

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



RAMPA DE INCLINAÇÃO VARIÁVEL: UM INSTRUMENTO PARA A MEDIÇÃO SIMBÓLICA NO ENSINO DA ENERGIA MECÂNICA

MARIO LUIZ DE OLIVEIRA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Acre 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.

Orientadora: Profa. Dra. Esperanza Lucila Hernández Angulo – UFAC

Rio Branco/AC
2021

**RAMPA DE INCLINAÇÃO VARIÁVEL: UM INSTRUMENTO PARA A
MEDIÇÃO SIMBÓLICA NO ENSINO DA ENERGIA MECÂNICA**

MARIO LUIZ DE OLIVEIRA

Orientadora: Profa. Dra. Esperanza Lucila Hernández Angulo - UFAC

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Acre 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.

Aprovada por:

Prof. Dr. Marcelo Castanheira, da Silva

Profa. Dr^a. Murilena Pinheiro de Almeida

Prof. Dr^a. Esperanza Lucila Hernández Angulo

Rio Branco/AC
2021

*Dedico esta dissertação a minha
família!*

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, o doador da vida, que me permitiu chegar até aqui.

Agradeço às minhas filhas Mara Regina, Luana Mayara, Mariana Lícia, Luiza Janaína e ao meu pequeno Benjamin Luiz, por todo amor, apoio e torcida pela finalização desse trabalho.

Agradeço à professora doutora Esperanza Lucila Hernández Angulo, orientadora e amiga que muito contribuiu para meu crescimento acadêmico e profissional. Suas orientações e paciência foram fundamentais para a conclusão dessa pesquisa.

Agradeço à professora doutora Murillena Pinheiro de Almeida, amiga e colega de profissão. As primeiras conversas sobre minha participação no mestrado foram com ela. Seus conselhos, incentivo e auxílio foram valiosos.

Agradeço ao corpo docente e discente do Programa de Pós-Graduação Universidade Federal do Acre no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) na UFAC.

Agradeço a professora Francicleia Barroso e aos professores da escola EJORB por todo apoio e participação nessa pesquisa.

Agradeço a Aulenir Araújo, minha esposa e companheira de todos os momentos; grande incentivadora, apoiadora e motivadora. Ela é a grande “culpada” por eu ter chegado até aqui.

RESUMO

RAMPA DE INCLINAÇÃO VARIÁVEL UM INSTRUMENTO PARA A MEDIAÇÃO SIMBÓLICA NO ENSINO DA ENERGIA MECÂNICA

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias encontra-se constituída por Biologia, Física e Química. Nessas orientações curriculares, o estudo da Física inicia com o tema energia e suas transformações, o que justifica a pesquisa, no desenvolvimento de metodologias e materiais para o ensino e a aprendizagem desse tema no Ensino Médio. Face ao exposto, esta pesquisa visa elaborar um material curricular denominado "USO DA RAMPA DE INCLINAÇÃO VARIÁVEL: ENERGIA MECÂNICA SUAS TRANSFORMAÇÕES E CONSERVAÇÃO". Em sua consecução empregou-se a teoria interacionista de Vygotsky, a BNCC, os conteúdos físicos necessários sobre a energia mecânica, suas transformações e conservação, a caracterização das sequências didáticas baseadas nos pressupostos de Zabala. A metodologia foi determinada pela elaboração de uma sequência didática sobre energia mecânica utilizando uma rampa de inclinação variável. Para avaliar os resultados, foi realizado um projeto de extensão e uma parceria com a escola Jose Ribamar Batista, situada no município de Rio Branco, Acre. O produto foi apresentado para um grupo de professores de Física, os quais se disponibilizaram a responder o questionário sobre a viabilidade do mesmo. Os resultados obtidos foram analisados segundo a teoria interacionista de Vygotsky, através das respostas dos professores participantes na investigação. Foi observado que nem todos fazem uso de algum instrumento de mediação. Entretanto, todos os participantes consideraram importante a inserção da rampa de inclinação variável em suas aulas para trabalhar conteúdos de energia mecânica. A vantagem dessa proposta é que os professores poderão desenvolver um projeto em grupos, o que permitirá a interação dos alunos para a construção da rampa de inclinação variável como instrumento mediador para compreender o referido conteúdo.

Palavras-chave: Ensino de Física, Energia Mecânica, rampa de inclinação variável, aprendizagem, mediação simbólica.

RESUMEN

RAMPA DE INCLINACIÓN VARIABLE UN INSTRUMENTO PARA LA MEDIACIÓN SIMBÓLICA DE LA ENSEÑANZA DE LA ENERGÍA MECÁNICA

En la Base Nacional común Curricular (BNCC), el área de Ciencias Naturales y sus Tecnologías está constituida por Biología, Física y Química. En estos lineamientos curriculares, el estudio de la Física se inicia con el tema de la energía y sus transformaciones, lo que justifica la investigación, desarrollo de metodologías y materiales para la enseñanza y aprendizaje de este tema en el bachillerato. A la luz de lo anterior, esta investigación tiene como objetivo desarrollar un material curricular denominado "USO DE LA RAMPA DE INCLINACIÓN VARIABLE: ENERGÍA MECÁNICA, SUS TRANSFORMACIONES Y CONSERVACIÓN". En su realización se utilizó la teoría interaccionista de Vygotsky, el BNCC, los contenidos físicos necesarios sobre la energía mecánica, sus transformaciones y conservación, la caracterización de secuencias didácticas basadas en los supuestos de Zabala. La metodología se determinó mediante la elaboración de una secuencia didáctica sobre energía mecánica mediante una rampa de inclinación variable. Para evaluar los resultados se llevó a cabo un proyecto de extensión y una alianza con la escuela José Ribamar Batista, ubicada en el municipio de Rio Branco, Acre. El producto fue presentado a un grupo de profesores de física, quienes se ofrecieron como voluntarios para responder el cuestionario sobre su viabilidad. Los resultados obtenidos fueron analizados según la teoría interaccionista de Vygotsky, a través de las respuestas de los profesores participantes en la investigación. Se observó que no todos hacen uso de algún instrumento de mediación. Sin embargo, todos los participantes consideraron importante incluir la rampa de pendiente variable en sus clases para trabajar el contenido de energía mecánica. La ventaja de esta propuesta es que los docentes podrán desarrollar un proyecto en grupos, lo que permitirá la interacción de los estudiantes para la construcción de la rampa de inclinación variable como instrumento mediador para comprender el contenido mencionado.

Palabras claves: Energía Mecánica, Rampa de Inclinación Variable, Enseñanza de la Física, Aprendizaje, Mediación Simbólica.

ABSTRACT

VARIABLE INCLINATION RAMP AN INSTRUMENT FOR SYMBOLIC MEDIATION IN MECHANICAL ENERGY TEACHING

In the National Common Curriculum Base (BNCC) High School, the area of Natural Sciences and its Technologies is constituted by Biology, Physics and Chemistry. In these curricular guidelines, the study of Physics begins with the theme energy and its transformations, which justifies the research, the development of methodologies and materials for the teaching and learning of this theme in High School. In view of the above, this research aims to develop a curricular material called "USE OF THE VARIABLE INCLINATION RAMP: MECHANICAL ENERGY, ITS TRANSFORMATIONS AND CONSERVATION". In its attainment, Vygotsky's interactionist theory was used, the BNCC, the necessary physical contents about energy mechanics, their transformations and conservation, the characterization of didactic sequences based on Zabala's assumptions. The methodology was determined by the elaboration of a didactic sequence on mechanical energy using a variable slope ramp. To evaluate the results, an extension project was carried out and a partnership with the Jose Ribamar Batista school, located in the municipality of Rio Branco, Acre. The product was presented to a group of Physics teachers, who were willing to answer the questionnaire on its feasibility. The results obtained were analyzed according to Vygotsky's interactionist theory, through the responses of participating teachers are in the investigation. It was observed that not everyone makes use of some mediation instrument. However, all participants considered it important to include the variable slope ramp in their classes to work on mechanical energy content. The advantage of this proposal is that teachers will be able to develop a project in groups, which will allow students to interact for the construction of the variable slope ramp as a mediating instrument to understand the aforementioned content.

Keywords: Physics Teaching, Mechanical Energy, variable slope ramp, learning, symbolic mediation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Objeto deslocado sobre a superfícies horizontal, sob a ação de uma força.....	27
Figura 2: Objeto pendurado em repouso.....	28
Figura 3: Gráfico da projeção da força c	28
Figura 4: Gráfico de uma força $F(x)$, var	29
Figura 5. Duas possíveis trajetórias para uma partícula se deslocar de um ponto A a um ponto C.....	32
Figura 6: um bloco de massa m , posto a deslizar, a partir do repouso, da posição A arbitrária.....	33
Figura 7: Rampa de Inclinação Variável dotada com mola numa extremidade (C)	42
Figura 7A: Rampa de Inclinação Variável	44
Figura 8: Crianças saltando de galho de árvore, num riacho	47
Figura 9: Rampa de Inclinação Variável.....	53
Figura 10: Um Bloco na posição A	54
Figura 7B: Rampa de Inclinação Variável dotada de mola numa extremidade (C)	56
Figura 11: Rampa de inclinação Variável com alturas em A e C iguais	59
Figura 12: Gráfico da experiência profissional dos professores participantes da pesquisa.....	65

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 LEV SEMYNOVICH VYGOTSKY E SUA TRAJETÓRIA NO ESTUDO DA APRENDIZAGEM E DO DESENVOLVIMENTO HUMANO	14
2.2 O OLHAR DE VYGOTSKY SOBRE O PROCESSO DE APRENDIZAGEM	16
2.3 A APRENDIZAGEM ANTECEDE O DESENVOLVIMENTO (COGNITIVO)	18
2.4 A INTERAÇÃO SOCIAL É UMA CONDIÇÃO ESSENCIAL	20
2.5 A INTERAÇÃO SOCIAL – RELAÇÕES DIALÓGICAS COM OUTROS SUJEITOS MAIS EXPERIENTES.....	20
2.6 CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS – CONCEITOS ESPONTÂNEOS X CONCEITOS CIENTÍFICOS	21
2.7 BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR - BNCC.....	22
2.7.1 Ciências da Natureza e suas Tecnologias	22
2.7.2 Projeto de Vida	24
2.8 ENERGIA MECÂNICA, TRANSFORMAÇÕES E SUA CONSERVAÇÃO	25
2.8.1 Energia	25
2.8.2 Trabalho Realizado por uma Força Constante	27
2.8.3 Trabalho Realizado por uma Força Variável	29
2.8.4 Energia Cinética e o Teorema do Trabalho-Energia	30
2.8.5 Forças Conservativas	31
2.8.6 Energia Potencial	35
2.8.7 Sistemas Conservativos	36
2.8.8 Forças não conservativas	37
2.9 CARACTERIZAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS	37
3 METODOLOGIA	39
3.1 ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	39
3.2 DETALHAMENTO DAS AULAS.....	40
3.2.1 Realização de um projeto para a Construção de uma Rampa de Inclinação Variável para estudo de Energia Mecânica no ensino médio	40
3.2.2 Tema: Energia mecânica e suas transformações. Apresentação dos conceitos através de uma problematização.	41
3.2.3 Tema: Introduzir o conceito da ação de uma força constante ou de uma força variável como agente responsável pelas eventuais transformações de energia.	44

3.2.4 Tema: Energia Cinética	49
3.2.5 Tema: Energia Potencial Gravitacional.....	53
3.2.6 Tema: Energia Potencial Elástica.....	55
3.2.7 Tema: Princípio de conservação de energia; Princípio de conservação da energia mecânica; Transformações da energia mecânica e suas aplicações.	59
4 RESULTADOS.....	62
4.1 ANTECEDENTES E CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA.....	62
4.2 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	62
4.3 ANALISES DOS RESULTADOS.....	65
5 CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS.....	75
APENDICE A: Termo de parceria com escola EJORB	77
APENDICE B: Produto Educacional	80

1 INTRODUÇÃO

Professores, tanto da Educação Básica quanto do Ensino Superior, são desafiados a tornar concreto, à percepção dos estudantes, o entendimento dos modelos matemáticos que descrevem fenômenos físicos. Esse desafio esteve presente em mim, desde da minha iniciação nos caminhos da docência, no ano de 1988, quando fui convidado a fazer parte do corpo docente de uma escola particular de Ensino Médio recém-inaugurada em Rio Branco, Acre, com o objetivo de lecionar a disciplina Física.

Além da preocupação em adquirir algum domínio acerca dos conteúdos de Física – afinal, não tinha formação específica –, fui “assaltado” por algumas inquietações, sendo que as mais relevantes de todas, para mim, foram: Como fazer com que os temas a serem ministrados tivessem significado real para os alunos? Como fazer com que eles, os alunos, associassem os princípios físicos aos modelos matemáticos representativos daqueles princípios e como trazer os eventos analisados e os resultados obtidos significativos para o seu cotidiano? Era preciso fazê-los ver que não se tratava apenas de um “amontoado de fórmulas” sem qualquer conexão com as suas vidas, mas, ao contrário, elas serviam para descrever uma série de fenômenos observáveis e, até certo ponto, corriqueiros. Com o auxílio de colegas mais experientes fui, aos poucos, aprendendo como lidar com a situação; entretanto, de pronto, ficou claro que não conseguiria avançar se, antes, não conquistasse a confiança dos alunos e isso foi feito lentamente com muita conversa, muito diálogo, no sentido de desmistificar o ensino das ciências exatas e das ciências naturais ao tempo em que tentava, ainda, fazê-los ver que, em vários momentos, elas conversavam entre si. Era preciso tranquilizá-los.

A experiência foi tão gratificante que, pouco tempo depois, ingressei no curso de Licenciatura Plena em Matemática e, posteriormente, em um curso de Especialização em Ensino de Matemática.

Anos depois, ao ser admitido para o corpo docente da Universidade Federal do Acre (UFAC) no, então, Departamento de Ciências da Natureza (DCN), no quadro da Física, uma nova inquietação se instaurou. Eu estava, agora, diante de um novo desafio ainda maior que o anterior: lecionar Física para

pessoas que se tornariam professores; primeiro na Licenciaturas em Ciências e em Matemática e, após, nas recém criadas Licenciatura em Química e Licenciatura em Física.

As respostas começaram a se delinear quando surgiram, inicialmente, a oportunidade de trabalhar com Estágio Supervisionado na Licenciatura em Física, e posteriormente, ao assumir a coordenação do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) na área de Física e Matemática e, concomitantemente a estas atividades, atuar nas várias disciplinas denominadas Instrumentações de Ensino que permeiam o curso de Licenciatura em Física.

As inquietações descritas acima, ainda que um pouco mais ponderadas, considerando a experiência docente advinda de vivências e fazeres pedagógicos associados a estudos e a busca de “modelos” que possibilitem o processo de ensino e aprendizagem, pautados na mediação simbólica, motivaram essa pesquisa de mestrado.

Os conceitos relativos à mecânica podem ser visualizados ou sensorialmente percebidos. Contudo, sua representação matemática e a relação dessa representação com os eventos referentes à mecânica carecem de serem apropriadas pelos estudantes, com o auxílio e a mediação pedagógica do docente.

Conforme a Lei 9394/1996 - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional -, o Ensino Médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades: I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos; II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores; III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

Desde o ano de 1995 foram se incorporando gradativamente, no Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) que se constituem em diretrizes

elaboradas para orientar os educadores por meio da normatização de alguns aspectos fundamentais concernentes a cada disciplina.

Na atualidade, no Brasil, está em vigência a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017) que consiste em um documento curricular de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica.

A Secretaria Estadual de Educação do Acre realizou, em junho de 2019, formação continuada dos professores de sua rede de ensino com os objetivos de estabelecer uma discussão em torno dos princípios gerais propostos pela BNCC, compreender os fundamentos pedagógicos, analisar as 10 competências gerais para a Educação Básica, refletir a aplicabilidade das competências sócio emocionais e compreender a importância das metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem.

Nos termos propostos na BNCC as disciplinas Física, Química e Biologia formam um conjunto denominado Ciências da Natureza começando com o estudo de Energia. Essa nova matriz curricular e modalidade didática do ensino de Física para o ensino médio representa um desafio para os professores atuais de Física formados na área devido às diferenças de suas experiências como alunos nos diferentes níveis de ensino; e a esse desafio se acrescenta a dificuldade de o professor trabalhar na modalidade de ensino remoto, pois, as aulas presenciais foram suspensas em março de 2020 devido a pandemia causada pelo CORONAVÍRUS – Covid 19, conforme o decreto nº 5.465 de 16 de março de 2020, do Governo do Estado do Acre. Essa condição de ensino remoto, vem se configurando numa modalidade que poderá permanecer como parte do trabalho do professor, mesmo após o retorno das aulas presenciais.

Nesta perspectiva, o presente trabalho, com base no que está preconizado na BNCC, se propõe a abordar conceitos físicos referentes ao tema Energia Mecânica, sua conservação e correspondentes transformações. Tais conceitos, estabelecem que a Energia Mecânica pode ser identificada na natureza a partir de duas abordagens distintas. Uma considerando a velocidade do movimento de um dado objeto, com relação a um sistema de referência, seja na forma vibracional, rotacional ou translacional: a Energia Cinética; E a outra, considerando a posição deste objeto relativamente a um dado nível de

referência: a Energia Potencial. Seja qual for a abordagem, convém ressaltar a possibilidade das transformações de uma em outra forma de manifestação e, por fim, avaliar as circunstâncias segundo às quais a quantidade total de energia mecânica se mantém constante, num determinado sistema de objetos, não obstante as possíveis transformações.

Assim, faz-se necessário investigar o seguinte problema: **Como promover a apropriação dos conceitos de energia mecânica, abordados no Ensino Médio, com a utilização de uma rampa de inclinação variável baseados na teoria de Vygotsky?**

Objetivo Geral:

Elaborar um material curricular denominado USO DA RAMPA DE INCLINAÇÃO VARIÁVEL: ENERGIA MECÂNICA SUAS TRANSFORMAÇÕES E CONSERVAÇÃO, para abordar a energia mecânica no Ensino Médio, com vistas à sua possível utilização por parte dos professores de física.

Objetivos Específicos:

- Construir uma Rampa de Inclinação Variável;
- Elaborar um passo a passo sobre a construção da rampa para disponibilizar aos professores;
- Elaborar uma Sequência Didática sobre Energia Mecânica com a utilização da rampa de inclinação variável;
- Estabelecer os requisitos que deverão possuir os professores que emitirão o parecer;
- Realizar um projeto de extensão com uma escola de ensino médio
- Explicar em que consiste o produto educacional
- Coletar os dados da pesquisa (parecer dos professores de física do ensino médio sobre a viabilidade de construção e utilização da rampa);
- Analisar os resultados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A presente pesquisa se fundamenta nos aportes teóricos da *Teoria de Aprendizagem de Vygotsky* (1984; 1987), especialmente, nos conceitos de apropriação, mediação simbólica e a linguagem (uso de instrumentos, signos e símbolos). Esses conceitos são empregados na construção de um instrumento - Rampa de Inclinação Variável, com o qual são explorados os conceitos relativos à energia mecânica, ensinados no Ensino Médio.

2.1 LEV SEMYNOVICH VYGOTSKY E SUA TRAJETÓRIA NO ESTUDO DA APRENDIZAGEM E DO DESENVOLVIMENTO HUMANO

Lev Semynovich Vygotsky (1896 - 1934) foi um psicólogo bielo-russo responsável pela realização de várias pesquisas na área do desenvolvimento humano, da aprendizagem e do papel essencial das relações sociais envolvidas nesses processos. Tais pesquisas deram origem à corrente de pensamento denominada Sócio Interacionismo.

Vygotsky nasceu a 17 de novembro de 1896 em Orsha, uma pequena cidade nas proximidades de Minsk, a capital da Bielo-Rússia. Era filho de uma próspera e culta família judaica que viveu um longo período em Gomel, também na Bielo-Rússia. Por esta razão, teve alguns tutores particulares e foi sempre muito dedicado à leitura, e desde cedo mostrou-se um estudante dedicado e ávido por informações, tendo tido acesso ao aprendizado de diferentes línguas como o alemão, o latim, o hebraico, o francês e o inglês, “o que permitiu que entrasse em contato com materiais de diversas procedências... mais do que teria acesso apenas com as traduções russas disponíveis” (REGO, 1995).

Concluiu seu curso secundário aos dezessete anos, num colégio privado de Gomel, com excelente desempenho; ocasião em que recebeu medalha de ouro pelos resultados apresentados, apesar de sua procedência:

Apesar das evidências de sua brilhante capacidade intelectual, Vygotsky, por ser judeu, teve enormes dificuldades de ingressar na Universidade... que disponibilizava apenas 3% das vagas aos alunos judeus ... e eram impedidos de exercer inúmeras profissões ... (WERTSCH, 1988, p. 23).

No ano seguinte, aos 18 anos, iniciou-se no curso de Medicina, mas em seguida transferiu-se para o curso de Direito da Universidade Imperial de

Moscou. Simultaneamente ao curso de Direito estudou Literatura e História da Arte, além de História e Filosofia, na Universidade Popular Shanyavsky.

Em 1917, graduou-se em Direito e apresentou um trabalho sobre a obra Hamlet, de Shakespeare intitulado “*A tragédia de Hamlet, príncipe da Dinamarca*”, a qual, posteriormente, acabou por dar origem ao livro “*Psicologia da Arte*”, que só foi publicado na Rússia quarenta e oito anos após, em 1965. Segundo Luria (1988) nesse trabalho e em outros ensaios literários posteriores, é possível identificar sua grande competência para realizar análises psicológicas. Após concluir o curso voltou para Gomel onde, além de escrever críticas literárias e proferir palestras sobre temas ligados à literatura e à psicologia em várias escolas, publicou um estudo sobre os métodos de ensino da literatura utilizada nas escolas secundárias. Ainda em Gomel, Vygotsky fundou uma editora, uma revista literária e um laboratório de psicologia no Instituto de Treinamento de Professores, onde ministrava cursos. A partir daí, para auxiliar no desenvolvimento das crianças centralizou suas pesquisas na compreensão dos processos mentais superiores tais como: memória, consciência, percepção, atenção, fala, pensamento, vontade, formação de conceitos e emoção. Esses processos mentais superiores são definidos como funções mentais que caracterizam o comportamento consciente dos seres humanos.

