalho está no estudo da Energia Mecânica, Energia Cinética, que é relativa ao movimento, e Energia Potencial, que é relativa à posição.

1.1 Trabalho de uma força

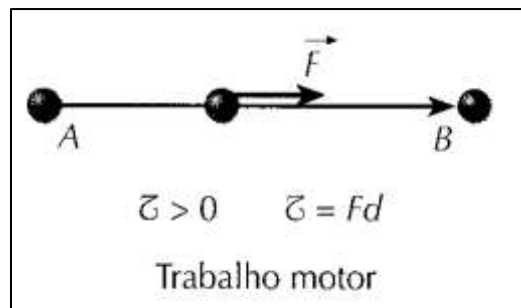
De acordo com Neves et al. (2018) o termo trabalho é usado no dia-a-dia das pessoas e serve para designar as diversas atividades físicas ou mentais, remuneradas ou não, realizada pelos seres humanos para alcançar um determinado propósito. Assim, a expressão “*trabalho de um corpo*” é entendido como qualquer tipo atividade que tenha movimento físico ou intelectual, por exemplo: estudar, jogar, pensar, lavar, etc. Porém, de acordo com Ramalho, Ferraro e Soares (2007), o termo trabalho tem um outro significado quando usados dentro da Física. Nesse caso, ele deve estar associado à atuação de forças. Assim, a expressão usual correta será “*trabalho de uma força*”.

Quando uma força atua sobre um objeto fazendo ele se deslocar, dizemos que esta força realizou um trabalho sobre esse corpo. Nesse movimento ocorre um processo de transferência de energia equivalente a esse trabalho realizado. Os autores Halliday, Resnick e Walker (2016) trazem uma definição geral para a expressão trabalho de uma força da seguinte forma:

Trabalho (W) é a energia transferida para um objeto ou de um objeto por meio de uma força que age sobre o objeto. Quando a energia é transferida para o objeto, o trabalho é positivo; quando a energia é transferida do objeto, o trabalho é negativo. (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2016, p.364).

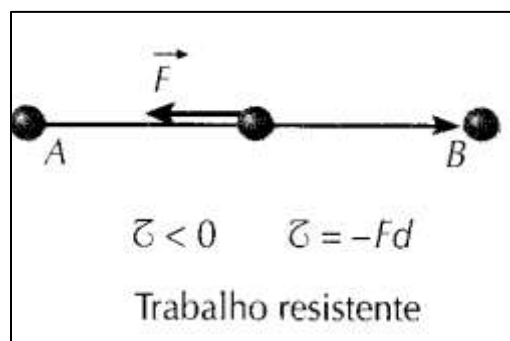
Ramalho, Ferraro e Soares (2007) trazem essa definição, porém classificam o trabalho de uma força em duas formas: “trabalho motor” (figura 1), que ocorre quando a força atua na direção do movimento favorecendo-o, e “trabalho resistente” (figura 2), que como o próprio nome diz, tende a resistir ou dificultar o movimento de um corpo. Nesse caso, a força atua contrária ao movimento desfavorecendo-o.

FIGURA 1 - Trabalho motor



Fonte: (RAMALHO, 2007)

FIGURA 2 - Trabalho resistente



Fonte: (RAMALHO, 2007)

Há duas grandezas envolvidas na realização do trabalho de uma força (T): a

força (\vec{F}) propriamente dita e o deslocamento (\vec{d}). Observe que tanto \vec{F} quanto \vec{d} possuem uma seta sobre elas. Isso significa que são *grandezas vetoriais*¹, já T não possui seta, e nesse caso, o trabalho é uma *grandeza escalar*². Durante a realização de um trabalho, a força pode estar atuando de forma paralela, contrária ou formando um ângulo qualquer. Assim, Máximo e Alvarenga (2006) dizem que:

Quando uma força (\vec{F}) atua sobre um objeto em movimento em direção inclinada em relação ao seu deslocamento (d), apenas a componente da força paralela ao deslocamento, (F_D), realiza trabalho sobre o objeto. O valor deste trabalho é dado por $T = Fd \cos \theta$ ou $T = F_D d$. (MÁXIMO, ALVARENGA, 2006, p.286)

Observando a equação $T = Fd \cos \theta$, significa dizer que o trabalho da força (T) depende do cosseno do ângulo ($\cos \theta$) entre a força (F) e o deslocamento (d) seguido pelo corpo durante sua movimentação. Como cosseno ($\cos \theta$) é uma *função trigonométrica*³ que atua entre dois limites de valores -1 e 1 temos três situações importantes a respeito de trabalho de uma força:

- *Trabalho máximo*, ocorre quando as grandezas físicas estão em paralelo e na mesma direção, nesse caso, $\cos \theta = 1$ ($\theta = 0^\circ$ ou 360°);
- *Trabalho mínimo*, ocorre quando as grandezas físicas estão em paralelo e sentidos opostos, nesse caso, $\cos \theta = -1$ ($\theta = 180^\circ$).
- *Trabalho nulo*, ocorre quando as grandezas físicas estão perpendiculares, nesse caso, $\cos \theta = 0$ ($\theta = 90^\circ$).

Da equação $T = Fd \cos \theta$, o autor Halliday (2016) utiliza a definição de *produto escalar*⁴, e nesse caso, a equação de trabalho pode ser resumida em:

¹Segundo Halliday (2016), são grandezas representadas por um vetor (seta) e nesse caso, possuem módulo (intensidade numérica ou tamanho da seta), direção e sentido (ângulo que a seta aponta).

² Segundo Halliday (2016) é uma grandeza física representada apenas por valor numérico e sua unidade.

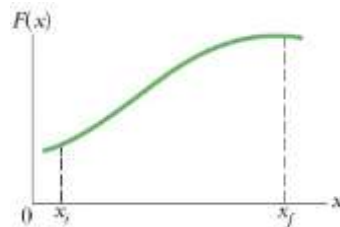
³ As funções trigonométricas são funções periódicas, ou seja, na sua representação gráfica as funções se caracterizam pela repetição de um padrão. (LESSA, 2018)

⁴ De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2016), o produto escalar entre dois vetores \vec{a} e \vec{b} é representado por $\vec{a} \cdot \vec{b}$ (lê-se a escalar b) e resulta num módulo, ou seja, numa grandeza escalar dado por: $\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \theta$.

$$T = \vec{F} \cdot \vec{d} \quad (1)$$

A equação (1) mostra que o trabalho de uma força é igual ao produto escalar da força aplicada com o deslocamento realizado. Porém, a equação (1) não está escrita de forma que possa ser aplicada em qualquer situação. Dessa maneira, ela só pode ser usada em sistemas que possuem força constante, como por exemplo, o trabalho realizado pela força peso durante a queda de um corpo. Mas, e se ela for variável como acontece na maioria das situações? Como podemos calcular então o trabalho? Nesse caso, Halliday, Resnick e Walker, (2016) mostram um método de determinar esse trabalho usando integração. Para isso, eles analisam a área do gráfico gerado através da força que atua no corpo em função do deslocamento produzido. Assim, a figura 3 mostra uma força variável \vec{F}_x qualquer sendo aplicada num corpo que faz um deslocamento \vec{d} iniciando numa posição inicial x_i até uma posição final x_f .

FIGURA 3 - Gráfico da força em função do deslocamento



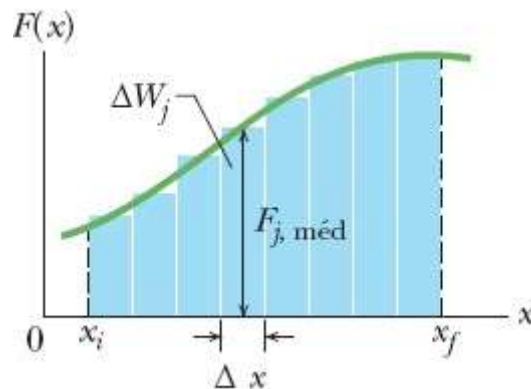
Fonte: Halliday (2016)

Se subdividirmos a área da curva da figura 3 acima em pequenos retângulos de mesma largura Δx e de tamanhos F_j que se estende até a curva do gráfico como mostra a figura 4, podemos achar o trabalho da força W_j referente a esse pequeno retângulo formado. Aplicando essa lógica em todos os retângulos formados, podemos então encontrar o W para cada retângulo que se encontra no gráfico fazendo $\Delta W_j = \vec{F}_j \cdot \Delta \vec{x}$ (trabalho realizado pela força \vec{F}_j quando provocado um pequeno deslocamento $\Delta \vec{x}$ no corpo). Dessa forma, pode-se encontrar o trabalho de cada um dos pequenos retângulos da figura 4. e designá-los de ΔW_1 (primeiro da sequência), ΔW_2 , (...), até o

ΔW_n , onde n é o n ésimo retângulo (último da sequência). Assim, como relatado acima, trabalho é uma grandeza escalar, ou seja, admite soma algébrica, daí então, para encontrarmos o *trabalho total aproximado*⁵ de todo o trajeto basta fazer a soma algébrica dos trabalhos obtidos em cada um dos retângulos da seguinte forma:

$$W_{x_1 \rightarrow x_2} = \Delta W_1 + \Delta W_2 + \dots + \Delta W_n \rightarrow W_{x_1 \rightarrow x_2} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i \cdot \vec{x}_i \quad (2)$$

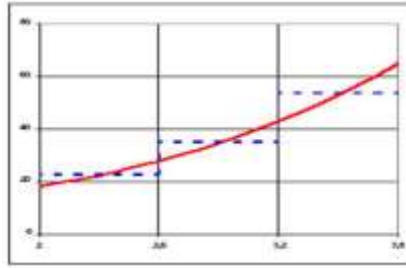
FIGURA 4 - Subdivisões em retângulos na área do gráfico



Fonte: Halliday (2016)

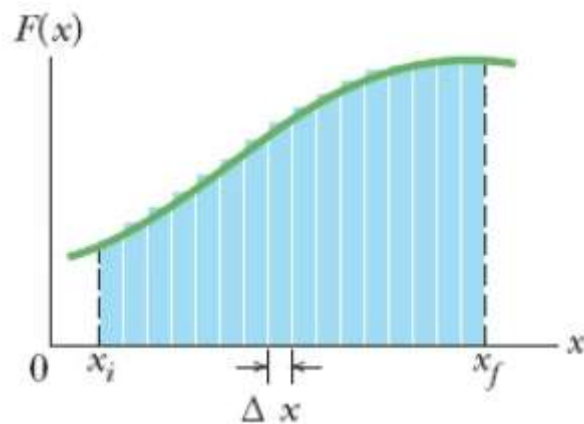
Segundo Silva (2002), na curva do gráfico ficam pequenos trechos que não são preenchidos completamente pelo retângulo e nesse caso o trabalho total calculado não é exato. A figura 5 mostra de forma ampliada um trecho de um gráfico equivalente ao da figura 4 mostrado acima. Veja que os pontilhados em azul representam os topos dos retângulos e estes não conseguem adequar completamente a linha em vermelho.

⁵ O trabalho é aproximado porque os retângulos (formados por retas) não conseguem preencher por completo o gráfico (com forma de curva) nas regiões do contato superior. (Veja como fica na figura 4)

FIGURA 5 - Sobreposição dos retângulos na curva integral

Fonte: Silva (2002, p.3)

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2016), quanto mais estreito tomamos esses retângulos maior a aproximação, ou seja, diminui a área necessário para se ajustar na linha curva das figuras 4 e 5 acima. Veja através da figura 6 como fica “suave” essa aproximação quando é feito a redução na largura Δx da figura 4.

FIGURA 6 - Redução na largura do retângulo

Fonte: Halliday (2016)

Então, para ter um preenchimento correto em toda a área e resolver de vez esse problema, Silva (2002) mostra que é preciso achar o trabalho equivalente à área desse retângulo considerando a base $\Delta \vec{x}$ do retângulo tão pequena que se aproxime de zero. Assim, no limite de $\Delta \vec{x}$ tendendo a zero o trabalho fica:

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} F_x \cdot \Delta x = F_x \cdot dx = dw \quad (3)$$

Nesse caso, no limite de Δx tendendo a zero ele se torna tão pequeno que se transforma num elemento infinitesimal donde podemos calcular através de uma integral definida da seguinte forma:

$$W_{x_i \rightarrow x_f} = \int_{x_i}^{x_f} dw = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx \quad (4)$$

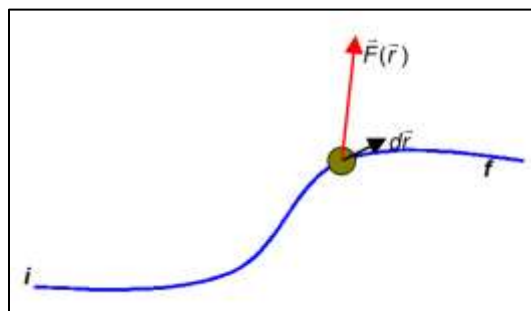
A equação (4) acima representa então, de acordo Halliday, o trabalho da força variável que atua numa partícula de forma unidimensional, ou seja, em que a partícula só move numa direção x específica.

Fazendo a mesma análise para um sistema tridimensional, Silva (2002) utiliza desses mesmos métodos para encontrar a equação geral de trabalho da seguinte forma:

$$W = \int_{r_i}^{r_f} dw = \int_c \vec{F}_r \cdot \vec{dr} \quad (5)$$

Assim, Silva (2002) mostra através da equação acima, como podemos calcular o trabalho de uma partícula que se move numa trajetória qualquer C como a figura 7 abaixo.

FIGURA 7 – Representação tridimensional do movimento de uma partícula



Fonte: (Silva, 2002, p.4)

1.2 Energia Cinética

Silva (2002) utiliza a equação (4) para encontrar uma relação designada como Energia Cinética da partícula, conforme se verifica nas deduções seguintes que termina na equação (13):

$$W = \int_i^f F_x dx \quad (6)$$

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2016) a fórmula geral para encontrar F_x vem da segunda lei de Newton dada por $\vec{F} = \frac{d}{dt} \vec{P}$ em que para sistemas de massa constante, fica:

$$F = m \cdot a \quad (7)$$

Substituindo a referida equação (7) em (4) teremos:

$$W = \int_i^f m a dx \quad (8)$$

Fazendo isso, Silva (2002) também utiliza a aceleração a na forma diferencial da seguinte forma:

$$W = \int_i^f m \left(\frac{dv}{dt} \right) dx \quad (9)$$

Resolvendo apenas o termo dentro da integral, em termos de v , temos:

$$m \left(\frac{dv}{dt} \right) \cdot \frac{dx}{dt} dt = m \left(\frac{dx}{dt} \right) \frac{dv}{dt} dt = m v dv \quad (10)$$

Retornando o resultado encontrado na equação (10) para a equação (9) temos:

$$W = \int_i^f m v dv \quad (11)$$

Resolvendo essa integral, obtemos:

$$W = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2 \quad (12)$$

De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2016) a energia E_C associada ao movimento de um corpo que possui massa m e velocidade v é denominada de energia cinética e trata-se de uma grandeza escalar dada pela expressão:

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

Máximo e Alvarenga (2006) baseiam-se nas equações (12) e (13), para definir a equivalência entre trabalho e energia cinética de um corpo da seguinte forma:

Se um corpo em movimento passa por um ponto A com energia cinética E_{CA} e chega a um ponto B com energia cinética E_{CB} , a variação da energia cinética, experimentada por este corpo, será igual ao trabalho total, T_{AB} , realizado sobre ele, isto é, $T_{AB} = E_{CB} - E_{CA}$. (MÁXIMO; ALVARENGA, 2006, p.295)

Com base na equação (13) supracitada, vemos que energia cinética é proporcional à massa do corpo. Sendo assim, se compararmos dois corpos A e B que possui massa m e $2m$ respectivamente e que se movem com a mesma velocidade v , então, o corpo de massa $2m$ terá o dobro de energia cinética. Por outro lado, supondo agora que dois corpos A e B de mesma massa se movem, porém B tem o dobro da velocidade de A, nesse caso, de acordo com a equação de energia cinética citada acima, o carro B terá quatro vezes mais energia cinética que o A, ela cresce ao quadrado da velocidade. Sabemos que um carro em movimento pode realizar tarefas, algumas delas absolutamente desnecessárias, tais como: derrubar postes, derrubar muros ou deformar laterais de outros carros. O estrago provocado em acidentes é tanto maior quanto maior a velocidade do veículo. (E-FÍSICA, 2017).

1.3 Energia Potencial Gravitacional

Conforme expressam Halliday, Resnick e Walker (2016), existe uma forma de energia, muito importante na Mecânica e em outras áreas da Física Clássica, que depende da posição, ou seja, depende do ponto onde o móvel está localizado. Por essa razão, esta energia é denominada Energia Potencial (energia de posição). Essa forma de energia surge como resultado da interação entre os objetos. Em outras

palavras, a energia potencial está intimamente ligada à existência de forças. Mais precisamente, a energia potencial resulta sempre de alguma força (ou interação) que lhe deu origem (RAMALHO; FERRARO; SOARES, 2007).

No entanto, nem todas as forças dão origem a essa forma de energia (Energia Potencial). Algumas forças (como as forças de atrito), ao invés de gerarem energia, acabam dissipando, isto é, consumindo, energia (idem).

Nesse caso, a energia potencial está ligada ao termo “armazenamento”, ou seja, poder ser convertida em energia cinética realizando trabalho. Há várias formas de energia potencial. As mais comuns são a elástica (gerada por pela elasticidade dos corpos), a gravitacional (gerada entre corpos que possuem atração gravitacional “peso” e estão separadas por uma distância h e as elétricas (surgem quando há atração elétrica entre corpos que estão separados). Em todos os casos esse tipo de energia não possui um valor absoluto e sim relativo. (SOUZA; SANTOS, 2015, p.8).

Assim, a exemplo da *energia potencial gravitacional*, expressa por Máximo e Alvarenga (2006), se um corpo de massa m está a uma altura h , então ele possui uma energia associada a esse desnível (altura) que é dada pela expressão:

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad (14)$$

Em que m é a massa, g é a gravidade local e h a altura relativa.

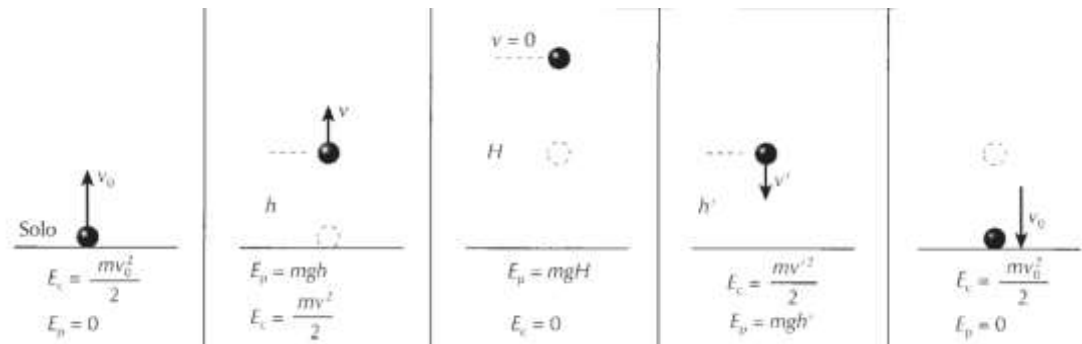
A exemplo, podemos citar o experimento desenvolvido nesse trabalho de pesquisa onde uma esfera de aço é posicionada sobre um trilho fixado numa base inclina e que possui uma altura. Quando solta, a esfera desce por esse trilho contornando um looping que se localiza abaixo da rampa de diâmetro menor que a altura na qual a esfera foi solta. Nesse caso, para posicionar a esfera no topo da rampa, foi realizado um trabalho sobre a esfera contra a força peso. Daí, na realização de um trabalho contra a força peso ocorre o aumento da energia potencial gravitacional em igual equivalência.

É necessário realizar trabalho para elevar um objeto contra a gravidade terrestre. A energia de um corpo devido a posições elevadas em que se encontra é chamada de energia potencial gravitacional.

1.4 Conservação da energia mecânica

A energia pode se transformar de energia cinética em potencial e vice-versa nos processos mecânicos, como por exemplo, um corpo atirado para cima. Neste caso, ocorre uma transformação de energia de duas maneiras como pode ser visto na Figura 8:

FIGURA 8 - Conversão da energia cinética em cinética e vice-versa



Fonte: (RAMALHO, 2007)

1. Na subida, a energia cinética oferecida ao corpo vai sendo transformada em energia potencial durante a subida, até que toda energia cinética se transforme totalmente em energia potencial e o corpo volte a cair;
2. Na descida, a energia potencial é convertida em energia cinética à medida que o corpo vai caindo.

Observando o fenômeno descrito, nota-se que se não houver forças dissipativas, como a resistência do ar por exemplo, a energia total se conserva. A esta energia total se dá o nome de *Energia Mecânica* a qual é expressa por:

$$E_M = E_P + E_C \quad (15)$$

Dessa forma, pode-se notar que a energia mecânica é uma quantidade conservada passando de potencial a cinética durante o fenômeno e independe da

trajetória, dependendo apenas das posições inicial e final. Se houver forças dissipativas, haverá energia dissipada correspondente ao trabalho realizado por essas forças (RAMALHO; FERRARO; SOARES, 2007).

Quando um corpo é arrastado numa superfície com atrito, a exemplo da superfície terrestre, a energia dissipada é transferida às suas moléculas e átomos, que sofrem um aumento de energia cinética, a qual é chamada de *energia térmica* (Idem). E esta, quando transferida de um corpo para outro é chamada de *calor*, logo, o calor é energia térmica em trânsito. A medida usual é realizada em calorias e equivale a $1\text{cal} = 4,18\text{J}$. Assim, enuncia-se o princípio da conservação da energia. Ou seja, “*A energia não pode ser criada ou destruída, mas unicamente transformada*” (RAMALHO; FERRARO; SOARES, 2007).

Ao pesquisar sobre esses conteúdos no Ensino Médio, Ricardo e Freire (2007) verificaram a concepção dos alunos sobre a Física nesse nível de ensino, chegando dentre outras conclusões, que os alunos confundem Física com Matemática e que têm dificuldade de relacionar as fórmulas matemáticas com o fenômeno físico. Dessa forma, é preciso que o aluno entenda que a Física modela o real, e esse modelo é descrito por equações matemáticas.

De acordo com os PCN, o ensino de Física deve ter:

[...] diferentes fontes de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios. Uma Física que discuta a origem do universo e sua evolução. Que trate do refrigerador ou dos motores a combustão, das células fotoelétricas, das radiações presentes no dia-a-dia, mas também dos princípios gerais que permitem generalizar todas essas compreensões. Uma Física cujo significado o aluno possa perceber no momento em que aprende, e não em um momento posterior ao aprendizado. (BRASIL, 1997, p. 23)

Por outro lado, o que observamos, é que os professores apresentam aos alunos conhecimentos e estes copiam tais conhecimentos e procuram memorizá-los para mais tarde reproduzir nas avaliações. Segundo Silva, Mohr e Araújo (2012) essa é a forma tradicional de ensinar e aprender, adquirida pela narrativa do professor e pela aprendizagem mecânica do aluno.

Tendo em vista que o método utilizado foi o método do Ensino de Ciências por investigação, segue uma breve contextualização do mesmo de maneira detalhada. Entretanto, salienta-se que no produto dessa pesquisa (apêndice G) será

desenvolvida uma discussão mais elaborada acerca do tema energia mecânica e suas aplicações dentro desse trabalho de pesquisa, onde o autor desenvolve a análise de uma aplicação prática e conceitual de uma maquete que simulada uma montanha-russa, e que será aplicada com os alunos, com objetivo de abordar em sala de aula as energias cinética, potencial e elástica, além de tratar de outros conceitos relevantes para o tema como *energia cinética de translação e rotação, trabalho de uma força, forças conservativas e forças dissipativas*.

CAPÍTULO II

2 Ensino de Ciências por Investigação

De acordo com Vieira (2012), o ensino por investigação como forma metodológica na educação, surgiu no final do século XX, nos Estados Unidos, e visava apenas os interesses de uma formação educacional voltada para o sistema capitalista. Em seguida, essa metodologia foi sendo discutida por alguns autores que deram várias formas e vertentes nas maneiras de aplicação no ensino.

O ensino de Ciências por investigação é um processo caracterizado por muitos pesquisadores, a exemplo de Carvalho, Oliveira, *et al.* (2013), Moreira e Ostermann (1993) como uma forma de ensinar Ciências baseada no método científico, mas sem seguir todos os seus critérios. Entende-se o *método científico* a partir da definição de Fernandes (2014), para o qual trata-se de uma forma utilizada por cientistas para solucionar um problema e a partir dele elaborar leis e teorias. Nesse sentido, o referido autor traz a seguinte definição:

Do ponto de vista científico o método engloba a execução de operações ordenadas, de natureza mental e material, cuja finalidade é a obtenção da verdade ou do conhecimento de um fenômeno ou de um objeto. Para se chegar a este fim é necessário propor e testar hipóteses. O conjunto dessas atividades ordenadas constitui o método científico que, com maior segurança e economia permite alcançar o conhecimento científico. (FERNANDES, 2014, p. 17)

O método científico feito por Galileu Galilei e discutido por Fernandes (2014) é baseado nas seguintes etapas:

- analisar o fenômeno que tem no problema;
- analisar se o sistema é possível de medidas para obtenção de dados quantitativos;
- elaborar uma hipótese mesmo que seja simplificada;
- fazer um experimento para teste da hipótese;
- ampliar os resultados alcançados numa escala maior para testes;
- sendo confirmados os testes, transformar a resolução do problema em leis.

Então, partindo do formato usado pelo método científico, surge o ensino por investigação. Nessa metodologia procura-se fazer uma ponte entre a forma conduzida por cientistas, transformando-a num processo simplificado, prático e simples para conduzir o ensino de Ciências. Segundo Vieira (2012), ensinar por investigação é levar o aluno a ter uma aproximação das práticas científicas com os conhecimentos escolares.

Entende-se o ensino por investigação como aquele capaz de buscar a informação pretendida através das discussões entre os alunos, com a ajuda do professor, deixando um pouco de lado o processo curricular exaustivo e estruturado. Trata-se de buscar respostas a partir de problemas reais e culturalmente relevantes, a partir de experimentos inspirados pelas próprias discussões em sala de aula. (VIEIRA, 2012, p.21)

Tomando partida desse sistema científico, Carvalho, Oliveira, *et al.* (2013), baseados no estudo piagetiano, que visa esclarecer como o aluno passa a compreender os novos conhecimentos a partir do que ele já sabe, e também dos estudos de Vygotsky, que mostra como trabalhar em atividades sociais, ou seja com a socialização na importância de trabalhos em grupos, os referidos autores mostram a importância da utilização do ensino por investigação no ambiente escolar. Dentro dessa discussão trazem vários apontamentos importantes sobre a maneira como deve ser implementado o ensino por investigação na sala de aula, sendo que o principal objetivo é levar os alunos, através de uma atividade manipulativa, que nesse caso pode ser um experimento, a construir um conceito e ajudá-los a pensar que a natureza não é ciência, mas a ciência ajuda nas explicações da natureza. Nessa metodologia de ensino, os autores Carvalho, Oliveira, *et al.* (2013) nos orienta sobre o que devemos fazer e saber. Os principais pontos dessa teoria, apontados são:

- É importante que verifique primeiramente os conhecimentos prévios e também os espontâneos, pois eles ajudam na elaboração de hipóteses e solução do problema;
- A produção do trabalho experimental em grupo faz com que os alunos mais experientes ajudem no processo de argumentação e alfabetização dos menos experientes;
- Com os dados em mãos o professor deve orientar os alunos no processo de

argumentação crítica dos resultados;

- Durante a argumentação crítica deve ser trabalhado uma linguagem científica, como por exemplo, o uso de gráficos, fórmulas e tabelas para gerar na mente do aluno um significado próprio e científico;
- O educador é o agente responsável por ensinar as técnicas e linguagens científicas;

Ainda segundo Carvalho, Oliveira, *et al.* (2013), o ensino de Ciências por Investigação deve ser dividido em três momentos:

- Atividades Investigativas - Momento que se dá o início do processo investigativo na qual deve ser iniciado com uma atividade chave;
- Sistematização - Leitura de um texto que traz o conceito para comparar com suas conclusões e hipóteses produzidas nas atividades investigativas;
- Contextualização - Fazer uma atividade complementar que contextualize o conteúdo dentro da sociedade e realidade do aluno.

Estes momentos estão melhor explicitados nos aspectos metodológicos. Porém, os autores deixam claro que uma das etapas importantes para o ensino por investigação é a avaliação.

3 Aprendizagem Significativa

De acordo com Moreira (2012), a aprendizagem significativa é desenvolvida quando o indivíduo utiliza daquilo que já está internalizado em sua mente na forma de um modelo mental, um conceito, uma proposição uma imagem fazendo parte da sua estrutura cognitiva para construir novas aprendizagens. Assim o autor define que

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-litera, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (MOREIRA, 2012, p. 2)

Para compreender o que representa na prática a aprendizagem significativa, Moreira (2012) cita como exemplo um aluno que entende bem a Lei da Conservação de Energia Mecânica, como por exemplo as transformações de energia potencial em cinética e vice-versa, durante um movimento isso se transforma num subsunçor⁶. Então, quando estiver estudando qualquer outro assunto como a Primeira Lei da Termodinâmica, que envolver o princípio da conservação, ele irá ativar o subsunçor “energia mecânica”, ou seja, os conhecimentos prévios internalizados na sua estrutura cognitiva para aprender esse novo conteúdo. Nesse caso, além de aprender de forma eficiente, significativa e ordenada a Primeira Lei da Termodinâmica, reforça a Lei da Conservação da Energia Mecânica deixando-a mais consistente.

Esta forma de aprendizagem significativa, na qual uma nova ideia, um novo conceito, uma nova proposição, mais abrangente, passa a subordinar conhecimentos prévios é chamada de *aprendizagem significativa superordenada*. Não é muito comum; a maneira mais típica de aprender significativamente é a *aprendizagem significativa subordinada*, na qual um novo conhecimento adquire significado na ancoragem interativa com algum conhecimento prévio especificamente relevante. (MOREIRA, 2012, p. 3)

As autoras Silva e Silva (s/d) mostram também uma reflexão sobre o processo de aprendizagem significativa. Para elas, o cenário ideal para que o processo dessa forma de produção do conhecimento ocorra quando o professor aproveita os saberes prévios dos alunos como apoio para aquisição de novos conhecimentos. Além disso, na estrutura cognitiva desse aluno, deva conter algo que seja possível relacionar com o que o professor estiver trabalhando. Além disso, é necessário que nessa relação entre professor e aluno, exista predisposição e vontade de aprender no sentido cognitivo e afetivo. De acordo com as autoras,

Como estratégias importantes para a facilitação da aprendizagem significativa deve se levar em conta o conhecimento prévio do aluno, a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa, a organização sequencial do conteúdo a consolidação, o uso de organizadores prévios e novos conhecimentos, e a linguagem envolvida no intercâmbio de significados. (SILVA; SILVA, s/d, p.08)

Então, para que haja uma aprendizagem significativa e envolvente é necessário

⁶ O subsunçor é, portanto, um conhecimento estabelecido na estrutura cognitiva do sujeito que aprende e que permite, por interação, dar significado a outros conhecimentos. (MOREIRA, 2012, p. 4)

que existam algumas condições, como:

- antes de lecionar qualquer conteúdo, fazer uma breve pesquisa, mesmo que em diálogo, a fim de obter o máximo de informações acerca dos conhecimentos prévios dos alunos;
- selecionar um bom material de apoio ao professor que realmente mostra atividades envolventes, como figura, slides, maquetes, sons, etc.;
- o discente deve apresentar vontade de aprender e que já tenha uma estrutura cognitiva pra estabelecida. Isso deve si muito ao material e recursos utilizados;
- esforço decido para aprender no sentido afetivo e cognitivo.

CAPÍTULO III

3 Aspectos Metodológicos

A abordagem da pesquisa é de natureza qualitativa. De acordo com Malheiros (2011), as abordagens qualitativas estão orientadas para interpretação da realidade a partir do sujeito-objeto pesquisado, e trata-se de uma forma de se relacionar com o mundo e com as demais pessoas, visando identificar o que há de comum e/ ou, o que se diferencia do objeto pesquisado. Trata-se de um método com base na interpretação dos dados. Os dados foram coletados por meio de observação e de questionários. Utilizar-se-á como método a pesquisa participante, a qual para Boterf (2003), apresenta como característica um caráter dialético agregável. Essa metodologia tem como principal fundamento a participação, onde todos os pesquisadores e pesquisados fazem parte de um mesmo processo que objetiva a transformação social de uma comunidade onde essas pessoas estão inseridas. Enquanto que na visão de Grossi (1981), a pesquisa participante é um modelo de pesquisa no qual um grupo, etnia ou comunidade participa na análise de sua própria realidade, com o intuito de promover uma modificação social em benefício dos participantes. Portanto, é um tipo de pesquisa educacional voltada para a ação.

A pesquisa participante, segundo Haguete (1999, p. 47) apresenta as seguintes características:

- a) realização concomitante na investigação-ação;
- b) participação conjunta de pesquisador e pesquisados, entre outras.

Enquanto que Rauen (2002, p. 222) contribui com essa metodologia quando afirma que a pesquisa ação participante apresenta cinco fases necessárias ao seu processo de investigação. São elas:

- i) aproximação do grupo;
- ii) processo de inserção;
- iii) observação;
- iv) análises críticas dos dados coletados

v) retorno para discussões e avaliação dos resultados. Nesse sentido, esse método é utilizado uma vez que as atividades foram realizadas pelos pesquisados com a participação do pesquisador, cujas etapas serão descritas mais à frente.

Na realização da investigação a pesquisa teve como suporte as pesquisas feitas por Carvalho, Oliveira, *et al.* (2013), em seu livro: “Ensino de Ciências por Investigação”, no qual o referido autor se fundamenta em Piaget para as formas e maneiras de como é construído o processo de aprendizagem pelo aluno, e também em Vigotsky, que auxilia nas formas de como usar esse processo no sistema de socialização do conhecimento, uma vez que ele ocorrerá num ambiente escolar contendo 30 ou 40 alunos em média. Para Vigotsky, o conhecimento é produzido nas interações sociais entre os sujeitos envolvidos no processo e entre esses e os objetos de estudo, através da mediação de signos como a linguagem.

3.1 Sujeitos da Pesquisa

Essa pesquisa terá como sujeitos os alunos da turma 1º C do curso Técnico em Agropecuário do Ensino Médio, do colégio CETEP⁷, antiga Escola Agrotécnica Sérgio de Carvalho, localizada na Estrada do Bem Querere, km 04, Fazenda Candeias, Bairro Universitário, Vitória da Conquista-Ba, no período de 18/10 a 01/11 de 2017. A escolha dessa turma aconteceu porque o conteúdo de Energia Mecânica faz parte da disciplina Física I contida da grade curricular da mesma. Além disso, trata-se de um espaço de fácil acesso, uma vez que o pesquisador trabalha próximo a essa escola.

De acordo com o site do Cepet (2018), o Colégio Agropecuário foi criado em Vitória da Conquista pela portaria 709 / Diário Oficial de 31 de janeiro de 1979, para ministrar o Técnico em Agropecuária, funcionando assim até 2006, e a partir daí foi introduzido o projeto de educação profissional utilizando o curso Técnico de Informática. Atualmente, passou a ser um centro de Educação Profissional denominada de CETEP-VC (Centro Territorial de Educação Profissional de Vitória da Conquista) dando suporte a mais de 24 municípios com diversos curso como: Ensino Médio Integrado à Educação Profissional – Técnico em Informática, Edificações,

⁷ CETEP - Centro Territorial de Educação Profissional

Agroecologia, Agropecuária e PROEJA; Educação Profissional Subsequente – Técnico em Agropecuária, Enfermagem e Contabilidade.

O curso Técnico em agropecuária possui diversas aulas práticas onde os alunos são submetidos a diversos treinamentos para aperfeiçoar as técnicas necessárias para manuseio dos instrumentos utilizados nessa área. Segundo a reportagem do jornal Diário Sudoeste da Bahia, os alunos:

Manejam de forma sustentável, a fertilidade do solo e os recursos naturais. Planeja e executa projetos ligados a sistemas de irrigação e uso da água. Seleciona, produz e aplica insumos (sementes, fertilizantes, defensivos, pastagens, concentrados, sal mineral, medicamentos e vacinas). Desenvolve estratégias para reserva de alimentação animal e água. Realiza atividades de produção de sementes e mudas, transplantio e plantio. Realiza colheita e pós-colheita. Realiza trabalhos na área agroindustrial. Opera máquinas e equipamentos. Maneja animais por categoria e finalidade (criação, reprodução, alimentação e sanidade). Comercializa animais. Desenvolve atividade de gestão rural. Observa a legislação para produção e comercialização de produtos agropecuários, a legislação ambiental e os procedimentos de segurança no trabalho. Projeta instalações rurais. Realiza manejo integrado de pragas, doenças e plantas espontâneas. Realiza medição, demarcação e levantamentos topográficos rurais. Planeja e efetua atividades de tratamentos culturais” (CETEP... 2017)

Porém, os alunos da disciplina Física I, da qual foi submetido o nosso projeto de pesquisa, não estavam acostumados com aulas práticas nem atividades em grupos uma vez que essa disciplina está oferecida no início do curso. Mas, é de grande importância esse tipo de prática na disciplina, pois seus conteúdos estão inseridos nos diversos tipos de atividades que eles irão executar ao longo de sua formação.

3.2 Procedimentos Metodológicos

A aplicação do projeto na escola CETEP-VC teve início no dia 18/10 até o dia 01/11 de 2017 tendo ocorrido 5 encontros intercalados entre 50 minutos (1 aula) e 100 minutos (2 aulas). Todas as atividades desenvolvidas nesse período estão relatadas em ordem cronológicas no Apêndice C.

A disciplina de Física I, na qual foi desenvolvido projeto, possui uma carga horária de três aulas semanais no turno vespertino. Nesse período de aplicação, a escola estava desenvolvendo as atividades finais do período letivo e o professor forneceu oito aulas para a aplicação do projeto. As aulas foram dispostas de acordo

com a tabela 1 abaixo:

Tabela 1 - Horários de aplicação do projeto

1ª Semana							
HORÁRIO	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB
1º							
2º							
3º						Aula 20/10	
Intervalo							
4º				Aula 18/10 Início		Aula 20/10	
5º							

2ª Semana							
HORÁRIO	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB
1º							
2º							
3º						Aula 27/10	
Intervalo							
4º				Aula 25/10		Aula 27/10	
5º							

3ª Semana

HORÁRIO	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB
1º							
2º							
3º							
Intervalo							
4º				Aula 01/11			
5º				Aula 01/11 Término			

Fonte: Autoria própria (2017).

Os autores Santos e Perin (2013) citam o planejamento como um importante instrumento aliado para o sucesso da prática pedagógica da escola e, principalmente, do professor, pois com ele é possível a organização dos conteúdos a serem trabalhados e visualizar maneiras para obter a melhor metodologia facilitando o processo a aprendizagem dos alunos.

Dessa forma, planejar é o ato de organizar ações a fim de que estas sejam bem elaboradas e aplicadas com eficiência, se possível, nos momentos relacionados da ação ou com quem se age. Por isso, para planejar bem é necessário conhecer para quem se está planejando, no caso, o professor deve conhecer a turma com que trabalha e mais, o aluno com quem trabalha. Quanto mais se conhece, melhor se planeja e se obtêm melhores resultados. (SANTOS; PERIN, 2013, p.05)

Assim, dentro do horário fornecido pela escola com consentimento do professor, foi produzido um plano de curso que pode ser visto no Apêndice B desse trabalho, para atender a carga horária fornecida, oito aulas, no qual esboça informações importantes como: objetivos gerais e específicos da proposta, os conteúdos a serem trabalhados, os recursos didáticos utilizados, a metodologia aplicada dentro outras informações.

Também foi produzido um cronograma de atividades (Apêndice C), mostrando passo a passo o que ocorreu nos encontros com a turma, como por exemplo: as atividades, a divisão dos grupos, leituras, pesquisas, etc. Tanto o plano de curso como o cronograma citado foram entregues aos alunos para que eles tivessem acesso a

cada detalhe. Esse material também foi entregue ao professor da disciplina que validou toda a aplicação. As oito aulas fornecidas por ele não modificaram o plano de curso da disciplina uma vez que o conteúdo de Mecânica era o próximo da sequência da qual o professor lecionaria.

Baseando se nas estratégias metodológica citadas acima, define-se seis momentos básico para o desenvolvimento desse trabalho que se inicia desde a pesquisa da literatura, o meu contato com os responsáveis da escola e, principalmente, com os alunos, a construção da maquete experimental, o desenvolvimento da sequência didática até a análise dos resultados em que a pesquisa proposta foi desenvolvida da qual especifica-se da seguinte forma:

3.2.1 Revisão da literatura

A literatura trabalhada abrangeu autores de livros didáticos do ensino médio e superior que tratam do tema energia e suas aplicações como: Máximo e Alvarenga (2006) no seu livro Física: volume 1, na qual os autores utilizam uma abordagem bem contextualizada, dinâmica e com atividades que relaciona os contextos da atualidade; Ramalho, Ferraro e Soares (2007) que aborda os conteúdos num nível intermediário, dando muitos exemplos de aplicações nos contextos práticos e teóricos e, por fim, Halliday, Resnick e Walker (2016), que são autores de livros didáticos de Física preparados tanto para engenheiros como Físicos. Além disso, foram pesquisados artigos científicos, dissertações de mestrado, teses de doutorado e site de notícia e pesquisa que trouxessem inovações, notícias e teorias acerca do tema Trabalho e Energia, a fim de que estes pudessem servir de subsídio para a realização e fundamentação da pesquisa.

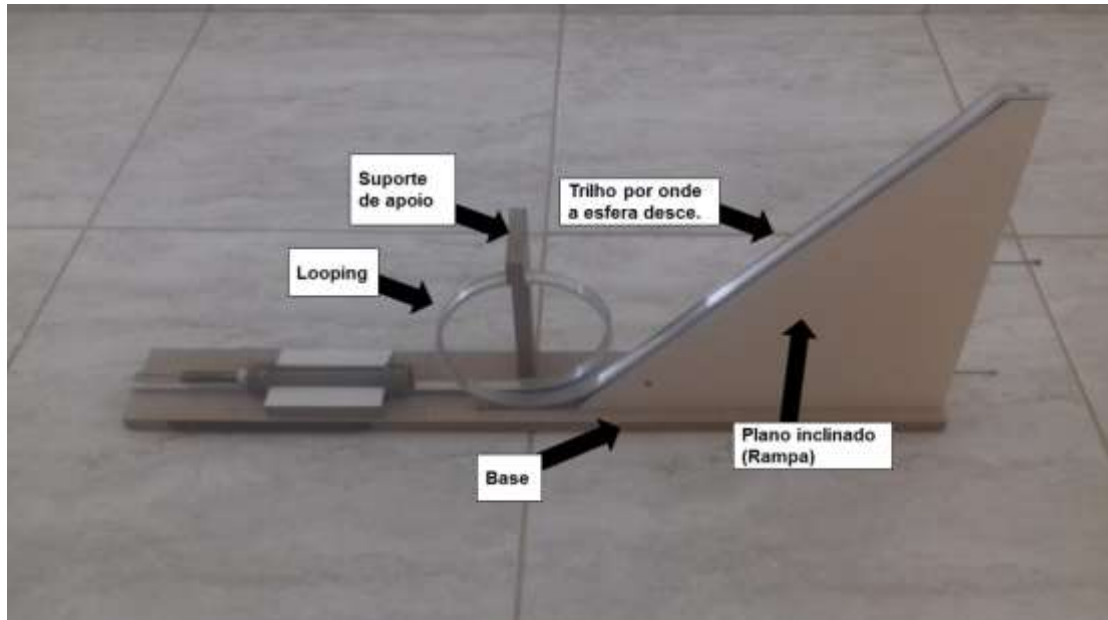
Além das referências específicas citadas do tema *energia*, utilizadas para construção das atividades e conceitos durante a sequência didática, foi necessária também uma busca na literatura acerca das metodologias de ensino utilizadas para construção das aulas durante a aplicação do projeto. Assim, foi desenvolvido um estudo sobre *Ensino de Ciências por Investigação* trazido na aplicação de diversos temas dos autores: Vieira (2012), Carvalho, Oliveira, *et al.*, 2013, Moreira, Ostermann (1993), Fernandes (1997), dentre outros. Também foi feita uma busca pelo método de

ensino trazido por Moreira (2012) e outros autores acerca da *Aprendizagem Significativa*.

3.2.2 Maquete experimental

A Maquete experimental, desenvolvida para realização desse trabalho de dissertação, que aborda o tema de Energia Mecânica, foi desenvolvida pelo pesquisador baseada nos movimentos de uma montanha russa e nos conceitos de conservação da energia envolvendo looping⁸. A figura 9 abaixo, mostra essa maquete e suas partes.

FIGURA 9 - Maquete Experimental



Fonte: Autoria própria (2019)

⁸ O looping (ou loop-the-loop, como é denominado em textos de língua inglesa) é um tradicional equipamento utilizado em laboratórios de física e outros espaços de divulgação científica para discutir aspectos geralmente relacionados à conservação da energia. (SILVA, 2015, p. 964)

O experimento funciona da seguinte forma:

1. Na rampa é solta uma pequena esfera;
2. A força peso faz a esfera descer “deslizando”⁹ sobre o trilho. Quanto mais alto na rampa estiver a esfera maior será a velocidade adquirida na descida;
3. Dependendo da velocidade adquirida, ela faz ou não o contorno do looping.
4. Se a maquete estiver com o sistema de mola, como na figura 9, e adquirir velocidade suficiente para contornar o looping, então, a esfera atingirá a mola, deformando-a. Nesse caso, com a deformação da mola, surge uma força elástica na mola que devolve a esfera novamente o movimento de volta sobre os trilhos.
5. Caso o sistema de mola não estiver acoplado na maquete, como ocorreu durante a aplicação de sequência didática desenvolvida nesse trabalho, a esfera terá em todo o trajeto livre até abandonar o trilho.

Nesse experimento é possível trabalhar os principais tópicos envolvendo a energia mecânica: como energia potencial, energia cinética, energia elástica, analisar as conversões dessas energias umas nas outras e os princípios da conservação. Além disso, o Apêndice G (produto educacional) faz todo o detalhamento do processo de confecção e das equações desenvolvidas para operação do experimento.

3.2.3 Aplicação dos questionários de entrada

O questionário deve ser um sistema de perguntas feitas ao grupo de pessoas de maneira objetiva ou dissertativa e que podem ser usadas durante a aplicação do projeto de pesquisa na forma de um instrumento para obtenção dos dados científicos necessários na análise dos resultados (CHAGAS, 2019).

De acordo com Santos e Perin (2013), na aplicação de qualquer prática pedagógica é importante que se faça um diagnóstico acerca das dificuldades que os

⁹ Termo utilizado pelo pesquisador para referenciar um movimento com baixo atrito. Nesse caso, o objetivo é fazer esfera descer, perdendo o mínimo possível de energia e sem adquirir rotação.

alunos possuem e através delas coletar as informações necessárias a fim de promover uma melhor intervenção pedagógica, obtendo assim, os resultados almejados.

O autor Chagas (2019) cita a importância e as melhores formas de construir questionários para as pesquisas envolvendo ciências sociais que possuem um número grande de variáveis. Também explica como seu mau uso pode influenciar nos resultados. Fala acerca da quantidade de perguntas e como elas devem ser feitas e organizadas de maneira que não fique cansativo a quem estiver respondendo e não influencie no objetivo da pesquisa.

(...) construir questionários não é uma tarefa fácil e que aplicar tempo e esforço adequados para a construção do questionário é uma necessidade, um fator de diferenciação favorável. Não existe uma metodologia padrão para o projeto de questionários, porém existem recomendações de diversos autores com relação a essa importante tarefa no processo de pesquisa científica. (CHAGAS, s/d, p.01).

Sendo assim, o questionário do Apêndice F foi desenvolvido utilizado a quantidade necessária de perguntas, que o professor usou em sua sequência didática na coleta de informações importantes para a construção da sequência didática e introdução do conteúdo, sendo aplicado no primeiro encontro com a turma que ocorreu no dia 18/10/2017 com o objetivo de verificar se os alunos gostam estudar a disciplina de Física, se relacionam com ela no cotidiano e também se já haviam estudado os conteúdos pré-requisitos e necessários para a introdução dos cálculos e conceitos do tema energia, além de familiarizar o professor com os esses discentes, dando os primeiros passos na construção da sequência didática da qual foi desenvolvida e aplicada a pesquisa. Esse questionário foi dividido da seguinte forma:

- duas questões objetivas acerca do “gostar” da disciplina;
- três questões discursivas para verificar se o aluno entende a relação Física no seu cotidiano;
- uma questão sobre o uso de recursos didáticos usados pelo professor da disciplina como slides, textos complementares, notícias atuais, dentro outros que possa familiarizar os conceitos de Física com o cotidiano na busca de uma melhor desempenho e compreensão;

- quatro perguntas objetivas para saber se eles já teriam vistos os conteúdos pré-requisitos para a aplicação das atividades com a maquete como: *movimento uniforme e variado, movimento circular, lançamento horizontal e oblíquo e leis de Newton.*

Nesse sentido, a aplicação do questionário e também de uma conversa inicial que houve com a turma, teve como objetivo verificar através dos alunos como estava sendo o andamento entre as aulas, o professor da disciplina e a contextualização dos conteúdos estudados com o cotidiano dos alunos durante no atual período. Verificar também se eles faziam exercícios práticos usando algum tipo de experimento, se entendiam das regras de trabalho em equipe. Todas as questões do Apêndice F serão discutidas abaixo na coleta de dados e também nas conclusões desse trabalho.

3.2.4 Contextualização da teoria com a prática

De acordo com Fernandes (2016), os alunos gostam de estudar Física, porém encontram muitas dificuldades no processo de ensino-aprendizagem como má formação dos professores, falta dos pré-requisitos matemáticos necessários para iniciar um estudo aprofundado, falta de experimentos, dentre outros fatores. Essa falta de estímulo externo cria também uma barreira interna fazendo com que muitos deixem de dedicar e até mesmo gostar da disciplina. Assim, para o autor,

O principal fator que contribui para a dificuldade no aprendizado da disciplina de Física, segundo professores e alunos, é o difícil entendimento da linguagem matemática utilizada para o ensino, isso devido a deficiência na disciplina de Matemática que os alunos trazem do ensino fundamental. Relataram também o grande distanciamento entre o que é lecionado dentro de sala e o mundo exterior a ela, a falta de estrutura que boa parte das escolas possuem, o distanciamento entre professor e aluno e a falta de interdisciplinaridade. Em razão desses motivos os alunos se sentem desestimulados com o ensino e conseqüentemente adquirem dificuldades no seu aprendizado. (FERNANDES, 2016, p.41)

Segundo Padilha, Sutil e Miquelin (2013), os recursos audiovisuais no processo de ensino aprendizagem, além de despertar o interesse e a curiosidade gera também a predisposição para aprender o conteúdo além de ser materiais considerados

potencialmente significativos. Nesse caso, esses recursos são importantes na transição entre o conhecimento conceitual que eles aprendem durante as aulas, com o processo de contextualização tão importante para uma aprendizagem significativa discutida anteriormente.

De acordo com Pazzini e Araújo (2013), a utilização de vídeos tem sido constante nos dias de hoje e se bem planejado, que trate dos aspectos dinâmicos dentro dos atrativos dos educandos, respondendo à sensibilidade e afetividade geram resultados de uma aprendizagem significativa. Além disso, com o avanço tecnológico, principalmente da internet, o vídeo tem uma ligação especial na forma das pessoas verem o mundo, porque traz diversas formas lúdicas, dinâmicas e emotivas fazendo com que seja possível sentir e imaginar as sensações do mundo e dos mesmos.

Devido ao grande Universo que abre para os alunos, a escola tem um papel muito importante na utilização do vídeo, ou seja, alfabetizar visualmente seus alunos e ensiná-los a ler visualmente as mensagens a seu favor, auxiliando-os na mudança da postura e do agir durante diante do mundo, levando-os à reflexão, análise de seu cotidiano, de seus semelhantes e de sua vida em sociedade. (PAZZINI; ARAÚJO, 2013, p.07)

Sendo assim, neste trabalho, uma das propostas desenvolvidas foi produzir um processo de contextualização com a realidade e a imaginação do aluno utilizando para isso os recursos audiovisuais e a uma atividade experimental de caráter exploratório investigativo.

No primeiro encontro com a turma, ocorrido do dia 18/01, os alunos foram perguntados se conheciam parques de diversões. Através de suas respostas, ficou constatado que todos os alunos conheciam parques de diversões e que tinha frequentado algum tipo. Partindo dessa informação, o professor apresentou no segundo encontro com a turma ocorrido no dia 20/10, utilizando um Datashow e uma caixa de som, quatro vídeos curtos: *Batman off-ride HD @60fps Six Flags Fiesta Texas*¹⁰ (Figura 10); *Lex Luthor Drop of Doom Promo Six Flags Magic Mountain*¹¹(Figura 11); *Top 5 SlingShot Freakouts!*¹² e *TOP 10 Melhores Brinquedos*

10 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8VBI-G3-I-Y>

11 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=aBJze6BkfUg>

12 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zsd4kv0bg9o>

em *Parques de Diversões no Mundo*¹³. Esses vídeos trazem uma seleção sobre os parques de diversões que possuem os maiores e mais radicais brinquedos do mundo. Eles são encontrados gratuitamente na internet através da plataforma eletrônica denominada YouTube. O objetivo foi despertar a curiosidade do aluno para os mesmos com algo que tivesse ligação direta com a maquete experimental e que esta fosse utilizada no sentido de potencializar a aprendizagem.

FIGURA 10 - O primeiro Coaster de 4D Free-Fly do mundo



Fonte: <https://www.sixflags.com/fiestatexas/attractions/batman-the-ride> (s/d)

13 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4Fb48c8YKy4>

FIGURA 11 - Lex Luthor Drop of Doom Promo Six Flags Magic Mountain



Fonte: <http://newsplusnotes.blogspot.com/2012/07/lex-luthor-drop-of-doom-opens-as-worlds.htm> (s/d)

Além disso, foram feitas pesquisas sobre as principais notícias de jornais que podiam ser utilizados dentro do conteúdo energia mecânica e que ao mesmo tempo despertasse a atenção e curiosidade. Como o projeto passou na cidade de Vitória da Conquista-Bahia, e um dos acontecimentos desta cidade é a chegada do parque de diversões American Park, que circula por todo Brasil em eventos de grande porte que ocorrem nas cidades, inclusive, em Vitória da Conquista na ExpoConquista anualmente. Dentro dessa investigação o professor localizou uma reportagem ocorrida no dia 26/12/2013 encontrada na página¹⁴ que relata um acidente ocorrido com uma jovem na cidade de Ilhéus, que fica cerca de 300 km de Vitória da Conquista, onde esse parque estava instalado. Segundo a reportagem, a moça, após ter percebido que não estava presa ao cinto de segurança do carrinho de montanha-russa quando este começou a se mover, pulou do carrinho em movimento machucando as costas e um dos membros inferiores;

Além de mostrar a reportagem, foi exibido o áudio do depoimento da moça acidentada, disponível na internet num blog de notícia local denominado *blog do Gusmão*¹⁵. Esse áudio contém trechos e frases consideradas “engraçadas” pelos os alunos, como “*eu creio que se não pulasse uma hora dessa eu tava comendo poca-*

14 Disponível em: <http://www.blogdogusmao.com.br/v1/2013/12/26/acidente-na-montanha-russa-vitima-nao-recebeu-atencao-do-american-park/>

15 Disponível em: <http://www.blogdogusmao.com.br/2013/12/26/ilheus-acidente-na-montanha-russa/>

zói¹⁶ ai” o que desperta curiosidade e a imaginação. Contém também passagens importantes e que foram utilizadas durante as discussões. Também foram elaboradas duas questões, 08 e 09 contidas Apêndice F, e respondidas durante a realização da atividade experimental.

Após a execução desses recursos audiovisuais que despertou a imaginação e a curiosidade dando suporte para o desenvolvimento das aulas seguintes no processo de contextualização dos assuntos, foi feita então uma explanação dos conteúdos já estudados durante o 2º e 3º encontro com turma, e que são pré-requisitos para a introdução do conteúdo intitulado de energia mecânica. A ordem em que foram apresentados esses vídeos e a revisão conceitual está organizada dentro do cronograma de atividades no Apêndice C.