Em 1924, após ter participado do II Congresso de Psicologia em Leningrado, dada à qualidade e complexidade do tema que abordou, recebeu convite para trabalhar no Instituto de Psicologia de Moscou, época em que escreveu o trabalho “*Problemas da Educação de Crianças Cegas, Surdas mudas e Retardadas*”. O interesse de Vygotsky pelas funções mentais superiores, pela cultura, pela linguagem e pelos processos orgânicos cerebrais levaram-no a trabalhar com pesquisadores neurofisiologistas, responsáveis por deixar contribuições significativas para o Instituto de Deficiência de Moscou, entre eles o livro “*A Formação Social da Mente*” onde aborda os processos psicológicos tipicamente humanos, analisando-os a partir da infância e do contexto histórico-cultural de imersão da criança. O autor advoga que a mente humana possui um complexo processo de formação social e cultural, ou seja, a mente humana resulta de uma interação e síntese indissociável entre biologia e cultura.

De 1924 até o ano de sua morte, apesar da doença que o consumia – a tuberculose – e das frequentes hospitalizações, Vygotsky continuou a desenvolver uma produção intelectual profícua, “conseguindo além de amadurecer seu programa de pesquisas, liderando um grupo de jovens cientistas, pesquisadores da psicologia e das anormalidades físicas e mentais, tendo como projeto principal a tentativa de estudar os processos de transformação do desenvolvimento humano na sua dimensão filogenética¹, histórico-social e ontogenética²” (REGO, 1995, p. 24).

Dentre os trabalhos de Lev Vygotsky destacam-se: “A Pedagogia de Crianças em Idade Escolar” (1928), “Estudos Sobre a História do Comportamento” (1930, escrito em coautoria com Luria), “Lições de Psicologia” (1932), “Fundamentos da Pedologia” (1934), “Pensamento e Linguagem” (1934), “Desenvolvimento da Criança Durante a Educação” (1935) e “A Criança Retardada” (1935).

Após sua morte, as ideias de Vygotsky foram repudiadas pelo governo soviético e suas obras, proibidas na União Soviética, entre 1936 e 1958, durante a censura do regime stalinista. Em consequência, seu livro “Pensamento e Linguagem” foi lançado no Brasil somente em 1962 e “A Formação Social da Mente” apenas em 1984.

Vygotsky faleceu em 11 de junho de 1934, em Moscou, Rússia.

2.2 O OLHAR DE VYGOTSKY SOBRE O PROCESSO DE APRENDIZAGEM

O olhar de Vygotsky não estava vinculado somente à Psicologia e, justamente por isso, Vygotsky foi capaz de abordar as questões educacionais com mais profundidade, por considerar que a Psicologia do seu tempo não era capaz de produzir explicações suficientes acerca dos processos psicológicos das pessoas. Segundo Freitas (1996, p. 73) “o sucesso dessa empreitada deveu-se ao fato de não ter sido um psicólogo profissional, mas, vinculado com as Artes, a Literatura, a Semiótica e a Educação” permitiram-lhe incorporar “contribuições de outras áreas do conhecimento”.

¹ FILOGENÉTICA: relativo ao desenvolvimento da espécie humana.

² ONTOGENÉTICA: relativo ao desenvolvimento da criança.

Interessavam-lhe “particularmente os problemas relativos aos mecanismos psicológicos da criação literária e as questões semiológicas³ relacionadas com a estrutura e as funções dos símbolos, signos e imagens poéticas” (FREITAS, 1996, pag. 75). Por conseguinte, o trabalho de Vygotsky que focaliza a aprendizagem recebe aportes de diferentes campos além da psicologia, fisiologia, literatura, linguagem e artes.

A elaboração de instrumentos com a finalidade de produzir aprendizagem de conceitos e fenômenos físicos relaciona-se com a inserção social e cultural dos estudantes, assim como com o contexto histórico de produção da própria ciência. Dessa forma, a aprendizagem da Física relaciona fatores sociais, culturais, políticos e históricos. Do mesmo modo, a produção do conhecimento por si só não se realiza de forma independente do contexto social, cultural e histórico, isto é, a mente possui uma construção social e conseqüentemente coletiva, pressuposto postulado por Lev Semynovich Vygotsky.

A teoria de aprendizagem de Vygotsky considera que o desenvolvimento cognitivo é dependente da interação social e os processos mentais são mediados por instrumentos e signos; desse modo, promover atividades e experiências de aprendizagem ensejam considerar a linguagem, os signos, símbolos e instrumentos.

Segundo Moysés citando Leontiev (1904-1979), um dos colaboradores de Vygotsky, afirma que:

A questão da mediação do comportamento por meio de um instrumento foi uma das primeiras premissas levantadas por Vygotsky, com base na qual se deu o desenvolvimento das suas investigações posteriores. (MOYSÉS, 2012, p. 22).

Nestes termos, construir instrumentos para intervir na natureza e mensurar grandezas também auxilia o processo de formação de conceitos, das

³SEMILOGIA; SEMIÓTICA: para Charles S. Pierce 1839-1914, teoria geral das representações, que leva em conta os signos sob todas as formas e manifestações que assumem (linguísticas ou não), enfatizando a propriedade de convertibilidade recíproca entre os sistemas significantes que integram.

estruturas mentais superiores e da apropriação do conhecimento da Física na escola.

2.3 A APRENDIZAGEM ANTECEDE O DESENVOLVIMENTO (COGNITIVO)

Lev Vygotsky em conjunto com seus colaboradores Alexander Romanovich Luria (1902-1977) e Alexei Nikolaievich Leontiev (1904-1979) compõe o grupo de pesquisadores da corrente de pensamentos que se tornou conhecida da chamada Psicologia Soviética e que muito se destacou após a revolução de 1917 ao buscar abordar a natureza e significação dos fenômenos psicológicos humanos a partir de novas perspectivas, apontando para a democratização do saber produzido pela e para a sociedade do novo contexto político soviético.

Vygotsky e seu grupo buscaram uma abordagem que possibilitasse a descrição e a explicação das funções psicológicas superiores em termos aceitáveis para as ciências naturais. A partir desta abordagem teórica inaugura-se uma nova perspectiva para a Psicologia. Vygotsky foi o primeiro psicólogo a visualizar a cultura como um elemento integrante da natureza humana, mecanismo que ele denominou de processo de internalização que acontece do Inter psíquico para o intrapsíquico; ou seja, a partir das inter-relações entre os indivíduos, cada um deles se modifica em função daquilo que é capaz de apreender e, em seguida, o processo se dá no sentido de internalizar e consolidar essas modificações.

Segundo Moysés (2012) Leontiev (1904 - 1979), um dos parceiros de Vygotsky, afirma em seu inscrito que:

A questão da mediação do comportamento por meio de um instrumento foi uma das primeiras premissas levantadas por Vygotsky, com base qual se deu o desenvolvimento das suas investigações posteriores. (MOYSÉS, 2012, p. 22).

A sua prática profissional como professor da educação especial, aliada à sua formação como psicólogo e a reflexão sobre as experiências vividas em ambas as áreas, levaram-no a uma concepção avançada sobre o papel da aprendizagem no desenvolvimento humano, ampliando os pressupostos acerca da inteligência infantil. Ele torna evidente que na avaliação da capacidade

intelectual da criança, apenas o desempenho nos testes psicológicos é insuficiente, pois estes mensuram apenas o nível de desenvolvimento cognitivo alcançado, porém não dando informações acerca do desenvolvimento iniciado e “ainda não atingido” e que, com a mediação do interlocutor, ainda podem ser alcançadas: o desenvolvimento proximal. Assim sendo, entende que “o papel da escola é ensinar a aprender, permitir que o sujeito trabalhe além do nível de desenvolvimento real (desenvolvimento já completado) mobilizando a zona de desenvolvimento (espaço entre o real e o potencial — o que está próximo de ser atingido, mas precisa de ajuda para alcançar” (VYGOTSKY 1984).

Tal concepção só pode ser entendida na medida da sua real abrangência se for levada em conta a noção de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), elaborada por Vygotsky, a qual compreende a integração da dimensão presente e o possível desenvolvimento humano, levando em consideração que a sua evolução envolva não só as possibilidades já conquistadas, mas também, e em igual importância, aquelas que ainda estão em andamento e que apresentem a possibilidade real de virem a ocorrer, em função da mediação contextualizada das relações interpessoais.

Assim, segundo Isaia (1992), a mediação se constitui:

Como atividade cognitiva que permite aos homens, em interação recíproca, e por mediação de signos e símbolos, apropriarem-se do acervo de conhecimentos historicamente construído pela humanidade e, através de uma combinação dialética entre o antigo e o novo, transformá-lo qualitativa e quantitativamente” (ISAIA, 1992, p. 104).

Segundo a óptica “vygotskyana”, os processos de desenvolvimento e aprendizagem não ocorrem simultaneamente, mas de modo recorrente, alternativo e contínuo, com dependência direta da bagagem social, cultural, histórica de cada indivíduo; opondo-se às ideias até então colocadas, ele fundamenta a posição teórica em que os processos de desenvolvimento podem ser beneficiados pelas aprendizagens.

Como afirma Moysés (2012, p. 26) “a obra de Vygotsky está repleta de exemplos de como se dá essa mediação em diferentes processos psíquicos.

2.4 A INTERAÇÃO SOCIAL É UMA CONDIÇÃO ESSENCIAL

Em sua Teoria da Mediação, Vygotsky estabelece que o desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido e nem atingido sem que se faça referência ao contexto histórico, social e cultural no seio do qual ele ocorre. Esse é um dos pilares de sua teoria sociointeracionista.

Entretanto, ao contrário do que se possa pensar, não se trata apenas de considerar o meio social como parâmetro de referência no processo de cognição, mas compreender que o desenvolvimento cognitivo é a transformação das relações sociais em funções mentais por intermédio de relações dialógicas com outros sujeitos mais experientes.

Segundo Moysés (2012):

Vygotsky defendia a ideia de que o verdadeiro curso do processo de desenvolvimento do pensamento infantil assume uma direção que vai do social para o individual (MOYSÉS, 2012, p. 27).

A importância da cultura, da linguagem e das relações sociais na teoria de Vygotsky fornece a base para uma *educação* na qual o homem seja visto na sua totalidade: na multiplicidade de suas relações com outros, na sua especificidade cultural; na sua dimensão histórica, ou seja, em processo de construção e reconstrução.

2.5 A INTERAÇÃO SOCIAL – RELAÇÕES DIALÓGICAS COM OUTROS SUJEITOS MAIS EXPERIENTES

Vygotsky acredita que a mediação é o instrumento através do qual se dá a internalização dos instrumentos e signos que dão significado ao conhecimento. O instrumento é aquilo que pode ser usado para fazer alguma coisa, enquanto o signo que pode ser, por exemplo, uma palavra ou um gesto, é aquilo que pode representar alguma coisa e pode ser indicador, icônico ou simbólico.

Segundo Vygotsky “a combinação do uso de instrumentos e signos é característica apenas do ser humano e permite o desenvolvimento de funções mentais ou processos psicológicos superiores” sendo este o fator que diferencia o ser humano dos outros animais. Assim como a utilização de signos incrementa as operações psicológicas, quanto mais instrumentos forem utilizados mais será

incrementada a gama de atividades nas quais o indivíduo pode aplicar suas novas funções psicológicas.

2.6 CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS – CONCEITOS ESPONTÂNEOS X CONCEITOS CIENTÍFICOS

Para tornar mais clara a diferença entre estas ideias, Silva Júnior (2013, p. 119), nos fornece um melhor entendimento quando afirma que “Os conceitos espontâneos (ou cotidianos) são aqueles não relacionados ao ensino formal, adquiridos cotidianamente através da experiência concreta das crianças”. Por outro lado, no que diz respeito aos conceitos científicos, estabelece que: “Por seu turno, representam os conhecimentos sistematizados, adquiridos nas interações escolarizadas [...] estão relacionados ao ensino formal [...]” (SILVA JÚNIOR, 2013, p. 119).

Há uma diferença fundamental, portanto, entre estes dois conceitos, na medida em que o conceito espontâneo, como o próprio nome expressa, nasce da experiência concreta, cotidiana e não formal, enquanto que o científico, também como sugere a denominação, está relacionado especificamente aos conhecimentos obtidos de forma sistematizada e nos modelos das interações propiciadas pelo ensino formal. Vygotsky (2009) sustenta que o desenvolvimento dos conceitos científicos é de imensa importância, do ponto de vista das tarefas escolares, porque inicia a criança no universo da conceituação formal, mas, paralelamente, e em sentido contrário, muito pouco se sabe sobre esse assunto.

Nesse contexto Moysés (2012), fundamentando-se nas ideias de Vygotsky, afirma:

A principal tarefa do professor ao transmitir ou ajudar o aluno a construir esse tipo de conceito é a de leva-lo a estabelecer um enlace indireto com o objeto por meio das abstrações em torno das suas propriedades e da compreensão das relações que ele mantém com um conhecimento mais amplo (MOYSÉS, 2012, p. 35).

Costas (2012) contribui com Vygotsky ao sinalizar que:

O indivíduo deixa de ser aquele que irá demonstrar esquemas cognitivos já estruturados, para se apresentar como um ser em construção, que está se apropriando de signos e de ferramentas culturais na sua relação mediada com os demais” (COSTAS, 2012, p. 17).

Vygotsky (2009) esclarece que o desenvolvimento dos conceitos espontâneos da criança deve evoluir até certo nível para que ela possa apreender os científicos, e, neste mesmo grau de explicação, ele coloca o caminho que relaciona esses conceitos da seguinte forma:

Para efeito de clareza, poderíamos conceber esquematicamente o caminho do desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos da criança sob a forma de duas linhas de sentidos opostos, uma das quais se projetando de cima para baixo, atingindo um determinado nível no ponto em que a outra se aproxima ao fazer o movimento de baixo para cima. Se designássemos convencionalmente como inferiores as propriedades do conceito mais simples, mais elementares, que amadurecem mais cedo, designando como superiores àquelas propriedades mais complexas, vinculadas à tomada de consciência e à arbitrariedade e que se desenvolvem mais tarde, poderíamos dizer convencionalmente que o conceito espontâneo da criança se desenvolve de baixo para cima, das propriedades mais elementares e inferiores às superiores, ao passo que os conceitos científicos se desenvolvem de cima para baixo, das propriedades mais complexas e superiores para as mais elementares e inferiores. Esta diferença está vinculada à referida relação distinta dos conceitos científico e espontâneo com o objeto (VYGOTSKY, 2009, p. 347).

A elaboração do conhecimento e o correspondente processo de sua apropriação referente ao campo científico da Física implicam na mobilização dialética dos signos, instrumentos e símbolos, elementos constituintes da linguagem, essenciais ao processo de aprendizagem. Logo, o aprendizado da Física inter-relaciona linguagem, interações sociais e cultura.

2.7 BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR - BNCC

2.7.1 Ciências da Natureza e suas Tecnologias

A Base Nacional Comum Curricular - BNCC - estabelece, na Competência específica 1, de *Ciências da Natureza e suas Tecnologias*, que o objetivo desta competência consiste em:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (BNCC, 2017 p. 553).

Essa competência 1 trata, portanto, das relações e interações entre matéria e energia, presentes em fenômenos naturais e em processos

tecnológicos, visando à compreensão dessas interações e à avaliação, por parte do estudante, dos impactos dessas interações no desenvolvimento de processos e produtos ou em atividades cotidianas.

Conforme a BNCC (2017):

Em Matéria e Energia, no Ensino Médio, diversificam-se as situações-problema, referidas nas competências específicas e nas habilidades, incluindo-se aquelas que permitem a aplicação de modelos com maior nível de abstração e que buscam explicar, analisar e prever os efeitos das interações e relações entre matéria e energia (...) (BNCC, 2017 p. 549).

Na área de Ciências da Natureza, ainda de acordo com a BNCC (2017):

A elaboração, a interpretação e a aplicação de modelos explicativos para fenômenos naturais e sistemas tecnológicos são aspectos fundamentais do fazer científico, bem como a identificação de regularidades, invariantes e transformações (BNCC, 2017, p. 548).

A investigação científica, deve ter destaque no processo de construção do ensino e aprendizagem dos alunos. Sobre esse processo, a BNCC (2017) diz:

A dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área (BNCC, 2017 p. 548).

Em assim sendo, no “Ensino Médio, o desenvolvimento do pensamento científico envolve aprendizagens específicas, com vistas a sua aplicação em contextos diversos” (BNCC, 2017 p. 548).

Pode-se, portanto, esperar que a investigação científica sirva de referência como elemento norteador na resolução de questões cotidianas, estabelecendo e identificando os vários aspectos que relacionem estas questões ao conceito científico ao qual está vinculada.

2.7.2 Projeto de Vida

“Projeto de Vida” é o que nos motiva e orienta os nossos sonhos. É o que nos faz levantar todas as manhãs com a esperança de um futuro de dias melhores. Metaforicamente falando, o projeto de vida funciona como um tipo de bússola, o qual indica o sentido a ser seguido.

Na escola, “Projeto de Vida” é um componente curricular proposto pela BNCC (2017) e tem como principal objetivo fomentar o protagonismo e a autonomia dos estudantes em suas escolhas e ainda ajudar os alunos a identificarem suas habilidades e preferências, preparando-os para alcançar seus objetivos acadêmicos e profissionais.

Com foco na formação integral do aluno, o Projeto de Vida estimula o desenvolvimento de habilidades como cooperação, compreensão, domínio de tecnologias, defesa de ideias e análise crítica da realidade.

Sobre isso a BNCC (2017) diz:

Ao se orientar para a construção do projeto de vida, a escola que acolhe as juventudes assume o compromisso com a formação integral dos estudantes, uma vez que promove seu desenvolvimento pessoal e social, por meio da consolidação e construção de conhecimentos, representações e valores que incidirão sobre seus processos de tomada de decisão ao longo da vida (BNCC, 2017, p. 472).

A BNCC (2017) diz, ainda, sobre o projeto de vida na escola:

(...) é papel da escola auxiliar os estudantes a aprender a se reconhecer como sujeitos, considerando suas potencialidades e a relevância dos modos de participação e intervenção social na concretização de seu projeto de vida. É, também, no ambiente escolar que os jovens podem experimentar, de forma mediada e intencional, as interações com o outro, com o mundo, e vislumbrar, na valorização da diversidade, oportunidades de crescimento para seu presente e futuro (BNCC, 2017, p. 473).

Nesse contexto, acredita-se que o produto educacional, objeto dessa pesquisa, mesmo não sendo exatamente um “projeto de vida”, mas, um projeto de ensino e aprendizagem, pode proporcionar a professores e alunos não apenas a instrumentalização teórica tratada nos temas trabalhados, mas também uma importante mudança nos métodos de ensino e aprendizagem.

2.8 ENERGIA MECÂNICA, TRANSFORMAÇÕES E SUA CONSERVAÇÃO

A Física é o campo da ciência que investiga os fenômenos e as estruturas mais fundamentais da natureza, procurando sua compreensão e descrição em termos de leis mais gerais possíveis. Com essas leis, a Física estuda desde partículas subatômicas e sua estruturação em átomos e moléculas, até fenômenos que envolvem grandes aglomerados destes, como cristais, metais, polímeros, materiais amorfos, semicondutores e supercondutores. Em uma escala maior essas leis são usadas para o estudo da Terra e dos fenômenos que ocorrem em sua atmosfera. Aumentando mais ainda a escala, essas mesmas leis permitem uma descrição do Sistema Solar, das estrelas e das galáxias bem como do Universo como um todo, além da criação de modelos para a sua evolução.

No processo de compreensão da natureza, as investigações físicas têm possibilitado o domínio de fenômenos naturais bem como a criação de materiais e sistemas artificiais que têm contribuído decisivamente para o avanço de outros campos da ciência e para o progresso tecnológico da humanidade”.

2.8.1 Energia

Assim, a Física, como um todo, é a ciência que se propõe a identificar, analisar, compreender e quantificar fenômenos naturais. Desse modo, dentro de uma perspectiva didática, para efeitos de estruturação curricular no Ensino Médio segundo preconiza a Base Nacional Comum Curricular na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, uma das temáticas centrais da Física são as, possíveis e eventuais, relações entre matéria⁴ e energia⁵.

Por outro lado, uma das possíveis análises a serem feitas, considerando a etimologia das palavras, nos remete à ideia de “massa em movimento”. A Mecânica é a área da Física na qual são feitos os estudos acerca dos movimentos, de suas causas e da sua ausência sendo, portanto, o contexto no

⁴ A palavra matéria vem do latim *matter* e significa “aquilo de que uma coisa é feita”. Segundo Demócrito de Abdera (460 a.C - 360 a.C), **matéria é tudo aquilo que possui peso e ocupa espaço no Universo.**

⁵ Do grego *energeia*, significa: “operação, atividade”.

qual nos propomos a discutir aspectos referentes à energia, no que diz respeito ao movimento ou à capacidade de realizá-lo.

No âmbito da Dinâmica temos que o agente responsável pela ocorrência ou extinção de um movimento, bem como de sua modificação, é a grandeza vetorial denominada força. Assim, a sua presença ou não bem como a forma como atue, caso exista, serão fatores determinantes para a caracterização do movimento que queiramos analisar.

Uma vez que, conforme preconiza a segunda lei de Newton, a força resultante \vec{F} que atua sobre um corpo de massa m impõe a este corpo uma aceleração \vec{a} de tal modo que

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (1)$$

e, portanto,

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}, \quad (2)$$

tem-se que, se \vec{F} for constante \vec{a} também o será, e o movimento poderá ser descrito de acordo com as seguintes funções matemáticas:

- Função horária da velocidade

$$v(t) = v_0 + at \quad (3)$$

- Função horária da posição

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2. \quad (4)$$

As expressões (3) e (4) foram desenvolvidas para situações em que a força e, conseqüentemente, a aceleração são constantes. Entretanto, se a aceleração for variável ao longo do tempo, tais expressões matemáticas não mais poderão ser utilizadas.

Para resolver tais problemas usa-se o processo matemático de integração ... O procedimento utilizado para determinar o movimento de uma partícula submetida a forças desse tipo leva aos conceitos de trabalho e energia ... incorporados da lei de conservação da energia (...) (HALLIDAY; 1979, p.135).

Tal abordagem tem desempenhado papel importante no desenvolvimento da Física.