3.2.5 Avaliações

Durante o processo da aplicação da sequência didática, houve avaliações de caráter qualitativo e quantitativo onde o professor e os alunos puderam avaliar o desenvolvimento das atividades. As avaliações foram realizadas da seguinte maneira: o professor avaliou os alunos (questionários dos Apêndices A, E e F); e os alunos avaliaram o professor (questionário do Apêndice D), sendo que a avaliação do aluno ocorreu em todos os momentos no sentido de estar correspondendo nas realizações das atividades. Assim, através da avaliação foi possível ver suas ações e poder refletir sobre as mesmas, e analisar sua relação social com colegas e professores dentro da sala de aula. A esse respeito, a autora Darsie (1996) nos diz que:

A avaliação deverá possibilitar ao aluno o acompanhamento do seu próprio processo de construção do conhecimento, encorajando-o a comprovar ou refutar suas hipóteses; estabelecer relações entre o que já sabe e o novo aprender; perceber e superar conflitos; reconhecer seus avanços, ganhos, dificuldades, reorganização saber e alcançar conceito superiores. A avaliação deve ser um instrumento de reflexão sobre sua aprendizagem e impulsionadora da sua continuidade. (DARSIE, 1996, p.5).

16 Nome usado pela moça acidentada de cunho subjetivo que referência moscas varejeiras que pousam principalmente na boca de cadáveres no estado de decomposição.

De acordo com Dersie (1996) é nos exercícios de metacognição¹⁷ que o aluno toma consciência de onde partiu, ou seja, de seus conhecimentos prévios, e vê o que construiu e como construiu, os métodos utilizados, as ideias e hipóteses geradas nesse conhecimento científico escolar. Sendo assim, é importante que ele seja acompanhado de perto num processo avaliativo, que vise dar a ele próprio um feedback¹⁸ sobre suas ações e atitudes e reflita em cada detalhe. Então, a proposta de avaliação executada dentro desse trabalho foi de que todas as atividades fossem avaliativas e acompanhadas em todo o processo que se estendeu desde o momento de organização do trabalho até o momento das discussões finais da atividade.

De acordo com Carvalho (2013), o processo avaliativo em cada etapa deve ser feito pelo professor. Nesse caso, as atividades em grupo devem ser avaliadas de maneira a verificar se o aluno participa efetivamente de cada etapa proposta na atividade, principalmente, nos momentos de formulação de hipóteses, soluções e discussões dos problemas.

A partir das orientações do professor da disciplina, o mesmo orientou que fossem distribuídos 2 pontos, apenas de natureza qualitativa, dentro da nota geral durante a realização dessas atividades. A escola CETEP utiliza o recurso de notas para verificar se em cada final de ano letivo o aluno tem condição de ser promovido às séries subsequentes. Segundo o professor da escola, o ano letivo é dividido em 3 unidades de 10,0 pontos totalizando 30,0 pontos.

Assim, foi então desenvolvido um questionário com 10 perguntas (Apêndice A) denominado de “Ficha de Julgamento do Trabalho em Equipe” que envolvem apenas questões de natureza qualitativa, ou autoavaliação, a fim de obter maior participação e controle da turma. No final de cada atividade, os próprios alunos atribuíam nota de 0 a 10 para cada uma das perguntas acerca do comportamento de cada colega. A nota só poderia ser tabulada quando houvesse decisão unânime entre todos os participantes da equipe. Quando todas as notas eram atribuídas, era feita então a média geral somando-se todas as notas das 10 perguntas e dividindo por 10, como

17 A metacognição foi definida por John Flavell (Stanford University) nos anos 1970 como o conhecimento que as pessoas têm sobre seus próprios processos cognitivos e a habilidade de controlar esses processos, monitorando, organizando, e modificando-os para realizar objetivos concretos.

18 Feedback é uma palavra inglesa que significa realimentar ou dar resposta a um determinado pedido ou acontecimento.

expressa a fórmula abaixo:

$$\text{Nota da atividade} = \frac{\text{soma de todas as notas}}{10} \quad (16)$$

Além da avaliação qualitativa em que eles próprios se auto avaliavam, explicado acima, foi também elaborado um conjunto de perguntas titulado como *Roteiro Para Realização da Atividade com a Maquete Experimental*, contendo 10 perguntas intercaladas entre opções de completar, marcar um x, associar, calcular e dissertar. A aplicação desse questionário ocorreu no último dia de aplicação da pesquisa 01/11/17. Para a construção desse questionário avaliativo foi feita uma investigação na literatura acerca das metodologias educacionais adotadas nessa pesquisa, denominadas de *a aprendizagem significativa* e também *o ensino por investigação*, relatadas em tópicos anteriores. A análise de cada questão desse questionário será tratada no item *resultados da pesquisa* dentro desse trabalho.

3.3 Coleta de Dados

Para investigação e análises dos documentos tomou-se como base a coleta de informações e interpretação, utilizando técnicas de análises, de participação e observação que envolvem a pesquisa participante e revele com clareza, os dados investigados, a partir dos encontros realizados, onde foi pautado em um roteiro o passo a passo dos encontros e anotado em diário de pesquisa as impressões observada pelo pesquisador. Usou-se como base algumas informações importantes, referentes as ações políticas para educação do campo implementadas pelo município (GIL, 2008).

A coleta de dados aconteceu por meio dos seguintes instrumentos:

- a) Observação participante – Vista como um instrumento processual pelo qual um pesquisador se coloca como observador de uma situação social, com a finalidade de realizar uma investigação científica. O observador, fica em relação direta os com os seus interlocutores no espaço social da pesquisa, na medida do possível, participando da vida social deles, no seu cenário cultural, com a finalidade de colher dados e compreender o contexto da

pesquisa. MINAYO (2007, p 71-72). A observação participante foi feita com os sujeitos da pesquisa que serão os alunos do Ensino Médio, do 1º ano do curso Técnico em Agropecuário no colégio Centro Territorial de Educação Profissional de Vitória da Conquista-Ba. Nesse momento, o pesquisador ficou atento a todos os detalhes nos diálogos, discursões, olhares gestos realizados pelos sujeitos observados. Também foram feitos registros por meio de áudios; anotações em diário de campo de tudo que for observado e considerado importante para entender a realidade pesquisada. O diário de campo foi um caderno onde foram anotadas todas as informações que não inclui o material formal.

- b) Aplicação de questionários de perguntas abertas e fechadas para verificar se houve aprendizagem com a experiência realizada.

3.3.1 A análise dos dados

Nessa seção, foi feita uma análise dos dados das avaliações contidas no Apêndice A, E e F aplicados durante a execução da sequência didática desse projeto. Como foi discutido na seção de *Avaliações*, os questionários são diversificados com tópicos de perguntas discursivas, objetivas e de completar.

3.3.1.1 Questionário Introdutório

O questionário introdutório foi aplicado na turma no primeiro encontro. Esse questionário contém 7 perguntas qualitativas acerca do relacionamento dos alunos com a disciplina de Física, com o professor atual e com a utilização de aulas práticas no contexto escolar. O pesquisador tabulou todos os dados das 8 questões que foram respondidas pelos 22 alunos da turma investigada. Esses dados estão apresentados nos gráficos de 1 a 8 onde o pesquisador utilizou-se em parte desses dados para construção da sequência didática.

Os gráficos 1, 2 e 3 que se segue, mostra que 55% desses alunos gostam da disciplina de Física, porém, ninguém acha ela fácil, ou seja, 36% acha ela com um

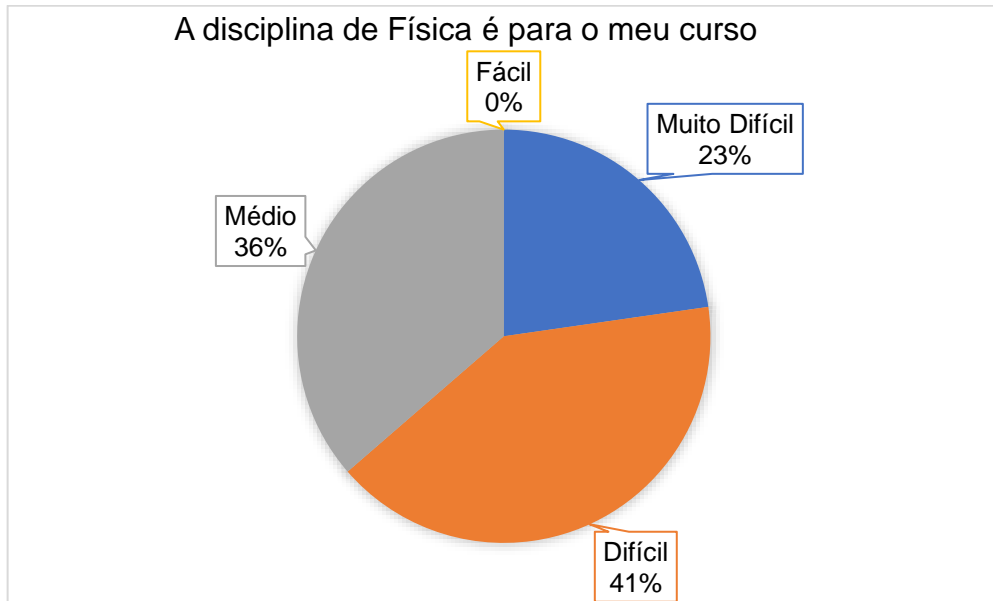
nível médio de dificuldade, enquanto os 64% acha difícil.

Apesar dessa disciplina ser considerada difícil pela maioria, essa turma em particular, por se tratar de um curso técnico voltada para análise de recursos naturais, se identifica com a disciplina em questão. Isso também ficou comprovado durante toda a aplicação da sequência didática relatada na próxima seção.

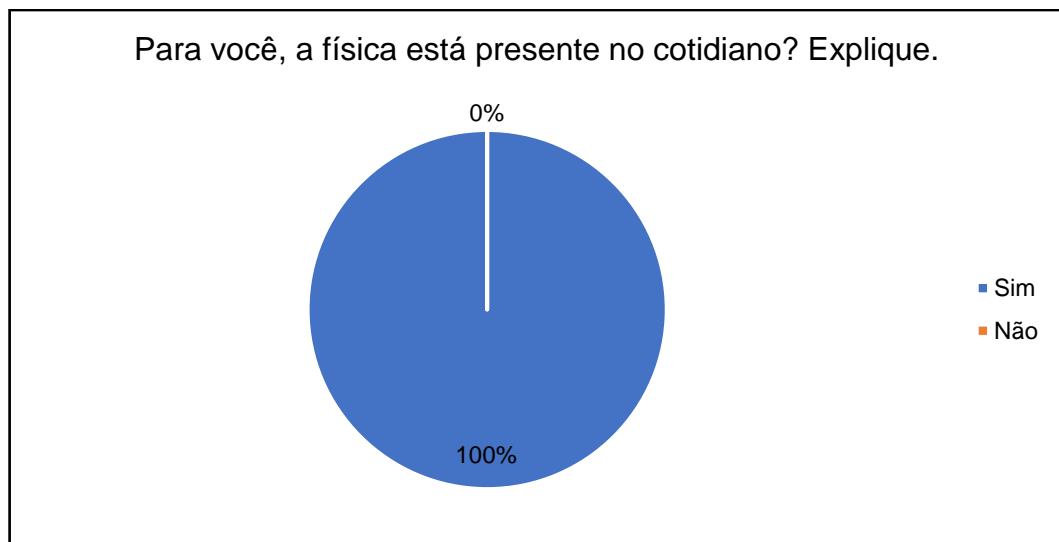
Gráfico 1- Resultado da questão 1 do questionário introdutório



Fonte: Autoria própria (2019).

Gráfico 2 - Resultado da questão 2 do questionário introdutório

Fonte: Autoria própria (2019).

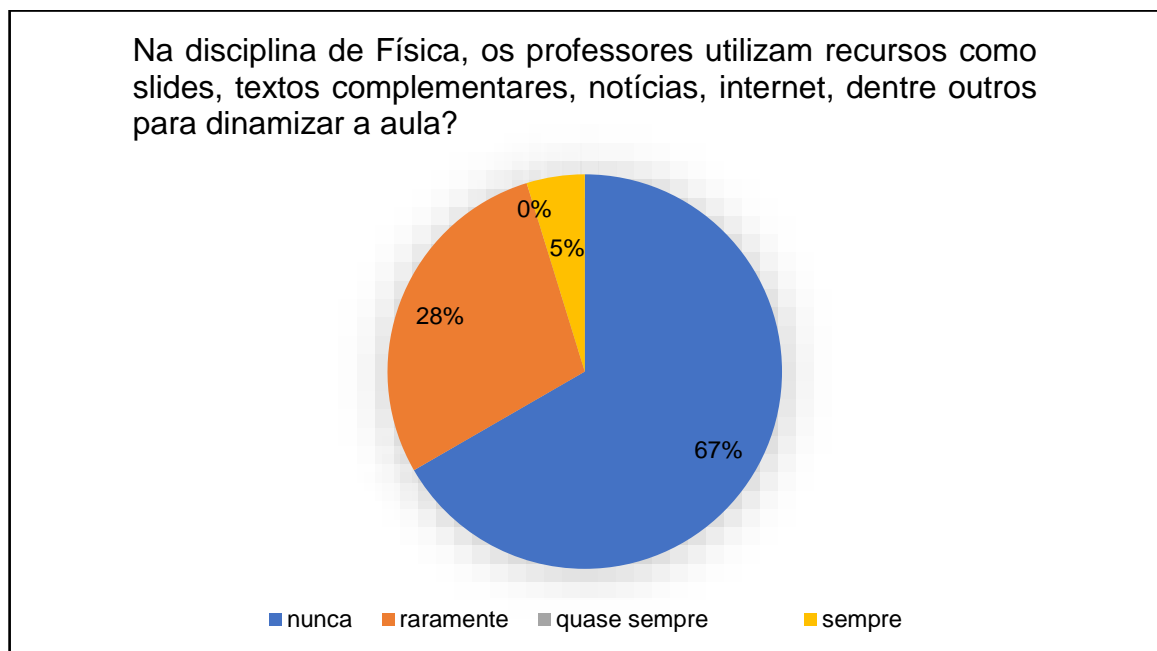
Gráfico 3 - Resultado da questão 3 do questionário introdutório

Fonte: Autoria própria (2019).

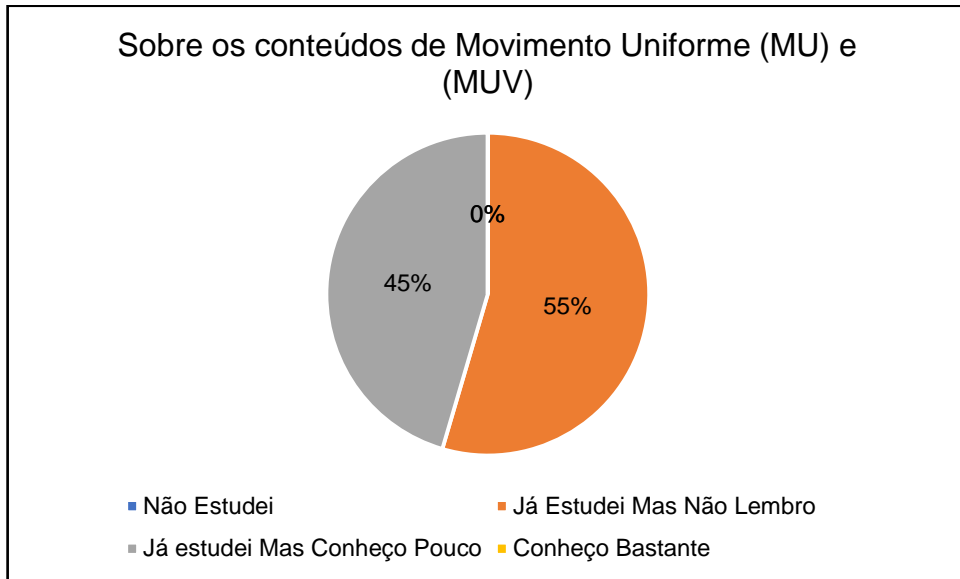
De acordo com Leão (1999), o ensino tradicional busca transformar o aluno

num armazenador de informações e que nessa perspectiva, o professor precisa decompor a realidade das coisas a ponto de facilitar o conhecimento a ser transmitido durante o processo de aprendizagem. Fazendo então uma comparação desse tipo de ensino, com os dados obtidos nos gráfico 4 abaixo, e também com relatos dos discentes durante a aplicação desse projeto de pesquisa, conclui-se que até aquele momento pouco se usava dos mecanismos de interação como por exemplo, projetores, experimentos científicos, trabalhos em grupo, dentre outros que poderiam contribuir para uma desenvolver uma aprendizagem duradoura e significativa. Fato que pode ser verificado nos gráficos 4, 5 e 6 da sequência, onde os dados mostram que os alunos estudaram os conteúdos com essa metodologia de ensino, porém, a grande maioria não se lembra ou não sabe a respeito. Sendo assim, foi constatado pelo pesquisador a necessidade de uma revisão dos conteúdos (Movimento Uniforme, Movimento Variado, Lançamentos e Leis de Newton) e que são pré-requisitos para entendimento do tema “Energia Mecânica”. As aulas de revisão ocorreram no 2º e 3º encontro com a turma.

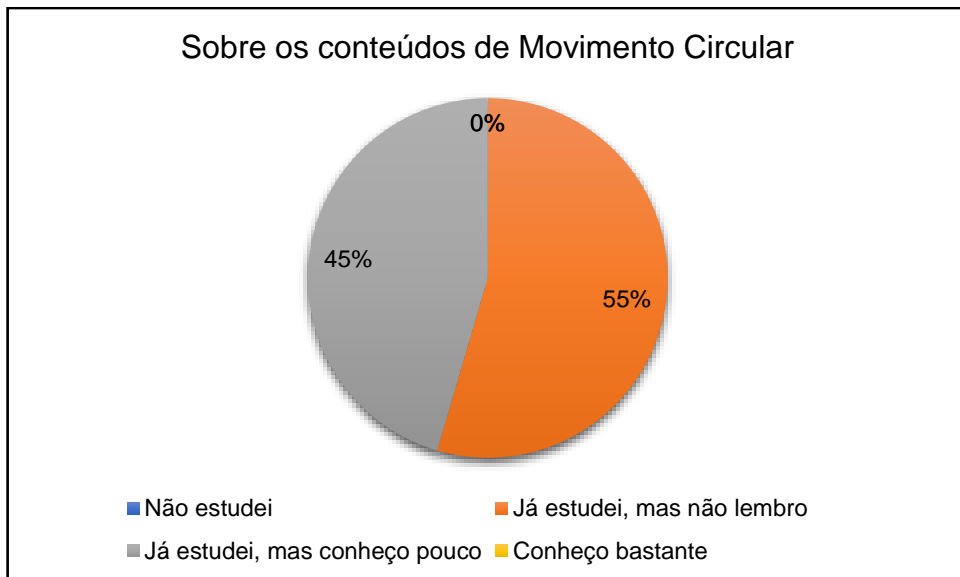
Gráfico 4 - Resultado da questão 4 do questionário introdutório



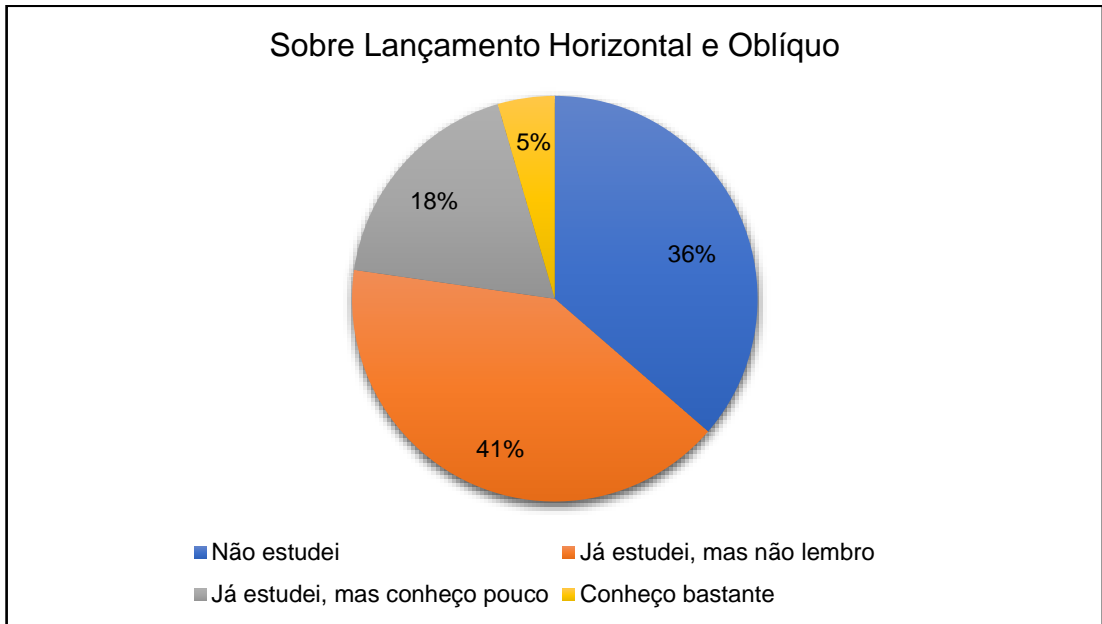
Fonte: Autoria própria (2019).

Gráfico 5 - Resultado da questão 5 do questionário introdutório

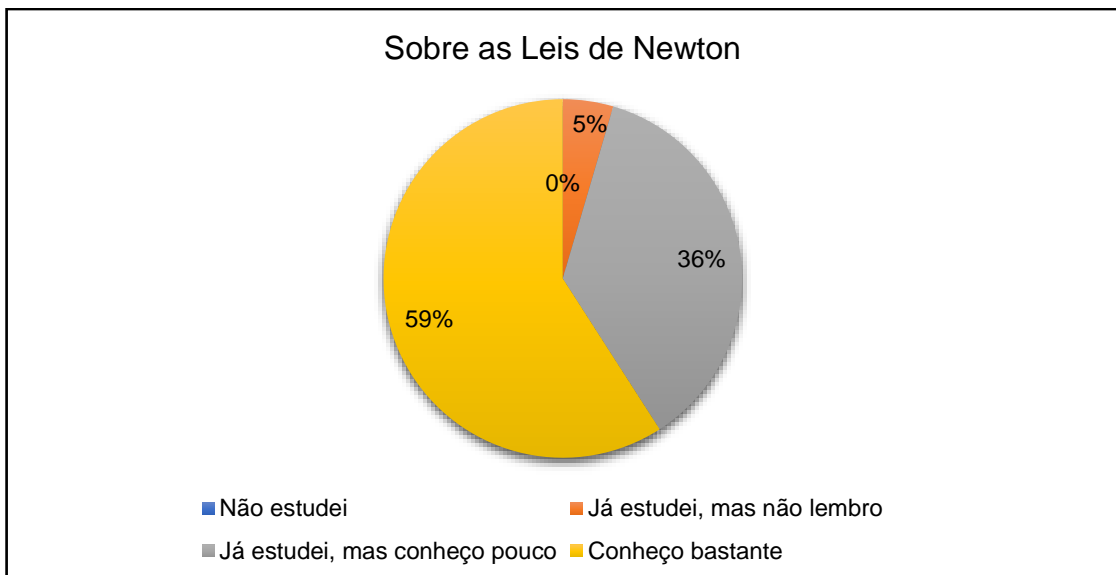
Fonte: Autoria própria (2019).

Gráfico 6 - Resultado da questão 6 do questionário introdutório

Fonte: Autoria própria (2019).

Gráfico 7 - Resultado da questão 7 do questionário introdutório

Fonte: Autoria própria (2019).

Gráfico 8 - Resultado da questão 8 do questionário introdutório

Fonte: Autoria própria (2019).

3.3.1.2 Roteiro para realização da atividade com a maquete experimental

O roteiro do Apêndice F, foi elaborado pelo professor, e faz parte do produto educacional, a maquete, desenvolvida dentro desse programa de mestrado formado por um conjunto de dez perguntas mescladas entre objetivas e discursivas. Ele visa relacionar a interação do aluno num contexto comum e social entre os jovens, que é a prática de exercícios físicos e a utilização dos brinquedos nos parques de diversões com uma atividade experimental.

As autoras Silva e Silva dizem sobre a importância de trabalhos em grupo que

As atividades em grupo, presenciais ou virtuais, têm grande potencial para facilitar a aprendizagem significativa porque viabilizam o intercâmbio de informações, a negociação de significados, e colocam o professor na posição de mediador. (SILVA, SILVA, s/d, p.8).

No quarto encontro com a turma ocorrido dia 27/10, deu-se início aos trabalhos experimentais, utilizando três maquetes como a mostrada na figura 9. Para isso, a turma foi dividida em três grupos e fornecida uma maquete para cada. Durante a organização da sala, os alunos nomearam seus respectivos grupos como: Solar, Doritas e Cangaceiros.

Os materiais utilizados na realização dessa tarefa e entregue para cada equipe da sala foram: uma maquete, uma esfera de massa aproximadamente 0,05 kg, uma trena métrica de tamanho 3m, folhas de ofício sem pauta e uma ficha de julgamento do trabalho em equipe do Apêndice A. Também foi dado para cada aluno individualmente um roteiro da atividade experimental do Apêndice F.

A sala ficou bem distribuída e todos os alunos participaram de forma individual e coletiva no desenrolar da atividade. Poucos tiveram dificuldade em seguir as etapas do roteiro e na efetivação dos cálculos.

A primeira questão foi elaborada com o intuito de fazer o aluno interagir com o material de forma dinâmica relacionando-o dentro de uma prática da sociedade que é a atividade física. Para isso, foi apresentado uma figura de uma moça fazendo levantamento de peso junto a uma pergunta individual. A tabela abaixo traz a pergunta junto aos itens respondidos pelos alunos.

Tabela 2 - Resultado da questão 01 do Roteiro para Realização da atividade com maquete experimental

1. Vendo a mulher da figura abaixo fazendo o levantamento de peso, leva-nos a pensar que a prática de exercícios físicos nos deixará em forma. Você pratica alguma atividade física?



Fonte: <https://pt.depositphotos.com/162055172/stock-photo-fit-woman-on-training.html>

Opções de Respostas	Alunos	Percentual
Não	8	36%
Sim	14	64%
<i>Total</i>	22	100%

Fonte: Autoria própria (2019).

O objetivo dessa questão foi direcionar o pensamento do aluno com a sua prática diária “atividade física”, com o tema energia dentro das demais questões. Segundo Moreira (2012) para que haja uma aprendizagem significativa do indivíduo, é preciso que ele tenha aspectos relevantes na sua estrutura cognitiva preexistente, ou seja, tenha algum conhecimento que possa servir como uma espécie de âncora. Pela tabela 2, e também pelas discussões durante as aulas feitas pelo professor, foi constatado que os alunos praticam atividades físicas ou já praticaram. Assim, percebeu-se que os alunos já tinham algum conhecimento prévio acerca de perda ou ganho de energia dentro das atividades físicas. O que facilitou a compreensão do tema e o bom desempenho na resolução das demais questões seguintes.

As questões 2 “Ao levantar um peso, realizamos algum trabalho?” (Tabela 3) e a questão 3 “Qual a expressão para calcular esse trabalho?” desse questionário, são

perguntas que busca intuitivamente relacionar o levantamento de peso com o tema *trabalho da força peso*. Fazendo uma análise nas respostas dos alunos acerca dessas questões, foi verificado que todos responderam *sim* para a primeira pergunta, resposta desejada. Já para a segunda pergunta, todos consideraram que para obter o trabalho da força peso era simplesmente calculando o produto da força pelo deslocamento. De acordo com o conteúdo de Trabalho trazido por Máximo e Alvarenga (2006), não está errado, porém, como eles já tinham visto as equações durante a aula de revisão ocorridas no 2º e 3º encontro com a turma, se esperava que eles conseguissem mostrar a equação de trabalho utilizando para isso a força peso e a altura, da seguinte forma:

$$\tau = Ph \quad (17)$$

onde τ é o trabalho da força peso, P a força peso e h a altura que o corpo foi erguido.

Tabela 3 - Resultado da questão 02 do Roteiro para Realização da atividade com maquete experimental

2. Ao levantarmos um peso, realizaremos algum trabalho?		
Opções de Respostas	Alunos	Percentual
Não	0	0%
Sim	22	100%
<i>Total</i>	22	100%

Fonte: Autoria própria (2019).

A questão 4 do questionário, procura fazer a ligação do conhecimento pré-existente, ou seja, a noção prática sobre perda de energia em unidades de cal (caloria¹⁹) “queima de calorias”, com o conceito científico do tema *energia e trabalho*

19 - Caloria é uma unidade de medida utilizada para representar a energia na forma de calor (energia térmica), mas não faz parte do Sistema Internacional de unidades (SI). A unidade de medida para calor

da força peso, através da equação, $\tau = \pm Ph$ ou $E_p = Ph$, abordadas pelo professor nas discussões dos realizadas após a apresentação dos vídeos sobre parques de diversões e também nas aulas de revisão, ocorridas nos encontros anteriores. Assim, a questão direciona o aluno para execução do cálculo da conversão de unidades *cal* em *Joule* ao mesmo tempo que relacionam ambas as unidades com sua lógica cognitiva, ou seja, o conhecimento pré-existente que traz pela noção de conhecer esforço necessário para fazer um levantamento de peso. Veja como foi escrita a questão:

“4. Um termo muito usado na prática de exercícios e perda de peso é a “queima” de calorias. Assim, queimamos calorias quando fazemos qualquer tipo de atividade, principalmente associadas a movimentos. Nesse sentido, quantas calorias podemos perder ao levantarmos um “peso” de 20 Kg numa altura de 0,5 m, dado que 1 cal = 4,18 J?” A resolução para essa questão é dada da seguinte forma: $\tau = P \cdot h \rightarrow \tau = mgh \rightarrow \tau = 20 \cdot 9,8 \cdot 0,5 \rightarrow \tau = 98 J$.

Assim, 98J representa o trabalho realizado ou a energia que gastamos para erguer uma massa de 20 kg numa altura de 0,5m. Porém, o problema quer que esse valor esteja na unidade de *cal* e para executar essa transformação de unidade ele fornece a relação de conversão, ou seja, 1*cal* equivale a 4,18J, daí: $\tau = 98 J \rightarrow \tau = 98 J \cdot \frac{1 \text{ cal}}{4,18 J} \rightarrow \tau \cong 23,4 \text{ cal}$, ou seja, 98 J de energia equivale a 23,4 *cal* queimadas.

Foi constatado pelo professor, que a maioria dos alunos desenvolveram a mesma linha de raciocínio mostrada na resolução acima. Observou também que como o problema não forneceu o valor de *g* (gravidade local), mostrado nos cálculos, então parte dos alunos utilizaram esse valor como sendo $9,8 \text{ m/s}^2$ encontrando assim 23,4 *cal* como na resolução e outra parte usando 10 m/s^2 achando 23,4 *cal* como resposta. Esses valores de *g* já haviam sido tratados nos conteúdos estudados por eles anteriormente. Porém, nenhum dos casos foi julgado pelo professor como uma resposta errada, uma vez que o objetivo foi abordar os temas *trabalho* e *energia*, dentro de um contexto que os alunos vivem “prática de exercícios” utilizando para isso os conhecimentos pré-existentes “noção da perda de calorias durante práticas de atividades físicas” junto ao conceito científico de *trabalho* e *energia*. O quadro abaixo

traz algumas das respostas desenvolvidas por esses alunos.

Quadro 1 - Resposta da questão 4 do “roteiro para realização da atividade com a maquete experimental”

Aluno A	<p>4. Um termo muito usado na prática de exercícios e perda de peso é a “queima” de calorias. Assim, queimamos calorias quando fazemos qualquer tipo de atividade, principalmente associadas a movimentos. Nesse sentido, quantas calorias podemos perder ao levantarmos um “peso” de 20 Kg numa altura de 0,5 m dez vezes, dado que 1 cal = 4,18 J?</p> <p>$m = 20\text{Kg}$ $h = 0,5\text{m}$ $g = 9,8$ → $20 \cdot 9,8 = 196$</p> <p>$T = 196 \cdot 0,5 = 98 = 23,449\text{J}$</p>
Aluno B	<p>4. Um termo muito usado na prática de exercícios e perda de peso é a “queima” de calorias. Assim, queimamos calorias quando fazemos qualquer tipo de atividade, principalmente associadas a movimentos. Nesse sentido, quantas calorias podemos perder ao levantarmos um “peso” de 20 Kg numa altura de 0,5 m dez vezes, dado que 1 cal = 4,18 J?</p> <p><i>usando sentido prático -> dizer que a</i> $m \cdot g \cdot h = 20 \cdot 10 \cdot 0,5 = 100$ $100 \div 4,18 = 23,53$</p>
Aluno C	<p>4. Um termo muito usado na prática de exercícios e perda de peso é a “queima” de calorias. Assim, queimamos calorias quando fazemos qualquer tipo de atividade, principalmente associadas a movimentos. Nesse sentido, quantas calorias podemos perder ao levantarmos um “peso” de 20 Kg numa altura de 0,5 m dez vezes, dado que 1 cal = 4,18 J?</p> <p>$m = 20\text{Kg}$ $h = 0,5\text{m}$ $g = 9,8$ $20 \cdot 9,8 = 196$</p> <p>$T = 196 \cdot 0,5 = 98 = 23,449\text{J}$</p>
Aluno D	<p>4. Um termo muito usado na prática de exercícios e perda de peso é a “queima” de calorias. Assim, queimamos calorias quando fazemos qualquer tipo de atividade, principalmente associadas a movimentos. Nesse sentido, quantas calorias podemos perder ao levantarmos um “peso” de 20 Kg numa altura de 0,5 m dez vezes, dado que 1 cal = 4,18 J?</p> <p><i>usando sentido prático -> dizer que a</i> $m \cdot g \cdot h = 20 \cdot 10 \cdot 0,5 = 100$ $100 \div 4,18 = 23,53$</p>

Fonte: Autoria própria (2019).

A atividade 5 desse questionário traz uma pergunta baseado nas respostas e interpretações esperadas sobre as questões anteriores feita pelos alunos. No início a questão afirma que durante a realização da atividade física ocorre o gasto de energia “queima de calorias” quando se realiza trabalho no levantamento de peso. Partindo desse princípio, a questão procura associar a equivalência entre a relação desses temas. Esperava-se que durante a resolução, os alunos respondessem uma relação de igualdade ou proporção de energia gasta com trabalho realizado. O que foi

comprovado após a realização do trabalho com a análise de todas as respostas dos alunos. Segue no quadro abaixo a pergunta e algumas das respostas que comprova essa conclusão.

Quadro 2 - Questão 5 do “roteiro para realização da atividade com a maquete experimental”, com algumas respostas.

Pergunta	5. Através das questões acima, você verificou que ao praticar atividade física, perdemos energia, assim, quando o a mulher faz um levantamento de “peso” ele gasta energia acumulada em seu corpo. Nesse caso, o termo utilizado é queima de calorias. Sendo assim, podemos dizer que para realizar trabalho (movimento dos pesos) “gastamos” energia. Qual a relação que há entre Trabalho e Energia nessa questão? Explique.”
Respostas:	
Aluno F	
Aluno G	
Aluno H	
Aluno I	

Fonte: Autoria própria (2019).

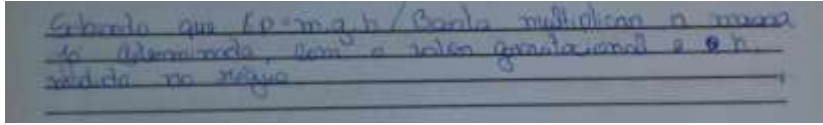
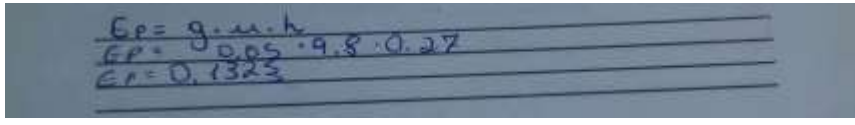
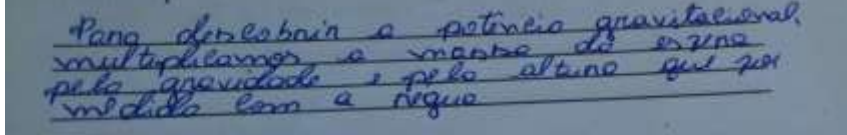
O processo experimental com uso da maquete se iniciou através da questão 06 do roteiro. A partir daí os alunos procuraram desenvolver respostas mais uniformes

e parecidas dentro do grupo, uma vez que cada sequência do roteiro exigia alguma observação, aplicação, medida ou teste na maquete.

A primeira questão dessa sequência (questão 06) sugere à equipe o desenvolvimento de uma estratégia para encontrar a energia potencial no ponto mais alto da rampa. Observando as respostas dadas, e tendo consciência do objetivo solicitado, que é construir uma estratégia com uso da maquete para determinar a energia no ponto mais alto da rampa, notou-se foi um erro colocar a fórmula da energia potencial, pois induziram os alunos em suas respostas. Todos os grupos responderam que para obter a energia bastava resolver a equação ($E_p = mgh$).

Foi selecionado e posto no quadro abaixo uma resposta de cada grupo, uma vez que o padrão das respostas se repetia em cada equipe.

Quadro 3 - Questão 6 do “roteiro para realização da atividade com a maquete experimental”, com algumas respostas.

Pergunta	6. Verificando o experimento, descreva junto à equipe uma estratégia para determinar a energia potencial gravitacional ($E_p = mgh$) da esfera quando ela estiver no ponto mais alto da rampa.
Respostas:	
Grupo: Cangaceiros	
Grupo: Doritos	
Grupo: Solar	

Fonte: Autoria própria (2019).

Com base em informações coletadas no arquivo de Power Point no site Avaliando a Avaliação (2013)²⁰, as avaliações no modelo de complemento, ou de completar, é importante no processo de ensino. Nesse caso, o aluno é orientado durante a sua resolução a preencher lacunas existentes. Nesse tipo de questionário, o acerto por sorte é dificultado e são construídas pelo professor com mais facilidade.

Já o modelo de avaliações por associações, contido no slide *avaliando a avaliação* (2013) é feito com a o relacionamento entre elementos que são apresentados. Esse tipo de avaliação é recomendado em casos de perguntas contendo elementos com definição de conceito.

Partindo dessa lógica de avaliar, e de sua importância, a questão 07 foi elaborada utilizando esses dois métodos, ou seja, completar um enunciado e ao mesmo tempo associar conceitos. Ela possui cinco itens que se estende da letra “a” até a letra “e”. As perguntas de cada item, contém trechos incompletos em que os alunos devem utilizar as palavras fornecidas numa tabela da questão, ou fazendo cálculos usando as fórmulas fornecidas para preencher. Além disso, as questões possuem passos que os alunos devem realizar na maquete para ir obtendo suas respostas e fazendo seus cálculos. O objetivo é fazer o aluno realizar uma atividade experimental, seguindo passos, completando questões ou teorias que estão incompletas ao mesmo tempo que fazem cálculos do problema, pois quando isso ocorre, há de fato, com base nas leituras realizadas, uma aprendizagem significativa. Durante a realização dessa tarefa, os alunos interagiram com toda a atividade de forma dinâmica e não consideraram os cálculos difíceis. Todos os itens dessa questão foram respondidos pelos alunos e considerados corretos pelo professor. A figura abaixo mostra essa questão respondida por um dos alunos. Todas as demais respostas foram iguais ou equivalentes.

FIGURA 12 - Resposta da questão 07 do roteiro experimental feita por um

20

https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&ved=2ahUKEwjW0qHwy_XfAhUuH7kGHT2LCUMQFjAlegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww2.unifap.br%2Fsmatos%2Ffiles%2F2013%2F10%2F9-AVALIANDO-A-AVALIACAO.ppt&usg=AOvVaw0qysSOA7q4EH4R2TTTsuld

aluno

7. Complete as lacunas de acordo com a tabela.

MACÂNICA	ATRITO
POTENCIAL	FÁCIL
CINÉTICA	POTENCIAL
ALTO	ZERO
CONSTANTE	

a. Percebe-se que quanto mais alto soltamos a esfera, fica mais fácil para dar a volta completa no loop. A energia associada a altura é denominada energia potencial gravitacional. Já a energia associada à velocidade é denominada energia cinética ($E_c = \frac{1}{2}mv^2$).

b. Solte a esfera na parte mais alta da rampa, nesse momento a velocidade é zero e nesse caso a energia potencial é máxima e vale 0,1915 J. (dado: $m = 0,05 \text{ Kg}$ e $g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

c. A energia mecânica é a soma das energias potencial e cinética.

d. À medida que a esfera for descendo no sistema, ocorre a diminuição da energia potencial e consequentemente aumento da energia cinética.

e. Se o sistema for ideal, ou seja, sem perdas por atrito, a energia mecânica permaneceria constante (sistema conservativo) e valeria 0,1915 J.

Fonte: Autoria própria (2019).

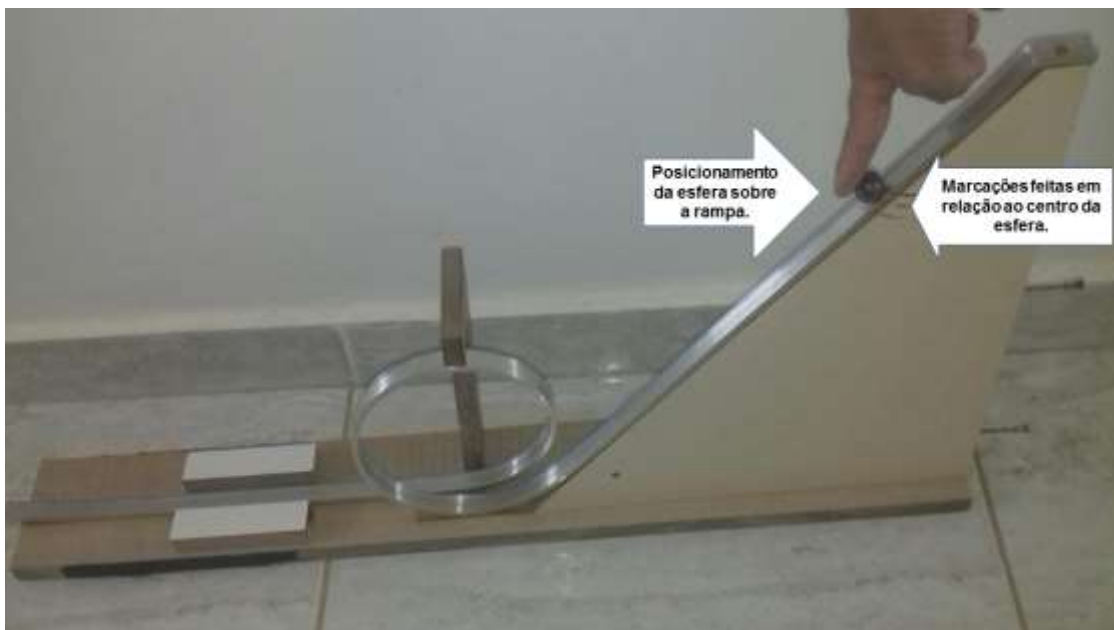
A questão 8 desse questionário, assim como a questão 7, possui itens que se estendem desde a letra “a” até a letra “h”, cujas respostas exigem a utilização da maquete e a realização e o uso do experimento. As opções de respostas foram mescladas entre perguntas com trechos de completar, perguntas discursivas que abordam o entendimento do fenômeno ocorrido na maquete e a aplicação de cálculos para obtenção de valores exigidos no experimento. Abaixo, está a questão 8 e as etapas que foram seguidas pelo pesquisador e os alunos durante a aplicação da sequência didática.

8. Continuando com o experimento, faça as medições necessárias e complete as lacunas:

- a. Junto com a equipe, solte a esfera de diversas posições até encontrar a menor altura a qual ela consiga realizar o looping. Marque esse local com o lápis. Qual foi essa altura? _____

Nesse item, os sujeitos da pesquisa foram orientados a posicionar a maquete sobre a mesa de forma horizontal. Em seguida deveriam colocar a esfera sobre a rampa e soltá-la de alturas crescente ou decrescente em relação à base, até encontrar a altura limite em que essa esfera executasse com perfeição o contorno do looping. Para cada a nova posição que soltava a esfera, era feita uma marcação na lateral da maquete (rampa). Cada marcação deveria coincidir com meio da esfera (ponto médio). Veja a figura 13.

FIGURA 13 - Posicionamento da bolinha na rampa



Fonte: Autoria própria (2019)

- b. Com a régua, encontre o diâmetro do looping.

À medida em que as equipes iam finalizando o passo do item “a”, eram orientados a identificar na maquete, usando uma régua escolar ou a trena que foi fornecida, a altura média do looping (diâmetro). A medida era iniciada a partir da esfera, ou seja, tratando-a como partícula, o diâmetro deve se iniciar e terminar no

centro da esfera.

FIGURA 14 - Posicionamento para medida do looping.



Fonte: Autoria própria (2019).

c. A altura encontrada é maior, menor ou igual ao diâmetro do looping?
 _____ e tem a medida de _____.

Aqui, o pesquisador apenas fez uma verificação rápida para identificar, possíveis erros de medidas dos alunos, além de ser importante para a sequência do experimento.

d. Caso o sistema fosse ideal, qual deveria ser a altura mínima para a volta no looping _____?

O pesquisador procurou fazer os alunos refletirem sobre os resultados por eles

encontrados nos itens anteriores com o princípio de conservação da energia. Nessa questão o aluno faz o uso da investigação científica, ou seja, durante a prática ele foi conduzido a realizar etapas de um experimento que, através de teste pode verificar a energia dissipada devido ao atrito, comprovado assim uma teoria.

- e. *Utilizando os dados de lançamento horizontal, determine a velocidade final da esfera no ponto final da maquete, quando solta do ponto mais alto da rampa. Usem a expressão abaixo:*

$$V_x = \frac{A}{\sqrt{\frac{2H_0}{g}}} \quad (18)$$

onde V_x é a velocidade de saída, H_0 a altura da maquete ao chão e g é a gravidade e A é a distância que a bolinha caiu da mesa.

Com a maquete posicionada na horizontal e sobre uma mesa, o pesquisador orientou os alunos a realizarem um *lançamento horizontal* (assunto trabalho nas aulas de revisão). Para isso, o aluno soltava a esfera do ponto mais alto da rampa.

Observe na figura 15 que o trilho não possui nenhum mecanismo de interrupção que faça a bolinha parar no final do percurso. Assim, quando a esfera era solta no ponto mais alto da rampa, adquiria um movimento capaz de conduzir a esfera até o final do percurso. Após o lançamento, os alunos mediam usando a trena, a altura da mesa a partir do ponto de saída da bolinha e a distância da mesa em que ela caía no chão. Anotavam essas medidas no caderno e faziam a aplicação da equação que foi fornecida na questão, encontrando assim, a velocidade V_x da bolinha no final desse percurso.

FIGURA 15 – Informações utilizadas na maquete para determinar V_x .

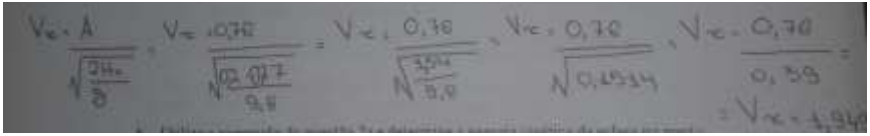
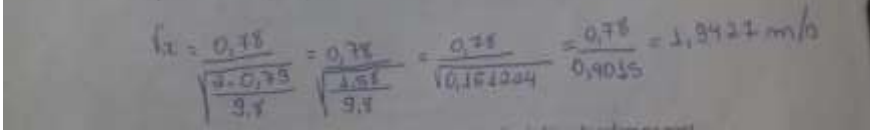
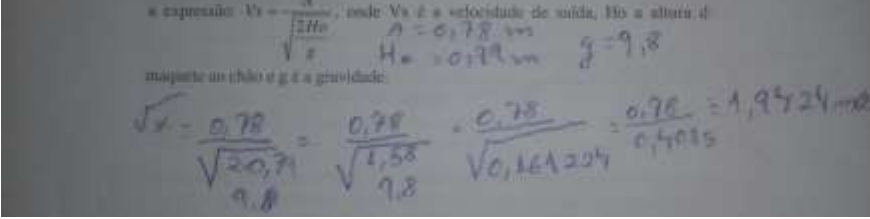


Fonte: Autoria própria (2019).

Como se trata de um recurso didático sequencial, então qualquer medida ou um cálculo errado poderia gerar dúvidas e dificultar todo o processo de aprendizagem do aluno. Todo o processo de medições e execução dos cálculos foi acompanhado de perto pelo pesquisador, na qual orientavam os alunos a posicionarem corretamente a maquete na horizontal, a forma como utilizavam a trena e se estavam observando cautelosamente cada detalhe para obter as medidas com o máximo possível de precisão a partir dos instrumentos que dispunha.

As medidas encontradas variavam de um grupo para outro, uma vez que as maquetes eram parecidas no desenho, porém com dimensões diferentes. Já para realização dos cálculos, alguns alunos utilizavam aparelhos eletrônicos como calculadoras físicas, aplicativos de celular e outros ainda optaram em fazer todas as contas manualmente. Os valores obtidos pelos alunos eram próximos, com alternância depois da terceira casa decimal, devido principalmente à limitação dos recursos de medição e foram considerados satisfeitos pelo pesquisador. O quadro abaixo mostra os cálculos desenvolvidos por um integrante de cada grupo. Repare na proximidade entre os valores de V_x encontrados.

Quadro 4 – Respostas dadas por alunos da questão 8 item "e"

Grupo: Doritos Aluno k	
Grupo: Cangaceiros Aluno L	
Grupo: Solares Aluno M	

Fonte: Autoria própria (2019).

Durante toda essa atividade os alunos participaram de forma dinâmica, discutindo entre eles, pedindo orientações ao pesquisador, perguntando se as contas estavam corretas, se as medidas poderiam ser executas de outras formas ou de outras locais e, principalmente, se existiam outras maneiras de obter a velocidade nos outros pontos do percurso. De forma que houve muita curiosidade e participação individual e coletiva no desenvolvimento.

Segundo Máximos e Alvarenga (2006), a equação da energia cinética de um corpo que possui velocidade v e massa m pode ser calculada pela utilizando a expressão abaixo:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad (19)$$

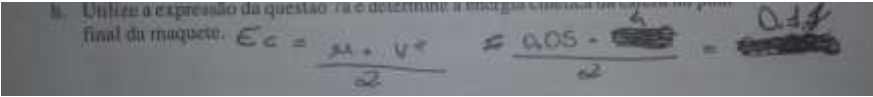
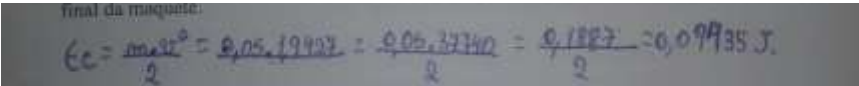
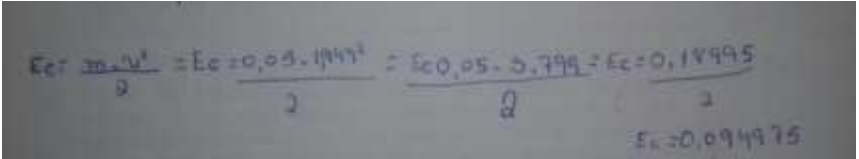
Assim, o item “f” da sequência mostrado abaixo, sugere que os alunos calculem a energia cinética da bolinha no ponto final do percurso.

- f. Utilize a expressão da questão 7a, determine a Energia Cinética de translação da esfera no ponto final do percurso.

Utilizando então os dados da velocidade V_x obtidos no item “e” e da massa

informados na questão 7b eles puderam calcular o valor da energia cinética. Os valores obtidos, assim como nas questões anteriores, tiveram poucas diferenças e foram considerados aceitáveis pelo pesquisador. O quadro abaixo mostra três desses resultados.

Quadro 5 - Respostas dadas por alunos da questão 08 item “f”

Grupo: Doritos Aluno N	
Grupo: Cangaceiros Aluno O	
Grupo: Solares Aluno P	

Fonte: Autoria própria (2019).

Todos os cálculos e medições feitos entre os itens “a” e “f” foram conferidos e validados pelo pesquisador. Os alunos participaram de forma efetiva contribuindo para que a atividade fluísse de forma organizada.

De acordo com Halliday (2016) a energia total (ET) de um sistema isolado é conservada, ou seja, não pode alterar. Assim, caso não tenham forças dissipativas (atrito) a energia mecânica (EM) permanece sempre constante. Porém, em sistemas reais, eliminar totalmente essas forças dissipativas só é possível em casos especiais usando condições muito específicas. Nesse caso, a energia total pode ser calculada da seguinte forma:

$$E_T = E_M + E_D \quad (20)$$

Então, o último item dessa sequência, letra “g”, onde encerra as atividades com

uso da maquete, foi desenvolvido para que o aluno analisasse se nesse experimento há ou não conservação da energia, quando a bolinha percorre toda a trajetória. Para isso, ele sugere que o aluno compare o valor da energia potencial do ponto mais alto da rampa, feito na questão 7 item “b”, com a energia cinética encontrados na questão 8 item “f”. O problema traz a ideia de que, caso o sistema fosse conservativo, toda a *energia potencial* converteria em *energia cinética* e os valores encontrados nesses itens seriam iguais, caso contrário, seriam diferentes.

Como se sabe, esse é um experimento didático, construído de forma artesanal, ou seja, por mais que as medidas sejam feitas cuidadosamente, haverá atrito no sistema e os valores serão diferentes. Nesse caso em especial, a *energia potencial* (sem perda porque é coletada início do movimento) será ligeiramente maior que a *energia cinética* (já contabilizada com a perda porque está no fim do trajeto). Assim, a diferença entre essas duas energias representa justamente a *energia dissipada*, ou seja, que foi “perdida” no percurso. Assim, foi identificado pelo pesquisador que os alunos obtiveram compreensão científica satisfatória acerca do tema *conservação da energia mecânica* e serem observados nesta atividade experimental. Abaixo estão algumas das respostas trazidas por esses alunos comprovando esse fato.

Aluno A – “Devido ao atrito não houve conservação. A diferença foi: 0,0772J”;

Aluno B - “O valor do ponto final é menor e menor devido o que foi perdido no trajeto”;

Aluno C – “Não porque o atrito tirou aproximadamente 30% da energia”.

As questões 09 e 10 de que se seguem dentro desse roteiro, relacionam o experimento apresentado com os vídeos dos parques de diversões e a reportagem apresentados na seção 3.2.4 acima. A questão 09 é uma pergunta que consta apenas de duas alternativas de respostas, sim ou não, e verifica se o aluno associa o experimento trabalhado com funcionamento de uma montanha-russa. Já a questão 10 faz o aluno refletir sobre uma situação real relatada na reportagem, com seus pré-existentes sobre montanha-russa e os novos conhecimentos adquiridos no processo prático do experimento científico. A tabela 4 abaixo mostra os dados obtidos a partir da questão 09 e revelam que a maioria dos alunos comparam o movimento do carrinho na montanha russa é similar ou da esfera, ou seja, o experimento serve como um simulador do acidente ocorrido na montanha russa dito na reportagem.

Tabela 4 - Resultado da questão 9 do Roteiro para Realização da atividade com maquete experimental

9. Você acha que a bolinha do experimento pode simular os carrinhos da montanha russa?

() sim () não

Opções de Respostas	Alunos	Percentual
Não	3	14%
Sim	19	86%
<i>Total</i>	22	100%

Fonte: Autoria própria (2019).

Já a tabela 5 abaixo são representa os dados obtidos da questão 10. Os valores obtidos foram considerados satisfatórios pelo pesquisado, uma vez que a maioria marcou a opção considera correta e que relaciona o experimento realizado, o conceito científico e a decisão da “moça” que aparece na reportagem.

Tabela 5 - Resultado da questão 10 do Roteiro para realização da atividade com maquete experimental

-
10. *Relembrando o acidente com a montanha-russa, descrita no áudio exibido em sala, e também observando os movimentos da bolinha, no experimento marque a opção que você acha correta acerca da decisão da moça ao pular do carrinho.*
- () Se a moça não tivesse pulado ela realmente estaria “comendo poca-zói”, ou seja, morta, independente qualquer coisa.*
 - () Se o carrinho subisse até que ficasse justamente da mesma altura do looping, não aconteceria nada com a moça caso ela não tivesse pulado. O sistema é bem construindo não tendo energia dissipada no percurso. A energia potencial é igual nesses pontos, conseguindo assim, realizar o contorno do looping sem que a moça caísse.*
 - () Se o carrinho subisse pelo menos até uma altura equivalente ao raio*
-

médio do looping, não aconteceria nada com a moça caso ela não tivesse pulado, pois a energia potencial é igual nesses pontos, conseguindo assim, realizar o contorno do looping sem que a moça caísse..

- d. () *Se o carrinho subisse até um ponto mais alto que o diâmetro do looping, o suficiente para compensar a energia dissipada no trajeto devido principalmente ao atrito, não aconteceria nada com a moça caso ela não tivesse pulado, pois nesse caso, ela conseguiria realizar o contorno do looping sem cair.*

Opções de Respostas	Alunos	Percentual
a.	1	4%
b.	2	10%
c.	1	4%
d.	18	82%
<i>Total</i>	22	100%

Fonte: Autoria própria (2019).