2.8.2 Trabalho Realizado por uma Força Constante

Consideremos uma partícula que sofra um deslocamento \vec{d} sob a ação de uma força \vec{F} , constante. Nestas condições, o trabalho realizado pela força é dado pelo produto escalar entre as grandezas vetoriais força e deslocamento

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} \quad (5)$$

ou seja,

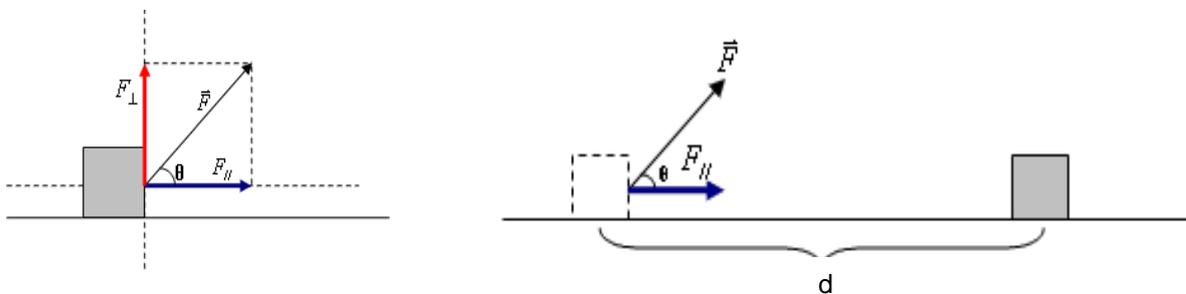
$$W = F \cdot d \cdot \cos \phi \quad (6)$$

onde ϕ é o menor ângulo entre as orientações dos vetores força e deslocamento.

A expressão (6) nos remete a algumas considerações:

- se $0^\circ \leq \phi < 90^\circ \Rightarrow 0 < \cos \phi \leq 1 \Rightarrow W > 0$: trabalho motor;
- se $\phi = 90^\circ \Rightarrow \cos \phi = 0 \Rightarrow W = 0$: trabalho nulo;
- se $90^\circ < \phi \leq 180^\circ \Rightarrow -1 \leq \cos \phi < 0 \Rightarrow W < 0$: trabalho resistente.

Figura 1: Objeto deslocado sobre a superfície horizontal, sob a ação de uma força constante



Fonte. <https://www.sofisica.com.br/conte>

Convém observar que o conceito físico de trabalho é diferente dos conceitos fisiológico ou cotidiano; ou seja, do ponto de vista da Física, se não houver deslocamento não haverá trabalho.

Como exemplo, é possível citar uma pessoa segurando uma corda, em cuja extremidade está pendurado um objeto qualquer, de massa m , como mostrado na figura 2.

Figura 2: Objeto pendurado em repouso

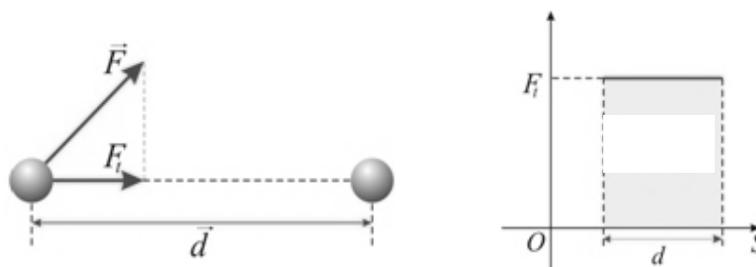


Fonte: Imagem do Google⁶

Se o objeto permanecer em repouso estará havendo um trabalho do ponto de vista fisiológico, mas não do ponto de vista físico, visto que, o objeto não está se deslocando; por outro lado, se o objeto for erguido, por exemplo, então a força de tração ao longo do fio estará realizando um trabalho positivo uma vez que esta força é para cima e o deslocamento também ($\phi = 0^\circ$) e, ao mesmo tempo, a força gravitacional estará efetuando um trabalho negativo uma vez que aponta para baixo, enquanto o objeto se desloca para cima ($\phi = 180^\circ$).

Seja como for, se a relação entre uma dada força constante e o deslocamento, por ela provocado, for representado graficamente, teremos o que mostra a figura 3.

Figura 3: Gráfico da projeção da força constante



Fonte: www.infoescola.com

⁶ Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/m%C3%A3o-segurando-uma-corda-com-chave-pequena-design-de-objeto-image164704430>. Acesso em 02/10/2021.

O trabalho realizado por uma força pode ser calculado a partir do cálculo da área delimitada no gráfico cujas variáveis sejam a força e o deslocamento.

2.8.3 Trabalho Realizado por uma Força Variável

Consideremos, agora, forças variáveis como, por exemplo, “a força gravitacional entre ... o Sol e a Terra, ou a força exercida por uma mola distendida sobre um corpo pendurado em sua extremidade” (HALLIDAY, 1979, pag. 135).

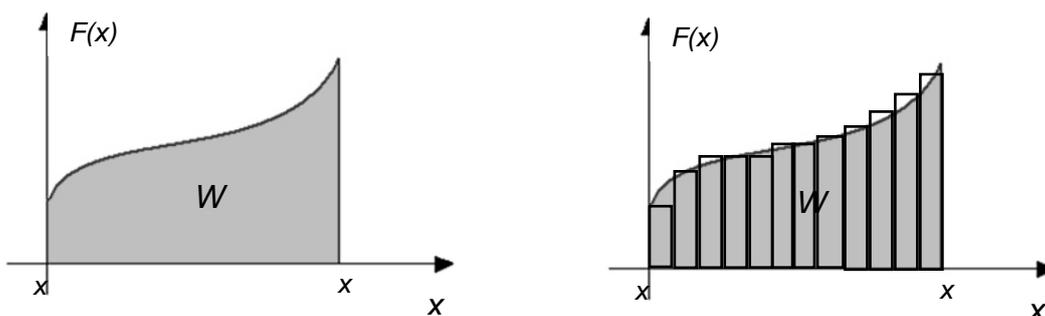
Em qualquer destes casos, a expressão (6) perde a aplicabilidade, pois a variação da força pode se dar tanto em módulo, $|\vec{F}| = F$, quanto em direção, ϕ . Qualquer que seja a situação, teremos pelo menos um dos parâmetros variando; ainda assim, será possível calcular o trabalho realizado pela força: basta calcular a área sob a curva do gráfico cujas variáveis fazem parte da expressão matemática que caracteriza o trabalho mecânico.

Tomemos uma situação inicial em que apenas o módulo da força esteja variando ao longo do deslocamento: a força é uma função da posição, $F(x)$, orientada no sentido positivo do eixo X. Se um objeto se move ao longo deste eixo, sob a ação da força variável, conforme ilustra a figura 4, podemos imaginar o deslocamento representado no gráfico sendo dividido em pequenos intervalos; neste caso a figura será dividida em uma infinidade de retângulos cujas bases serão pequenos Δx e cuja altura será $F(x)$ aproximadamente constante para um Δx convenientemente escolhido.

O trabalho realizado ao longo deste pequeno deslocamento Δx será, aproximadamente

$$\Delta W = F\Delta x \quad (7)$$

Figura 4: Gráficos de uma força $F(x)$, variável



O trabalho total realizado pela força $F(x)$ será, portanto, a soma dos inúmeros resultados parciais referentes a cada um dos incontáveis retângulos

$$W = \sum_{x_1}^{x_2} F \Delta x \quad (8)$$

onde a letra grega Σ (sigma) indica a soma de todos os retângulos no intervalo de X_1 até X_2 . O valor total do trabalho realizado pela força F será obtido ao fazermos Δx aproximar-se de zero e o número de intervalos tender para infinito. O resultado exato será:

$$W = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \sum_{x_1}^{x_2} F \Delta x = \int_{x_1}^{x_2} F(x) dx \quad (9)$$

2.8.4 Energia Cinética e o Teorema do Trabalho-Energia

Consideremos uma força F_r , resultante, atuando sobre um corpo. Neste caso, o corpo estará acelerado e sua aceleração poderá ser obtida pela 2ª lei de Newton

$$F_r = m \cdot a$$

Admitindo que F_r seja constante, e que o corpo esteja se deslocando no sentido positivo do eixo X , a partir da origem ($X = 0$) teremos o corpo acelerando continuamente e sua aceleração será constante também. Nesse caso poderão ser utilizadas as seguintes relações para descrever o movimento

$$a = \frac{v - v_0}{t} \quad (10)$$

e

$$x = \frac{v + v_0}{2} t. \quad (11)$$

O trabalho realizado por F_r será, portanto,

$$W = F_r \cdot \Delta x = m \cdot a \cdot (x - 0) = m \cdot \frac{v - v_0}{t} \cdot \frac{v + v_0}{2} t = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 \quad (12)$$

O semiproduto da massa de um corpo pelo quadrado de sua velocidade é denominado *energia cinética do corpo* (HALLIDAY, 1979, p. 145).

Se representarmos por K a energia cinética teremos:

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

e a equação (12) pode ser enunciada da seguinte forma: “o trabalho realizado pela força resultante que atua sobre uma partícula é igual à variação da energia cinética da partícula” (HALLIDAY, 1979, p. 146).

Se a partícula se desloca sobre o eixo x de x_1 até x_2 , sob a ação da força resultante F_r , o trabalho realizado por ela será

$$W_{F_r} = \int_{x_1}^{x_2} F_r dx = \int_{x_1}^{x_2} ma dx$$

Por outro lado, tem-se que

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{dv}{dx} v = v \frac{dv}{dx}$$

e, portanto

$$W_{F_r} = \int_{x_1}^{x_2} F_r dx = \int_{x_1}^{x_2} ma dx = \int_{x_1}^{x_2} mv \frac{dv}{dx} dx = \int_{v_1}^{v_2} mv dv = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \quad (14)$$

$$W_{F_r} = K_{final} - K_{inicial} = \Delta K \quad (15)$$

equação conhecida como *teorema do trabalho-energia*.

2.8.5 Forças Conservativas

No tópico anterior falou-se sobre a ação de uma força resultante agindo sobre uma partícula e da consequente variação da energia cinética da partícula ao longo de um dado deslocamento. Entretanto, nada foi dito sobre as forças que podem, eventualmente, estar atuando e dando origem a esta resultante. Considerando que existam n forças atuando sobre a partícula, cada uma delas, pode realizar trabalho, pode-se escrever a força resultante a partir da soma vetorial das n forças presentes:

$$\vec{F}_r = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n \quad (16)$$

e o trabalho da força resultante como sendo a soma dos trabalhos individuais destas n forças:

$$\Delta K = W_{F_r} = W_{F_1} + W_{F_2} + \dots + W_{F_n} . \quad (17)$$

A partir daí se faz necessário observar separadamente cada parcela das

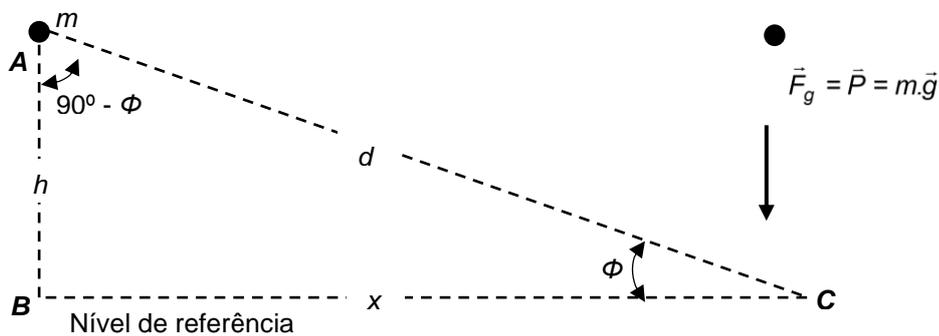
equações (16) e (17) e fazer uma análise quanto ao tipo de força relativo a cada uma delas; nesta perspectiva poderemos ter dois tipos de forças: as *forças conservativas* e as *forças não conservativas ou dissipativas*. Dependendo do tipo de força teremos um tipo específico de variação de energia relacionado.

Uma força será dita **conservativa** quando o **trabalho** por ela realizado for **independente da trajetória** descrita pelo corpo.

Tomemos uma partícula de massa m e as três trajetórias coplanares possíveis, AB , BC e AC , mostradas na figura 5, com AB vertical e BC horizontal. Vamos deslocar a partícula de massa m ao longo de duas trajetórias distintas ambas de A a C e analisar o trabalho realizado pela força gravitacional, F_g , que atua na direção radial ao planeta e aponta para o seu centro.

Estando C no nível de referência e A a uma altura h com relação a este nível como mostra a figura e sejam d a distância de A a C , x a distância de B a C e g a aceleração local da gravidade.

Figura 5. Duas possíveis trajetórias para uma partícula se deslocar de um ponto A a um ponto C



Fonte: próprio autor

Como a força gravitacional pode ser considerada constante, pois h é pequena, temos que o seu trabalho pode ser determinado, ao longo de cada trecho, através da equação (6)

$$W = F \cdot d \cdot \cos \phi.$$

Vamos analisar o trabalho da força gravitacional, $F_g = mg$, ao longo de cada trajetória.

- Trajetória ABC .

O trabalho de A a C , passando por B , é

$$W_{AC} = W_{AB} + W_{BC}$$

$$W_{AC} = F_g \cdot h \cdot \cos 0 + F_g \cdot x \cdot \cos 90^\circ$$

$$W_{AC} = m.g.h.1 + m.g.x.0$$

$$W_{AC} = mgh$$

- Trajetória AC

O trabalho de A a C, pelo percurso direto, é

$$W_{AC} = F_g.d.\cos(90^\circ - \phi)$$

$$W_{AC} = F_g.d.(\cos 90^\circ.\cos \phi + \sin 90^\circ.\sin \phi)$$

mas, $\cos 90^\circ = 0$ e $\sin 90^\circ = 1$, então

$$W_{AC} = F_g.d.\sin \phi$$

como da figura 5 vemos que

$$\sin \phi = \frac{h}{d},$$

segue que $h = d.\sin \phi$ e, portanto

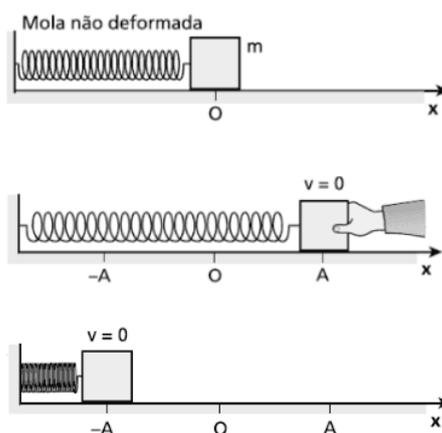
$$W_{AC} = F_g.h$$

$$W_{AC} = mgh. \quad (18)$$

Como foi possível verificar, a mudança da trajetória para que a partícula fosse de A a C não alterou o resultado obtido para o trabalho da força gravitacional; dizemos, neste caso, que o trabalho realizado só dependeu das posições inicial e final da partícula, independente do percurso escolhido. A força gravitacional é, portanto, uma **força conservativa**.

Outro exemplo interessante, é o de um objeto posto a deslizar preso à extremidade livre uma mola considerada ideal como mostra a figura 6.

Figura 6: um bloco de massa m , posto a deslizar, a partir do repouso, para posição A arbitrária.



Uma vez distendida a mola a partir de sua posição não deformada, O , para qualquer uma das posições A ou $-A$, observaremos que a partícula, de massa m , entrará em oscilação sobre a superfície, submetida à ação da força exercida pela mola. Admitindo-se que a superfície horizontal seja lisa e que a mola seja ideal, ela obedecerá a lei de Hooke

$$\vec{F} = -k\vec{x}, \quad (19)$$

sendo F o módulo da força quando a mola estiver comprimida ou distendida do comprimento x . Além disso, se admitirmos que a massa da mola é pequena quando comparada com a massa do objeto oscilante, será possível desprezar a energia cinética da mola, concentrando-a totalmente no objeto de massa m .

Quando o bloco é puxado, distendendo inicialmente a mola, observe-se que ele permanece parado até que seja abandonado pela mão que o deslocou; neste momento sua energia cinética é zero. Uma vez abandonado da posição A , entra em movimento sendo acelerado pela força F até que passe pela posição de mola não distendida, quando começa a ser freado até parar novamente na posição $-A$, quando retorna novamente à posição a inicial; e se desprezarmos os atritos e a resistência do ar, ele deverá permanecer em movimento descrevendo um *movimento harmônico simples*.

A força elástica, assim como a gravitacional, também é conservativa.

Em geral, portanto, uma força é conservativa se for nulo o trabalho realizado por ela sobre uma partícula que descreve qualquer percurso fechado. Uma força será não conservativa se o trabalho realizado por ela sobre a partícula, ao longo de um percurso fechado, for diferente de zero (HALLIDAY, 1979, p. 156).

Observe-se, além do exposto, que a força exercida pela mola sobre o objeto é variável pois depende da deformação x a que a mola está sujeita. Sendo dx a distância percorrida pelo objeto quando a mola está sendo distendida ou comprimida entre duas posições próximas quaisquer, e sendo $F = kx$ o módulo da força exercida pela mola sobre o objeto em qualquer instante, pode-se escrever

$$W_F = \int_0^x F(x)dx = \int_0^x kx dx = k \int_0^x x dx$$

$$W_F = \frac{1}{2} kx^2 \quad (20)$$

A partir dos dois exemplos mencionados foi possível perceber uma mesma situação ocorrendo, embora estivéssemos tratando de forças distintas: em ambos os casos desprezamos os atritos e a resistência do ar e percebemos que os objetos analisados entraram em movimento espontâneo a partir do momento em que foram abandonados; logo manifestaram energia cinética.

2.8.6 Energia Potencial

A resposta à pergunta anterior está fundamentada no seguinte fato: em ambos os casos considerados, houve ação externa sobre os objetos. No primeiro caso, para o objeto que desceu a rampa, houve algo que o elevou, deslocando-o para cima e realizando trabalho sobre ele, e no caso da mola, uma mão que o puxou, distendendo a mola e deslocando-o e, portanto, realizando trabalho também.

Deve-se observar que em ambos os casos a configuração do sistema foi modificada antes que os objetos entrassem em movimento e manifestassem energia cinética; sempre que isso acontece, dizemos que o sistema foi dotado de *energia potencial* U , a qual, ao ser abandonado o sistema foi gradativamente sendo convertida em cinética.

Deste modo, não havendo atritos nem resistência do ar, toda a energia introduzida no sistema será sucessivamente transformada de potencial para cinética e vice-versa e o sistema assim constituído será chamado de *Sistema Conservativo*.

$$\Delta K + \Delta U = 0 \quad (21)$$

(...) pode-se dizer que qualquer variação na energia cinética K do sistema é compensada por uma variação igual e oposta na sua energia potencial U , de maneira que a soma de ambas permanece constante durante todo o movimento (HALIDAY, 1996, p. 159).

A energia potencial pode, portanto, ser entendida como a energia que se armazena em um sistema através da realização de um trabalho externo sobre ele, desde que nele exista pelo menos uma força conservativa. Se o sistema for conservativo, devemos ter, em qualquer instante

$$K + U = \text{constante} \quad (22).$$

Segundo Halliday (1996, p. 161) “A constante expressa na equação (22) é denominada *energia mecânica total do sistema*.”

2.8.7 Sistemas Conservativos

Se considerarmos um sistema no qual atue apenas uma força e ela seja conservativa, então esta força será, simultaneamente, uma resultante. Tal abordagem é válida nos dois sistemas analisados, desde que levemos em conta que a força normal não realiza trabalho, visto ser perpendicular às superfícies onde ocorrem os movimentos.

Usando a equação (21) combinada com a equação (15), temos

$$\Delta U = -W = -\Delta K$$

$$\Delta U = -W = -\int_{x_0}^x F(x) dx = U_{final} - U_{inicial}$$

$$U_{final} = U_{inicial} - \int_{x_0}^x F(x) dx \quad (23)$$

sendo x_0 a posição inicial e x a posição final da partícula.

No caso da força gravitacional, considerando um movimento que se dá na direção vertical e no sentido positivo do eixo Oy de $y_0 = 0$ até $y = h$, temos que $F_g = -mg$ constante, uma vez que aponta para baixo; a equação (23) nos dá, portanto

$$U_{final} = U_{inicial} - \int_0^h (-mg) dy$$

$$U_{final} = mgh \quad (24)$$

e no caso da força elástica, sendo ela dada por $F = -kx$, por ser oposta à deformação

que

$$U_{final} = U_{inicial} - \int_0^x (-kx) dx$$

$$U_{final} = \frac{1}{2} kx^2 \quad (25)$$

As expressões (24) e (25) representam, respectivamente, a energia potencial gravitacional e a energia potencial elástica.

Por outro lado, considerando ainda um sistema conservativo, convém observar que sempre que uma força conservativa realiza um trabalho motor (trabalho positivo), a energia potencial do sistema diminui na mesma proporção em que aumenta a energia cinética, ou seja, em outras palavras

$$\begin{aligned} W_{força\ conservativa} &= -\Delta U = \Delta K \\ -(U_{final} - U_{inicial}) &= K_{final} - K_{inicial} \\ -U_{final} + U_{inicial} &= K_{final} - K_{inicial} \\ U_{inicial} + K_{inicial} &= U_{final} + K_{final} \end{aligned} \quad (26)$$

A expressão (26) sintetiza o fato de que num sistema conservativo, a energia mecânica total do sistema permanece constante, podendo alternar-se entre cinética e potencial, mas mantendo constante o seu valor total. Esta discussão pode facilmente ser generalizada para sistemas conservativos em que as forças tenham componentes em outras direções que não sejam a do movimento.

2.8.8 Forças não conservativas

O resultado fornecido pela equação (26) foi obtido considerando-se apenas a ação de forças conservativas; isto deixa claro que se houver ao menos uma força não conservativa agindo no sistema, então a energia mecânica total do sistema deixará de ser constante, sendo retirada do sistema sob outras formas de energia que não a cinética ou a potencial.

2.9 CARACTERIZAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

Uma sequência didática é constituída por várias atividades encadeadas de questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que os alunos desenvolvem com a mediação do professor. As atividades componentes de uma sequência são ordenadas de modo a aprofundar a temática que está sendo estudada e podem ser variadas em termos de estratégia: leituras, aula dialogada,

simulações computacionais, experimentos, etc. Assim, o tema de uma sequência será tratado durante um conjunto de aulas de maneira que o aluno se aprofunde e se aproprie dos conteúdos desenvolvidos.

As sequências didáticas, segundo Zabala (1998), consistem em:

Um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998, p.18).