As autoras Silva e Silva (2017) mostram a importância da utilização de recursos didáticos durante as aulas como o uso de slides, figuras, vídeos, experimentos científicos, atividades em grupo, debate. Tudo aquilo que consiga facilitar as relações entre os conhecimentos prévios dos alunos com o conteúdo a ser trabalhado são considerados recursos potencialmente significativos. Nesse sentido, o pesquisador constatou que o desenvolvimento dessa sequência de atividades, operou de forma eficiente desenvolvendo uma aprendizagem significativa acerca do tema Energia Mecânica. Dessa forma, as autoras citadas dizem que

A aprendizagem pode ser considerada significativa quando novos conhecimentos (conceitos, ideias, proposições, modelos, fórmulas) passam a significar algo para o aprendiz, quando ele é capaz de explicar com suas próprias palavras e quando é capaz de resolver problemas novos. (SILVA; SILVA, 2017, p. 3).

Então, verificando todos os dados e percentuais dos questionários relatados acima, onde os alunos puderam associar, comparar, desenvolver cálculos elaborar

teorias, desenvolver maneiras de executar um experimento científico, calcular seus resultados e tirar conclusões além de poder simular uma situação real, tudo de forma convincente, foi constatado pelo pesquisador que houve aprendizagem significativa em todo o processo.

3.3.1.3 Ficha de Julgamento do trabalho da equipe

Como foi dito na seção avaliações, a ficha de julgamento da equipe foi desenvolvida pelo pesquisador a pedido do professor da turma com o objetivo de dar uma pontuação no desempenho dos alunos durante o processo de aplicação do projeto. Assim, foi criado dez perguntas de caráter qualitativo que avalia o desempenho do aluno dentro da equipe. Nesse sistema, são os próprios alunos que avaliam uns aos outros logo após a término de cada atividade. Esse questionário se encontra no Apêndice A desse trabalho.

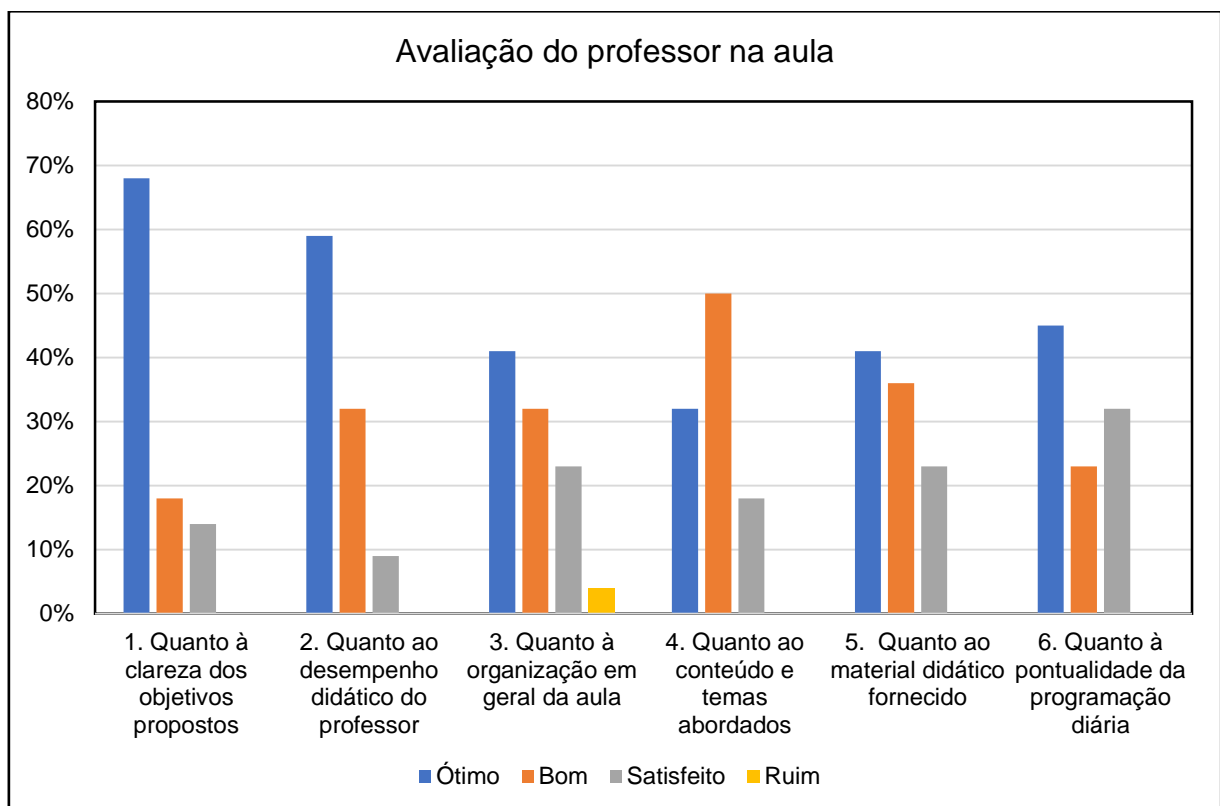
No final de cada atividade todos se reuniam e avaliavam uns aos outros respondendo cada questão do formulário. Como não houve nenhum caso que precisou da intervenção do pesquisador quanto às notas, uma vez que foram eles mesmo que se auto avaliaram dentro da equipe, então o pesquisador tabulou todos esses resultados e enviou ao professor da turma. As notas ficaram todas acima de 85% sendo que apenas 1 aluno atingiu 100%. As notas obtidas foram consideradas próprias e justas pelo pesquisador uma vez que foram dadas democraticamente. Funcionou assim:

- 1º. Um integrante da equipe ficava responsável pelo preenchimento da ficha;
- 2º. Um segundo aluno lia as perguntas;
- 3º. Haviam o debate em cada pergunta para a tomada de decisão acerca da nota do colega que estavam avaliando;
- 4º. Quando todas as perguntas do formulário eram finalizadas, um terceiro aluno ficava responsável pela somatória de todos os pontos obtidos das 10 perguntas.

3.3.1.4 Avaliação do Professor na aula

No último encontro, realizado no dia 01/11/2017, foi entregue aos alunos pelo pesquisador, um formulário (Apêndice D) contendo seis perguntas de marcar (x) com critérios qualitativos que tem o objetivo de avaliar os critérios didáticos da sequência de ensino e o desenvolvimento do professor. Além disso, esse formulário contou com uma pergunta discursiva, na qual o aluno poderia fazer uma avaliação geral acerca de todo o processo e uma opção de sugestões. Esse formulário foi respondido de forma voluntária, não eram obrigados a responderem e nem colocar seus nomes pessoais, mesmo assim, todos os alunos da classe responderam. Segue abaixo as perguntas e todos resultados em medidas percentuais acerca das respostas dos alunos para das questões de marca (x).

Gráfico 9 - Percentual da avaliação do professor feita pelos alunos



Observando as questões do gráfico 14, acima, vemos que a perguntas 1, 2 e 3

relacionam diretamente quanto ao desempenho do pesquisador perante a turma no sentido de saber lidar com os alunos e conduzir a aula. Já as questões de 4, 5 e 6 retratam sobre o material didático e o conteúdo trabalho na sequência didática. Podemos notar que apenas 1 aluno (4%) classificou como ruim o critério de organização da sala. Fora isso, há um grande percentual na opção *Ótimo*, principalmente nas 3 primeiras perguntas seguido da opção *Bom*.

Segue no quadro abaixo algumas falas dos alunos tratadas na questão discursiva acerca da avaliação geral da sequência didática.

Quadro 1 – Falas dos Alunos

Pergunta: Qual sua avaliação geral desse projeto?	
ALUNOS	FALAS
A	<i>“muito bom é generalizador e muito atraente”</i>
B	<i>“Bem programada e explicada e com um cronograma perfeito e organizado”</i>
C	<i>“Muito boa pois é uma forma diferente de ensinar”</i>
D	<i>“Achei muito legal, diferente forma de dar aula, organizado e divertido.”</i>
E	<i>“Uma aula boa, com os objetivos propostos muitos claros e divertidos para fazer de uma aula chata para uma aula divertida e desse jeito aprendendo”.</i>

Fonte: Autora própria (2019).

CAPÍTULO IV

4 Cronograma

Os quadros abaixo referem-se à divisão do tempo para a produção da dissertação. Assim, os quadros funcionam como uma agenda acadêmica e estende desde o momento de elaboração do tema até a entrega da Dissertação. Ficou dividido da seguinte maneira:

- Quadro 1 (projeto de pesquisa) - Mostra todo o percurso que foi seguido para a produção do projeto de pesquisa em todos os aspectos de elaboração, desenvolvimento, construção e apresentação.
- Quadro 2 (Dissertação) - Detalha o período em meses para a aplicação do projeto, análise dos dados, escrita, apresentação e entrega final da dissertação.

Quadro 1 - Projeto de Pesquisa

1ª ETAPA - PRODUÇÃO DO PROJETO					
	2017				
	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
Produção do Tema	X	X			
Levantamento Bibliográfico		X	X		
Fichamento de obras		X	X		
Análise do Material		X	X	X	X
Início da escrita do projeto		X	X		
1ª apresentação do projeto ao Orientador		X			
2ª apresentação do projeto ao Orientador			X		
Produção da Maquete		X	X		

Aplicação do projeto			X	X	
-----------------------------	--	--	---	---	--

Fonte: Autoria própria.

Quadro 2 – Dissertação

2ª ETAPA - PRODUÇÃO DA DISSERTAÇÃO			
	2018		2019
	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO
1ª apresentação ao Orientador	X		
Correções	X		
2ª apresentação ao Orientador	X		
3ª apresentação ao Orientador	X		
Correções			
Produção dos Slides para Apresentação		X	
Apresentação da Dissertação		X	
Correção e inclusão de sugestões		X	X
ENTREGA DA DISSERTAÇÃO			X

Fonte: Autoria própria.

5 CONCLUSÃO

Nesse trabalho foi proposto, uma análise acerca da produção do conhecimento através da utilização de um kit didático experimental junto a uma sequência didática (ambos desenvolvidos pelo pesquisador), com base nas teorias da *Aprendizagem Significativa* e do *Ensino de Ciências por investigação*. Além disso, o material produzido visou relacionar o processo de integração e contextualização da teoria e da prática dentro da realidade do aluno direcionados para os conteúdos de: trabalho, energia mecânica, energia cinética, energia potencial gravitacional e conservação da energia.

O desenvolvimento das etapas da pesquisa, no que se refere à sequência didática e também do kit experimental, foi muito árduo, pois surgiram diversas dificuldades pelo caminho. Os principais problemas encontrados pelo pesquisador foram:

- encontrar materiais para confecção do kit didático, que fosse de baixo custo e por meio dos quais pudesse obter os melhores resultados na experiência;
- no momento da aplicação do projeto de pesquisa, final do ano letivo, estava sendo muito conturbado para os alunos. Nesse período, a escola realizava diversos projetos extraclasse, e por conta disso, os próprios alunos sinalizaram que não seria possível a realização de atividades externas complementares, como pesquisas e a produção de mapas conceituais, para serem desenvolvidas dentro da sequência didática;
- Pouco conhecimento dos alunos acerca dos conteúdos que são pré-requisitos para compreender os conceitos de trabalho e energia dentro de uma atividade experimental o que demandou muito tempo do pesquisador produzindo revisões.

A realidade brasileira apresentada, principalmente pela mídia, mostra que a grande maioria das escolas públicas estão cada vez mais sendo sucateadas, com péssimas condições de infraestrutura, sem laboratórios didáticos, ou na maioria das vezes que os possuem, estão em péssimas condições ou sem pessoas com

capacidades de operar. O que esperar dos alunos que passam por essa deficiência administrativa do Estado? Vários estudos têm demonstrado que nesse caso, há uma incidência de baixo rendimento, pouca motivação além dos péssimos índices desenvolvidos dentro da sociedade. Observando todo o trabalho realizado nesse projeto, da maneira que já se esperava, o pesquisador se deparou com alunos cansados por estar no final do ano letivo, demonstrando pouco conhecimento acerca dos conteúdos básicos para compreensão do tema, além de terem pouco hábito de desenvolver atividades em grupo.

A partir do momento em que o pesquisador entregou e explicou o plano de curso, pode se perceber um ânimo diferente entre os alunos e que eles intentavam por atividades diversificadas e interativas. No segundo encontro, quando se deu início à sequência didática, foi apresentado os vídeos junto com a reportagem. Nesse momento, o pesquisador notou uma “ruptura” na forma em que os estudantes imaginavam que seria apresentado esse trabalho. Como já estavam acostumados com aulas nos moldes tradicionais, com escasso diálogo entre o professor, sem práticas experimentais e desprovidos do uso de recursos lúdicos, a sensação passada por eles, fomentou a ideia de que seria mais uma aula comum de Física. Porém, quando se depararam com um sistema de aula interativo, dinâmico, prático e contextualizado sentiram-se seguros, abrindo a mente e a imaginação para a aprendizagem. Nesse processo, souberam trabalhar em grupo, onde cada um contribuiu no desenvolvimento dos experimentos solicitados, conversando no momento certo, respondendo as atividades de forma participativa, fazendo as investigações das teorias e testando-as na maquete experimental. Tudo isso, pode ser visto observando os excelentes resultados contidos na seção de análise dos dados.

Tendo em vista as discursões apresentadas em todo o trabalho, o pesquisador concluiu que o processo de aprendizagem significativa do aluno pode ser adquirido por meio do desenvolvimento de uma sequência didática que contenha ferramentas, potencialmente significativas como: slides, áudios, figuras, notícias, experimentos didáticos, dentre outros, junto a um conjunto de atividades que interligam seus conhecimentos prévios com o conceitual, de uma ou mais teoria da aprendizagem. Somam-se a isto o uso dos processos da investigação científica, por meio de um experimento didático fazendo a ponte entre a teoria, prática e contextualização,

facilita.

REFERÊNCIAS

- APFELGRÜN, C. **Avaliação do uso de atividades experimentais simples**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, p. 33. 2014.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. 1ª. ed. LISBOA: LDA, 2003.
- BOTERF, G. L. **Desenvolvendo a competência dos profissionais**. 3ª. ed. SÃO PAULO: ARTMED, 2003.
- BRASIL. **Equipamentos e materiais didáticos**. Profucionário. Brasília: [s.n.]. 1997. p. 23.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC. 1997. p. 58.
- CARVALHO, A. M. P. D. et al. **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: CENGAGE Learning, 2013.
- CETEP - Centro Territorial de Educação Profissional, Vitória da Conquista: escola especializada. **Posuta**, 2019. Disponível em: <<https://posuta.com/pt/vitoria-da-conquista/escola/cetep-centro-territorial-de-educacao-profissional-806293/>>. Acesso em: 25 Janeiro 2019.
- CHAGAS, A. T. R. O QUESTIONÁRIO NA PESQUISA CIENTÍFICA. **Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado**, v. 1, Março 2000. ISSN 1.
- CHAGAS, A. T. R. O questionário na pesquisa científica. Disponível em: <[file:///C:/Users/Rafael/Google%20Drive/TCC/BIBLIOGRAFIA/O_QUESTIONARIO_NA_PESQUISA_CIENTIFICA_An%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Rafael/Google%20Drive/TCC/BIBLIOGRAFIA/O_QUESTIONARIO_NA_PESQUISA_CIENTIFICA_An%20(1).pdf)>. Acesso em: 25 Janeiro 2019.
- DARSIE, M. M. P. Avaliação e Aprendizagem. **Caderno de Pesquisa**, São Paulo, p. 47-59, Novembro 1996. ISSN 99. Disponível em: <<http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/cp/article/view/785/797>>. Acesso em: 26 Janeiro 2019.
- E-FÍSICA. Conservação da Energia. **e-física: Ensino de Física Online**, São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://efisica.if.usp.br/mecanica/basico/energia/intro/>>. Acesso em: 24 Janeiro 2019.
- FARIAS, C. S.; BASAGLIA, ; ZIMMERMANN, A. **A importância das atividades experimentais no Ensino de Química**. Unipar. Umuarama, p. 8. 2009.
- FARIAS, C. S.; BASAGLIA, A. M.; ZIMMERMANN, A. **A importância das atividades experimentais no Ensino de Química**. Unipar. Umuarama, p. 8. 2009.

FERNANDES, E. F. **As Dificuldades de Compreender Física dos Alunos do Ensino Médio das Escolas Públicas de Iguatu – Ce.** Universidade Estadual do Ceará. Iguatu, p. 46. 2016.

FERNANDES, J. C. O MÉTODO CIENTÍFICO. In: FERNANDES, J. C. **Metodologia Científica**. 1ª. ed. Bauru: Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia. UNESP, 2014. Cap. 2, p. 22.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. D. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky, Guaratinguetá, v. 10, p. 227-254, 2005. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/518/315>>. Acesso em: 24 jan. 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª. ed. São Paulo: Atlas SA, 2008.

GROSSI, Y. D. S. **Mina de Morro Velho: a extração do homem**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981. 265 p.

HAGUETTE, T. M. F. **Metodologias Qualitativas na Sociologia**. 4ª. ed. Petrópolis: Vozes, 1987.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Mecânica**. 10ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 1, 2016.

LEÃO, D. M. M. Paradigmas Contemporâneos de Educação: Escola Tradicional e Escola Construtivista. **Caderno de Pesquisa**, Ceará, p. 187-206, julho 1999. ISSN 107. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cp/n107/n107a08.pdf>>. Acesso em: 25 Janeiro 2019.

MALHEIROS, B. T. **Metodologia da Pesquisa em Educação**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011. 276 p.

MARQUES, G. D. C. **Dinâmica do Movimento dos Corpos: Energia Mecânica**. USP/ Univesp. São Paulo, p. 307. 2010.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **FÍSICA 1: Mecânica**. 1ª. ed. Beatriz Alvarenga: Scipione, 2006.

MINAYO, M. C. D. S. et al. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 21ª. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educação Científica**, Porto Alegre, p. 38-44, 2012.

MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem Significativa? **Qurriculum**, La Laguna,

2012.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Sobre o Ensino do Método Científico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Rosario, v. 10, p. 108-117, Agosto 1993. ISSN 2.

NEVES, D. R. et al. Sentido e significado do trabalho: uma análise dos artigos publicados em periódicos associados à Scientific Periodicals Electronic Library. **Scielo**, Rio de Janeiro, v. 16, p. 318-330, Abril 2018.

NEVES, J. H. M. **Uso se experimentos, confeccionados com materiais alternativos, no processo de ensino e aprendizagem de Física: Lei de Hooke**. Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, p. 65. 2015.

PADILHA, A. D. S. C.; SUTIL, N.; MIQUELIN, A. F. Vídeos como recursos didáticos para Aprendizagem Significativa em aulas de ciências. **Congresso Nacional de Educação**, Curitiba, Curitiba. 5215-5529. Disponível em: <http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2013/6915_5240.pdf>. Acesso em: 25 Janeiro 2019.

PAZZINI, D. N. A.; ARAÚJO, F. V. D. **O uso do vídeo como ferramenta de apoio ao Ensino-Aprendizagem**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, p. 15. 2013.

PINHEIRO, S. S. Metacognição como processo de Ensino-Aprendizagem. **VIII Fórum Internacional de Pedagogia**, São Luís, 09-12 Novembro 2016. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/revistas/fiped/trabalhos/TRABALHO_EV057_MD1_SA_3_ID246_09092016005026.pdf>. Acesso em: 26 Janeiro 2019.

RABELO, A. P. S. **Robótica educacional no ensino de Física**. Universidade Federal de Goiás. Catalão, p. 67. 2016.

RAMALHO, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. D. T. **Os Fundamentos da Física 1: Mecânica**. 9ª. ed. São Paulo: Moderna LTDA, v. 1, 2007.

RAUEN, F. J. **Roteiros de Investigação Científica**. Santa Catarina: Unisul, 2002.

RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Brasília, v. 29, p. 251-266, Janeiro 2007. ISSN 2.

SANTOS, M. L. D.; PERIN, C. S. B. A importância do planejamento de ensino para o bom desempenho do professor em sala de aula. **Cadernos PDE**, Paraná, v. 1, p. 2-24, Janeiro 2013.

SILVA, M. G. L. D.; MOHR, A.; ARAÚJO, M. F. F. D. **Temas de ensino e formação de professores de ciências**. Natal: EDUFRN, 2012.

SILVA, R. T. D. **Trabalho e Energia Cinética**. Universidade Federal da Paraíba. [S.l.]. 2002.

SOUZA, V. R. D.; SANTOS, A. C. F. D. **Uma aula sobre Energia Mecânica e sua conservação através do uso de analogias**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 33. 2015.

TOP 10 Melhores Brinquedos em Parques de Diversões no Mundo. **YouTube**, 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=4Fb48c8YKy4>>. Acesso em: 25 Janeiro 2019.

TOP 5 SlingShot Freakouts! **YouTube**, 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=zsd4kv0bg9o>>. Acesso em: 25 Janeiro 2019.

VIEIRA, F. A. D. C.; AROZULIANI, S. R. Q. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. Bauru , p. 149. 2012.

YOUTUBE. Batman off-ride HD @60fps Six Flags Fiesta Texas. **YouTube**, 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=8VBI-G3-l-Y>>. Acesso em: 25 Janeiro 2019.

YOUTUBE. Lex Luthor: Drop of Doom Promo Six Flags Magic Mountain. **YouTube**, 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=aBJze6BkfUg>>. Acesso em: 25 Janeiro 2019.

APÊNDICE A

FICHA DE JULGAMENTO DO TRABALHO DA EQUIPE							
Turma: _____		Atividades _____					
Equipe: _____		Participantes: (assinaturas)					
Nota da Equipe: _____	a)	_____					
	b)	_____					
	c)	_____					
	d)	_____					
	e)	_____					
	f)	_____					
	g)	_____					
	a	b	c	d	e	f	g
1. Participação eficiente no trabalho de equipe							
2. Cumprimento das "regras de trabalho"							
3. Atitude correta, lealdade, respeito aos direitos alheios							
4. Interesse demonstrado pelo trabalho							
5. Volume de contribuições pessoais							
6. Método de trabalho, organização, disciplina							
7. Persistência, esforço, boa vontade							
8. Imaginação, originalidade, iniciativa							
9. Esportividade, alegria, bom humor							
10. Desembaraço e segurança nas discussões ou apresentação dos trabalhos							
Nota Individual							

Instruções para a autoavaliação:

1. Cada membro da equipe deve receber um conceito para cada item; os conceitos serão graduados de zero a dez.
2. O conceito deverá ser dado por unanimidade: discute-se o comportamento do colega até obter unanimidade das opiniões.
3. O colega julgado deve participar da discussão sobre seu próprio comportamento.
4. O conceito individual será a soma de todos os pontos do mesmo dividida por dez.

APÊNDICE B



UFESB
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO SUDOESTE DA BAHIA



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

PLANO DIDÁTICO

CURSO	MODALIDADE	MÓDULO	ANO/SEMESTRE	TURNO
Técnico em Agropecuário	INTEGRADO	I	2017.2	VESPERTINO

DISCIPLINA	CARGA HORÁRIA (hora-aula)			
	TOTAL	SEMANAL	TEORIA	PRÁTICA
Física I	8	3	3	5

OBJETIVO GERAL: Apresentar aos alunos as definições formais de Trabalho, Energia Mecânica, Energia Potencial e Gravitacional, Energia Cinética Translacional e Rotacional e Conservação

OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Trabalhar o conceito de energia como quantidade conservada; Conceituar Energia Potencial Gravitacional; Conceituar Energia Cinética; familiarizar o aluno com a relação entre as energias cinética e potencial e o trabalho através de uma sequência didática utilizando como base a Aprendizagem Significativa e o Ensino por Investigação dentro de um experimento.

EMENTA: Energia Mecânica e Conservação da Energia.

METODOLOGIA: A partir de vídeos e notícias as quais demonstram uma situação do cotidiano das pessoas (conhecimento prévio), e procurando tornar a aprendizagem significativa, faz-se indagações assim direcionando os estudantes ao desenvolvimento do raciocínio e aprendizado acerca do conteúdo estudado; Apresentação e orientação dos alunos ao desenvolvimento de atividades experimentais com uso de uma maquete envolvendo o conteúdo trabalhado.

RECURSOS DIDÁTICOS, EQUIPAMENTOS E LABORATÓRIOS: Slides, Data Show, figuras, experimentos, pincel, calculadora, fita métrica, apagador, papel, quadro branco e nível.

AVALIAÇÃO: Observação do desempenho do discente (mudança de atitude, envolvimento e crescimento no processo de aprendizagem, avanço na capacidade de expressar-se oralmente e de forma escrita, responsabilidade e organização das atividades da aula, apoio e busca aos colegas para o desenvolvimento das atividades da aula); Observação da capacidade de trabalhar em grupo; Análise de mapas conceituais produzidos pelos estudantes; Análise da atividades experimental através do cumprimento dos itens do roteiro.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA:

RAMALHO, F. J. *Os Fundamentos da Física – vol. 1.* São Paulo: Moderna, 2007.
MÁXIMO, A. *Física Volume Único.* São Paulo: Scipione, 2012.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

BONJORNO, R. A. *Temas de Física.* São Paulo: FTD, 1997.
KAZUITO, Y. *Os Alicerces da Física.* São Paulo: Saraiva, 1998.
YAMAMOTO, K. *Os Alicerces da Física.* São Paulo: Saraiva, 1998.

APÊNDICE C



Cronograma de Atividades

Primeiro Encontro (18/10) - 50 minutos

1. Apresentação pessoal;
2. Discussão do plano pedagógico;
3. Aplicação do primeiro questionário;
4. Divisão de grupos para realização das atividades;
5. Entrega da ficha de julgamento do trabalho em equipe;

Segundo encontro (20/10) - 100 minutos

1. Uso de vídeos sobre parque de diversões - curiosidades
2. Leitura da reportagem e exibição do depoimento (áudio);
3. Revisão dos conceitos necessários:
 - Lançamento Horizontal
 - Peso
 - Força Normal

Terceiro encontro (25/10) - 50 minutos

Continuação da Revisão dos conceitos necessários:

- Leis de Newton
- Força de atrito
- Força Centrípeta
- Movimento Rotacional
- Trabalho

Quarto encontro (27/10) - 100 minutos

1. Maquete

Uso experimental para determinar:

- Velocidade da esfera no ponto de saída;
- a energia potencial no ponto mais alto;
- a energia potencial mínima para que a esfera consiga executar o Looping completo;
- energia cinética de translação na saída do sistema;
- resolução dos questionários;
- Conservação da Energia;
- energia dissipada.

Quinto encontro (01/11) - 50 minutos

- Resolução do questionário “Avaliação do Professor na aula”;
- Feedback das atividades desenvolvidas;
- Despedida.

APÊNDICE D

UESB
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO SUDOESTE DA BAHIA



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Questionário 01 – 18/10/2017**Avaliação do Professor na aula**

1. Quanto à clareza dos objetivos propostos
() Ótimo () Bom () Satisfeito () Ruim
2. Quanto ao desempenho didático do professor
() Ótimo () Bom () Satisfeito () Ruim
3. Quanto à organização em geral da aula
() Ótimo () Bom () Satisfeito () Ruim
4. Quanto ao conteúdo e temas abordados
() Ótimo () Bom () Satisfeito () Ruim
5. Quanto ao material didático fornecido
() Ótimo () Bom () Satisfeito () Ruim
6. Quanto à pontualidade da programação diária
() Ótimo () Bom () Satisfeito () Ruim

Qual a sua avaliação geral da aula?

Sugestões:

APÊNDICE E



UESB
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO SUDOESTE DA BAHIA



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

QUESTIONÁRIO INTRODUTÓRIO

As questões contidas no questionário abaixo servirão de base para a intervenção pedagógica nas próximas aulas. Além disso, também serão contabilizadas para análise estatística e avaliação do projeto aplicado nesta turma.

01) Sobre a disciplina de Física

() Não gosto () Gosto () Gosto muito

02) A disciplina de Física é para o meu curso

() Muito difícil () difícil () médio () fácil () não sei

03) Para você, a física está presente no cotidiano? Explique.

04) Na disciplina de Física, os professores utilizam recursos como slides, textos complementares, notícias, internet, dentre outros para dinamizar a aula?

nunca raramente pouco quase sempre sempre

05) Sobre os conteúdos de **Movimento Uniforme (MU) e (MUV)**

não estudei já estudei mas não lembro já estudei mas conheço pouco conheço bastante

06) Sobre os conteúdos de **Movimento Circular**

não estudei já estudei mas não lembro já estudei mas conheço pouco conheço bastante

07) Sobre **Lançamento Horizontal e Obliquo**

não estudei já estudei mas não lembro já estudei mas conheço pouco conheço bastante

08) Sobre as **Leis de Newton**

não estudei já estudei mas não lembro já estudei mas conheço pouco conheço bastante

APÊNDICE F

ROTEIRO PARA REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE COM A MAQUETE EXPERIMENTAL

Grupo: _____

Alunos:

1. Vendo a mulher da figura abaixo fazendo o levantamento de peso, leva-nos a pensar que a prática de exercícios físicos nos deixará em forma. Você pratica alguma atividade física? Qual?



Fonte: <https://pt.depositphotos.com/162055172/stock-photo-fit-woman-on-training.html>

2. Ao levantarmos um peso, realizaremos algum trabalho?

3. Qual a expressão para calcular esse trabalho?

4. Um termo muito usado na prática de exercícios e perda de peso é a “queima” de calorias. Assim, queimamos calorias quando fazemos qualquer tipo de atividade, principalmente associadas a movimentos. Nesse sentido, quantas calorias podemos perder ao levantarmos um “peso” de 20 Kg numa altura de $0,5\text{ m}$ dez vezes, dado que $1\text{ cal} = 4,18\text{ J}$?

5. Através das questões acima, você verificou que ao praticar atividade física, perdemos energia, assim, quando o a mulher faz um levantamento de “peso” ele gasta energia acumulada em seu corpo. Nesse caso, o termo utilizado é queima de calorias. Sendo assim, podemos dizer que para realizar trabalho (movimento dos pesos) “gastamos” energia. Qual a relação que há entre Trabalho e Energia nessa questão? Explique.

6. Verificando o experimento, descreva junto à equipe uma estratégia para determinar a energia potencial gravitacional ($E_p = mgh$) da esfera quando ela estiver no ponto mais alto da rampa.

7. Complete as lacunas de acordo com a tabela.

MACÂNICA	ATRITO
POTENCIAL	FÁCIL
CINÉTICA	POTENCIAL
ALTO	ZERO
CONSTANTE	

- a. Percebe-se que quanto mais _____ soltamos a esfera, fica mais _____ para dar a volta completa no *looping*. A energia associada a altura é denominada **energia potencial gravitacional**. Já a energia associada à velocidade é denominada **energia cinética** ($E_c = \frac{1}{2}mv^2$).
- b. Solte a esfera na parte mais alta da rampa, nesse momento a velocidade é _____ e nesse caso a energia _____ é máxima e vale _____. (dado: $m = 0,05 \text{ Kg}$ e $g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

- c. A energia _____ é a soma das energias _____ e _____.
- d. À medida que a esfera for descendo no sistema, ocorre a diminuição da energia _____ e conseqüentemente aumento da energia _____.
- e. Se o sistema for ideal, ou seja, sem perdas por _____, a energia _____ permanecerá _____ (sistema conservativo) e valerá _____.
8. Continuando com o experimento, faça as medições necessárias e complete as lacunas:
- g. Junto com a equipe, solte a esfera de diversas posições até encontrar a menor altura a qual ela consiga realizar o *looping*. Marque esse local com o lápis. Qual foi essa altura? _____
- h. Com a régua, encontre o diâmetro do *looping*.
- i. A altura encontrada é maior, menor ou igual ao diâmetro do *looping*? _____ e tem a medida de _____.
- j. Caso o sistema fosse ideal, qual deveria ser a altura mínima para a volta no *looping*? _____.

- k. Utilizando os dados de lançamento horizontal, determine a velocidade final da esfera no ponto final da maquete, quando solta do ponto mais alto da rampa. Usem a expressão abaixo: onde V_x é a velocidade de saída, H_0 a altura da maquete ao chão e g é a gravidade.

$$V_x = \frac{A}{\sqrt{\frac{2H_0}{g}}}$$

- l. Utilize a expressão da questão 7a, determine a Energia Cinética de translação da esfera no ponto final do percurso.

- m. Compara a questão 7b com a 8g. Os valores são os mesmos? Teve conservação? Explique.

9. Você acha que a bolinha do experimento pode simular os carrinhos da montanha russa?

() sim () não

10. Relembrando o acidente com a montanha-russa, descrita no áudio exibido em sala, e também observando os movimentos da bolinha, no experimento marque a opção que você acha correta acerca da decisão da moça ao pular do carrinho.

a) () Se a moça não tivesse pulado ela realmente estaria “*comendo pocalzói*”, ou seja, morta, independente qualquer coisa.

b) () Se o carrinho subisse até que ficasse justamente da mesma altura do looping, não aconteceria nada com a moça caso ela não tivesse pulado. O sistema é bem construído não tendo energia dissipada no percurso. A

energia potencial é igual nesses pontos, conseguindo assim, realizar o contorno do looping sem que a moça caísse.

- c) () Se o carrinho subisse pelo menos até uma altura equivalente ao raio médio do looping, não aconteceria nada com a moça caso ela não tivesse pulado, pois a energia potencial é igual nesses pontos, conseguindo assim, realizar o contorno do looping sem que a moça caísse..
- d) () Se o carrinho subisse até um ponto mais alto que o diâmetro do looping, o suficiente para compensar a energia dissipada no trajeto devido principalmente ao atrito, não aconteceria nada com a moça caso ela não tivesse pulado, pois nesse caso, ela conseguiria realizar o contorno do looping sem cair.

APÊNDICE G

Produto Educacional



UESB
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO SUDOESTE DA BAHIA



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

RAFAEL MACHADO DOS SANTOS

O USO DO KIT EXPERIMENTAL DE ENERGIA MECÂNICA NO ENSINO MÉDIO: PERSPECTIVAS E DESAFIOS

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação (Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia) no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Takiya

Vitória da Conquista – Bahia

2019

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido nos meses finais do curso de mestrado e consiste no Produto Educacional sob exigência do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), no polo da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) em Vitória da Conquista e faz parte da dissertação intitulada como **O USO DO KIT EXPERIMENTAL DE ENERGIA MECÂNICA NO ENSINO MÉDIO: PERSPECTIVAS E DESAFIOS**. O objetivo desse trabalho foi confeccionar um kit didático pedagógico para abordar os temas da Energia Mecânica, Energia Potencial, Energia Cinética, Energia Elástica e os princípios de Conservação da Energia atrelados a uma sequência didática que se baseia nas teorias da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel e do Ensino de Ciência por Investigação. Dessa forma, esse produto educacional mostra os processos de como foi confeccionado o experimento, o processo usado na contextualização. Além disso, detalha os testes e cálculos realizados pelo pesquisador visando ampliação da sua prática.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - MATERIAIS UTILIZADOS NA MAQUETE SEM O SISTEMA DE MOLA	17
QUADRO 2 - MATERIAIS UTILIZADOS NO SISTEMA DE MOLA.....	27
QUADRO 3 - DADOS DA ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL	32
QUADRO 4 – VALORES OBTIDOS PELO PESQUISADOR	32
QUADRO 5 – ALTURA MÍNIMA.....	34
QUADRO 6 – VALORES OBTIDOS PELO PESQUISADOR	35
QUADRO 7 - MEDIDAS DO LANÇAMENTO	40
QUADRO 8– MEDIDAS DO LANÇAMENTO REALIZADO PELO PESQUISADOR.....	41
QUADRO 9 - QUESTIONÁRIO PARA ANALISAR A CONSERVAÇÃO DA ENERGIA.....	43
QUADRO 10 – VALORES OBTIDOS PELO PESQUISADOR	44
QUADRO 11 - DETERMINANDO A CONSTANTE ELÁSTICA DA MOLA.....	48
QUADRO 12 – VALORES MEDIDOS PELO PESQUISADOR SOBRE A CONSTANTE DA MOLA .	48
QUADRO 13 – TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA	52
QUADRO 14 – VALORES MEDIDOS PELO PESQUISADOR.....	53

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MAQUETE EXPERIMENTAL	17
FIGURA 2 - TRILHO USADO PARA INSTALAÇÃO DE CORTINAS EM VEÍCULOS.....	19
FIGURA 3 - BASE DA MAQUETE	20
FIGURA 4 - RAMPA.....	22
FIGURA 5 - COLAGEM DO TRILHO SOBRE A RAMPA	23
FIGURA 6 - BASE DE SUSTENTAÇÃO DO LOOPING	25
FIGURA 7 - TRECHO DE SAÍDA DA ESFERA	26
FIGURA 8 - VISÃO SUPERIOR DO SISTEMA DE MOLA	30
FIGURA 9 - DISCO E CORTE DO SISTEMA DE MOLA	30
FIGURA 10 - LATERAL DO SISTEMA DE MOLA	30
FIGURA 11 - LANÇAMENTO HORIZONTAL.....	37
FIGURA 12 - KIT MOLA PRESO NA MAQUETE	47
FIGURA 13 - DEFORMAÇÕES SOFRIDAS NA MOLA.....	47
FIGURA 14 - KIT MOLA ACOPLADO NA MAQUETE	49
FIGURA 15 - SISTEMA DE MOLA COM MARCADOR DE DILATAÇÃO	51

SUMÁRIO

1 Introdução.....	7
2 Sequência didática.....	8
2.1 Primeiro Momento – Descobrimo os conhecimentos prévios	8
2.2 Segundo Momento – Selecionar materiais potencialmente significativos.....	8
2.1 Terceiro Momento – Contextualizar os conhecimentos prévios, conceitos teóricos, investigação científica e a prática num roteiro do experimental.	10
3 Experimento.....	16
3.1 Materiais Utilizados.....	17
3.2 Etapas da construção e Processos de Montagem.....	18
3.2.1 Base de apoio da Maquete	20
3.2.2 Início da Montagem – Rampa inclinada	21
3.2.3 Suporte de apoio do Loopin	24
3.2.3 Trecho final do percurso.....	25
3.3 Complementação kit com sistema de mola	26
3.2.3 Sistema de mola para o kit.....	27
3.2.3 Como foi construído o sistema de mola.....	28
4 Experimentos com a maquete.....	31
4.1 Primeiro Experimento – Determinação da Energia Potencial Gravitacional	31
4.1.1 Passo a passo para fazer em sala	31
4.2 Segundo Experimento – Altura mínima para contornar o looping	33
4.2.1 Passo a passo para fazer em sala	33
4.3 Terceiro Experimento – Determinando a Energia Cinética na Base	35
4.3.1 Energia Cinética da esfera no final da rampa.....	36
4.3.2 Obtendo a velocidade por meio do Lançamento Horizontal.....	37
4.3.3 Passo a passo para fazer em sala.....	39
4.4 Quarto Experimento – Calculando a energia dissipada.....	41

4.4.1 Passo a passo para fazer em sala.....	42
4.5 Quinto Experimento – Determinando a Constante Elástica da Mola	44
4.5.1 Passo a passo para fazer em sala.....	46
4.6 Sexto Experimento – Calculando a Energia Potencial Elástica	49
4.6.1 Passo a passo para fazer em sala.....	51

1 INTRODUÇÃO

A teoria da Aprendizagem Potencialmente Significativa proposta primeiramente por David Ausubel, e depois reformulada por Moreira (2012), parte do princípio em que o professor deve primeiramente descobrir aquilo que o aluno já sabe e que esteja internalizado em sua mente através da sua vivência (conhecimento prévio) para servir de âncora na aquisição de novos conhecimentos. Dessa forma, os conhecimentos são alinhados com os conhecimentos antigos dando novos significados, tornando a aprendizagem relevante e permanente (SILVA e SILVA, 2017).

Já o Ensino de Ciências por Investigação discutido por Viera (2012), procura ensinar Ciências ao aluno através do método científico usado pelos cientistas durante suas investigações, porém, de forma simplificada e adaptado utilizando-se, quando possível, as seguintes etapas mencionadas na dissertação desse trabalho:

- analisar o fenômeno que tem no problema;
- analisar se o sistema é possível de medidas para obtenção de dados quantitativos;
- elaborar uma hipótese mesmo que seja simplificada;
- fazer um experimento para teste da hipótese;
- ampliar os resultados alcançados numa escala maior para testes;
- sendo confirmados os testes, transformar a resolução do problema em leis.

Esse produto educacional é formado pela confecção de um kit didático pedagógico para estudar Energia Mecânica e Conservação da Energia complementado com uma sequência didática que pode ser mutável com a realidade contextual dos alunos, usando como base a teoria da Aprendizagem Significativa unida com a forma de descobrir e praticar ciências vivas do Ensino de Ciências por Investigação.

2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

2.1 Primeiro Momento – Descobrimos os conhecimentos prévios

A sequência didática deve ser iniciada construindo primeiramente uma relação de transparência com o aluno. Apresente-se a eles com os objetivos traçados dentro de um plano de curso, como o que fora apresentado no apêndice B, e a metodologia a ser desenvolvida. A partir daí, provoque um debate curto sobre algo comum no cotidiano dele e que tenha relação com tema Energia.

Nesse presente trabalho, foi utilizado como objeto provocador os parques de diversões, destacando uma montanha russa, a fim de obter informações a respeito dos possíveis conhecimentos prévios desses alunos com relação a esse brinquedo. Lembre-se que a sequência didática que utilizar como parâmetros esse trabalho, deve ser um processo mutável, ou seja, varia com a realidade em que o aluno convive. Procure algo comum do cotidiano do aluno, que utiliza de forma clara os princípios de conservação da energia, para que eles tenham conhecimentos prévios e possam utilizar-se deles para obter novos conhecimentos, além de aperfeiçoar aquilo que já sabem.

2.2 Segundo Momento – Selecionar materiais potencialmente significativos

Após fazer uma leitura superficial acerca dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema Energia Mecânica, selecione um material que possa servir de base para que esteja dentro da realidade vivenciada pelo aluno. Se possível, faça uma abordagem representativa e associativa como por exemplo, imagens, vídeos, áudios, etc. e que tenha relação ampla sobre o tema no cotidiano vivenciado por eles e que seja possível relacionar com o tema Energia. Procure despertar nele a curiosidade e a vontade de aprender.

Neste presente trabalho, foi usado como suporte contextual duas práticas comuns identificadas no primeiro momento com a turma: o levantamento de peso, muito conhecido pelos alunos, principalmente os que frequentam academia, e o brinquedo montanha russa. A partir daí foi realizada uma pesquisa na internet

procurando mecanismos que pudessem somar e que despertasse a curiosidade. Nessa pesquisa, foram encontrados e selecionados alguns vídeos, uma notícia regional e uma imagem que traziam relações com o tema energia, ao mesmo tempo em que estava presente no cotidiano dos alunos.

Os vídeos selecionados mostram curiosidades sobre os maiores parques de diversões do mundo e podem ser localizados facilmente na internet através da plataforma de compartilhamento de vídeos, YouTube, e são titulados como: *Batman off-ride HD @60fps Six Flags Fiesta Texas*²¹; *Lex Luthor Drop of Doom Promo Six Flags Magic Mountain*²²; *Top 5 SlingShot Freakouts!*²³ e *TOP 10 Melhores Brinquedos em Parques de Diversões no Mundo*²⁴. Alguns dos brinquedos exibidos nesses vídeos se assemelham aos do parque de diversões que anualmente visitam a cidade de Vitória da Conquista de nome *American Park*, porém bem mais radicais.

Após a exibição dos vídeos acima, que duraram aproximadamente 25 minutos, foi iniciado um pequeno debate para que os alunos pudessem expor suas ideias e contextualizar, a partir da seguinte pergunta: *Você teria coragem de ir nesses brinquedos?* As respostas foram diversas, porém sempre fazendo comparações dos brinquedos conhecidos por eles no *American Park*. Quando finalizaram a discursão, foi exibido o depoimento em ²⁵áudio, de uma jovem acidentada num dos brinquedos do *American Park* há alguns anos. Esse áudio foi encontrando num blog jornalístico da região, intitulado como ²⁶*Blog do Gusmão*, a reportagem sobre um acidente no parque de diversões *American Park*, ocorrido no dia 24/12/2013, relata a atitude tomada por uma jovem que resolveu se jogar do alto da montanha russa com o brinquedo já em movimento, após perceber que o cinto de segurança não estava preso corretamente. O pesquisador selecionou essa reportagem e apresentou para turma por duas razões:

- 1º. os alunos conheciam a montanha russa da reportagem (através das visitas do

21 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8VBI-G3-I-Y>

22 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=aBJze6BkfUg>

23 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zsd4kv0bg9o>

24 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4Fb48c8YKy4>

25 Depoimento da jovem disponível em: <https://soundcloud.com/thiago-dias-61/depoimento-de-joyce>

26 Disponível em: <http://www.blogdogusmao.com.br/tag/acidente-na-montanha-russa/>

parque na cidade). À vista disto, eles possuíam conhecimento prévio acerca do funcionamento do brinquedo. Dessa forma, essa matéria jornalística pode ser utilizada na aula como ferramenta Potencialmente Significativa no desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa;

- 2º. esse parque é instalado anualmente na cidade, nesse caso, a maioria dos alunos da turma frequentou esse mesmo brinquedo onde a jovem se acidentou. Além disso, os alunos podem explorar a maquete experimental como simulador da montanha russa e tirar suas conclusões, através do processo investigativo sobre a decisão tomada pela jovem em pular do brinquedo. Explorando assim, parâmetros da metodologia educacional denominada de Ensino de Ciências por Investigação citado acima.

2.1 Terceiro Momento – Contextualizar os conhecimentos prévios, conceitos teóricos, investigação científica e a prática num roteiro do experimental.

Na última etapa da sequência didática, crie um grupo de questões diversificadas nas formas de responder com perguntas de completar, marcar (X), calcular e teóricas. Coloque as opções em que o aluno possa interagir com aspectos da sua realidade e com os conhecimentos prévios da qual foram reforçados nas etapas anteriores.

A sequência didática desse produto educacional foi encerrada após a aplicação do roteiro experimental. Esse roteiro contém um grupo de 10 perguntas para serem respondidas em equipe e com a utilização da maquete experimental, referenciada na dissertação, onde os alunos precisam responder na ordem sequencial, porque as informações de uma questão complementam a outra. Segue abaixo o roteiro experimental.

ROTEIRO PARA REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE COM A MAQUETE
EXPERIMENTAL

Grupo: _____

Alunos:

11. *Vendo a mulher da figura abaixo fazendo o levantamento de peso, leva-nos a pensar que a prática de exercícios físicos nos deixará em forma. Você pratica alguma atividade física? Qual?*



Fonte: <https://pt.depositphotos.com/162055172/stock-photo-fit-woman-on-training.html>

12. *Ao levantarmos um peso, realizaremos algum trabalho?*

13. *Qual a expressão para calcular esse trabalho?*

14. Um termo muito usado na prática de exercícios e perda de peso é a “queima” de calorias. Assim, queimamos calorias quando fazemos qualquer tipo de atividade, principalmente associadas a movimentos. Nesse sentido, quantas calorias podemos perder ao levantarmos um “peso” de 20 Kg numa altura de 0,5 m dez vezes, dado que $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$?

15. Através das questões acima, você verificou que ao praticar atividade física, perdemos energia, assim, quando o a mulher faz um levantamento de “peso” ele gasta energia acumulada em seu corpo. Nesse caso, o termo utilizado é queima de calorias. Sendo assim, podemos dizer que para realizar trabalho (movimento dos pesos) “gastamos” energia. Qual a relação que há entre Trabalho e Energia nessa questão? Explique.

16. Verificando o experimento, descreva junto à equipe uma estratégia para determinar a energia potencial gravitacional ($E_p = mgh$) da esfera quando ela estiver no ponto mais alto da rampa.

17. Complete as lacunas de acordo com a tabela.

MACÂNICA	ATRITO
POTENCIAL	FÁCIL
CINÉTICA	POTENCIAL
ALTO	ZERO
CONSTANTE	

- f. Percebe-se que quanto mais _____ soltamos a esfera, fica mais _____ para dar a volta completa no looping. A energia associada a altura é denominada **energia potencial gravitacional**. Já a energia associada à velocidade é denominada **energia cinética** ($E_c = \frac{1}{2}mv^2$).
- g. Solte a esfera na parte mais alta da rampa, nesse momento a velocidade é _____ e nesse caso a energia _____ é máxima e vale _____. (dado: $m = 0,05 \text{ Kg}$ e $g = 9,8 \text{ m/s}^2$)
- h. A energia _____ é a soma das energias _____ e _____.
- i. À medida que a esfera for descendo no sistema, ocorre a diminuição da energia _____ e conseqüentemente aumento da energia _____.

j. Se o sistema for ideal, ou seja, sem perdas por _____, a energia _____ permanecerá _____ (sistema conservativo) e valerá _____.

18. Continuando com o experimento, faça as medições necessárias e complete as lacunas:

n. Junto com a equipe, solte a esfera de diversas posições até encontrar a menor altura a qual ela consiga realizar o looping. Marque esse local com o lápis. Qual foi essa altura? _____

o. Com a régua, encontre o diâmetro do looping.

p. A altura encontrada é maior, menor ou igual ao diâmetro do looping? _____ e tem a medida de _____.

q. Caso o sistema fosse ideal, qual deveria ser a altura mínima para a volta no looping? _____.

r. Utilizando os dados de lançamento horizontal, determine a velocidade final da esfera no ponto final da maquete, quando solta do ponto mais alto da rampa. Usem a expressão abaixo: onde V_x é a velocidade de saída, H_0 a altura da maquete ao chão e g é a gravidade.

$$V_x = \frac{A}{\sqrt{\frac{2H_0}{g}}}$$

s. *Utilize a expressão da questão 7a, determine a Energia Cinética de translação da esfera no ponto final do percurso.*

t. *Compara a questão 7b com a 8g. Os valores são os mesmos? Teve conservação? Explique.*

19. *Você acha que a bolinha do experimento pode simular os carrinhos da montanha russa?*

sim *não*

20. *Relembrando o acidente com a montanha-russa, descrita no áudio exibido em sala, e também observando os movimentos da bolinha, no experimento marque a opção que você acha correta acerca da decisão da moça ao pular do carrinho.*

e) *Se a moça não tivesse pulado ela realmente estaria “comendo pocalzói”, ou seja, morta, independente qualquer coisa.*

f) *Se o carrinho subisse até que ficasse justamente da mesma altura do looping, não aconteceria nada com a moça caso ela não tivesse pulado. O sistema é bem construído não tendo energia dissipada no percurso. A energia potencial é igual nesses pontos, conseguindo assim, realizar o contorno do looping sem que a moça caísse.*

g) *Se o carrinho subisse pelo menos até uma altura equivalente ao raio médio do looping, não aconteceria nada com a moça caso ela não tivesse pulado, pois a energia potencial é igual nesses pontos, conseguindo assim, realizar o contorno do looping sem que a moça caísse.*

h) *Se o carrinho subisse até um ponto mais alto que o diâmetro do looping, o suficiente para compensar a energia dissipada no trajeto devido principalmente ao atrito, não aconteceria nada com a moça caso ela não*

tivesse pulado, pois nesse caso, ela conseguiria realizar o contorno do looping sem cair.

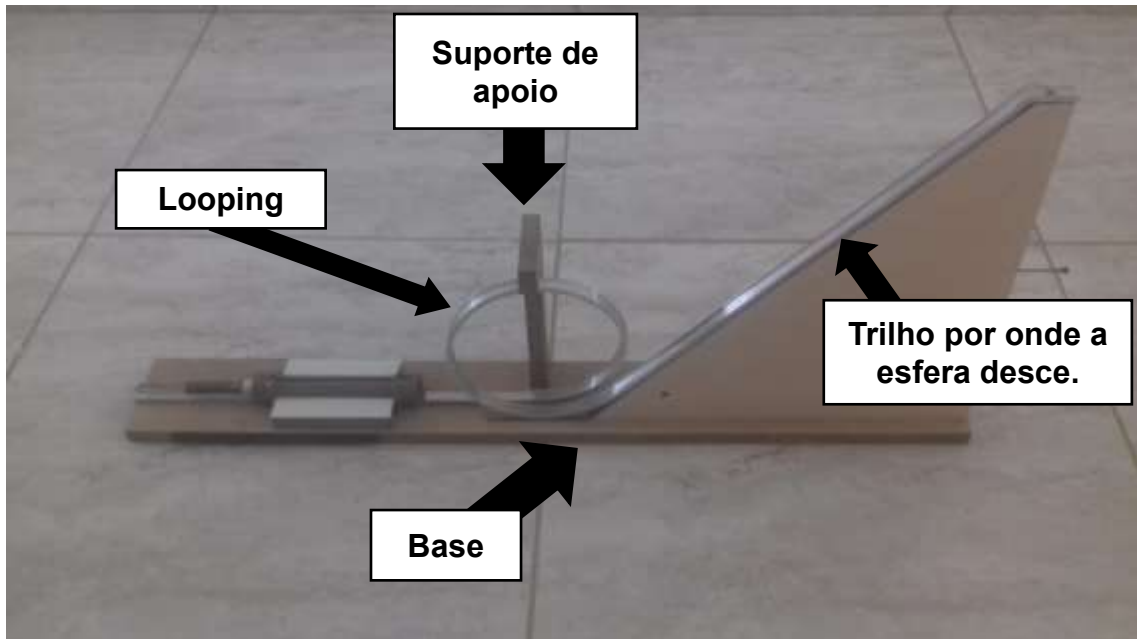
Entre as 10 questões contidas no roteiro acima, pode-se notar que há 3 partes importantes:

1. Ligação dos conhecimentos prévios sobre das atividades físicas com os conceitos teóricos sobre *Trabalho e Energia*. (Questões 1 a 5).
2. Investigação científica adaptada sobre conceitos teóricos da Energia Potencial, Energia Cinética, Energia Mecânica e princípios da Conservação da Energia através da prática, com uso do kit experimental pedagógico. (Questões 6, 7 e 8).
3. Contextualização dos temas abordados, usando os conhecimentos adquiridos na sequência didática, com um fato ocorrido. (Questões 9 e 10).

3 EXPERIMENTO

A figura abaixo mostra a maquete experimental, ou kit didático, usado nesse projeto. Esse kit, junto com o roteiro do experimento citado acima constitui o produto educativo da dissertação.

Figura 16 - Maquete Experimental



Fonte: Autoria própria (2019)

3.1 Materiais Utilizados

O quadro 1 mostra a relação de materiais utilizados na confecção do kit didático, o local em que foi encontrado e o valor médio por item.

Quadro 1 - Materiais Utilizados na maquete sem o sistema de mola

MATERIAL	LOCAL ENCONTRADO	QUANTIDADE	DIMENSÃO/PESO	VALOR MÉDIO
Prego liso sem cabeça	Lojas de material para construção	5 gramas (aproximadamente e 10 unidades)	2,5x34,5mm	R\$ 1,00
Adesivo Instantâneo (conhecido como supercola)	Lojas de materiais para construção civil, papelaria, armarinhos, etc.	1 Tubo	20 gramas	R\$ 10,00

Parafuso madeira chipboard	Lojas de material para construção	5 gramas (aproximadamente e 10 unidades)	6,0 x 100 mm	R\$ 1,00
Mola do Acelerador de caminhões Volkswagen	Autopeças	1 Unidade	-	R\$ 20,00
Cano de PVC	Lojas de materiais para construção civil	1 m	3/4	R\$ 5,00
Trilho para cortina de caminhão	Lojas de acessórios para caminhões	1 Rolo Obs: Só vendem o rolo completo com 7 metros.	2 metros	R\$ 40,00
Tábuas de MDF	Marcenarias	4 unidades	Descrito na seção 3.2	R\$ 30,00
Esfera de aço cromo	Oficinas que recondiciona amortecedor de automóveis	1 unidade	14 mm de diâmetro	R\$ 2,00
Serrinha da madeira e aço	Materiais de construção	1 unidade	-	R\$ 5,00
Raio de bicicleta	Oficinas ou lojas de bicicleta	4 unidades	140mmx2.5 mm	R\$ 5,00

Fonte: Autoria própria (2019)

3.2 Etapas da construção e Processos de Montagem

Para confeccionar essa maquete foi necessário fazer testes com diversos tipos de materiais que pudesse servir de trilho, além de procurar algo que pudesse rolar ou deslizar com perfeição sobre esse trilho. Um protótipo inicial foi confeccionado utilizando dois fios de cobre rígidos em paralelo, colocados como os trilhos de um

trem, por onde deslizava uma pequena esfera de aço. O sistema funcionou, mas haviam muitas imperfeições, uma vez que todo o percurso foi construído manualmente. Todo o esforço empregado na confecção desse primeiro protótipo não foi em vão, pois o formato projetado serviu de base inspiradora na confecção do produto final desse trabalho.

Partido do erro relatado acima, procurei algo que tivesse a largura equivalente da esfera de aço. Fiz diversas buscas e encontrei um tipo de trilho feito de alumínio usados para instalar cortinas em caminhões. A diferença desse tipo de trilho para os demais está na possibilidade de dobrar ou enrolar com facilidade, e nesse caso poder criar um percurso mais estável para a esfera seguir. A figura 2 abaixo, mostra como é esse trilho vendido nas lojas de acessórios para caminhões. Cada rolo vem com 7 metros de comprimento. É possível construir 3 kits didáticos, iguais ao da figura 1, se forem seguidas todas as orientações dimensionais dadas nesse trabalho.