As sequências didáticas auxiliam na consolidação de conhecimentos que estão em fase de construção pelos alunos e permitem que, progressivamente, novas aquisições sejam possíveis, pois a organização dessas atividades prevê uma progressão modular, a partir do levantamento dos conhecimentos que estes já possuem sobre um determinado tema.

Zabala (1998, p. 18) no livro “A prática educativa: como ensinar” afirma que sequência didática é “uma série ordenada e articulada de atividades que formam as unidades didáticas”, ou seja, é aonde o professor, por meio dos objetivos que pretende alcançar junto aos seus alunos, vai organizar, de forma sistemática, uma série de atividades para atingir a aprendizagem dos conteúdos selecionados para uma determinada unidade didática: os conceituais, procedimentais e atitudinais.

Segundo os pressupostos de Zabala (1998) ao fazer uma sequência didática, ou até mesmo reconhecer uma, é válido considerar alguns questionamentos.

Por exemplo, se na sequência didática existem atividades:

Que permitam determinar os conhecimentos prévios que cada aluno tem em relação aos novos conteúdos de aprendizagem?

Cujos conteúdos são propostos de forma que sejam significativos e funcionais para os alunos?

Que possam inferir que são adequadas ao nível de desenvolvimento de cada aluno?

Que representem um desafio alcançável para o aluno, quer dizer, que levam em conta suas competências atuais e as façam avançar com a ajuda necessária; portanto, que permitam criar zonas de desenvolvimento proximal e

intervir?

Que evoquem um conflito cognitivo e promovam a atividade mental do aluno, necessária para que estabeleça relações entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios?

Que promovam uma atitude favorável, ou seja, que sejam motivadoras em relação à aprendizagem dos novos conteúdos?

Que estimulem a autoestima e o autoconceito em relação às aprendizagens que se propõem, isto é, que o aluno possa sentir que em certo grau aprendeu, que seu esforço valeu a pena?

Que ajudem o aluno a adquirir habilidades relacionadas com o aprender a aprender, que lhe permitam ser cada vez mais autônomo em suas aprendizagens?

Zabala (1998) chama atenção, ainda, para pontos que podem interferir e contribuir para que uma sequência didática não atinja os objetivos pensados pelo professor: considerar respostas de alguns alunos como indicativos do que pensa a maioria; não conseguir manter a motivação inicial por meio de atividades que tenham sentido para a aprendizagem; e assim atribuir a avaliação um papel que possa comprometer a aplicação da sequência didática.

Assim, orientada pelos pressupostos de Zabala (1998), essa pesquisa levou em conta tais pontos tentando evitar que o insucesso da sequência didática ocorresse na utilização do produto educacional Rampa de Inclinação Variável: Um instrumento para a mediação simbólica no Ensino de Física.

3 METODOLOGIA

3.1 ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Os conteúdos sugeridos para serem trabalhados, na sequência didática utilizando a Rampa de Inclinação Variável, estão formados por sete aulas de sessenta minutos cada uma para um total de 420 horas e serão desenvolvidos conforme tabela 1. Em cada aula foi sugerido alguns exercícios para serem desenvolvidos pelo professor, junto com os alunos.

Tabela 1: Conteúdos sobre energia mecânica na sequência didática

Aulas	Tema	Tempo (min)
01	Realização de um projeto para a Construção de uma Rampa de Inclinação Variável para estudo de Energia Mecânica no ensino médio.	60
02	Energia mecânica e suas transformações. Apresentação dos conceitos através de uma problematização. Exercícios resolvidos.	60
03	Introduzir o conceito da ação de uma força constante ou de uma força variável como agente responsável pelas eventuais transformações de energia. Exercícios resolvidos.	60
04	Conceituar Energia cinética. Exercícios resolvidos.	60
05	Conceituar Energia potencial gravitacional. Exercícios resolvidos.	60
06	Conceituar Energia potencial elástica. Exercícios resolvidos.	60
07	Princípio de conservação de energia; Princípio de conservação da energia mecânica; Transformações da energia mecânica e suas aplicações. Exercícios resolvidos.	60

Fonte: Autoria própria.

3.2 DETALHAMENTO DAS AULAS

3.2.1 Realização de um projeto para a Construção de uma Rampa de Inclinação Variável para estudo de Energia Mecânica no ensino médio

Objetivo Geral: Realizar um projeto de ensino através da construção da rampa de inclinação variável, confeccionada pelo professor e/ou por alunos do ensino médio usando materiais alternativos e de fácil acesso.

Objetivos específicos:

1. Realizar um projeto para construir a rampa de inclinação variável.
2. Construir a rampa de inclinação de variável.

Métodos: O desenvolvimento do tema de Energia Mecânica e suas transformações será realizado por meio da elaboração de um pequeno projeto

de trabalho, elaborado por professores e alunos, para construção Rampa de Inclinação Variável utilizando materiais alternativos, de fácil acesso e com características similares às apresentadas no produto educacional.

A turma será organizada em grupos segundo a preferência deles.

Para a elaboração do projeto os alunos podem utilizar, como material de apoio, o modelo de projeto de Colares (2001).

Tema do projeto: Rampa de inclinação variável para o estudo da energia mecânica

Objetivos. Construir a rampa de inclinação variável a partir de um modelo descrito pelo professor.

Desenvolvimento: O professor apresentará a ideia da utilização e o esboço da construção da rampa de inclinação variável.

Metodologia:

1. Seleção dos materiais de baixo custo.
2. Construção da rampa de inclinação variável.
3. Descrição da rampa
4. Cada grupo entregará o projeto em PDF ou por escrito com fotografias da rampa de forma que dê para avaliar o trabalho realizado.

3.2.2 Tema: Energia mecânica e suas transformações. Apresentação dos conceitos através de uma problematização.

Objetivo: Apresentar, de forma sucinta, os conceitos relativos à Energia mecânica, suas transformações e eventual conservação através da utilização de *uma Rampa de Inclinação Variável*.

Metodologia: Iniciar fazendo uma avaliação prévia sobre os conhecimentos dos alunos a respeito das possíveis transformações de energia ocorridas em um evento específico e da ocorrência ou não da conservação da energia mecânica por meio da análise do movimento de um objeto (no caso específico, uma esfera) na superfície da Rampa de Inclinação Variável.

Desenvolvimento: O professor poderá optar por utilizar uma rampa modelo, conforme ilustra a figura 7, dotada de mola numa das extremidades e ao mesmo tempo orientar os alunos para a utilização da rampa construída no projeto educacional de maneira que cada grupo trabalhe com sua própria rampa.

Figura 7: Rampa de Inclinação Variável dotada com mola numa extremidade (C)



Fonte: Próprio autor.

1º. Abandonar a esfera do repouso ($v_0 = 0$) de uma determinada altura com relação ao plano - posição A - e observar a sequência de eventos. A bolinha descerá e, com isso, sua altura relativa à superfície do plano de apoio da rampa irá diminuir, enquanto sua velocidade aumentará.

2º. Ao colidir, na posição C, a mola sofrerá deformação por conta da força trocada com a esfera até que esta pare ($v = 0$) por uma fração de segundos.

3º. Uma vez parada a esfera, a mola terá sido comprimida e a sua tendência será a de retornar à condição original, ou seja, sem deformação.

4º. Instantes após, a bolinha entrará novamente em movimento, agora subindo, empurrada pela mola que voltou à condição não-deformada.

5º. A bolinha subirá até parar e, novamente, começar a descer.

A partir da observação desta sequência de eventos, o professor poderá inserir os conceitos relativos às transformações de energia mecânica envolvidos: a energia cinética, relacionada ao movimento de um corpo, e a energia potencial, relativa à capacidade de um corpo entrar em movimento espontaneamente.

Explicando os eventos:

No evento 1, a esfera entra em movimento espontâneo, isso sugere a existência de uma energia prévia de natureza potencial, uma vez que está manifestando energia cinética depois de abandonada na extremidade superior da rampa.

No evento 2, na medida que a esfera vai parando sua energia cinética diminui até tornar-se nula. Para onde teria ido esta energia?

Vejam os:

No evento 4 a bolinha é arremessada de volta, ela está manifestando energia cinética novamente. Isto remete ao fato de que no **evento 3**, com a mola comprimida, ainda existe energia potencial.

Finalmente, durante o evento 5 enquanto a esfera pára, novamente perde energia cinética e ganha energia potencial.

Praticando – Exercícios Resolvidos

1 - Considere uma bolinha de borracha que é abandonada ($v_0 = 0$) de uma posição situada a uma altura h com relação ao solo. Ela cai, colide com o solo, sofre deformação, para e, em seguida, salta de volta subindo até parar e começar a cair novamente. Com relação à situação descrita, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta de manifestações de energia.

- a) potencial, potencial, cinética, cinética.
- b) potencial, cinética, potencial, cinética.
- c) cinética, potencial, cinética, potencial.
- d) potencial, cinética, cinética, potencial.
- e) cinética, cinética, potencial, potencial.

Solução - Alternativa b.

2 – (G1 - IFSP) Um atleta de salto com vara, durante sua corrida para transpor o obstáculo à sua frente, transforma a sua energia _____ em energia _____ devido ao ganho de altura e conseqüentemente ao/à _____ de sua velocidade.

As lacunas do texto acima são, correta e respectivamente, preenchidas por:

- a) potencial – cinética – aumento
- b) térmica – potencial – diminuição
- c) cinética – potencial – diminuição
- d) cinética – térmica – aumento

e) térmica – cinética – aumento

Solução - Alternativa c.

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

Conclusão

As análises feitas sugerem que a energia mecânica pode se manifestar de várias formas e se transformar, sucessivamente, durante um evento qualquer.

3.2.3 Tema: Introduzir o conceito da ação de uma força constante ou de uma força variável como agente responsável pelas eventuais transformações de energia.

Objetivo: Apresentar aos alunos os conceitos referentes às ações de uma força constante ou de uma força variável e a relação destas ações com as transformações de energia observadas através da utilização de *uma Rampa de Inclinação Variável*.

Metodologia: Fazer um resgate dos eventos e conceitos trabalhados na aula 02 e a partir deles explicar aos alunos que a transformação da energia cinética em potencial, e vice-versa, está relacionada à ação de, pelo menos, uma força.

Desenvolvimento: Utilizando a rampa dotada de mola numa das extremidades, como ilustra a figura 7A, o professor deverá ressaltar, juntamente com os alunos, as forças atuantes nas várias etapas do processo.

Figura 7A: Rampa de Inclinação Variável



Fonte: próprio autor

Como foi visto, ao abandonar a esfera, a partir do repouso, de uma determinada altura com relação ao plano - posição A a bolinha descerá e, com isso, sua altura relativa à superfície do plano de apoio da rampa irá diminuir, enquanto sua velocidade aumentará. Tal evento é justificável pela ação da força de natureza gravitacional, F_G , de atração exercida pela Terra sobre o corpo. O módulo desta força é $F_G = mg$, constante, desde que a aceleração da gravidade (g) não varie.

Ao colidir com a mola, na posição C, esta sofrerá uma compressão por conta da força trocada com a esfera, que irá parar por uma fração de segundos. Esta força relativa à deformação da mola é a força elástica, F_{EL} , cujo módulo é $F_{EL} = kx$, variável, pois depende da deformação (x). A sua tendência será a de retornar à condição original, ou seja, sem deformação; com isso a bolinha entrará novamente em movimento, agora subindo, empurrada pela mola que voltou à condição não-deformada.

A bolinha subirá até parar e, novamente, começará a descer, devido à ação da força gravitacional que a estará atraindo em direção ao centro do planeta.

A partir da observação desta sequência de eventos, o professor poderá justificar as transformações de energia envolvidas a partir da manifestação das forças citadas.

Tem-se como pressuposto que as duas modalidades de energia mecânica, a energia cinética e a potencial, tem, cada uma delas, condições bem definidas de existência, ambas relativas à escolha de um referencial adequado. Uma vez definido o referencial, se houver manifestação de velocidade relativa, então haverá energia cinética e, se houver perspectiva de movimento espontâneo, então haverá energia potencial.

No exemplo acima foi descrita uma sucessão de eventos referentes à ação de forças sobre uma esfera abandonada da extremidade elevada da rampa de inclinação variável. Neste caso, visto que a esfera foi abandonada, assume-se velocidade inicial nula ($v_0 = 0$) e, portanto, energia cinética nula; porém, uma vez abandonada a esfera, verifica-se que sua velocidade aumenta na medida em que desliza a níveis mais inferiores, aumentando assim sua energia cinética simultaneamente à redução de sua altura relativa à base da prancha. Pode-se concluir, desta primeira análise, que a manifestação espontânea de velocidade

ocorreu em função da existência prévia de energia potencial, sendo que esta energia potencial está relacionada com a ação da força gravitacional, responsável por puxar a esfera para baixo: energia potencial gravitacional. Neste caso, o trabalho realizado pela força gravitacional possibilitou a transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética, enquanto a esfera descia pela superfície da rampa de inclinação variável.

Na sequência, ao colidir com a mola, na outra extremidade da rampa, a esfera teve sua velocidade gradativamente reduzida até que parou, voltando à condição de energia cinética nula como na condição inicial quando foi abandonada. A redução de velocidade da esfera foi acompanhada de uma gradual compressão na mola fixada na extremidade da rampa. Quanto menor a velocidade da esfera, maior a deformação, x , da mola. Esta deformação está associada à força elástica que, atuando em sentido contrário ao movimento da esfera, fez com que sua velocidade v , conseqüentemente sua energia cinética, fosse reduzida a zero.

Curiosamente, entretanto, após um breve intervalo de tempo a mola comprimida vai voltando à sua condição inicial de repouso - não comprimida -, enquanto empurra a esfera de volta pondo-a, novamente, em movimento restituindo, pelo menos em parte, sua energia cinética. Pode-se concluir, portanto, que a energia cinética da esfera, anterior à compressão da mola esteve armazenada até ser devolvida à esfera; neste caso, armazenada na mola na forma de energia potencial elástica.

Pôde-se perceber, durante o processo, uma sucessão de manifestações de energia: no começo, no alto da rampa, energia potencial gravitacional que foi gradativamente se transformando em cinética enquanto o objeto deslizava para baixo. Ao atingir o nível mais baixo a energia cinética se manifestou até a colisão com a mola, quando teve início um novo processo de transformação; agora de cinética em potencial elástica enquanto a velocidade decrescia e a deformação da mola aumentava.

Findo o processo a energia elástica, armazenada na mola, deu início a uma nova etapa, durante a qual a energia potencial elástica foi cedendo lugar à energia cinética que, por sua vez, foi se transformando em potencial gravitacional enquanto a esfera subia a rampa, perdendo velocidade.

São muitos os exemplos cotidianos em que as transformações de energia

se manifestam e se fazem presentes nas nossas ações. Por exemplo, quando uma pessoa se diverte em um balanço, se for desprezada a elasticidade da corda, será possível identificar transformações sucessivas entre energia cinética, enquanto o balanço com a pessoa se movimenta, e a energia potencial gravitacional, enquanto sua altura relativamente ao solo se modifica.

Figura 8: Crianças saltando de galho de árvore, num riacho



Fonte: Próprio autor

Outro exemplo é quando uma criança se balança no galho de uma árvore, como se vê na figura 8, se preparando para saltar num riacho, tomando como nível de referência, teremos uma altura relativa a este nível e, portanto, energia potencial gravitacional e ao flexionar o galho, que se comporta como uma mola, energia potencial elástica. Ao abandonar o galho da árvore a energia elástica já não mais existirá; terá dado lugar à energia cinética devida ao movimento, que irá aumentar enquanto a criança cai em direção ao riacho, enquanto diminui sua altura relativa, diminuindo assim a energia potencial gravitacional que havia no início.

Praticando – Exercícios Resolvidos

1 - Um corpo de massa $m = 60 \text{ kg}$ está na superfície da Terra, num local em a aceleração da gravidade é $9,8 \text{ m/s}^2$. Qual será a força gravitacional (peso) com que será atraído pela Terra naquele local?

- a) $F_G = 756 \text{ N}$
- b) $F_G = 600 \text{ N}$

- c) $F_G = 588 \text{ N}$
- d) $F_G = 487 \text{ N}$
- e) $F_G = 376 \text{ N}$

Solução - Alternativa c.

Considerando que a força gravitacional, ou força peso, tem como expressão matemática a relação $F_G = P = mg$, basta multiplicar os valores dados:

$$F_G = P = 60 \times 9,8 = 588 \text{ N}$$

2 - Se o mesmo corpo, de massa $m = 60 \text{ kg}$, fosse levado pra Lua onde a gravidade é aproximadamente $1/6$ da gravidade terrestre, qual seria o seu peso na Lua?

- a) $F_G = 588 \text{ N}$
- b) $F_G = 487 \text{ N}$
- c) $F_G = 376 \text{ N}$
- d) $F_G = 148 \text{ N}$
- e) $F_G = 98 \text{ N}$

Solução: Alternativa e.

$$g_{\text{Lua}} = \frac{g_{\text{Terra}}}{6} = \frac{9,8}{6}$$

$$P_{\text{Lua}} = m \times g_{\text{Lua}}$$

$$P_{\text{Lua}} = \frac{60 \times 9,8}{6}$$

$$P_{\text{Lua}} = 98 \text{ N.}$$

Conclusão: Como na Lua a gravidade é menor que na Terra, um corpo de mesma massa teria peso menor; logo, pode-se concluir que a massa é uma característica do corpo, enquanto seu peso é uma característica do local em que ele está, pois depende da gravidade naquele local.

3 - (UEG - Adaptado) Em um experimento que valida a conservação da energia mecânica, um objeto de $4,0 \text{ kg}$ colide horizontalmente com uma mola relaxada, de constante elástica de 100 N/m . Esse choque a comprime $1,6 \text{ cm}$. Qual é a força elástica a que a mola ficou submetida?

- a) $F_{\text{EL}} = 0,16 \text{ N}$

b) $F_{EL} = 1,6 \text{ N}$

c) $F_{EL} = 6,4 \text{ N}$

d) $F_{EL} = 16 \text{ N}$

e) $F_{EL} = 160 \text{ N}$

Solução: Alternativa b.

É preciso observar que a constante elástica da mola, k , está expressa em N/m e que a deformação, x , está expressa em cm; são unidades incompatíveis para efeitos de cálculo; assim, a primeira ação deve ser a de compatibilizar as unidades envolvidas. Neste caso podemos, por exemplo, transformar a unidade da deformação $x = 1,6 \text{ cm} = 0,016 \text{ m}$

$$F_{EL} = k \cdot x$$

$$F_{EL} = 100 \times 0,016$$

$$F_{EL} = 1,6 \text{ N.}$$

Conclusão: Antes de efetuarmos qualquer operação, devemos observar a compatibilidade entre as unidades envolvidas e, se necessário, adequá-las ao problema.

3.2.4 Tema: Energia Cinética

Objetivo: Apresentar aos alunos o conceito de energia cinética, sua formulação matemática e reforçar a ideia de que a energia cinética é a manifestação da energia mecânica relativa à condição de movimento.

Duração da aula: 60 minutos

Metodologia: Utilizar a Rampa de Inclinação Variável e propor aos alunos que abandonem ($v_0 = 0$) algumas esferas a partir de posições (alturas) diferentes; chamar atenção para que observem a movimentação das esferas enquanto elas descem, ressaltando o fato de que quanto maior a altura da rampa, maior será a velocidade com que as esferas descerão.

Desenvolvimento: Apresentar de forma expositiva que a Energia cinética é a energia relacionada aos corpos que estejam executando qualquer tipo de movimento; mencionar e caracterizar os tipos de movimentos pertinentes; enfatizar os conceitos relativos a cada situação, exemplificar cada um deles, dar ao conceito uma forma matemática e aplicar, de modo, integrado

todos estes aspectos.

1º. Esclarecer que, quando se trata de movimentos, existem algumas possibilidades:

- a) movimento de “vai-e-vem” em torno de uma posição fixa: vibração;
- b) movimento de girar em torno de um eixo que passa pelo próprio corpo: rotação;
- c) movimento de ir de um lugar para outro: translação.

2º. Observar que o objeto em questão pode ser um objeto qualquer: um elétron em um átomo, um satélite em um sistema planetário ou uma galáxia.

3º. Ressaltar que a noção de movimento está diretamente relacionada à mudança de posição com respeito a um sistema referencial (SR) e, conseqüentemente, à existência de uma velocidade (v).

4º. Por fim, enfatizar que todo objeto, por menor que pareça, sempre terá massa (m).

5º. Formular, matematicamente, a energia cinética em termos dos parâmetros mencionados:

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

Praticando – Exercícios Resolvidos

1 - Qual a energia cinética de um ponto material de massa $m = 2$ kg, que se desloca com velocidade escalar $v = 10$ m/s?

- a) $E_c = 20$ J
- b) $E_c = 200$ J
- c) $E_c = 10$ J
- d) $E_c = 100$ J
- e) $E_c = 400$ J

Solução: Alternativa d.

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \qquad E_c = \frac{2(10)^2}{2} = 100 \text{ J}$$

2 - (a) Qual a energia cinética de um ponto material de massa $m = 4 \text{ kg}$, que se desloca com velocidade escalar $v = 5 \text{ m/s}$. (b) Se a velocidade escalar mudar para 10 m/s , qual a nova energia cinética do ponto material?

a)

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \quad E_c = \frac{4.(5)^2}{2} = \frac{4.25}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ J}$$

b)

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \quad E_c = \frac{4.(10)^2}{2} = \frac{4.100}{2} = \frac{400}{2} = 200 \text{ J}$$

Conclusão: Como a energia cinética varia com o quadrado da velocidade, quando a velocidade se torna duas (2) vezes maior, a energia cinética se torna $2^2 = 4$ vezes maior. Dobrar a velocidade implica em quadruplicar a energia cinética; triplicar a velocidade implica em tornar a energia cinética nove (3^2) vezes maior.

3 - Um objeto de massa 500 g possui energia cinética de 2 kJ . Determine a velocidade desse objeto em m/s .