Figura 17 - Trilho Usado para Instalação de Cortinas em Veículos



Fonte: <http://benjadistribuidora.com.br/produtos/acessorios/tapeçaria>

Além disso, foi necessário produzir a parte estrutural da maquete em que o trilho pudesse ser fixado. Assim, ela foi confeccionada numa fábrica de móveis, onde haviam equipamentos apropriados para corte de madeira, por um marceneiro que utilizou: tábuas de madeira compensada, usada na fabricação de móveis, chamada de MDF (Medium Density Fiberboard), pregos sem cabeça, cola instantânea e cola branca. Segue abaixo o detalhamento de cada itens da maquete confeccionada pelo

marceneiro:

3.2.1 Base de apoio da Maquete

A base da maquete foi construída usando um compensado de 15 mm de espessura, 10 cm largura e 80 cm de comprimento. Veja a figura 3.

Figura 18 - Base da Maquete



Fonte: Autoria própria (2019)

Nesse projeto, mostrado acima na figura 3, foi construído apenas um looping (uma volta). Assim, caso queiram modificar a maquete e aumentar o número de looping, devem levar em consideração dois fatores:

- 1º. Energia perdida pela esfera no movimento.

Nesse caso, fazendo vários loopings, possa ser que a esfera não consiga

executar com perfeição todas as voltas devido à perda de Energia Mecânica ocorrida principalmente pelo atrito. Os testes com a maquete mostrados na seção 04, verifica que no trajeto tem-se uma perda de aproximadamente 30% da Energia Mecânica. Então, para que isso não aconteça, aumente a altura da rampa. Fazendo isso, o saldo de energia potencial cresce e a esfera conseguirá realizar mais voltas.

2º. Largura da base.

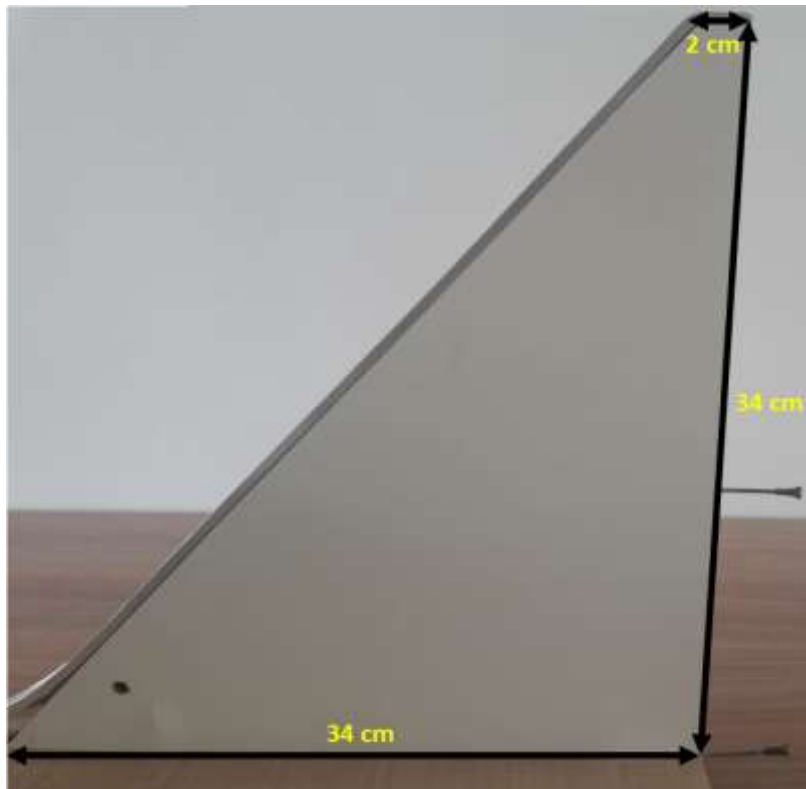
O trilho possui largura de 15 mm, assim, aumentando o número de voltas, deve-se aumentar proporcionalmente à largura da base. Caso contrário, o percurso final do trilho não fica alinhado e centralizado na base, como mostrado na figura 3. Isso pode dificultar as medições e gerar dúvida nos alunos.

3.2.2 Início da Montagem – Rampa inclinada

Outro item importante desse trabalho é a rampa inclinada. Essa parte da maquete foi construída usando uma tábua de MDF com 15 mm de espessura cortada no formato de um ²⁷trapézio com a base maior (parafusada na base de apoio) medindo 34 cm, a base menor (local mais alta do trajeto) com 2,0 cm e altura de 34 cm. Com essas dimensões, a rampa adquiriu uma inclinação de aproximadamente 45 graus. Veja a figura 4.

²⁷ O trapézio é uma figura da geometria plana formada por quatro lados. Dois deles são paralelos e chamados de bases. Ele é considerado um quadrilátero, tal qual o retângulo, o losango e o quadrado. (GOUVEIA, 2018).

Figura 19 - Rampa



Fonte: Autoria própria (2019)

É possível construir essa rampa com outros formatos e dimensões. Caso seja construído para fins experimentais, procure deixar a lateral da tábua, onde será fixada o trilho o mais linear possível. Caso contrário, o efeito de rolamento da esfera será afetado, alterando, assim, os resultados.

O trilho já vem enrolado no formato de caracol (figura 2). Além disso, por ser feito de alumínio, deforma-se facilmente e não retorna às configurações originais. Então, à medida em que for desenrolando e preso na estrutura, perde o formato circular e adquire a forma da superfície em que está sendo fixado. O processo de desenrolar o trilho e colagem devem ser feitos cuidadosamente para não criar deformações no percurso que a bolinha seguirá (figura 5). A melhor maneira de fazer isso é desenvolvendo os seguintes passos:

- 1º. diminua o rolo recortando do trilho um pedaço suficiente para o percurso desejado. (Utilize uma serra de mão);

- 2º. apoie o trilho sobre uma superfície plana, e com uma furadeira, faça um pequeno furo, usando uma broca de metal na espessura do parafuso, a 1 cm da extremidade,
- 3º. passe a supercola na parte inicial da rampa (base menor);
- 4º. utilizando uma chave de fenda tipo estrela ou uma parafusadeira, prenda a ponta do trilho, que teve o furo, na parte superior da rampa, usando um parafuso;
- 5º. passe a supercola na parte diagonal da rampa;
- 6º. Comece a desenrolar o trilho, até a parte final da rampa, pressionando-o sobre tábua para a colagem.

Figura 20 - Colagem do Trilho Sobre a Rampa



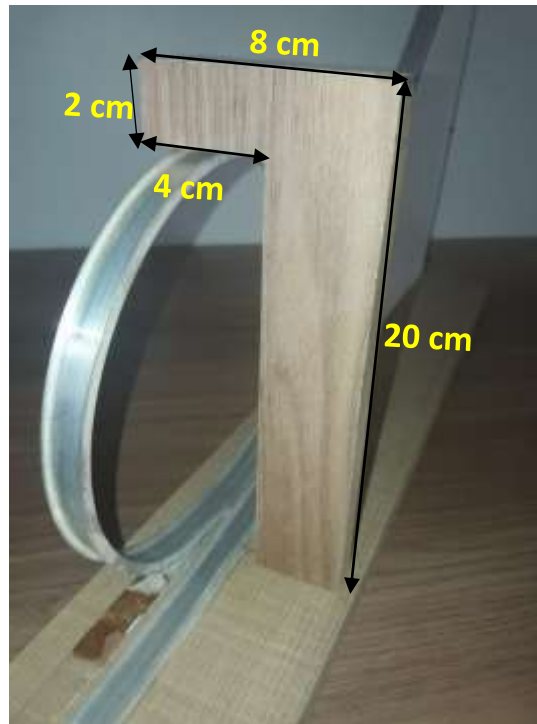
Fonte: Autoria própria (2019)

3.2.3 Suporte de apoio do Looping

Após fixar todo o trilho sobre a rampa, chega a hora de construir a parte delicada e importante no experimento, o looping. Sua formação é simples, porém alguns cuidados devem ser tomados como por exemplo:

- 1º. O final da rampa deve coincidir com o início do looping. Assim, o trilho não será “amassado” na parte mais baixa e nesse caso, o trecho entre rampa e looping fica com um contorno suavizado;
- 2º. O diâmetro do looping deve ser montado com valores de 30% a 50% da altura da rampa. Assim, o contorno circular formado pelo próprio trilho não será perdido, evitando assim deformações indesejadas;
- 3º. Deve ser deixado um distanciamento de no mínimo 1 cm entre os trechos do início e o fim do looping, colados na base. Caso contrário, ao descer a rampa, a esfera toca na lateral externa do círculo e sai do trilho;
- 4º. Para melhor estabilização, deve ser construído uma base de apoio e sustentação (figura 6), cujo objetivo é manter a estrutura conservada, o círculo do looping imóvel durante a passagem da esfera e fixar o trilho na base inferior da maquete.

Figura 21 - Base de Sustentação do looping

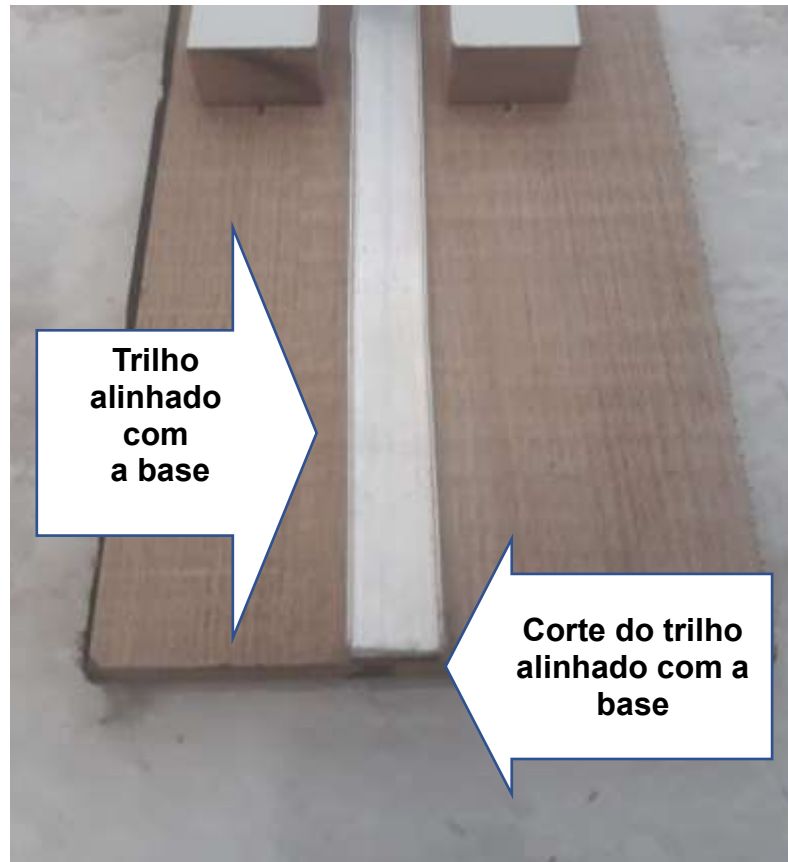


Fonte: Autoria própria (2019)

3.2.3 Trecho final do percurso

No trecho final, deve-se colar o trilho sobre a base inferior de forma que fique centralizado e alinhado com a tábua. Em seguida, utilize a serra para cortar o alumínio no final da tábua. Procure deixar toda a estrutura simétrica, o trilho bem colado, o looping bem circular e a saída centralizada com a base. Além do embelezamento da maquete, a simetria é um fator que melhora a precisão dos resultados esperados. A figura 7 abaixo, mostra como ficou posicionado o final do percurso e o corte no trilho.

Figura 22 - Trecho de saída da esfera



Fonte: Autoria própria (2019)

3.3 Complementação kit com sistema de mola

Kit didático descrito nas seções anteriores fica completo com o sistema de mola que será mostrado a seguir. Porém, essa parte do trabalho não teve aplicação prática dentro da dissertação que deu origem a esse produto educacional. Abaixo será mostrado o passo a passo de sua construção e acoplamento dentro do kit. Sua aplicação é importante pois, com ele é possível abordar os conceitos da Energia Potencial Elástica contemplando assim todos tópicos conceituais da Energia Mecânica.

3.2.3 Sistema de mola para o kit

Segue abaixo, no quadro 2, a lista de materiais que foram utilizados na construção do sistema de mola e que pode ser acoplado na maquete citada nesse trabalho.

Quadro 2 - Materiais Utilizados no sistema de mola

MATERIAL	LOCAL ENCONTRADO	QUANTIDADE	DIMENSÃO/PESO	VALOR MÉDIO
Adesivo Instantâneo (conhecido como supercola)	Lojas de materiais para construção civil, papelaria, armarinhos, etc.	1 Tubo	20 gramas	R\$ 10,00
Mola do Acelerador de caminhões Volkswagen	Autopeças	1 Unidade	-	R\$ 20,00
Cano de PVC	Lojas de materiais para construção civil	1 m	1/2" de diâmetro	R\$ 5,00
Cano de PVC	Lojas de materiais para construção civil	1 m	5/8" de diâmetro	R\$ 5,00
Tampão Cano PVC	Lojas de materiais para construção civil	2 unidades	5/8" de diâmetro	R\$ 3,00
Tábuas de MDF	Marcenarias	2 unidades	Descrito na seção 3.2	R\$ 30,00
Raios de bicicleta	Oficinas ou lojas de bicicleta	4 unidades	140mmx2.5 mm	R\$ 5,00
Cola de	Lojas de	1 tubo	75 gramas	R\$ 5,00

Cano	materiais para construção civil			
Durepox	Lojas de materiais para construção civil	1 unidade	250 gramas	R\$ 5,00

Fonte: Autoria própria (2019)

Além dos materiais citados acima, foi utilizando também no processo de confecção uma Serra Circular para cortes de alta precisão e uma furadeira com broca de 2,5 mm.

3.2.3 Como foi construído o sistema de mola

Para o construir esse sistema deve ser realizado os seguintes passos:

- 1º. Corte 20 cm do cano de 5/8" com a Serra Circular;
- 2º. Cole nas duas extremidades desse cano os tampões;
- 3º. Com a Serra Circular, corte um dos tampões liberando assim a abertura de um dos lados do cano;
- 4º. Faça um conte centralizado, na largura do trilho, na qual será encaixado o sistema;
- 5º. Faça outro corte de 0,5 mm, também centralizado, na parte superior entre os tampões;
- 6º. Use a furadeira com a broca de 2,5 mm e faça três furos: um exatamente no centro do tampão que se encontra fechado, os outros dois devem ser feitos e nas laterais de cada tampão de forma alinhada;
- 7º. Retire um pedaço de 10 cm do cano de 1/2" e preencha-o internamente completamente com resina de epóxi e endurecedor de poliamida (conhecido como durepox);
- 8º. Após a secagem do durepox, utilize a Serra Circular e faça um disco de 1,0 cm de espessura. Após isso, fure exatamente no centro e depois na

lateral com a broca de 2,5 mm. Esse disco funcionará como um embolo dentro do cano discutido no 1º passo.

- 9º. Faça um furo a 0,5 cm do centro do tampão, cole uma tampinha de plástico e a prenda a extremidade curta da mola;
- 10º. Corte com alicate a extremidade do raio que não possui rosca e passe-o pelo buraco central do tampão. Verifique se ele movimenta livremente. Caso contrário, use uma broca mais grossa e aumente a largura do buraco. Ainda na extremidade cortada, encaixe-a usando a supercola no orifício do disco discutido no 8º passo;
- 11º. Em seguida, prenda a outra extremidade da mola na parte superior da rosca do raio;
- 12º. Use novamente o alicate e recorte de outro raio, 1 cm abaixo a extremidade que possui rosca. Em seguida, insira com supercola, no furo lateral do disco o pedaço do raio cortado;

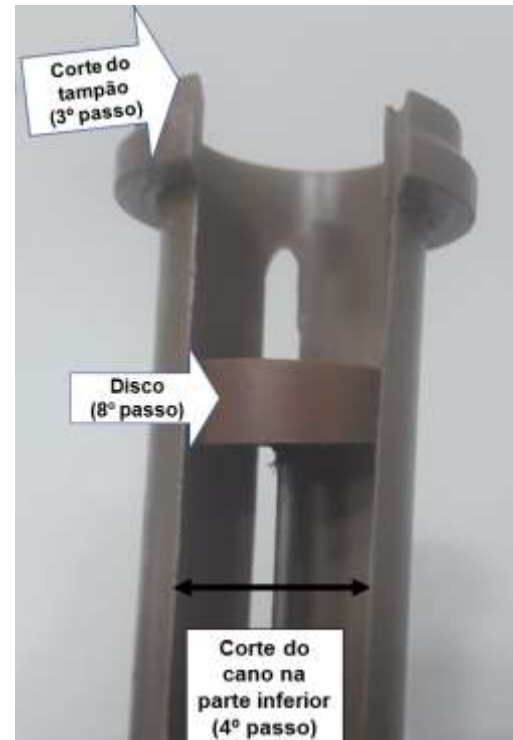
As figuras 8, 9 e 10 mostram em vários ângulos como ficou o sistema de mola do projeto.

Figura 23 - Visão superior do sistema de mola



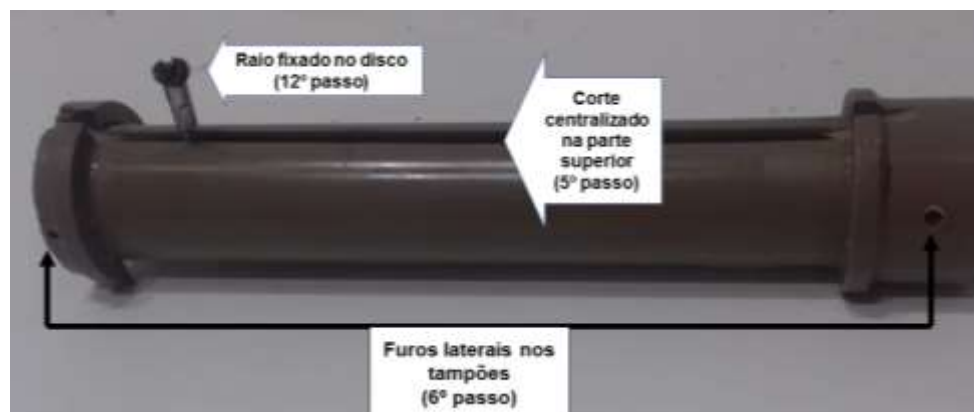
Fonte: Autoria própria (2019)

Figura 24 – Disco e corte do sistema de mola



Fonte: Autoria própria (2019)

Figura 25 - Lateral do sistema de mola



Fonte: Autoria própria (2019)

4 EXPERIMENTOS COM A MAQUETE

Segue abaixo o passo a passo dos experimentos que podem ser utilizados com esse kit educacional com a dedução de algumas equações necessárias para obtenção dos resultados desejados durante as experimentações. Além disso, para cada experimento relatado nas seções abaixo, foi realizado um teste com medidas reais e demonstrado no final de cada seção.

4.1 Primeiro Experimento – Determinação da Energia Potencial Gravitacional

Para obtenção da Energia Potencial Gravitacional, além do kit educacional, utiliza-se os seguintes instrumentos:

- Balança de precisão;
- Trena métrica.
- Esfera de aço.

4.1.1 Passo a passo para fazer em sala

- 1º. Encontre a massa da esfera usando a balança de precisão;
- 2º. Posicione a esfera na parte superior da maquete;
- 3º. Meça, a partir do centro, a altura em que a esfera se encontra da base inferior da maquete;
- 4º. Preencha a tabela abaixo e utilize a equação (1) para encontrar a Energia Potencial Gravitacional.

$$E_{PG} = mgh \quad (21)$$

Quadro 3 - Dados da Energia Potencial Gravitacional

Grupo: _____
Alunos:
DADOS PARA OBTENÇÃO DA ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL
Altura: _____ m
Massa da Esfera _____ kg
Gravidade Local: ~ 9,81 m/s ²
Energia Potencial Gravitacional ($E_{PG} = mgh$): _____ J

Fonte: Autoria própria (2019)

Segue no quadro 4 abaixo, os valores encontrados pelo pesquisador, para esta atividade.

Quadro 4 – Valores obtidos pelo pesquisador

DADOS PARA OBTENÇÃO DA ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL
Altura: 0,34 m
Massa da Esfera: 0,005 kg
Gravidade Local: ~ 9,81 m/s²
Energia Potencial Gravitacional ($E_{PG} = mgh$): 0,017 J
<i>Cálculo:</i>
$E_{PG} = mgh \rightarrow$
$E_{PG} = 0,005 \cdot 9,8 \cdot 0,34 \rightarrow$
$E_{PG} = 0,017J$

Fonte: Autoria própria (2019)

4.2 Segundo Experimento – Altura mínima para contornar o looping

Nesse segundo experimento, não há cálculos, porém, sua realização está relacionada com a construção do conhecimento acerca do tema Conservação da Energia Mecânica. Através das diversas tentativas, o aluno deve perceber que se não houvesse perdas pelo atrito, a energia se conservava totalmente e nesse caso, a esfera conseguiria contornar o looping, caso fosse solta na rampa numa altura mínima equivalente ao diâmetro do looping.

Segue abaixo o passo a passo para ser desenvolvido na sala com o aluno.

4.2.1 Passo a passo para fazer em sala

- 1º. Posiciona a maquete numa superfície plana e horizontal;
- 2º. Peça que o aluno solte a esfera num local bem abaixo do ponto mais alto do looping e registre essa altura no quadro 5;
- 3º. Aconselhe o aluno para ir soltando a esfera em posições acima, porém, aumento dessa altura deve acontecer de forma gradativa e sempre registrando na tabela. Isso deve acontecer até que a esfera consiga fazer o contorno completo no looping;
- 4º. Peça que faça uma conclusão acerca do fenômeno observado.

Quadro 5 – Altura Mínima

Grupo: _____			
Alunos:			
Determinação da altura mínima para o contorno do looping			
Altura	Resultado		
	Não contornou	Contornou parcialmente	Contornou completamente
___m			
___m			
___m			
___m			
___m			
Conclusão:			

Fonte: Autoria própria (2019)

Abaixo os valores que o pesquisador encontrou para essa atividade e a sua conclusão.

Quadro 6 – Valores obtidos pelo pesquisador

Determinação da altura mínima para o contorno do looping			
Altura	Resultado		
	Não contornou	Contornou parcialmente	Contornou completamente
0,10 m	X		
0,13 m	X		
0,14 m		X	
0,16 m		X	
0,17 m			X

Conclusão: à medida em que aumenta gradativamente a altura na rampa, percebe-se que a esfera atinge um ponto mais elevado no looping. A partir dos 16cm que começa a contornar o looping, mas, ainda de forma parcial. O contorno completo só acontece com perfeição a partir de pontos acima dos 17 cm.

Fonte: Autoria própria (2019)

4.3 Terceiro Experimento – Determinando a Energia Cinética na Base

Para encontrar a Energia Cinética na etapa final do percurso, ou seja, no final do trilho é necessário primeiro observar alguns fatores:

- I. A velocidade no ponto final é aproximadamente constante;
- II. A esfera adquire movimento de translação e rotação. Nesse caso, a Energia Cinética também será de Translação e Rotação.
- III. A velocidade linear (translação), pode ser encontrada utilizando os princípios do lançamento horizontal.

Partindo, então, da análise desses fatores citados acima, primeiro encontraremos a equação da Energia Cinética considerando os movimentos de translação e rotação, em seguida, utilizaremos as técnicas do lançamento horizontal para determinar velocidade linear e, por fim, encontraremos o valor da Energia

Cinética da esfera.

4.3.1 Energia Cinética da esfera no final da rampa

Como a esfera possui movimento de rotação e translação, então, a equação que determina a Energia Cinética total, será dada por:

$$E_C = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I_{CM} \omega^2 \quad (22)$$

A equação (2) acima possui os seguintes itens: m é a massa da esfera; v a velocidade de translação em relação ao centro da esfera; I_{CM} o momento de Inércia da esfera do centro de massa e ω a velocidade angular. Como nesse kit, não é possível obter os valores de I_{CM} e de ω , então, podemos facilitar a equação (2) colocando tudo em função da velocidade de translação (v). Assim:

$$I_{CM(ESFERA SÓLIDA)} = \frac{2}{5} m r^2 \quad (23)$$

$$v = \omega r \quad (24)$$

Substituindo, as fórmulas (3) e (4) na equação (2), podemos fazer:

$$E_C = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I_{CM} \omega^2 \rightarrow E_C = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} m \left(\frac{2}{5} r^2 \right) \left(\frac{v}{r} \right)^2 \rightarrow E_C = \frac{7}{10} m v^2$$

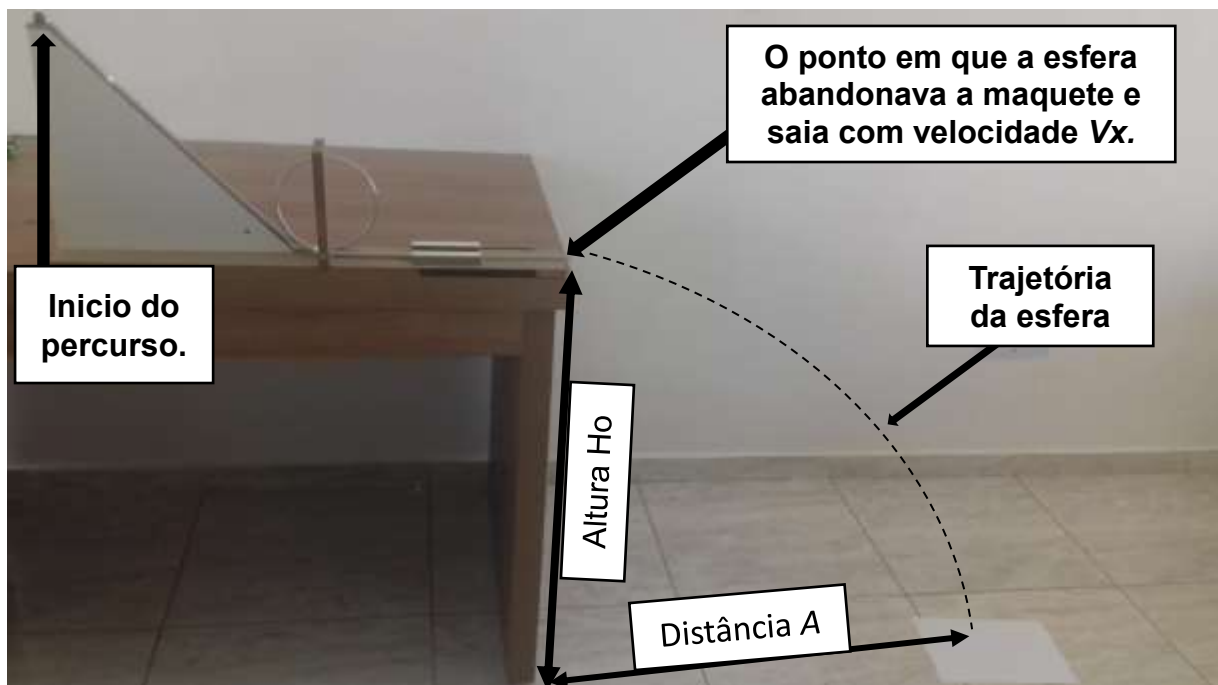
Dessa forma, a equação da Energia Cinética da esfera na parte final do percurso será representada pela seguinte equação

$$E_C = \frac{7}{10} m v^2 \quad (25)$$

4.3.2 Obtendo a velocidade por meio do Lançamento Horizontal

A maquete deve ser colocada sobre uma superfície completamente horizontal, e que tenha uma altura do solo (H_0). Em seguida, solte a esfera do ponto mais alto. Dessa forma, no final do trajeto ela possuirá uma velocidade constante V_x na qual será lançada horizontalmente caindo numa distância A da mesa (figura 11).

Figura 26 - Lançamento Horizontal



Fonte: Autoria própria (2019)

Após abandonar os trilhos, a esfera terá dois tipos de movimentos independentes:

- Horizontal – como não há forças empurrando a esfera nessa direção, então a aceleração será nula e nesse caso o movimento é uniforme, podendo ser representado pela equação:

$$x = x_0 + v_x t \quad (26)$$

Adaptando a equação (6) para esse movimento, temos:

$$x = x_0 + v_x t \rightarrow x - x_0 = v_x t \rightarrow A = v_x t \quad (27)$$

Dessa forma, o valor A mostrado acima, representa a distância no solo, entre a mesa ao local de queda da esfera (alcance).