Dado: Adote $\sqrt{5} = 2,23$

a) 44,7

b) 50,4

c) 62,8

d) 36,6

e) 31,6

Solução - Alternativa a.

$$m = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg}$$

$$E_c = 2 \text{ kJ} = 2000 \text{ J}$$

$$E_c = \frac{m.v^2}{2}$$

$$2000 = \frac{0,5.v^2}{2}$$

$$4000 = 0,5.v^2$$

$$v^2 = 8000$$

$$v = (8000)^{1/2}$$

$$v = 40 \sqrt{5}$$

$$v = 20 \cdot 2,23$$

$$v = 44,7 \text{ m/s}$$

4 - (FATEC) Um motorista conduzia seu automóvel de massa 2000 kg que trafegava em linha reta, com velocidade constante de 72 km/h, quando avisou uma carreta atravessada na pista. Transcorreu 1 s entre o momento em que o motorista avistou a carreta e o momento em que acionou o sistema de freios para iniciar a frenagem, com desaceleração constante igual a 10 m/s^2 . Desprezando-se a massa do motorista, assinale a alternativa que apresenta, em joules, a variação da energia cinética desse automóvel, do início da frenagem até o momento de sua parada.

a) $+ 4,0 \cdot 10^5$

b) $+ 3,0 \cdot 10^5$

c) $+ 0,5 \cdot 10^5$

d) $- 4,0 \cdot 10^5$

e) $- 2,0 \cdot 10^5$

Solução - Alternativa d.

No momento em que o automóvel parar, não haverá mais energia cinética, de modo que podemos dizer que a energia cinética final é zero. Por meio da equação da energia cinética, podemos determinar a energia inicial do automóvel.

$$m = 2000 \text{ kg}$$

$$v = 72 \text{ km/h} \div 3,6 = 20 \text{ m/s}$$

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$E_c = \frac{2000 \cdot (20)^2}{2}$$

$$E_c = \frac{2000 \cdot 400}{2}$$

$$E_c = \frac{800000}{2}$$

$$E_C = 400000 = 4.10^5 \text{ J}$$

A variação da energia cinética será dada pela subtração da energia cinética final e inicial.

$$\Delta E_C = E_{C \text{ final}} - E_{C \text{ inicial}}$$

$$\Delta E_C = 0 - 4.10^5$$

$$\Delta E_C = - 4.10^5 \text{ J}$$

Conclusão

Nem sempre todos os dados fornecidos no problema precisam ser utilizados; no caso deste exercício nem o tempo de reação do motorista e nem a desaceleração aplicada fazem qualquer diferença, visto que aqui o objetivo é calcular a variação da energia cinética.

3.2.5 Tema: Energia Potencial Gravitacional

Objetivo: Apresentar aos alunos o conceito geral de que a Energia potencial, seja de que natureza for, depende de uma posição relativa entre o objeto considerado e um nível de referência escolhido convenientemente.

Metodologia: Usar a Rampa de Inclinação Variável alterando sua altura com a utilização dos pedaços de madeira de tamanhos diferentes em uma de suas extremidades como mostra a figura 9; propor aos alunos que abandonem esferas na rampa em suas inclinações (alturas) diferentes e chamar atenção dos mesmos para que observem o que acontece.

Figura 9: Rampa de Inclinação Variável



Fonte: próprio autor

Desenvolvimento: A partir do observado o professor deve iniciar o tema explicando que, no caso da Energia potencial gravitacional, a posição relativa

do objeto é uma altura medida a partir de um nível de referência escolhido convenientemente.

O professor pode seguir as etapas abaixo em sua explanação sobre o tema da aula.

1º. Escolher um nível de referência adequado à análise que pode ser, por exemplo, a superfície de uma mesa, o solo, ou qualquer outro que se queira adotar.

2º. A partir do nível escolhido, determinar a altura inicial, h , relativa do objeto a ser estudado.

3º. Conhecer a massa, m , do objeto que está sendo estudado.

4º. Conhecer a aceleração da gravidade, g , do local onde a análise está sendo realizada.

5º. Quantificar a Energia potencial gravitacional, $E_P = mgh$, como estando relacionada à ação da força gravitacional, $F_G = P = mg$ ao longo de uma altura h .

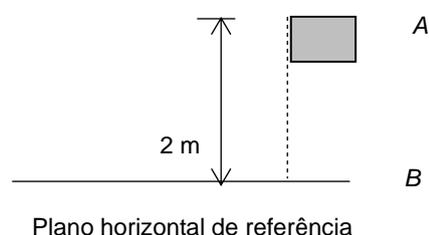
6º. O fato de as velocidades de descida das esferas serem sucessivamente maiores quanto maiores forem as alturas das quais as esferas foram abandonadas, ilustra o fato de que quanto maior a altura de lançamento, maior será a Energia potencial gravitacional inicial.

Praticando – Exercícios Resolvidos

1 - Um pequeno bloco de massa $m = 5 \text{ kg}$ encontra-se em repouso na posição A . O mesmo é abandonado e passa pela posição B , indicada na figura.

Determine a energia potencial gravitacional do bloco nas posições A e B em relação ao plano horizontal de referência que passa por B . É dado $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Figura 10: Um Bloco na posição A



Fonte: Próprio autor

Dados: $m = 5 \text{ kg}$

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

$h_A = 2 \text{ m}$

$$h_B = 0$$

$$E_{PG} = mgh$$

$$E_{pgA} = mgh_A$$

$$E_{pgB} = mgh_B$$

$$E_{PG_A} = 5 \cdot 10 \cdot 2$$

$$E_{PG_B} = 5 \cdot 10 \cdot 0$$

$$E_{PG_A} = 100 \text{ J}$$

$$E_{PG_B} = 0$$

Conclusão: Uma vez que o nível de referência foi escolhido como sendo o nível de *B*, para aquele nível a energia potencial gravitacional é zero, visto não haver altura relativa.

2 - Um pequeno bloco de massa $m = 3 \text{ kg}$ encontra-se a 2 m do piso de um apartamento e a 20 m do nível da rua. Determine sua energia potencial gravitacional em relação ao piso do apartamento e em relação ao nível da rua. É dado que $g = 10 \text{ m/s}^2$

$$\text{Dados: } m = 3 \text{ kg}$$

$$h_{\text{piso}} = 2 \text{ m}$$

$$h_{\text{rua}} = 20 \text{ m}$$

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

$$E_{PG} = mgh$$

Com relação ao piso do apartamento:

$$E_{PG} = 3 \times 10 \times 2$$

$$E_{PG} = 60 \text{ J}$$

Com relação ao nível da rua:

$$E_{PG} = 3 \times 10 \times 20$$

$$E_{PG} = 600 \text{ J}$$

Conclusão: A mudança do nível de referência muda a Energia potencial gravitacional do sistema.

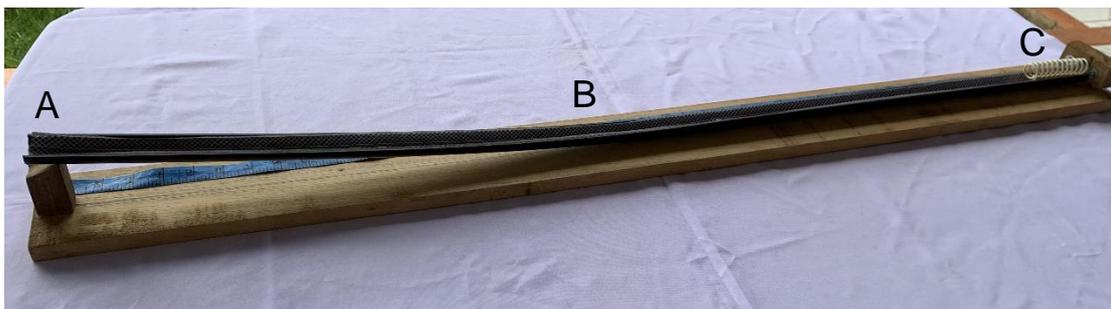
3.2.6 Tema: Energia Potencial Elástica

Objetivo: Apresentar aos alunos o conceito geral de que a Energia potencial, seja de que natureza for, depende de uma posição relativa entre o objeto considerado e um nível de referência escolhido convenientemente.

Metodologia: Usar a Rampa de Inclinação Variável alterando sua altura

utilizando os pedaços de madeira de tamanhos diferentes em uma de suas extremidades (A) e na outra extremidade usar uma mola (C), como se vê na figura 7B; propor aos alunos que abandonem esferas na rampa em suas inclinações (alturas) diferentes e chamar atenção dos mesmos para que observem o que acontece.

Figura 7B: Rampa de Inclinação Variável dotada de mola numa extremidade (C)



Fonte: próprio autor

Desenvolvimento: O professor deve iniciar o tema explicando, a partir das observações, que, no caso da Energia potencial elástica, a posição relativa é uma deformação sofrida por um objeto elástico, ou seja, um objeto capaz de se deformar e voltar à sua condição original como foi verificado na mola da Rampa de Inclinação Variável.

Essa deformação é obtida a partir da diferença de dimensões entre a mola em repouso e a mola deformada.

O professor pode seguir as etapas abaixo em sua explanação sobre o tema da aula.

1º Toma-se uma mola qualquer, que pode ser um pedaço de espiral de um caderno.

2º A mola escolhida deve ser fixada na extremidade da Rampa de Inclinação Variável

3º Deve-se observar os aspectos físicos da espiral como, por exemplo, o material do qual ela é feita, a espessura do fio e o diâmetro da espiral.

4º Considerar que espirais de metal tendem a ser mais rígidas que espirais de plástico, por exemplo.

5º As esferas deverão ser abandonadas na extremidade elevada da rampa, a partir de inclinações distintas.

6º Ao descenderem, colidirão com a mola que se deformará.

7º As esferas serão, então, arremessadas de volta em direção à posição da qual foram abandonadas.

8º O fato de as esferas serem arremessadas de volta, justifica a existência de energia armazenada na mola. Essa é a Energia potencial elástica.

Praticando – Exercícios Resolvidos

1 - (FUND. CARLOS CHAGAS) Uma mola elástica ideal, submetida a ação de uma força de intensidade $F = 10 \text{ N}$, está deformada de $2,0 \text{ cm}$. A energia elástica armazenada na mola é de:

- a) $0,10\text{J}$
- b) $0,20\text{J}$
- c) $0,50\text{J}$
- d) $1,0\text{J}$
- e) $2,0\text{J}$

Dados:

$$F = 10 \text{ N}$$

$$X = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

Para calcular a energia potencial elástica, utilizamos a equação:

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

Como o exercício não forneceu o valor da constante elástica da mola (k), devemos utilizar a equação da força elástica ($F = kx$) e reescrever a equação da energia da seguinte forma:

$$E = \frac{Fx}{2}$$

Substituindo os dados, temos:

$$E = \frac{10 \times 0,02}{2}$$

$$E = 0,1 \text{ J}$$

Solução - Alternativa A

2 - (FATEC 2002) um bloco de massa 0,60 kg é abandonado, a partir do repouso, no ponto A de uma pista no plano vertical. O ponto A está a 2,0m de altura da base da pista, onde está fixa uma mola de constante elástica 150 N/m. São desprezíveis os efeitos do atrito e adota-se $g = 10\text{m/s}^2$. A máxima compressão da mola vale, em metros:

- a) 0,80
- b) 0,40
- c) 0,20
- d) 0,10
- e) 0,05

Dados:

$$m = 0,60 \text{ kg}$$

$$h_A = 2,0 \text{ m}$$

$$k = 150 \text{ N/m}$$

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

A energia potencial gravitacional transforma-se em energia potencial elástica, portanto, elas são iguais e pode-se utilizar a expressão:

$$E_{\text{grav}} = E_{\text{el}}$$

$$mgh = \frac{kx^2}{2}$$

Substituindo os dados, temos:

$$0,6 \times 10 \times 2 = \frac{150x^2}{2}$$

$$12 = 75x^2$$

$$x^2 = \frac{12}{75}$$

$$x^2 = 0,16$$

$$x = \sqrt{0,16}$$

$$x = 0,4 \text{ m}$$

Solução - Alternativa B

Conclusão: Sempre que for possível desprezar os atritos e a resistência do ar, teremos o que em Física se chama de *sistema conservativo*; ou seja, um sistema de forças no qual não ocorrem perdas de energia.

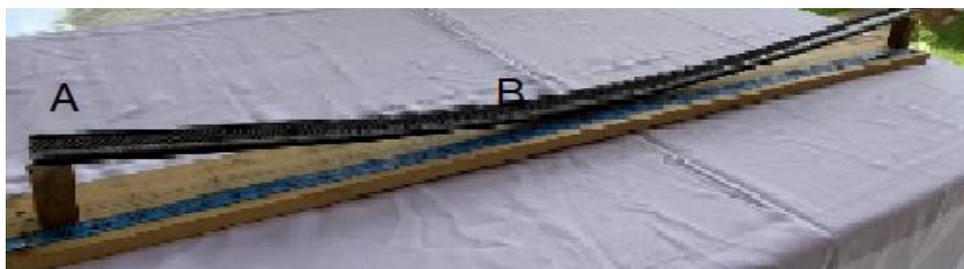
3.2.7 Tema: Princípio de conservação de energia; Princípio de conservação da energia mecânica; Transformações da energia mecânica e suas aplicações.

Objetivo: Experimentar através da utilização da Rampa de Inclinação Variável os conceitos de princípio de conservação da energia, princípio de conservação da energia mecânica e transformações da energia mecânica

Metodologia: Os alunos devem trabalhar com suas próprias rampas para, sob a orientação do professor, realizarem análises acerca dos temas.

Desenvolvimento: A figura 11 mostra a rampa de inclinação em que as alturas dos pontos A e C são as mesmas.

Figura 11: Rampa de inclinação Variável com alturas em A e C iguais



Fonte: próprio autor

O professor deve orientar os alunos a trabalharem com suas próprias rampas, fazendo as seguintes análises:

Tomando como referência a figura acima e considerando que as alturas das posições A e C com relação à prancha de madeira (nível de referência) sejam iguais, será possível verificar que a bolinha ao ir de A para B a altura relativa diminuirá enquanto a velocidade irá aumentando gradativamente; de B para C, a velocidade diminuirá a zero e a altura voltará a crescer sem que, entretanto, o nível C seja atingido. A partir daí todo o processo se reiniciará com a bolinha se deslocando, agora, de volta a B e daí a A sem, entretanto, atingir novamente o nível A inicial.

Nesta análise estão em questão duas formas de energia mecânica: a Cinética, referente à velocidade, e a Potencial Gravitacional, referente à altura relativa. É possível, então, perceber que a cada ciclo de ida e volta completado a bolinha atinge alturas finais sucessivamente menores, o que sugere que a energia potencial gravitacional ao final de cada ciclo é menor do que era ao final do ciclo anterior; ou seja, a cada ciclo a energia total está menor. Este efeito é denominado de dissipação da energia mecânica e é devido à ação de forças dissipativas, como a força de atrito e a de resistência do ar, atuantes sobre a bolinha enquanto ela se movimenta ao longo do trilho. Um sistema como este, no qual atuem forças desta natureza, é denominado sistema dissipativo ou sistema não-conservativo.

Sistemas mecânicos nos quais não se verificam a existência de forças dissipativas, ou nos quais elas possam ser desprezadas por apresentarem módulos muito menores que os módulos das demais forças envolvidas, são denominados sistemas conservativos e neles, muito embora as energias cinética e potencial possam se alternar ou até coexistir, a soma total das parcelas cinética e potencial será constante.

Praticando – Exercícios Resolvidos

1 - Uma pedra que é abandonada de um penhasco. Em um primeiro momento, antes de ser abandonada, a pedra tem energia cinética nula (já que não está em movimento) e energia potencial total. Quando a pedra chegar ao solo, sua energia cinética será total, e a energia potencial nula (já que a altura será zero).

Dizemos que a energia potencial se transformou, ou se converteu, em energia cinética.

Quando não são consideradas as forças dissipativas (atrito, força de arrasto, etc.) a energia mecânica é conservada, então:

$$E_{M, \text{ inicial}} = E_{M, \text{ final}}$$

$$E_{C, \text{ inicial}} + E_{P, \text{ inicial}} = E_{C, \text{ final}} + E_{P, \text{ final}}$$

Para o caso de energia potencial gravitacional convertida em energia cinética, ou vice-versa:

$$\frac{1}{2}mv_{\text{inicial}}^2 + mgh_{\text{inicial}} = \frac{1}{2}mv_{\text{final}}^2 + mgh_{\text{final}}$$

Para o caso de energia potencial elástica convertida em energia cinética, ou vice-versa:

$$\frac{1}{2}mv_{\text{inicial}}^2 + \frac{1}{2}kx_{\text{inicial}}^2 = \frac{1}{2}mv_{\text{final}}^2 + \frac{1}{2}kx_{\text{final}}^2$$

2 - Uma maçã presa em uma macieira a 3 m de altura se desprende. Com que velocidade ela chegará ao solo?

Solução: como o problema se refere a altura, temos o envolvimento da energia potencial gravitacional.

$$E_{M, \text{ inicial}} = E_{M, \text{ final}}$$

$$E_{C, \text{ inicial}} + E_{PG, \text{ inicial}} = E_{C, \text{ final}} + E_{PG, \text{ final}}$$

$$\frac{1}{2}mv_{\text{inicial}}^2 + mgh_{\text{inicial}} = \frac{1}{2}mv_{\text{final}}^2 + mgh_{\text{final}}$$

$$\frac{1}{2}m \cdot 0 + m \cdot 10 \cdot 3 = \frac{1}{2}m \cdot v_{\text{final}}^2 + m \cdot g \cdot 0$$

$$30m = \frac{1}{2}mv_{\text{final}}^2$$

$$30 = \frac{1}{2}v_{\text{final}}^2$$

$$v_{\text{final}}^2 = 60$$

$$v_{\text{final}} = \sqrt{60}$$

$$v_{\text{final}} \approx 7,75 \text{ m/s}$$

Conclusão:

A energia mecânica de um corpo é igual a soma das suas energias potenciais e cinética.

$$\text{Então: } E_M = E_C + E_P$$

Qualquer movimento é realizado através de transformação de energia, por exemplo, quando você corre, transforma a energia química de seu corpo em energia cinética. O mesmo acontece para a conservação de energia mecânica.

Assim sendo, pode-se resolver vários problemas mecânicos conhecendo os princípios de conservação de energia.

4 RESULTADOS

4.1 ANTECEDENTES E CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA

Para atingir o objetivo principal deste trabalho, que foi elaborar um material curricular denominado USO DA RAMPA DE INCLINAÇÃO VARIÁVEL: ENERGIA MECÂNICA SUAS TRANSFORMAÇÕES E CONSERVAÇÃO” para abordar a energia mecânica no Ensino Médio, com vistas à sua possível utilização por parte dos professores de física, realizou-se uma parceria com a escola Jose Ribamar Batista (EJORB), situada no município de Rio Branco, Acre. (Anexo 1), para desenvolver este produto educacional.

Os professores da escola não precisaram se identificar sendo que, para a análise dos resultados, foram denominados simplesmente de professor A, professor B, professor C, professor D e professor E.

Com a intenção de aumentar a amostra e enriquecer os resultados foram consultados mais dois professores que se disponibilizaram a participar, estes foram identificados professor 1 e professor 2. O objetivo foi cumprir a norma do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física/Sociedade Brasileira de Física, a qual orienta que o produto educacional desenvolvido seja aplicado em sala de aula, para sua validação.

Os professores participantes nesta pesquisa são licenciados em Física, dentre os quais tem mestre no ensino de física, e atuantes no Ensino Médio. São vinculados a rede pública estadual e pertencem ao quadro da escola parceira.

Ressalta-se que a escolha dos professores é derivada dos fatores de disponibilidade e adesão espontânea, os quais aceitaram em participar da pesquisa.

4.2 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional foi aplicado seguindo a sequência didática (Tabela 1)

Foram realizadas duas atividades: Um minicurso e a aplicação de um questionário (Tabela 2) para os professores responderem sobre suas impressões acerca do produto educacional. O minicurso foi desenvolvido por meio da plataforma Google Meet.

Tabela 2: Questionário respondido pelos Professores A, B, C, D e E.

Questão	Enunciado																
1	Qual sua experiência profissional como professores regentes?																
2	Comente sobre a clareza dos conteúdos sugeridos para trabalhar conceitos de energia mecânica, a organização, as atividades e o material orientador - sequência didática, deste produto educacional.																
3	<p>Sobre a sequência didática desenvolvida para o estudo da energia mecânica transformações e conservação da energia mecânica.</p> <table border="1" data-bbox="464 611 1375 981"> <thead> <tr> <th data-bbox="464 611 963 678">Perguntas</th> <th data-bbox="968 611 1177 678">Sim</th> <th data-bbox="1182 611 1375 678">Não</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="464 685 963 752">O tempo é o adequado</td> <td data-bbox="968 685 1177 752"></td> <td data-bbox="1182 685 1375 752"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="464 759 963 826">Reduzir a carga horária</td> <td data-bbox="968 759 1177 826"></td> <td data-bbox="1182 759 1375 826"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="464 833 963 900">Aumentar a carga horária</td> <td data-bbox="968 833 1177 900"></td> <td data-bbox="1182 833 1375 900"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="464 907 963 974">Variar a carga horária em algum tema</td> <td data-bbox="968 907 1177 974"></td> <td data-bbox="1182 907 1375 974"></td> </tr> </tbody> </table>	Perguntas	Sim	Não	O tempo é o adequado			Reduzir a carga horária			Aumentar a carga horária			Variar a carga horária em algum tema			
Perguntas	Sim	Não															
O tempo é o adequado																	
Reduzir a carga horária																	
Aumentar a carga horária																	
Variar a carga horária em algum tema																	
4	<p>Para Vygotsky (1982), o sujeito é ativo, ele age sobre o meio. Para ele, não há a "natureza humana", a "essência humana". Somos primeiro sociais e depois nos individualizamos. Com respeito ao conceito de Vygotsky o desenvolvimento do projeto de ensino realizado em grupos permite que os alunos:</p> <table border="1" data-bbox="491 1272 1367 1641"> <thead> <tr> <th colspan="2" data-bbox="491 1272 1118 1346">Considerações</th> <th data-bbox="1123 1272 1246 1346">Sim</th> <th data-bbox="1251 1272 1367 1346">Não</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="491 1352 600 1426">1</td> <td data-bbox="604 1352 1118 1426">Possam interagir entre eles</td> <td data-bbox="1123 1352 1246 1426"></td> <td data-bbox="1251 1352 1367 1426"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="491 1433 600 1552">2</td> <td data-bbox="604 1433 1118 1552">Consigam mudar a forma de reagir ante determinada situação influenciado por outros colegas</td> <td data-bbox="1123 1433 1246 1552"></td> <td data-bbox="1251 1433 1367 1552"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="491 1559 600 1641">3</td> <td data-bbox="604 1559 1118 1641">O grupo atua como parte da sociedade</td> <td data-bbox="1123 1559 1246 1641"></td> <td data-bbox="1251 1559 1367 1641"></td> </tr> </tbody> </table>	Considerações		Sim	Não	1	Possam interagir entre eles			2	Consigam mudar a forma de reagir ante determinada situação influenciado por outros colegas			3	O grupo atua como parte da sociedade		
Considerações		Sim	Não														
1	Possam interagir entre eles																
2	Consigam mudar a forma de reagir ante determinada situação influenciado por outros colegas																
3	O grupo atua como parte da sociedade																
5	Em sua ação pedagógica, já trabalhou com algum instrumento como mecanismo facilitador, para a mediação no processo de ensino e aprendizagem dos alunos nos conceitos de energia mecânica e suas transformações?																
6	A mediação, conceito central da obra de Vygotsky, é a intervenção de um elemento intermediário em uma relação. Em assim sendo, enquanto mediador do conhecimento , considera importante																

	inserir a construção e utilização da rampa de inclinação variável como instrumento mediador para trabalhar os conceitos de energia mecânica transformações e conservação? Comente.
7	Quanto aos materiais utilizados na construção da rampa, considera acessível e de fácil manuseio? Comente.
8	Quais são as principais potencialidades (conteúdos que podem ser trabalhados) que você encontrou nesse produto?
9	Vygotsky acredita que a mediação é o instrumento através do qual se dá a internalização dos instrumentos e signos que dão significado ao conhecimento. O instrumento é aquilo que pode ser usado para fazer alguma coisa, enquanto o signo que pode ser, por exemplo, uma palavra ou um gesto, é aquilo que pode representar alguma coisa e pode ser indicador, icônico ou simbólico. Nesse sentido, considera que a utilização deste produto educacional, para trabalhar conteúdos de física com os alunos em sala de aula, cumpre seu papel ao qual se destina? Comente.
10	Você usaria esse material didático em suas aulas? Comente.
11	Quais as principais dificuldades que você encontrou neste produto educacional?
12	Apresente sugestões que considera pertinentes para melhoria deste produto educacional, em versões futuras.

Fonte: Autoria própria.

A finalidade do minicurso foi apresentar o produto educacional (PE) para os professores, explicando que a atividade tinha como objetivo validar a pesquisa sobre a proposta do produto educacional USO DA RAMPA DE INCLINAÇÃO VARIÁVEL: ENERGIA MECÂNICA, SUAS TRANSFORMAÇÕES E CONSERVAÇÃO.

Durante o minicurso, destacaram-se as características do produto educacional, suas potencialidades e os objetivos dos temas desenvolvidos nas aulas propostas na sequência didática.

Foram analisados, os conceitos fundamentais da Teoria de Aprendizagem de Vygotsky (1984; 1987), especialmente os referentes a apropriação, mediação

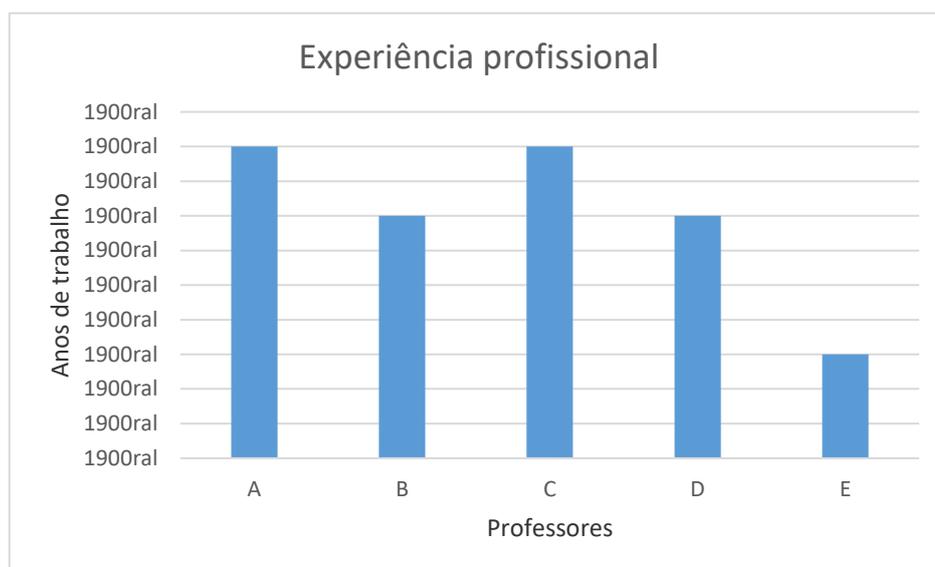
simbólica e linguagem (uso de instrumentos e signos) e as competências da BNCC relacionadas com o tema de energia e suas transformações, durante o desenvolvimento da sequência didática proposta sobre o tema de energia mecânica.

4.3 ANÁLISES DOS RESULTADOS

A terceira etapa está dedicada a análise das respostas dos questionários (Apêndice 1), respondidos pelos professores sobre a viabilidade de aplicação do Produto Educacional.

Iniciou-se o questionário perguntando sobre qual a experiência profissional dos participantes, como professores regentes.

Figura 12: Gráfico da experiência profissional dos professores participantes da pesquisa



Fonte: Dados da pesquisa

Os professores participantes na investigação têm formação em nível superior em Física e estão desempenhando a função de professor, na disciplina citada, com experiência docente variando entre três (03) e dez (10) anos. Pode-se dizer, a partir desses dados, que são docentes com experiência considerável.

Foi pedido aos professores para comentar sobre a clareza dos conteúdos sugeridos para trabalhar conceitos de energia mecânica, a organização, as atividades e o material orientador - sequência didática -, do produto educacional. Eles apontaram algumas características destacando que “os conteúdos foram

organizados de forma que ao desenvolvimento por etapas de aprofundamento” (professor A).

O professor B afirmou que:

A sequência didática está organizada de maneira clara e objetiva, onde qualquer um professor com formação em Física conduzirá a aula como proposta.

O professor C disse que conseguiu assimilar a proposta didática sugerida com facilidade. Segundo ele:

A descrição passo a passo da montagem e a sugestão de conteúdo é muito clara para um professor de física, inclusive proporcionando situações de possíveis adaptações.

Sobre a sequência didática proposta para o estudo da energia mecânica, transformações e conservação da energia mecânica, pode-se dizer, pela análise dos relatos, que a organização temporal está adequada ao que se propõem: o desenvolvimento dos conteúdos de energia mecânica, utilizando produto educacional USO DA RAMPA DE INCLINAÇÃO VARIÁVEL: ENERGIA MECÂNICA, TRANSFORMAÇÕES E CONSERVAÇÃO. Cem por cento (100%) dos professores afirmaram que o tempo é adequado, não necessitando aumentar e nem diminuir o tempo destinado ao desenvolvimento dos temas propostos.

Considera-se, com base nas respostas dos participantes, que o produto educacional se aproximou das ideias de Zabala (1998) ao tratar a importância de se planejar a sequência didática como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores quanto pelos alunos”. (ZABALA, 1998, p.18).

Para Vygotsky (1982), o sujeito é ativo, ele age sobre o meio. Para ele, não há a "natureza humana", a "essência humana". Somos primeiro sociais e depois nos individualizamos. Com respeito ao conceito de Vygotsky, buscou-se saber dos professores se o desenvolvimento do projeto de ensino, proposto na sequência didática do produto educacional, realizado em grupos permite que: Os alunos interajam entre eles; se possibilita mudança na forma de reagir diante determinada situação, influenciado por outros colegas; e se atuam como parte da sociedade. Oitenta por cento (80%) dos professores afirmaram que sim, que

atividades em grupo favorecem o desenvolvimento do projeto de ensino e permitem maior interação por parte dos alunos.

A interação tem uma função central no processo de aprendizagem, conforme Vygotsky (1984; 1987), e é a base para que o indivíduo consiga compreender, por meio da internalização, as representações mentais de seu grupo social, assim, aprendendo, portanto. Segundo ele a aprendizagem é uma atividade conjunta, em que relações colaborativas entre alunos podem e devem ter espaço, pois, a construção do conhecimento ocorre primeiro no plano externo e social, com outras pessoas, para depois ocorrer no plano interno e individual. Nesse processo, a sociedade e, principalmente, seus integrantes mais experientes (adultos, em geral, e professores, em particular) são parte fundamental para a estruturação de quê e como aprender.

Nesse sentido, a BNCC, ao tratar o desenvolvimento de projetos na escola, diz que:

É, também, no ambiente escolar que os jovens podem experimentar, de forma mediada e intencional, as interações com o outro, com o mundo, e vislumbrar, na valorização da diversidade, oportunidades de crescimento para seu presente e futuro (BNCC; 2017, pág. 473).

Buscou-se relatos sobre a ação pedagógica dos professores, se já trabalharam com algum instrumento como mecanismo facilitador, para a mediação no processo de ensino e aprendizagem dos alunos nos conceitos de energia mecânica e suas transformações. Os dados da pesquisa apontaram que quarenta por cento (40%) nunca usaram e sessenta por cento (60%) já utilizaram algum instrumento.

Entretanto, no que diz respeito ao objeto do produto educacional, a partir das respostas dos professores, pode-se concluir que eles não utilizam nenhum modelo e/ou tipo de rampa de inclinação variável para o desenvolvimento do ensino dos conceitos de energia mecânica e suas transformações. Pôde-se comprovar ainda, via leitura dos relatos, que, de maneira geral, esses professores consideram que a utilização de instrumento como mecanismo facilitador para a mediação de conceitos físicos contribui no processo de ensino e aprendizagem dos alunos.

No sentido de que a mediação, conceito central da obra de Vygotsky, é a intervenção de um elemento intermediário em uma relação, procurou-se saber, nessa pesquisa se os professores, enquanto mediador do conhecimento, consideram importante inserir a construção e utilização da rampa de inclinação variável como instrumento mediador para trabalhar os conceitos de energia mecânica transformações e conservação. Todos os participantes afirmaram que sim.

Segundo relatado:

a rampa funciona como um exemplo prático para a compreensão das transformações, já que relaciona entes físicos como movimento, velocidade e aceleração (professor A).

a fácil aplicabilidade e a construção mostra o aluno como o conhecimento teórico pode ser visto e reproduzido (professor E).

Vê-se, por meio dos relatos, que há a preocupação dos participantes quanto ao papel do professor na mediação. Consideram importante o uso de instrumento e a inserção da rampa:

professor é figura essencial do saber por representar um elo intermediário entre o aluno e o conhecimento disponível no ambiente e no caso a prática de visualizar em um experimento rampa traz uma maneira bem diferenciada de interação dos alunos. E essa situação pode trazer o engajamento e apropriação dos conteúdos (professor B).

a mediação do conhecimento é uma ferramenta importante para o processo de aprendizagem e a aplicação da rampa torna-se uma ferramenta importante para o professor se tornar mediador onde os estudantes podem usar seu raciocínio e seu protagonismo nas ações a serem desenvolvidas (professor C).

Pela análise das respostas em relação aos materiais utilizados na construção da rampa, foi pedido se os participantes consideram acessível e de fácil manuseio, o grupo de professores participantes não apresentou dificuldades na compreensão da construção e aplicação do produto educacional e consideraram que é um “projeto bem elaborado” (professor C) e, ainda, que os materiais são de “fácil acesso e de baixo custo” (professor E). Mas, houve alegação de que alguns professores necessitem de ajuda e ter os cuidados necessários para não

haver acidente no manuseio dos materiais. Questões estas associadas aos cuidados no manuseio dos materiais foram adicionadas no produto educacional.

Foi pedido aos participantes que comentassem sobre as principais potencialidades (conteúdos que podem ser trabalhados) que eles encontraram no produto. Os professores destacaram que o mesmo, além do proposto na sequência didática, pode ser usado para o “resgate de conteúdos trabalhados” (professor A) e traz “um novo modelo para a prática de ensino e de forma diferenciada” (professor B).

Vygotsky acredita que a mediação é o instrumento através do qual se dá a internalização dos instrumentos e signos que dão significado ao conhecimento. O instrumento é aquilo que pode ser usado para fazer alguma coisa, enquanto o signo que pode ser, por exemplo, uma palavra ou um gesto, é aquilo que pode representar alguma coisa e pode ser indicador, icônico ou simbólico. Nesse sentido, buscou-se saber se os professores consideram que a utilização deste produto educacional, para trabalhar conteúdos de física com os alunos em sala de aula, cumpre o papel ao qual se destina. Todos os participantes disseram que sim, que o produto educacional cumpre o objetivo ao qual se destina.

Conforme relatado o “produto motiva e possibilita a criatividade diante de conteúdos tidos como difíceis de serem visualizados” (professor A), que a “vivência e aplicação aumenta a compreensão do conteúdo, que geralmente só é visto de maneira abstrata” (professor E) e ainda “considerando que o momento da aula é após uma abordagem teórica, o uso da rampa pode ajudar o aluno a compreender e associar o fenômeno com outras situações por analogias e comparações” (professor D).

Ao ser perguntado se usariam esse material didático em suas aulas e quais dificuldades encontraram nesse produto educacional, todos os professores responderam que usariam sim e que não viam dificuldade em sua aplicação em sala de aula, junto aos seus alunos. De acordo com o professor C o “projeto é bem elaborado” e que “a prática mostrará possíveis dificuldades”.

Buscaram-se, junto aos participantes, sugestões que consideram pertinentes para melhoria deste produto educacional, em versões futuras. De maneira geral os professores disseram que a intenção é construir e fazer aplicação da rampa, mas, houve sugestão para listagem de “matérias alternativas”

(professor A) e “orientação para prevenção de acidentes na construção da rampa” (professor C). Estas sugestões já constam no material curricular.

O produto educacional foi enviado ainda para outros professores, os quais não participaram do minicurso. A estes, foi pedido que dessem suas impressões sobre o material curricular, objeto dessa pesquisa. A tabela 3 apresenta o modelo de parecer aplicado aos dois professores não participantes do minicurso.

Tabela 3. Modelo de parecer utilizado na pesquisa.

Itens	Preenchimento
Solicitante	Mestrando Mario Luiz de Oliveira
Colaborador (a)	Professor de Física da Educação Básica
Objetivo	Analisar e emitir um parecer sobre a viabilidade de aplicação do produto educacional <i>Rampa de Inclinação Variável</i> , para trabalhar conteúdos de Energia Mecânica no ensino médio.
Aspectos gerais do Produto Educacional	
Materiais usados e a construção da rampa	
Possibilidade de trabalhar conteúdos de Física utilizando a Rampa	
Metodologia utilizada	
Considerações finais	

Fonte: Autoria própria.

Sobre a aplicação do mesmo como instrumento de mediação de conteúdos sobre energia mecânica o professor 01 afirma:

(...) Materializar os conceitos físicos é grande desafio para nós

professores e a rampa de inclinação variável, pode se tornar uma atividade prática muito produtiva, desafiadora e dinâmica na compreensão dos fenômenos físicos relacionados a Mecânica (professor 01).

Quanto aos materiais utilizados para a construção da *Rampa de Inclinação Variável*, o professor 01 disse:

A descrição dos materiais e o passo a passo da montagem é clara e favorece a compreensão, bem como a construção do experimento pelos alunos, (...). Os materiais utilizados também são de fácil aquisição e pode-se também reaproveitá-los.

O professor 02 diz que:

À medida que vamos conhecendo o material se torna perceptível que os itens para a montagem são de fácil acesso, podendo ser reaproveitados (encontrados em sucatas) e contém um passo a passo desenvolvido de forma clara e objetiva possibilitando a construção por alunos de ensino médio e até por alunos de ensino fundamental II, obviamente com auxílio do professor regente.

Pode-se verificar, na fala do professor 01 a possibilidade de trabalhar conteúdos de Física utilizando a Rampa.

Com a experimentação proposta é possível testar e aprofundar conhecimentos como lançamentos horizontais, verticais e oblíquos, estudar os fenômenos da queda livre e da aceleração da gravidade, entender melhor as colisões entre objetos, compreender as transferências de energia cinética e potencial gravitacional, entre outros fenômenos (professor 01).

A fala do professor 02 reforça a viabilidade do Produto Educacional, citando as abordagens de conteúdos pertinentes com a utilização da Rampa:

(...) traz exemplos de abordagens que podem ser realizadas em sala de aula fazendo uso da "Rampa de Inclinação", estas nos permitem abordar e concretizar a compreensão dos alunos acerca de temas como Energia Cinética, Energia Potencial Gravitacional, Tempo e Espaço, Comprimento, Velocidade, Aceleração, Massa, entre outros.

A metodologia para a construção e utilização da rampa para o desenvolvimento dos conteúdos apresentados na sequência didática foi um dos pontos de maior preocupação dessa pesquisa, pois, considera-se que tão importante quanto um instrumento de mediação na construção de saberes é o

professor ter claro como usar esse instrumento para materializar conceitos e dessa forma provocar em seus alunos a compreensão da existência de fenômenos físicos que, muitas vezes, apenas a abstração dos mesmos não permite.

Para Vygotsky, o ensino deve se antecipar ao que o aluno ainda não sabe nem é capaz de aprender sozinho, porque, na relação entre aprendizado e desenvolvimento, o primeiro vem antes. É a isso que se refere um de seus principais conceitos, o de zona de desenvolvimento proximal (ZDP), que seria a distância entre o desenvolvimento real de uma criança e aquilo que ela tem o potencial de aprender. Esse potencial que é demonstrado pela capacidade de desenvolver uma competência com a ajuda de um adulto.

Em outras palavras:

a zona de desenvolvimento proximal é o caminho entre o que a criança consegue fazer sozinha e o que ela está perto de conseguir fazer sozinha. Saber identificar essas duas capacidades e trabalhar o percurso de cada aluno entre ambas são as duas principais habilidades que um professor precisa ter, segundo Vygotsky (NOVA ESCOLA, 2008).

Vê-se, pelas análises, que há uma compreensão, por parte dos participantes, da importância da mediação, como preconiza Vygotsky. Pode-se dizer que, ao afirmar que a rampa possibilita “mostrar ao aluno como o conhecimento teórico pode ser visto e reproduzido” (professor E), os professores entendem que a mediação se dá com a aquisição de conhecimentos realizada por meio de um elo intermediário entre o ser humano e o ambiente. Nesse processo, Para Vygotsky, o professor é figura essencial do saber, por representar um elo intermediário entre o aluno e o conhecimento disponível no ambiente.

Após as análises dos relatos apresentados pelos participantes da pesquisa, considera-se que o grupo de professores avaliou o produto educacional de forma positiva. Vale ressaltar que, as avaliações apresentadas pelo grupo de professores não simbolizam uma generalização de opiniões das facilidades e/ou dificuldades da aplicabilidade deste produto educacional. Entretanto, representam um panorama que, pela experiência profissional desses professores, a utilização da rampa nas aulas de física para trabalhar conteúdos

de energia mecânica, pode auxiliar sua ação pedagógica e o processo de ensino e aprendizagem de seus alunos.

5 CONCLUSÃO

A proposta deste trabalho foi elaborar um produto educacional, direcionado aos professores de Física, a partir de materiais alternativos e de fácil acesso, para trabalhar conteúdos de energia mecânica utilizando uma *Rampa de Inclinação Variável* e, assim, poder contribuir com o processo de ensino e aprendizagem de alunos da educação básica, no ensino médio. O mesmo foi pensado na sua difusão, sua materialização e aplicação, para servir como instrumento de mediação de conteúdos e, dessa forma, possibilitar uma maior e melhor compreensão dos fenômenos físicos trabalhados, em especial, conteúdo de energia mecânica, por parte dos alunos.

Considerou-se que, desenvolver temáticas sobre energia mecânica a partir da construção de objetos educacionais e as possibilidades de sua utilização possa favorecer, não apenas na aquisição de novos conhecimentos, mas, sobretudo, que possa possibilitar o desenvolvimento de novas habilidades, além de oportunizar uma maior interação entre os alunos, visto tratar-se de uma atividade coletiva, e dessa forma promover uma maior interação entre professor e alunos.

Em sua essência, o produto educacional foi pensado para ser utilizado em aulas presenciais. No entanto, considera-se que o professor poderá, independentemente do tipo de ensino, ou seja, ensino presencial ou ensino remoto, optar por confeccionar a rampa de inclinação variável, indicada no passo a passo do produto educacional, - podendo mostrar para os alunos fotografias da rampa -, e desenvolver as atividades orientadas proposta na sequência didática.

Buscou-se nessa pesquisa, por meio do produto educacional, além de apresentar uma diversidade de conteúdos físicos sobre energia mecânica que podem ser trabalhados utilizando a rampa, permitir que os professores façam suas adaptações ou adicionem mais atividades, pois a rampa apresenta outras possibilidades, de acordo com os seus objetivos pedagógicos e ritmo da turma.

Acreditamos que muitas são as potencialidades do produto educacional *Rampa de Inclinação Variável*, não apenas nas análises referentes ao estudo da Energia Mecânica, mas de outros temas como, por exemplo, *Lançamentos horizontais e oblíquos*, *Queda livre*, *Colisões* e *Medição da aceleração da gravidade*, entre outros.

Assim, espera-se que este projeto sirva como ferramenta e inspiração para os colegas professores.

REFERÊNCIAS

BASE NACIONAL CURRICULAR COMUM. Acesso 04/11/2021. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_e_mbaixa_site_110518.pdf

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FLICK, U. **Introdução a pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 51ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

FREITAS, M.F.Q. **Contribuições da Psicologia Social e Psicologia Política ao desenvolvimento da Psicologia Social Comunitária. Psicologia e Sociedade**. São Paulo: ABRAPSO, 1996.

FREITAS, M.T.A. **Vygotsky e Baktin. Psicologia e Educação: um intertexto**.

HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação**; Porto Alegre: Artmed, 1998.

ISAIA, S.M. de A. **Repercussão dos sentimentos e das cognições no fazer pedagógico de professores de 3º e 4º graus: Produção de conhecimento e qualidade de ensino**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1992.

LURIA, A.R; VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução: Paulo Bezerra. 2 ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009.

MOYSÉS, L. **Aplicações de Vygotsky à educação Matemática**; 11ª ed. Campinas, SP; Papirus, 2012.

NOVA ESCOLA. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/382/lev-vygotsky-o-teorico-do-ensino-como-processo-social>. Acesso em 02-06-2020

PNAIC - Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa. **Alfabetização em foco: projetos didáticos e sequências didáticas em diálogo com os diferentes componentes curriculares**. Brasília: Ministério da Educação, 2012.

REGO, T.C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D. **Física 1**. Rio de Janeiro: LTC, 1979.