- Vertical – Nesse esse eixo, o movimento é considera Uniformemente Variado, pois a força peso provoca uma aceleração vertical constante na esfera, de valor - g. A vertical é representada pela seguinte equação:

$$H = H_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (28)$$

Como a esfera atinge o solo, podemos dizer que $H=0$, além disso, a velocidade vertical cresce a partir de zero. Levando esses valores para equação (8), podemos encontrar o tempo de queda da esfera. Assim:

$$0 = H_0 + 0 \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow t = \pm \sqrt{\frac{2H_0}{g}} \quad (29)$$

Como o tempo do movimento vertical é o mesmo da horizontal, podemos então, substituir o resultado da equação (9) na equação (7). Dessa forma:

$$A = v_x \sqrt{\frac{2H_0}{g}} \rightarrow v_x = A \sqrt{\frac{g}{2H_0}} \quad (30)$$

Dessa forma, o resultado da equação (10) representa a velocidade linear que a esfera abandona a maquete. Assim, a energia cinética da esfera será encontrada colocando o resultado da equação (10) na equação (5). Daí:

$$E_c = \frac{7}{10} mv^2 \rightarrow E_c = \frac{7}{10} m \left(A \sqrt{\frac{g}{2H_0}} \right)^2 \rightarrow E_c = \frac{7}{20} \left(m \frac{g}{H_0} A^2 \right) \quad (31)$$

A equação (11) representa a Energia Cinética Total da esfera quando está na parte mais baixa da maquete.

4.3.3 Passo a passo para fazer em sala

- 1º. Posiciona a maquete numa superfície plana e horizontal;
- 2º. Peça que os alunos meçam cuidadosamente os valores de H_0 , A e m mostrados na figura 11 e complete o quadro 5;
- 3º. Em seguida, os alunos devem substituir os valores encontrados na equação (11) e encontrar a Energia Cinética da esfera;
- 4º. Por fim, peça-os para comparar os valores das energias Potencial e Cinética dos dois experimentos realizados e fazer uma conclusão a respeito.

Quadro 7 - Medidas do lançamento

Grupo: _____		
Alunos:		
Alcances:		
1° teste: ____m; 2° teste: ____m; 3° teste: ____m; 4° teste: ____m		
Alcance médio [some todos os valores e divida por 4]: ____m	Altura H_0 em (m) ____m	Massa em kg ____kg
Energia Potencia encontrada no Experimento 1: _____		
Energia Cinética obtida nesse experimento: _____		
Conclusão:		

Fonte: Autoria própria (2019)

Segue abaixo no quadro 8, os valores que o pesquisador encontrou para essa experimentação.

Quadro 8– Medidas do lançamento realizado pelo pesquisador

Alcances:		
1º teste: 0,89 m ; 2º teste: 0,88 m ; 3º teste: 0,91 m ; 4º teste: 0,88 m		
Alcance médio [some todos os valores e dívida por 4]: 0,89 m	Altura H_0 em (m): 0,79 m	Massa em kg: 0,005 kg
Energia Potencia encontrada no Experimento 1: 0,017J		
Energia Cinética obtida nesse experimento: 0,012J		
<i>Cálculo:</i>		
$E_C = \frac{7}{20} \left(m \frac{g}{H_0} A^2 \right) \rightarrow E_C = \frac{7}{20} \left(0,005 \frac{9,81}{0,89} 0,79^2 \right) \rightarrow E_C = 0,012 J$		
<i>Conclusão:</i>		
A Energia Potencial é maior que a Energia Cinética no final do percurso.		

Fonte: Autoria própria (2019)

4.4 Quarto Experimento – Calculando a energia dissipada

O cálculo da energia dissipada é feito fazendo a diferença entre as energias Cinética e Potencial. De acordo o principia da conservação da Energia Mecânica, considerando um sistema ideal, toda a Energia Potencial da esfera no ponto mais alta da rampa (A) deve ser convertida em Energia Cinética no ponto mais baixo (B) (Fim do percurso). Dessa forma:

$$E_{MECA} = E_{MECB} \quad (32)$$

No ponto mais alto, a esfera se encontra inicialmente parada, então $E_{CA} = 0$. Além disso, nesse experimento não está incluído o sistema de mola e nesse caso a Energia elástica também será $E_{el} = 0$. Levando esses valores na equação (12) temos:

$$E_{MECA} = E_{MECB} \rightarrow E_{PA} + E_{CA} + E_{elA} = E_{PB} + E_{CB} + E_{elB} \rightarrow \text{dessa forma:}$$

$$\rightarrow E_{PA} = E_{CB} \quad (33)$$

A equação (13) acima, mostra que no sistema ideal, toda a Energia Potencial no ponto alto se transforma em Cinética no ponto mais baixo. Porém, o experimento desse trabalho trata-se de um caso real, e por mais cuidadosos que sejamos, sempre haverá “perdas de energia”. Nesse caso, além das energias Cinética, Potencial e Elástica que formam a Energia Mecânica do sistema, surge também outras formas, oriundas principalmente do atrito da esfera com o trilho e que reduz gradativamente o saldo Energia Mecânica do sistema no percurso.

Dessa forma, para a diferença entre as Energia Mecânica no ponto mais alto (A), energia total do sistema, com a Energia Mecânica no ponto mais baixo (B), e nesse caso, já com perdas por atrito, é equivalente à Energia dissipada no trajeto. Assim:

$$E_{Dissipada} = E_{PA} - E_{CB} \quad (34)$$

Segue abaixo o passo a passo para realização do experimento que verifica a conservação da energia Mecânica nesse kit educacional.

4.4.1 Passo a passo para fazer em sala

- 1º. Realize primeiro com os alunos o terceiro experimento, pois é necessário conhecermos inicialmente o valor da velocidade de saída da esfera;
- 2º. Utilize o princípio da conservação da energia, considerando o sistema ideal, e peça aos alunos que encontre a equação velocidade da esfera para o ponto (B), substituído na equação (13), as equações (1) e (5). Dessa forma teremos:

$$E_{PA} = E_{CB} \rightarrow mgh = \frac{7}{10}mv^2 \rightarrow v = \pm\sqrt{\frac{10gh}{7}} \quad (35)$$

- 3º. Peça que substitua os dados na equação (15) e encontre o valor da velocidade.
- 4º. Peça para responder o quadro 9.

Quadro 9 - Questionário para analisar a conservação da energia

Grupo: _____		
Alunos:		

Análise da Conservação da Energia Mecânica		
Velocidade da esfera:		
Sem atrito	_____ m/s	Percentual de redução da velocidade no trajeto foi de: _____%
Com atrito	_____ m/s	
Energia Mecânica da esfera:		
Sem atrito	_____ J	<ul style="list-style-type: none"> • A Energia perdida foi de: _____J • O percentual da energia perdida foi de: _____%
Com atrito	_____ J	
Conclusão:		

Fonte: Autoria própria (2019)

No quadro 10 abaixo, estão todos os cálculos desenvolvidos pelo pesquisador realizados durante esta atividade experimental.

Quadro 10 – Valores obtidos pelo pesquisador

Análise da Conservação da Energia Mecânica		
Velocidade da esfera:		
Sem atrito	<p>Aproximadamente 2,2 m/s</p> <p><i>Cálculo:</i></p> $v_x = \sqrt{\frac{10 \cdot g \cdot h}{7}} \rightarrow v_x \cong \sqrt{\frac{10 \cdot 9,81 \cdot 0,34}{7}} \rightarrow v_x \cong 2,18 \frac{m}{s} \rightarrow v_x \approx 2,2 \text{ m/s}$	Percentual de redução da velocidade no trajeto foi de: 15 %
Com atrito	$v_x = A \cdot \sqrt{\frac{g}{2 \cdot H_0}} \rightarrow v_x \cong 0,79 \cdot \sqrt{\frac{9,81}{2 \cdot 0,89}}$ $\rightarrow v_x \cong 1,855 \text{ m/s} \rightarrow v_x \approx 1,9 \text{ m/s}$	
Energia Mecânica da esfera:		
Sem atrito	$E_{Mec_{inicial}} = E_{PA} = 0,017 \text{ J}$	<ul style="list-style-type: none"> • A Energia perdida foi de: 0,005 J • O percentual da energia perdida foi de aproximadamente 30 %
Com atrito	$E_C = \frac{7}{20} \left(m \frac{g}{H_0} A^2 \right) \rightarrow$ $E_C = \frac{7}{20} \left(0,005 \frac{9,81}{0,89} 0,79^2 \right) \rightarrow E_C = 0,012 \text{ J}$	
Conclusão:		
<p>A Energia Mecânica inicial é $E_{Mec_{inicial}} = E_{PA} = 0,017 \text{ J}$. Já a Energia Mecânica final é $E_{Mec_{final}} = E_{CB} = 0,012 \text{ J}$, Daí, a energia perdida será: $E_{perdida} = E_{Mec_{inicial}} - E_{Mec_{final}} \rightarrow E_{perdida} = 0,005 \text{ J}$. Nesse caso, ao percorrer todo o percurso, a esfera tem aproximadamente 30% da sua Energia Mecânica dissipada em outras formas de energia.</p>		

Fonte: Autoria própria (2019)

4.5 Quinto Experimento – Determinando a Constante Elástica da Mola

De acordo com Präss (s/d), em 1660, estudando as deformações de uma mola,

o físico inglês R. Hooke (1635-1703), descobriu que elas obedecem a um princípio simples, proporcionalidade. Dessa forma, ao esticar ou comprimir uma, surge na mola uma força (equação 16) oposta ao sentido de deformação, e que cresce proporcionalmente à dilatação provocada no sistema. A lei de Hooke é representada pela seguinte equação:

$$F_{El} = k \cdot \Delta X \quad (36)$$

Na equação (16) mostrada acima, k é a constante da mola, ou seja, é o fator que diferencia os sistemas elásticos e ΔX é a deformação criada na mola quando comprimida ou esticada.

Dessa forma, quando provocamos alguma deformação num meio elástico, ele tende a voltar para a posição de “conforto”, ou seja, equilíbrio. Assim, uma mola esticada ou comprimida exerce uma força elástica contrária tentando voltar à posição original. Nesse caso, dizemos que a mola adquire uma Energia Potencial (armazenada pelo sistema) e como trata-se de um meio elástico o nome correto é Energia Potencial Elástica.

Como mostrado na dissertação que deu origem a esse produto educacional, há uma equivalência entre Trabalho (W) e Energia Potencial (EP) e que pode ser representado da seguinte forma:

$$W = \Delta E_p \quad (37)$$

Como a força elástica não é constante, ou seja, muda proporcionalmente com a deformação, então o trabalho da força, nesse caso pode ser encontrado substituindo a equação (16) na equação (17) da dissertação que deu origem a esse produto. Além disso, é necessário considerar a deformação ΔX tão pequena, que tende a zero. Nesse caso, ΔX se transforma num elemento diferencial chamado de dX , Assim:

$$W_{x_i \rightarrow x_f} = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx \rightarrow W_{x_i \rightarrow x_f} = \int_{x_i}^{x_f} kX dX \rightarrow W_{x_i \rightarrow x_f} = \frac{1}{2} k \Delta X^2 \quad (38)$$

$$W = \Delta E_p \rightarrow \Delta E_p = \frac{1}{2} k \Delta X^2 \quad (39)$$

Assim, para conhecer a Energia Potencial Elástica, basta ter em mãos o valor da deformação da mola ΔX e a constante elástica k . Observando a equação (19), vemos que, por estar elevado ao quadrado, o valor da Energia Potencial Elástica cresce rapidamente quando deformamos a mola. Segue abaixo o passo a passo de como pode ser calculada a deformação e a constante da mola nos experimentos do kit educacional desse trabalho.

Materiais Necessários

- Maquete Educacional (mostrado na seção 3.2);
- Kit mola (mostrado na seção 3.3);
- 1 régua;
- Lápis ou caneta esferográfica;
- 1 metro de cordão ou fio, que sirva para amarra pequenos;
- “Pesos” de 0,5 kg ou 1,0 kg.

Obs.: (podem utilizar sacos de alimentos, que estejam fechados e que tenha o valor da massa registrado na embalagem. Exemplo: arroz, feijão, açúcar, etc.)

4.5.1 Passo a passo para fazer em sala

- 1º. Posicione a maquete sobre uma mesa plana e horizontal, de forma que a parte inicial, onde estão localizados os raios fique para fora da mesa. Veja a figura 12.
- 2º. Encaixe nos raios os buracos do kit de mola e em seguida faça uma marcação na posição inicial da mola (posição de equilíbrio);
- 3º. Amarre uma corda no braço maior da mola, e pendure objetos iguais e que tenham “pesos” conhecidos;
- 4º. Para cada peso colocado, faça uma marcação no kit mola;

- 5°. Utiliza uma régua e meça as distâncias da deformação da mola;
- 6°. Utilize a equação (16) e encontre o valor de k
- 7°. Organize os dados no quadro 11.

As figuras 12 e 13 abaixo, mostram como devem ser colocados o sistema de massa e também as deformações na mola quando são colocados pesos iguais e em sequência.

Figura 27 - Kit mola preso na maquete



Figura 28 - Deformações sofridas na mola



Fonte: Autoria própria (2019)

Quadro 11 - Determinando a constante elástica da mola

Grupo: _____

Alunos:

Cálculo da constante elástica k

Massa	Peso $P = m \cdot g$	ΔX	k

Calcule a k médio: _____ N.m

Fonte: Autoria própria (2019)

Quadro 12 – Valores medidos pelo pesquisador sobre a constante da mola

Cálculo da constante elástica k			
Massa (kg)	Peso (N) $P = m \cdot g$	ΔX (m)	k (N/m)
0,5	4,9 N	0,027	181
1,0	9,8 N	0,055	178
2,0	19,6	10,9	180

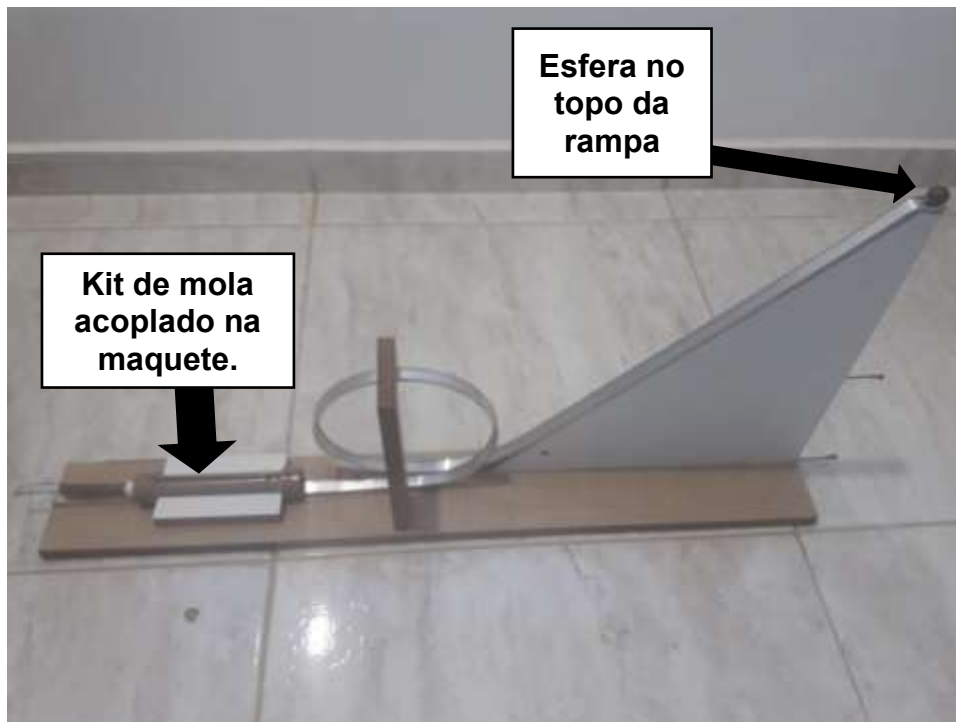
$k_{\text{médio}} \approx 180 \text{ N.m}$

Fonte: Autoria própria (2019)

4.6 Sexto Experimento – Calculando a Energia Potencial Elástica

A figura 14 mostra a kit mola acoplado na maquete para estudar os sistemas elásticos envolvidos. Nesse caso, a esfera é posicionada na parte mais alta da rampa adquirindo assim Energia Potencial Gravitacional. Como já mostrado nas seções anteriores, à medida que a esfera desce a rampa, transforma Energia Potencial Gravitacional em Energia Cinética e, caso o sistema fosse ideal, a Energia Mecânica permaneceria constante.

Figura 29 - Kit mola acoplado na maquete



Fonte: Autoria própria (2019)

Então, caso o sistema fosse ideal, a relação das energias pode ser escrita de acordo com a equação de conservação da energia, reescrita novamente abaixo.

$$E_{MECA} = E_{MECB} \rightarrow E_{PA} + E_{CA} + E_{elA} = E_{PB} + E_{CB} + E_{elB}$$

Assim, no final da trajetória teremos novamente uma transformação de energia onde a Cinética (translação e rotação) converte totalmente em Potencial Elástica após

ocorrer toda a deformação da mola. Esse processo pode ser escrito da seguinte maneira:

$$E_{PB} + E_{CB} + E_{elB} = E_{PC} + E_{CC} + E_{elC}$$

De forma que:

$$E_{CB} = E_{elC} \quad (40)$$

Dessa forma, quando a esfera atingir a mola, ocorrerá uma deformação nesta, armazenando toda energia na forma de Potencial Elástica. A partir daí a mola lança novamente a esfera sobre o trilho fazendo com que ela percorra todo o caminho de volta, tornando o movimento perpétuo. Nesse caso, a relação que podemos tirar desse sistema é:

$$E_{PA} = E_{elC} \rightarrow E_{PA} = \frac{1}{2}k\Delta X^2 \rightarrow \Delta X = \pm \sqrt{\frac{2E_{PA}}{K}} \quad (41)$$

A equação (21) acima mostra qual seria a deformação na mola caso o sistema fosse ideal. Porém, como já explicado em seções anteriores, esse experimento tem força de atrito atuando e com isso há redução no saldo da Energia Mecânica. Dessa forma, uma maneira de analisar a energia perdida no percurso, devido principalmente à força de atrito da esfera com o trilho será por meio da comparação entre os dados considerando o sistema ideal e sem atrito, com os encontrados no experimento e nesse caso com atrito. Além disso, é possível demonstrar experimentalmente que a deformação real da mola, encontrada nos testes experimentais, será menor do que o valor obtido quando aplicado a equação 21, já que nesse caso, o sistema é ideal. Segue abaixo, uma sugestão de como realizar esse experimento na sala de aula.

Materiais Necessários

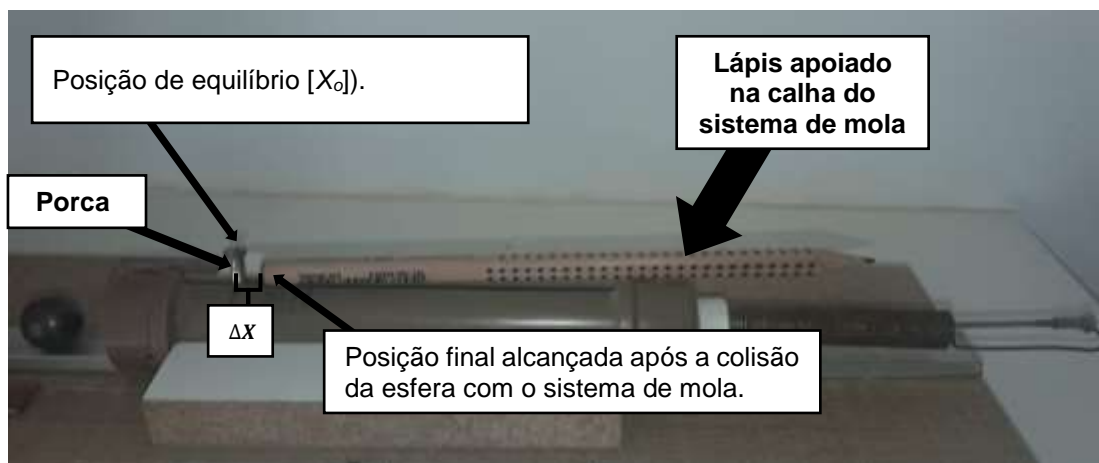
- Maquete Educacional (mostrado na seção 3.2);
- Kit mola (mostrado na seção 3.3);

- 1 régua;
- Lápis ou caneta esferográfica;

4.6.1 Passo a passo para fazer em sala

- 1º. Posicione a maquete educacional sobre uma superfície plana e horizontal;
- 2º. Encaixe o sistema de mola na maquete, como mostrado na figura 15;
- 3º. Coloque sobre o corte centralizado do sistema de mola um objeto leve e que possa deslizar facilmente sobre ele quando for empurrado pela ponta do raio, após a colisão da esfera. Veja figura 15;

Figura 30 - Sistema de mola com marcador de dilatação



Fonte: Autoria própria (2019)

- 4º. Posicione a esfera sobre o ponto mais alto da rampa e inicie o experimento;
- 5º. Peçam que responda o quadro 13 abaixo como exercícios.

Quadro 13 – Transformação de Energia

Grupo: _____		
Alunos:		
Massa da esfera: _____ kg	Altura de onde a esfera partiu _____ m	Energia Potencial Gravitacional $(E_{PG} = mgh)$ _____ J
Constante k da mola: _____ N/m	Deformação ΔX da mola _____ m	Energia Potencial Elástica $(E_{el} = \frac{1}{2} k\Delta X^2)$. _____ J
Energia Mecânica no ponto A (topo da rampa): _____ J	Energia Mecânica no ponto C (ponto final em que a mola estiver totalmente comprimida pela esfera): _____ J	Energia Dissipada no percurso: _____ J
Percentual da Energia Dissipada nessa atividade: _____ %		
Percentual da Energia Dissipada encontrada no quarto experimento (quadro 6): _____ %		
Conclusão: _____ _____ _____ _____		

Fonte: Autoria própria (2019)

O quadro 14 abaixo, mostra a última etapa do experimento. Nele é possível verificar as medidas obtidas pelo pesquisador durante os testes feitos na maquete encerrando, assim, os trabalhos desenvolvidos.

Quadro 14 – Valores medidos pelo pesquisador

Massa da esfera: 0,005 kg	Altura de onde a esfera partiu 0,34 m	Energia Potencial Gravitacional ($E_{PG} = mgh$) <i>Cálculo:</i> $E_{PG} = mgh \cong 0,005 \cdot 9,81 \cdot 0,34$ $E_{PG} \cong 0,017\text{J}$
Constante k da mola: 180 N/m	Deformação ΔX da mola 0,011 m	Energia Potencial Elástica ($E_{el} = \frac{1}{2} k\Delta X^2$). <i>Cálculo:</i> $E_{el} = \frac{1}{2} k\Delta X^2$ $\cong \frac{1}{2} 180 \cdot 0,011^2 \cong 0,01089 \rightarrow$ $E_{el} \cong 0,011\text{ J}$
Energia Mecânica no ponto A (topo da rampa): $E_{MecA} = E_{PA} \cong 0,017\text{J}$	Energia Mecânica no ponto C (ponto final em que a mola estiver totalmente comprimida pela esfera): $E_{MecC} = E_{elast} \cong 0,011\text{J}$	Energia Dissipada no percurso: <i>Cálculo:</i> $E_{Dissipada} = E_{MecA} - E_{MecC}$ $E_{Dissipada} \cong 0,006\text{J}$
Percentual da Energia Dissipada nessa atividade: Aproximadamente 35 % Percentual da Energia Dissipada encontrada no quarto experimento (quadro 6): Aproximadamente 30 %		
Conclusão: Fazendo uma comparação entre as duas maneiras de calcular a energia dissipada, podemos perceber que os valores estão próximos: 30% e 35%. Nesse caso, existe		

uma imprecisão nas medidas o que justifica essa pequena divergência entre os valores. Porém, esse pequeno erro pode ser considerado desprezível e, assim, concluímos que a energia dissipada no percurso é em média:

$$\frac{30\%+35\%}{2} \approx 33\%$$

Esses 33% da energia, foram retirados do saldo dos 0,017J da Mecânica, isso quer dizer que quando a mola lançar novamente a esfera sobre o trilho, ela terá 33% menos energia e, assim, sucessivamente até a esfera parar completamente.

Fonte: A autoria própria (2019)

REFERÊNCIAS

BOTERF, G. L. **Desenvolvendo a competência dos profissionais**. 3^a. ed. São Paulo: ARTMED, 2003.

BRASIL. **Equipamentos e materiais didáticos**. Profuncionário. Brasília: [s.n.]. 1997. p. 23.

CARVALHO, A. M. P. D. et al. **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: CENGAGE Learning, 2013.

DARSIE, M. M. P. Avaliação e Aprendizagem. **Caderno de Pesquisa**, São Paulo, p. 47-59, Novembro 1996. ISSN 99. Disponível em: <<http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/cp/article/view/785/797>>. Acesso em: 26 Janeiro 2019.

E-FÍSICA. Conservação da Energia. **e-física: Ensino de Física Online**, São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://efisica.if.usp.br/mecanica/basico/energia/intro/>>. Acesso em: 24 Janeiro 2019.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Mecânica**. 10^a. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 1, 2016.

LEX Luthor Drop of Doom Opens as the World's Tallest Freefall. **Newsplusnotes**, 2012. Disponível em: <<http://newsplusnotes.blogspot.com/2012/07/lex-luthor-drop-of-doom-opens-as-worlds.html>>. Acesso em: 31 Janeiro 2019.

MARQUES, G. D. C. **Dinâmica do Movimento dos Corpos: Energia Mecânica**. USP/ Univesp. São Paulo, p. 307. 2010.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física 1: Mecânica**. 1^a. ed. Beatriz Alvarenga: Scipione, 2006.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Rosario, v. 10, p. 108-117, Agosto 1993. ISSN 2.

NEVES, J. H. M. **Uso de experimentos, confeccionados com materiais alternativos, no processo de ensino e aprendizagem de física: Lei de Hooke**. Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, p. 65. 2015.

PADILHA, A. D. S. C.; SUTIL, N.; MIQUELIN, A. F. Vídeos como recursos didáticos para aprendizagem significativa em aulas de Ciências. **Congresso Nacional de Educação**, Curitiba, Curitiba. 5215-5529. Disponível em: <http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2013/6915_5240.pdf>. Acesso em: 25 Janeiro 2019.

PAZZINI, D. N. A.; ARAÚJO, F. V. D. **O uso do vídeo como ferramenta de apoio ao ensino-aprendizagem**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, p. 15. 2013.

PRÄSS, A. R. A lei de Hook. **Física.Net**: o canal da Física na Internet. Disponível em: <http://www.fisica.net/mecanicaclassica/a_lei_de_hooke.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2019.

RABELO, A. P. S. **Robótica educacional no ensino de Física**. Universidade Federal de Goiás. Catalão, p. 67. 2016.

RAMALHO, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. D. T. **Os Fundamentos da Física 1: Mecânica**. 9ª. ed. São Paulo: Moderna LTDA, v. 1, 2007.

SILVA, G. E. D.; SILVA, C. A. D. A importância da aprendizagem significativa nos anos iniciais. **Revista Científica Semana Acadêmica**, v. 1, n. 000117, Dezembro 2017. ISSN 2236-6717. Disponível em: <<https://semanaacademica.org.br/artigo/importancia-da-aprendizagem-significativa-nos-anos-iniciais>>. Acesso em: 26 Janeiro 2019.

SILVA, M. G. L. D.; MOHR, A.; ARAÚJO, M. F. F. D. **Temas de ensino e formação de professores de Ciências**. Natal: EDUFRN, 2012.

SILVA, R. T. D. **Trabalho e Energia Cinética**. Universidade Federal da Paraíba. [S.l.]. 2002.

SOUZA, V. R. D.; SANTOS, A. C. F. D. **Uma aula sobre energia mecânica e sua conservação através do uso de analogias**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 33. 2015.

TOP 10 Melhores Brinquedos em Parques de Diversões no Mundo. **YouTube**, 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=4Fb48c8YKy4>>. Acesso em: 25 Janeiro 2019.

TOP 5 SlingShot Freakouts! **YouTube**, 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=zsd4kv0bg9o>>. Acesso em: 25 Janeiro 2019.

VIEIRA, F. A. D. C.; AROZULIANI, S. R. Q. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. Bauru, p. 149. 2012.

YOUTUBE. Batman off-ride HD @60fps Six Flags Fiesta Texas. **YouTube**, 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=8VBI-G3-I-Y>>. Acesso em: 25 Janeiro 2019.

YOUTUBE. Lex Luthor: Drop of Doom Promo Six Flags Magic Mountain. **YouTube**,

2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=aBJze6BkfUg>>. Acesso em: 25 Janeiro 2019.