SILVA JUNIOR, B. S. da. **Fatores associados à conclusão da educação superior por cegos: um estudo a partir de L. S. Vygotsky**. 2013. 288 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A.R. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução: Paulo Bezerra. 2 ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

VYGOTSKY, L. S.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. SP: Ícone/EDUSP, 1988.

WERTSCH, J.V. (org.). **The Concept of Activity in Soviet Psychology**. Nova York, M.E. Sharpe, 1981. Vygotsky y la formación social de la mente. Barcelona, Paidós, 1988.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani F. da Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998

APENDICE A: Termo de parceria com escola EJORB**TERMO DE PARCERIA**

TERMO DE PARCERIA QUE ENTRE SI CELEBRAM O MESTRANDO MARIO LUIZ DE OLIVEIRA E A ESCOLA JOSÉ RIBAMAR BATISTA - EJORB, PARA A REALIZAÇÃO DE MINICURSO A PROFESSORES DA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA.

MARIO LUIZ DE OLIVEIRA, brasileiro, com união estável, CPF nº 465.543.787-15, RG nº 1000540-4, residente em Rio Branco, capital do Estado do Acre, e a **ESCOLA JOSÉ RIBAMAR BATISTA**, inscrita sob o CNPJ/MF nº 070868890001.10, localizada na Rua Rio Grande do Sul n. 2570, bairro Aeroporto Velho, Rio Branco-AC, doravante denominada **EJORB**, neste ato representada pela Gestora **FRANCICLÉIA BARROZO**, brasileira, casada, servidora público estadual, residente e domiciliada em Rio Branco, portadora do CPF nº 495.255.732-49,, RG 0269444/SSP-AC celebram o presente **TERMO DE PARCERIA**, que será regido mediante as cláusulas e condições a seguir:

CLÁUSULA PRIMEIRA – DO OBJETO

O presente instrumento tem por objeto a colaboração entre os parceiros, com vistas à oferta de minicurso de extensão para professores da área de ciências da Natureza, lotado na unidade escolar aqui denominada.

O Minicurso faz parte do projeto de pesquisa da dissertação de Mario Luiz de Oliveira, mestrando do Programa de Pós-Graduação Universidade Federal do Acre no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Parágrafo único – o curso será ofertado via web, por meio de aplicativo definido pelos parceiros.



CLÁUSULA SEGUNDA – DOS RECURSOS FINANCEIROS

O presente Termo de Parceria **não envolve transferência de recursos financeiros entre os participantes**, apenas parceria técnica.

CLÁUSULA TERCEIRA – DAS OBRIGAÇÕES

I - São obrigações do Mestrando:

- a) Ministrando o minicurso de extensão com ênfase em conteúdos de Energia Mecânica, no ensino médio, utilizando o material curricular denominado produto educacional;
- b) Disponibiliza o link do aplicativo que será usado para a realização do minicurso, aos professores participantes;
- c) Viabilizar junto a Universidade Federal do Acre a emissão de certificados aos participantes;
- d) Disponibilizar material curricular, no formato digital, usado no curso;
- e) Disponibilizar modelo de parecer aos participantes, para que emitam suas impressões sobre a viabilidade de aplicação do produto educacional na escola.
- f) Prestar as informações e esclarecimentos que venham a ser solicitados pela EJORB, referentes ao curso.

CLÁUSULA QUARTA – DA VIGÊNCIA

II - São obrigações da EJORB:

- a) Mobilizar e disponibilizar o corpo docente da área de Ciências da Natureza para a participação no minicurso;
- b) Fornecer as informações dos professores, necessárias para a certificação;
- c) Disponibilizar ao mestrando os pareceres dos professores participantes do curso.

CLÁUSULA QUINTA – DA VIGÊNCIA

O prazo de vigência do presente termo será de 08 dias, a contar da data de sua assinatura.

CLÁUSULA SEXTA – DO FORO

Fica eleito o Foro de Rio Branco - Acre para dirimir eventuais pendências decorrentes deste instrumento.

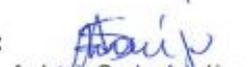
E por estarem justos e convencionados, firmam este instrumento em duas vias de igual teor e forma, que declaram conhecer o inteiro teor deste.

Rio Branco-AC, 04 de outubro de 2021.


Prof. Esp. Mario Luiz de Oliveira
 Mestrando da UFAC


Franciléia Barroso
 Gestora da EJOB
 Franciléia do Silo Costa Barroso
 Gestora/EJOB
 Portaria 67/2020-SEF

Testemunha:


 Aulerir S. de Araújo
 CPF: 360.693.702-44
 RG:211.243 SSP/AC

 3

APENDICE B: Produto Educacional



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Sociedade Brasileira de Física
Universidade Federal do Acre

Produto Educacional

**USO DA RAMPA DE INCLINAÇÃO VARIÁVEL: ENERGIA MECÂNICA,
SUAS TRANSFORMAÇÕES E CONSERVAÇÃO**

Manual do Professor

MARIO LUIZ DE OLIVEIRA

**Rio Branco/AC
2021**

**USO DA RAMPA DE INCLINAÇÃO VARIÁVEL: ENERGIA MECÂNICA,
SUAS TRANSFORMAÇÕES E CONSERVAÇÃO**

MARIO LUIZ DE OLIVEIRA

Orientadora:

Profa. Dra. Esperanza Lucila Hernández Angulo - UFAC

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Acre 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.

Aprovada por:

Prof. Dr^a. Esperanza Lucila Hernández Angulo

Prof. Dr. Marcelo Castanheira, da Silva

Profa. Dr^a. Murilena Pinheiro de Almeida

**Rio Branco/AC
2021**

1 INTRODUÇÃO

O Produto Educacional USO DA RAMPA DE INCLINAÇÃO VARIÁVEL: ENERGIA MECÂNICA, SUAS TRANSFORMAÇÕES E CONSERVAÇÃO, um instrumento para ser utilizado na mediação simbólica no Ensino de Física foi desenvolvido no Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Este material destina-se a professores de Física, especialmente do Ensino Médio, e se propõe a auxiliar na introdução e no desenvolvimento de conceitos da Energia Mecânica.

O produto educacional, objeto da proposta deste trabalho, consiste em um material curricular (ZABALLA, 1998) constituído de trilhos de plástico montados em pranchas de madeira ou compensado, alguns pedaços de madeira de tamanhos pré-determinados, esferas de aço ou contas de colares de tamanhos variados e alguns instrumentos simples de medição como fita métrica, balança e transferidor.

Consideramos que elaborar um produto educacional relacionado com as transformações de energia mecânica a partir da construção de objetos educacionais e as possibilidades de sua utilização possa favorecer, não apenas na aquisição de novos conhecimentos, mas, sobretudo, poderá possibilitar o desenvolvimento de novas habilidades como a utilização de ferramentas na construção dos objetos, além de oportunizar uma maior interação entre os alunos, visto tratar-se de uma atividade coletiva, e uma maior interação entre professor e alunos, pois a construção de objetos com seus acertos e erros proporciona um vasto campo de discussões e questionamentos do tipo: “O que deu errado?”, “Por que deu errado?”, “Existe outra forma de fazer?”, “Qual o melhor material?” ... e tantas outras.

Acreditamos que muitas são as potencialidades do produto educacional *Rampa de Inclinação Variável*, não apenas nas análises referentes ao estudo da Energia Mecânica, mas de outros temas da Mecânica como, por exemplo, *Lançamentos horizontais e oblíquos*, *Queda livre*, *Colisões* e *Medição da aceleração da gravidade*, entre outros. A partir da materialização de algumas

situações-problema propostas no decorrer das aulas expositivas, espera-se que os estudantes tenham a oportunidade de confrontar os resultados teóricos, obtidos a partir das equações pertinentes ao estudo de cada fenômeno proposto, com os resultados práticos obtidos ao final de cada experimentação, buscando desenvolver o seu senso crítico e a busca de fundamentações técnico-científicas para as eventuais discrepâncias observadas.

O objetivo desse trabalho é apresentar um produto educacional para professores de Física, em especial do Ensino Médio, que possa possibilitar uma metodologia de ensino e aprendizagem mediada por meio da utilização de uma *rampa de inclinação variável* para explicar a energia mecânica, suas transformações e conservação e ainda, reforçando os conhecimentos anteriores.

Descrever e orientar quanto à construção, e oportunizar a utilização de um dispositivo de baixo custo, cuja finalidade é possibilitar a reprodução, o estudo e a quantificação de alguns fenômenos físicos cotidianos ligados à Energia Mecânica e suas transformações é parte deste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GRANDEZAS FÍSICAS

São aquelas grandezas que podem ser medidas, ou seja, que descrevem qualitativamente e quantitativamente as relações entre as propriedades observadas no estudo dos fenômenos físicos.

Grandeza física é diferente de unidade física. Por exemplo: o Porsche 911 pode alcançar uma velocidade de 300 km/h. Nesse exemplo em questão, a velocidade é a grandeza física e km/h (quilômetros por hora) é a unidade física. Em Física, elas podem ser vetoriais ou escalares, como, por exemplo, o tempo, a massa de um corpo, comprimento, velocidade, aceleração, força, e muitas outras.

- **Grandezas físicas escalares** são aquelas que precisam somente de um valor numérico e uma unidade para determinar sua uma grandeza física. Um exemplo é a nossa massa corporal. Grandezas como massa, comprimento e tempo são exemplos de grandeza escalar.
- **Grandezas vetoriais** necessitam, para sua perfeita caracterização, de uma representação mais precisa. Assim sendo, elas necessitam, além do

valor numérico, que mostra a intensidade, de uma representação espacial que determine a direção e o sentido. Aceleração, velocidade e força são exemplos de grandezas vetoriais.

As grandezas vetoriais possuem uma representação especial. Elas são representadas por um símbolo matemático denominado vetor. Nele se encontram três características sobre um corpo ou móvel.

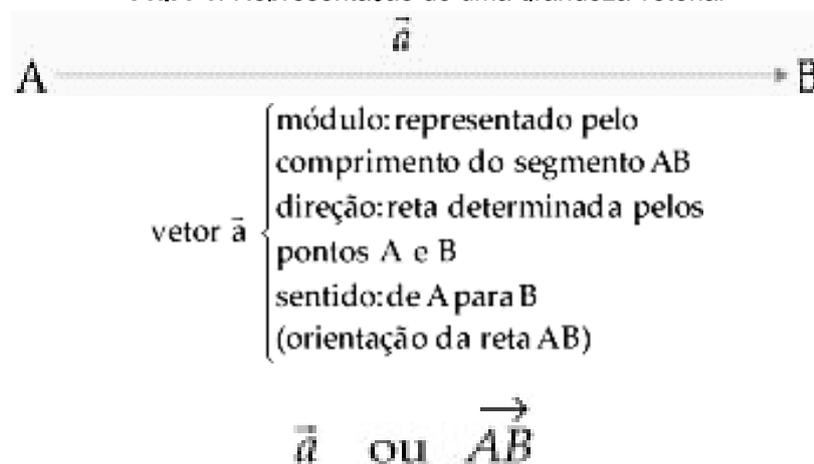
Veja:

Módulo: representa o valor numérico ou a intensidade da grandeza;

Direção e Sentido: determinam a orientação da grandeza.

Para representar um vetor tomamos uma letra qualquer e sobre ela colocamos uma seta, assim como mostra a figura P1.

Fig. P1: Representação de uma grandeza vetorial



Fonte: <https://www.google.com/search?q=representa%C3%A7%C3%A3o+de+um+vetor>

Existem duas maneiras de representação do módulo de um vetor. Uma delas consiste em ter apenas a letra que representa o vetor, sem a seta em cima dele; a outra forma consiste na letra que representa o vetor, juntamente com a seta sobre ele, e entre os sinais matemáticos que representam o módulo.

$$\text{Módulo de } \vec{F} = |\vec{F}| = F$$

2.2 COMPRIMENTO

É a grandeza física que expressa a distância percorrida entre dois pontos. As **unidades de medidas de comprimento** surgem para suprir a necessidade do ser humano de **medir vários tipos de distâncias**. Existem várias unidades de medidas de comprimento, a utilizada no sistema internacional de unidades é o metro, e seus múltiplos (quilômetro, hectômetro e decâmetro) e submúltiplos (decímetro, centímetro milímetro).

Além das unidades de medidas de comprimento apresentadas, existem outras como as que utilizam o corpo como parâmetro: o palmo, o pé, a polegada. Ainda, há aquelas que não são do sistema internacional, mas são utilizadas a depender da região, como a légua, a jarda, a milha e o ano-luz.

Para medir distâncias maiores, existem o que chamamos de múltiplos do metro, que são:

- Decâmetro: 1 decâmetro corresponde a 10 metros,
- Hectômetro: 1 hectômetro corresponde a 100 metros,
- Quilômetro: 1 quilômetro corresponde a 1000 metros.

Para medir-se a distância, por exemplo, entre duas cidades, é mais conveniente usar-se quilômetros em vez de metros.

Para medir distâncias menores, existem os submúltiplos do metro, que são:

- Decímetro: 10 decímetros correspondem a 1 metro.
- Centímetro: 100 centímetros correspondem a 1 metro
- Milímetro: 1000 milímetros correspondem a 1 metro.

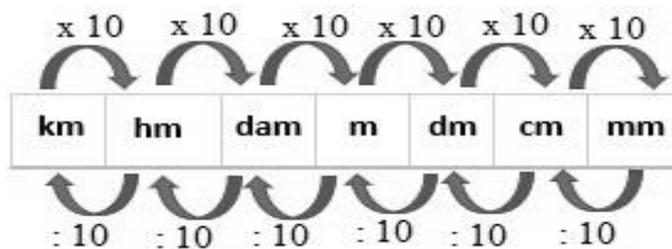
Para objetos menores, como talheres, é mais conveniente utilizarmos como unidade de medida o centímetro em vez do metro. Os múltiplos e submúltiplos do metro são representados por siglas:

Quilômetro → km; hectômetro → hm; decâmetro → dam; metro → m; decímetro → dm; centímetro → cm; milímetro → mm

Para realizar a conversão, precisamos construir a tabela ilustrada na

figura P2, respeitando a ordem para os múltiplos e submúltiplos do metro:

Fig. P2: Múltiplos e submúltiplos do metro



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/>

Para realizar a conversão de uma unidade que está à esquerda para outra que está à direita, multiplicamos por 10 cada unidade de medida.

Exemplo:

Convertendo 1,2 m → cm

Ao analisar-se a tabela, de metro até centímetro, há duas unidades de medida m → dm → cm. Então multiplicaremos por 10 cada uma.

$$1,2 \cdot 10 \cdot 10 = 1,2 \cdot 100 = 120 \text{ cm}$$

Para realizar conversões da direita para a esquerda, dividimos por 10 para cada unidade de medida.

2.3 Espaço (s)

Espaço é a posição (localização) de um objeto em certo instante (momento) em relação a um determinado referencial.

2.4 Tempo

Tempo é a duração dos fatos. No Sistema Internacional de Pesos e Medidas (SI) o *segundo* é a unidade de medida de tempo. Porém, dela advêm algumas outras: minuto, hora, dia etc.

Para converter as unidades derivadas em segundos utiliza-se as seguintes equivalências:

- *Minuto (min) = 1 min = 60 s*
- *Hora (h) = 1 h = 60 min = 3 600 s*
- *Dia = 1 dia = 24 h = 1440 min = 86 400 s*

2.5 Sistema Internacional de Unidades

O Sistema Internacional de Unidades, abreviado pela sigla SI, é um conjunto de unidades de medidas correspondentes às grandezas físicas fundamentais e suas derivações. O SI representou uma evolução do sistema métrico quando estabelecido em 1960, durante a Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM), na França.

2.5.1 Introdução ao Sistema Internacional de Unidades

O Sistema Internacional de Unidades é completamente escrito sobre sete unidades de medida básicas, baseadas nas grandezas físicas fundamentais: comprimento, tempo, massa, corrente elétrica, temperatura termodinâmica, quantidade de matéria, e intensidade luminosa.

As unidades do SI referidas a tais grandezas e seus símbolos são, respectivamente: metro (m), segundo (s), quilograma (kg), ampére (A), kelvin (K), mol (mol) e candela (cd). Na tabela você confere todas as unidades básicas do SI, bem como seus símbolos e definições:

Quadro 1: Definições das grandezas do SI

Grandeza	Unidade	Símbolo	Definição moderna
Comprimento	metro	m	O metro é definido como o espaço percorrido pela luz (no vácuo) em uma fração de 1/299.792.458 s.
Tempo	segundo	s	O segundo equivale a 9.192.631.770 transições hiperfinas de energia de um átomo de Césio.
Massa	quilograma	kg	Atualmente o quilograma passou a ser baseado na constante de Planck, igual a $6,62607015 \cdot 10^{-34} \text{J.s}$.

Corrente elétrica	Ampère	A	O ampère é igual à passagem de $1,602176634 \cdot 10^{19}$ cargas elementares por segundo, corresponde à corrente que produz uma força de $2 \cdot 10^{-7}$ N entre dois fios condutores paralelos, espaçados em 1 m.
Temperatura termodinâmica	kelvin	K	Recentemente, a temperatura termodinâmica passou a ser medida em termos da constante de Boltzmann, de módulo igual a $1,380649 \cdot 10^{23}$ J.s. Antigamente, era relacionada com o ponto triplo da água.
Quantidade de matéria	mol	mol	O mol é definido em termos do número de Avogadro, que define como $6,02214076 \cdot 10^{23}$ o número de partículas contidas em um mol.
Intensidade luminosa	candela	cd	A intensidade luminosa é baseada em uma frequência monocromática de luz igual a $540 \cdot 10^{12}$ Hz.

Fonte: Halliday (2004)

Além dessas unidades básicas, existem outras 22 unidades derivadas, como o newton ($N = \text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$), o joule ($\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$) e o coulomb (A.s). Para cada unidade do SI, básica ou derivada, pode-se aplicar prefixos de unidade. Ao todo, existem 20 prefixos de unidade, mostrados nesta tabela:

Tabela 1: Múltiplos e submúltiplos; potências de base 10

Prefixo	Símbolo	Potência de base 10
Yotta	Y	10^{24}
Zeta	Z	10^{21}
Exa	E	10^{16}
Peta	P	10^{15}
Tera	T	10^{12}

Giga	G	10^9
Mega	M	10^6
Quilo	k	10^3
Hecto	h	10^2
Deca	da	10^1
Deci	d	10^{-1}
Centi	c	10^{-2}
Mili	m	10^{-3}
Micro	μ	10^{-6}
Nano	n	10^{-9}
Pico	p	10^{-12}
Femto	f	10^{-15}
Atto	a	10^{-18}
Zepto	z	10^{-21}
Yocto	y	10^{-24}

Fonte: Próprio autor

2.6 GRANDEZAS DERIVADAS DO SI

2. 6.1 Densidade

Em física, definimos a *densidade* de um corpo (*ou objeto*) como sendo a razão entre sua massa e seu volume. Por exemplo, para sabermos a densidade de um tijolo, basta sabermos a sua massa total e seu volume total. Matematicamente, temos:

$$d = \frac{m}{V}$$

Na equação acima temos:

d – representa a densidade

m – representa a massa do corpo (*ou objeto*)

v – representa o volume

De acordo com a definição dada pelo Sistema Internacional de Unidades (**SI**), a unidade de medida de *densidade* é o kg/m^3 (*quilograma por metro cúbico*).

Sendo assim, podemos concluir que o cálculo da densidade de um objeto só depende de sua massa total e de seu volume

2.6.2 Velocidade escalar média

A velocidade é, por definição, a qualidade daquilo que é veloz. É a grandeza física vetorial relacionada à rapidez de um determinado evento e em termos médios é definida pela comparação do evento ao tempo necessário à sua ocorrência (figura P3).

Fig. P3: Velocidade em um movimento



Fonte: <https://www.gettyimages.com.br/>

Na Cinemática, área da Mecânica na qual estudamos os movimentos sem nos preocuparmos com as causas que o provocaram, temos

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t},$$

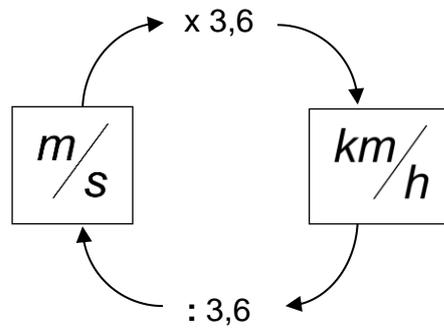
onde

v_m : velocidade média

Δs : deslocamento efetuado

Δt : tempo gasto no deslocamento.

Pela definição matemática da velocidade, é possível determinar suas possíveis unidades de medida, bem com sua dimensão. No nosso cotidiano, no Brasil, expressamos a velocidade em km/h, entretanto, no Sistema Internacional de Unidades, em m/s. Assim, temos o seguinte fator de conversão entre as duas unidades mencionadas:



Exemplo:

Se a velocidade de um objeto é 20 m/s, isso significa que a cada 1 segundo ele percorre 20 m; então em 1 h, que distância percorrerá?

Solução:

Sua velocidade média será:

$$20 \text{ m/s} \times 3,6 = 72 \text{ km/h}$$

ou seja, em 1 h percorrerá 72 km.

Importante: a direção da velocidade será sempre tangente à trajetória.

2.6.3 Aceleração

A aceleração, \vec{a} , de um corpo é a grandeza física de natureza vetorial (intensidade, direção e sentido) responsável por variações na velocidade do corpo. Pode se apresentar de duas formas distintas: tangencial ou centrípeta.

- **Aceleração tangencial**

É a aceleração responsável pelas variações no módulo (valor) da velocidade instantânea. Sua direção é paralela à da velocidade e seu sentido determina se o movimento é acelerado, retardado ou uniforme:

- Se a aceleração tangencial tem o mesmo sentido da velocidade, ambas terão o mesmo sinal, o módulo da velocidade aumentará com o tempo e o movimento será chamado de *movimento acelerado*.



- Se a aceleração tangencial tem sentido oposto ao da velocidade, elas terão sinais opostos, o módulo da velocidade diminuirá com o tempo e o movimento será chamado de *movimento retardado*.



- Se a aceleração tangencial for nula, a velocidade permanecerá com módulo (medida ou intensidade) constante e o movimento será chamado de *movimento uniforme*.



O valor médio a aceleração tangencial é dado pela seguinte relação:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

- **Aceleração centrípeta**

É a aceleração que provoca as variações na direção da velocidade instantânea e que será responsável pelos movimentos curvilíneos. Sua direção é perpendicular à direção da velocidade e o seu sentido será sempre para dentro da curva, daí o seu nome.

Na figura P4 os vetores que tangenciam a circunferência representam sua velocidade em quatro instantes distintos da trajetória e os vetores que apontam para o centro da trajetória representam a aceleração centrípeta naquelas instantes.

O módulo da aceleração centrípeta é dado por

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

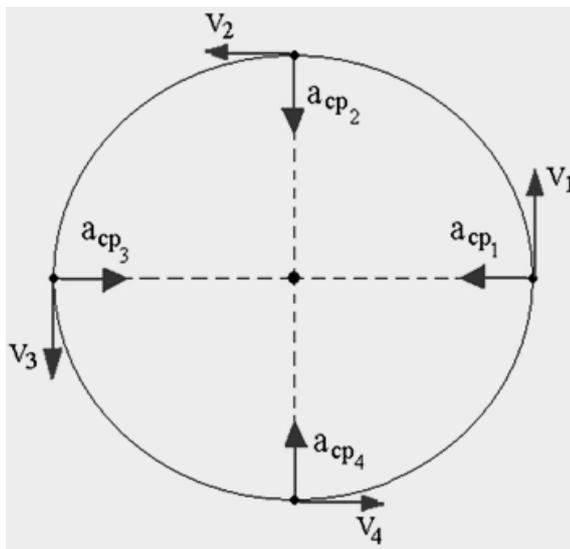
onde:

v - módulo da velocidade instantânea

R - raio da curva.

Importante: em qualquer caso, no Sistema Internacional de Unidades, todas as acelerações serão medidas em m/s^2 . (figura P4).

Fig. P4: Vetor velocidade em um movimento



Fonte: <https://www.preparaenem.com/>

2.6.4 Força

Força é o agente da dinâmica responsável por alterar o estado de **repouso** ou **movimento** de um corpo. Quando se aplica uma força sobre um corpo, esse pode desenvolver uma aceleração, como estabelecem as leis de Newton, ou se deformar. Existem diferentes tipos de força na natureza, tais como a força gravitacional, força elétrica, força magnética, força nuclear forte e fraca, força de atrito, força de empuxo etc.

As forças são grandezas vetoriais que, portanto, precisam ser definidas de acordo com seu módulo, direção e sentido. O módulo de uma força diz respeito à sua intensidade; a direção diz respeito às direções nas quais as forças se aplicam (horizontal ou vertical, por exemplo); cada direção, por sua vez, apresenta dois sentidos: positivo ou negativo, esquerda ou direita, para cima ou para baixo, etc.

Existem diversos tipos de força na natureza.

De acordo com o Sistema Internacional de Unidades, independentemente de qual seja a sua natureza, a grandeza força é medida na unidade de $kg.m/s^2$, entretanto, costumamos utilizar a grandeza newton (N) para designar tal

unidade, como uma forma de homenagem a um dos maiores físicos de todos os tempos: Isaac Newton. Os dispositivos utilizados para medir forças são chamados de dinamômetros – molas de constantes elásticas conhecidas que se esticam à medida que alguma força é aplicada sobre elas.

Na figura P5, vemos exemplos de vários tipos de forças.

Fig. P5: Algumas forças



Fonte <https://brasilecola.uol.com.br/>

2.7 SISTEMA CONSERVATIVO

Um sistema conservativo, em Física, é aquele onde somente forças conservativas realizam trabalho. Um sistema conservativo jamais deve ser confundido com um sistema isolado de forças externas, em que a grandeza conservada é a quantidade de movimento ao invés da energia mecânica.

Uma força é dita conservativa quando seu trabalho independe da trajetória. A força gravitacional e a força elástica são exemplos de forças conservativas. Uma força que não é conservativa é chamada de dissipativa. Exemplos de forças dissipativas são a força de atrito cinético e a força de arrasto. Forças que agem em um sistema a fim de modifica-lo são ditas forças dissipativas e as forças que não alteram a energia do sistema são chamadas de conservativas. Em parte, isso se deve à propriedade dos sistemas físicos de transformarem uma modalidade de energia em outra.

2.8 SISTEMA DISSIPATIVO

Um sistema dissipativo é um sistema aberto termodinamicamente o qual opera fora, e muitas vezes distante do equilíbrio termodinâmico em um ambiente com o qual troca energia e matéria. Na física, definimos *forças dissipativas*, que também podem ser denominadas de forças não conservativas, como sendo as forças que transformam a energia mecânica em outras formas de energia, como por exemplo, o som, calor e deformação.

A força de atrito faz um objeto parar, transformando sua energia cinética inicial em calor e som. Sempre que houver força de atrito, parte da energia mecânica do sistema vai ser transformada em calor e som. É possível verificar isso quando um carro freia bruscamente: escutamos o som característico da freada e vemos a fumaça dos pneus queimando em virtude do aumento da temperatura devido à força de atrito com o asfalto.

2.9 FORÇA DE RESISTÊNCIA DO AR

É uma força que atua no sentido contrário do movimento de um objeto qualquer, essa força é exercida pelo ar, com a intenção de restringir o movimento do objeto.

Se um corpo se movimenta através de um fluido (um gás, um líquido ou um vapor) surge uma força que se opõe a esse movimento. Em se tratando do ar, essa força é chamada de *força de resistência do ar*. Graças a essa resistência é que o paraquedas funciona.

A força da resistência do ar é dada por

$$F_r = K.v^2$$

Onde k é uma constante que depende da densidade do ar, do acabamento da superfície do corpo, da sua forma e da área da secção transversal, perpendicular à direção do movimento e v , a velocidade relativa entre o corpo e o ar.

2.10 FORÇA DE ATRITO

A força de atrito é uma interação que se manifesta sempre que tentamos fazer deslizar, um sobre o outro, objetos que estejam se comprimindo mutuamente (apoiados uns nos outros). Sua direção é paralela à tentativa de

movimento e seu sentido é oposto. Por exemplo, quando empurramos ou puxamos um determinado objeto tentando movê-lo, percebemos que existe certa dificuldade para colocá-lo em movimento. Essa dificuldade deve-se à força de atrito, que é uma força que se opõe ao movimento de objetos que estão sob a ação de uma força. Ela age paralelamente à superfície de contato e em sentido contrário à força aplicada sobre um corpo.

O fato de não conseguirmos fazer um corpo deslizar sobre uma superfície é justificado pelo aparecimento de uma força entre as superfícies de contato que impede o movimento denominada força de atrito estático, cujo módulo pode variar de zero até um valor máximo, dado por

$$0 < F_{Ae} \leq F_{Ae_{máxima}} = \mu_e \cdot N$$

F_{Ae} - Força de atrito estático;

μ_e - Coeficiente de atrito estático

N - Força normal

Quando o corpo desliza sobre outro surge uma força de contato que se opõe ao movimento, chamado força de atrito dinâmico.

$$F_{Ad} = \mu_d \cdot N$$

F_{Ad} - Força de atrito dinâmico

μ_d - Coeficiente de atrito dinâmico.

N - Força normal

A força de atrito entre os corpos sólidos é devida às asperezas das superfícies em contato e diminui com o polimento ou com o uso de lubrificantes.

2.11 FORÇA NORMAL

A força normal é a força trocada entre duas superfícies que se comprimem. Sua direção, como sugere o próprio nome, é perpendicular às superfícies e sua intensidade mede o grau de compressão entre elas. Veja a figura P6

Fig. P6: Representações da força normal



Fonte: Próprio autor

2.12 FORÇA RESULTANTE

É a força que, sozinha, representa e substitui, sem prejuízo da análise, um conjunto de forças que estejam atuando simultaneamente sobre um objeto qualquer.

O conceito de força resultante é fundamental na resolução de questões cotidianas envolvendo a aplicação de forças, uma vez que simplifica em muito a análise.

Considerando que na maioria das vezes um objeto interage com todos os objetos à sua volta, se representarmos por \vec{F} cada uma das interações, teremos

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots$$

em que a soma representada é uma soma vetorial; ou seja, leva em consideração as direções e sentidos das forças presentes, além de seus módulos (intensidades).

De acordo com a 2ª lei de Newton, a força resultante é a responsável pela aceleração, \vec{a} , do corpo de tal modo que

$$\vec{F}_R = m\vec{a}$$

Visto que a relação acima é de natureza vetorial, e considerando que a massa é sempre uma grandeza positiva, temos que a força resultante e a aceleração que ela produz terão sempre a mesma direção e o mesmo sentido.

2.13 TRABALHO DE UMA FORÇA

O significado da palavra trabalho em Física é diferente do seu significado habitual empregando na linguagem comum. O trabalho é uma grandeza criada para medir as transferências ou transformações de energia. Podemos, deste modo, escrever

$$\tau = \Delta E$$

Uma força constante aplicada em um corpo realiza um trabalho quando produz um deslocamento nesse corpo. Este trabalho é dado por

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos \varnothing,$$

onde

τ : Trabalho mecânico,

F : Módulo da força aplicada,

d : Deslocamento,

\emptyset : Menor ângulo entre as orientações da força e o deslocamento.

Se o ângulo entre as orientações da força \vec{F} e do deslocamento estiver entre 0 e 90° , o trabalho é dito motor ($\tau > 0$). Se o ângulo estiver entre 90° e 180° , o trabalho é denominado resistente ($\tau < 0$) e se o ângulo for igual a 90° , o trabalho será nulo: assim, temos que se:

$0 \leq \emptyset < 90^\circ \Rightarrow \tau > 0$ (trabalho motor) $\Rightarrow \Delta E > 0 \Rightarrow$ Sistema ganha energia

$\emptyset = 90^\circ \Rightarrow \tau = 0$ (trabalho nulo) $\Rightarrow \Delta E = 0 \Rightarrow$ Não ocorre variação de energia

$90^\circ < \emptyset \leq 180^\circ \Rightarrow \tau < 0$ (trabalho resistente) $\Rightarrow \Delta E < 0 \Rightarrow$ Sistema cede energia.

2.14 ENERGIA

Na Natureza é possível encontrar a Energia sob várias formas distintas, cada uma delas com uma definição própria ou vinculação característica a um evento, mas não é possível termos uma definição universal para o conceito de Energia. Deste modo é comum que ela seja definida de acordo com a forma como se manifesta; por exemplo, a Energia cinética está associada a todo e qualquer tipo de movimento, a Energia térmica com as diferenças de temperatura ou mudanças de estado de agregação das substâncias, a energia nuclear à fusão ou fissão dos núcleos dos átomos, a gravitacional às diferenças de altura, a elástica às molas e assim por diante.

De qualquer modo dizemos que sempre que houver transferência de energia de uma região para outra ou transformação de uma forma de energia em outra, terá havido realização de trabalho.

Qualquer coisa que esteja trabalhando, movendo outro objeto ou aquecendo-o, por exemplo, estará gastando (transferindo) energia.

Energia é um dos conceitos essenciais da Física e pode ser encontrado em todas as suas áreas de análise (mecânica, termodinâmica, eletromagnetismo, mecânica quântica, etc.), assim como em outras disciplinas,

particularmente na Química.

É uma grandeza escalar, assim como o trabalho que, no Sistema Internacional de Unidades, é expressa em joules (J).

2.14.1 Energia potencial

A energia potencial está associada à posição relativa de um corpo e à sua capacidade de entrar em movimento espontaneamente. Lembrando que a energia relacionada ao movimento é a energia cinética, então diremos que um sistema está dotado de energia potencial sempre que um objeto ao ser abandonado ($v_0 = 0$) adquirir movimento de modo espontâneo e natural.

Como exemplo podem-se citar as seguintes situações:

- Uma pedra abandonada do alto de uma árvore cairá em direção ao solo devido à ação gravitacional;
- Um objeto encostado a uma mola comprimida será arremessado quando a mola for liberada;
- Uma partícula eletrizada abandonada no interior de um campo elétrico sofrerá uma **aceleração** entrando, portanto, em movimento.

São algumas situações, entre outras, em que objetos abandonados sob determinadas circunstâncias, entrarão em movimento espontaneamente. Em cada um dos exemplos acima temos um tipo diferente de energia potencial ... identifique-as.

2.14.2 Energia potencial gravitacional

A energia potencial é uma energia que depende da posição relativa entre os objetos que interagem. Neste caso específico os objetos devem ser massivos e, na maioria dos casos um deles será o planeta Terra, e tomaremos como referência a sua superfície ou uma superfície paralela; assim, esta forma de energia será calculada levando em consideração a altura, h , relativa à referência adotada.

Por estar imerso num campo gravitacional, o objeto estará sujeito à ação da gravidade, g , que o estará atraindo para o centro do planeta e, portanto, sendo

abandonado de uma altura qualquer, cairá.

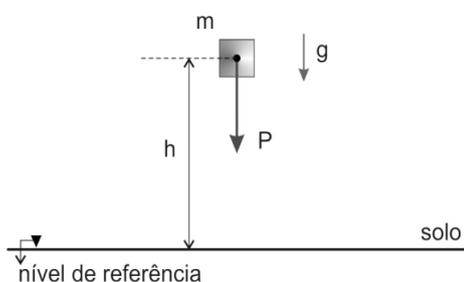
A energia potencial gravitacional é numericamente igual ao trabalho no deslocamento na rampa

$$\tau = F.H,$$

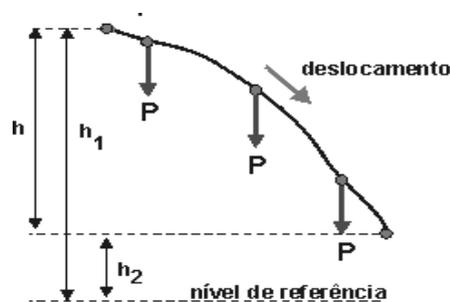
onde H corresponde à altura da qual o corpo é abandonado, com relação a um nível qualquer tomado como referência. Se o corpo desce verticalmente $F = P = mg$ e, portanto

$$\tau = m.g.H$$

Fig. P7: Deslocamento sob ação da força gravitacional



Fonte: Imagem do Google⁷



Fonte: Imagem do Google⁸

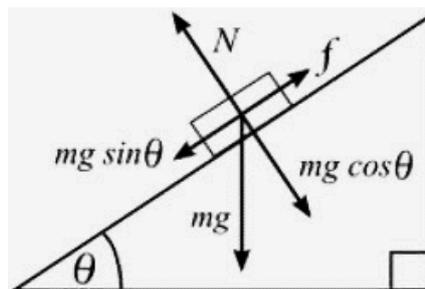
Se o corpo desce por uma rampa, como mostra a figura P7A, cuja inclinação com a horizontal é Θ , a força se torna:

$$F = m.g.\text{sen}\Theta.$$

⁷ Disponível em: https://www.google.com/search?q=Trabalho+do+peso++Energia+potencial+gravitacional&tbm=isch&ved=2ahUKEwjalf6xsa_1AhVkm7kGHWoAA9kQ2-cCegQIABAA&oeq=Trabalho+do+peso++Energia+potencial+gravitacional&gs_lcp=CgNpbWcQAzoHCCMQ7wMQJzoFCAAQgAQ6BggAEA-gQHjoGCAAQBxAeOgQIABAEogQIABAYUJEIwJdHYJNLABwAHgAgAGFA-ogBgZKSAQYwLjl5LjaYACgAQGqAQtd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&scient=img&ei=OnPgYdqQH-Tm5OUP6oCMYA0&bih=789&biw=1440#imgrc=n0ez_du4Sta81M. Acesso em 02/10/2021.

⁸ Disponível em: <https://www.alfaconnection.pro.br/fisica/energias-mecanicas/variacao-da-energia-mecanica/variacao-da-energia-potencial-gravitacional/> Acesso em 02/10/2021.

Fig. P7A: Deslocamento em uma rampa, sob ação da força gravitacional



Fonte: <https://www.todamateria.com.br/>

A energia potencial gravitacional não depende da trajetória descrita pelo corpo abandonado e nem de como ele atingiu a altura; depende apenas, das posições inicial e final do corpo com relação ao nível de referência adotado.

2.14.3 Energia potencial elástica

É a energia armazenada como resultado da aplicação de uma força para deformar um objeto elástico. A energia é armazenada até que a força seja removida e o objeto volte à sua forma original, realizando trabalho no processo. A deformação envolve comprimir, esticar ou torcer o objeto.

Muitos objetos são projetados especificamente para armazenar energia potencial elástica, por exemplo:

- A mola espiral de um relógio de corda
- Um trampolim envergado, logo antes do salto dos mergulhadores
- Uma tira de borracha que aciona um avião de brinquedo
- Uma bola de borracha, comprimida no momento em que quica de uma parede de tijolos.

2.14.4 Energia cinética

Levando em consideração que o trabalho realizado por uma força constante é dado por $\tau = F.d$, que a força resultante é $F = m.a$ e substituindo F por ma , o trabalho mecânico fica

$$\tau = m.a.d;$$

lembrando que a velocidade final de acordo com a equação de Torricelli é $v^2 = v_0^2 + 2ad$, considerando que o corpo parte do repouso ($v_0 = 0$) e isolando d fica $d = \frac{v^2}{2a}$; se este resultado for substituído na equação acima, teremos $\tau = m \cdot a \cdot \frac{v^2}{2a}$ e se, finalmente, simplificarmos encontraremos $\tau = m \frac{v^2}{2}$ (trabalho da força resultante) é igual a energia cinética e portanto $E_c = m \frac{v^2}{2}$.

Se admitirmos que o corpo tem velocidade inicial; $v^2 = v_0^2 + 2ad$ e isolando $a \cdot d = \frac{v^2 - v_0^2}{2}$ teremos, portanto, $\tau = m \cdot \left(\frac{v^2 - v_0^2}{2} \right)$, então $\tau = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$; finalmente o trabalho será dado por

$$\tau = E_c^{final} - E_c^{inicial}.$$

Este resultado é conhecido como Teorema da Energia Cinética.

3 METODOLOGIA

Descrever e orientar quanto à construção, e oportunizar a utilização de um dispositivo de baixo custo, cuja finalidade é possibilitar a reprodução, o estudo e a quantificação de alguns fenômenos físicos cotidianos ligados à Energia Mecânica e suas transformações é parte deste trabalho.

Os alunos, orientados pelo professor, deverão fazer leituras prévia sobre Energia Cinética, Energia Potencial, Energia Potencial Gravitacional, Energia Potencial Elástica e, após as leituras, ainda orientados pelo professor, deverão relacionar os conceitos físicos com a utilização da rampa e responder a questões, tais como:

- 1) Com base na massa do objeto utilizado, considerando a aceleração da gravidade como sendo 10 m/s^2 e a altura inicial da rampa, qual a energia potencial gravitacional inicial?
- 2) Em que ponto da rampa o corpo utilizado apresentou maior energia cinética? Por quê?

- 3) Pendurando o objeto na extremidade livre de uma mola, utilizando uma régua medir a deformação da mola (Δx) e obter a sua constante elástica (k).
- 4) Com base nos dados da questão anterior, qual a energia potencial elástica armazenada no sistema?

As orientações para a construção deste produto educacional *Rampa de Inclinação Variável: Um instrumento para a mediação simbólica no Ensino de Física*, bem como sua utilização estão descritos abaixo.

As atividades a serem desenvolvidas por meio do produto educacional para o estudo do conteúdo de Energia mecânica estão descritas na sequência didática. Tais atividades se propõem ainda, como eixo comum para as disciplinas Física, Química e Biologia, o estudo das transformações de energia com olhar de cada área, como preconiza a BNCC.

3.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Os conteúdos a serem trabalhados, utilizando a *Rampa de Inclinação Variável*, aparecem descritos na sequência didática, conforme a tabela 2. Em cada aula foi sugerido alguns exercícios para serem desenvolvidos pelo professor, junto com os alunos.

Tabela 2 Sequência didática sobre energia mecânica e suas transformações

Aula	Tema	Tempo (min)
01	Realização de um projeto para a Construção de uma Rampa de Inclinação Variável para estudo de Energia Mecânica no ensino médio	60
02	Introduzir, através de uma problematização, do tema de energia mecânica e suas transformações. Exercícios resolvidos	60
03	Introduzir o conceito de que as transformações ocorridas na Energia Mecânica são decorrentes das ações das forças atuantes em cada caso. Exercícios resolvidos	60
04	Conceituar Energia cinética. Exercícios resolvidos	60
05	Conceituar Energia potencial gravitacional. Exercícios resolvidos	60

06	Conceituar Energia potencial elástica. Exercícios resolvidos	60
07	Conceituar: Princípio de conservação de energia; Princípio de conservação da energia mecânica; Transformações da energia mecânica e suas aplicações. Exercícios resolvidos	60

Fonte: O próprio autor

3.2 DETALHAMENTOS DAS AULAS

O professor poderá construir sua própria rampa de inclinação variável utilizando os materiais indicados neste produto, mas, podem aparecer diferentes formas e métodos de construção da rampa.

3.2.1 Realização de um projeto de ensino para a Construção de uma Rampa de Inclinação Variável para estudo de Energia Mecânica no ensino médio.

Objetivo Geral

Realizar um projeto de ensino através da construção da rampa de inclinação variável, confeccionada pelo professor e/ou por alunos do ensino médio usando materiais alternativos e de fácil acesso.

Objetivo específico

1. Realizar um projeto para construir a rampa de inclinação variável.
2. Construir a rampa de inclinação de variável.

Métodos

O tema de Energia Mecânica e suas transformações será trabalhado por meio da elaboração de um pequeno projeto de ensino, elaborado por professores e alunos, para construção Rampa de Inclinação Variável utilizando materiais alternativos, de fácil acesso e com características similares às apresentadas no material Manual do Professor - Construção da Rampa.

Entende-se por projeto o “procedimento de trabalho que diz respeito ao processo de dar forma a uma ideia que está no horizonte, mas que admite modificações, está em diálogo permanente com o contexto, com as

circunstâncias e com os indivíduos que, de uma maneira ou de outra, vão contribuir para esse processo” (HERNÁNDEZ, 1998, pag. 52).

A turma será organizada em grupos segundo a preferência deles.

Tema do projeto. Rampa de inclinação variável para o estudo da energia mecânica

Objetivos. Construir a rampa de inclinação variável a partir de um modelo descrito pelo professor.

Desenvolvimento. Propor a ideia da construção da rampa e apresentar um esboço de como a rampa possa ser.

Metodologia

1. Seleção dos materiais de baixo custo.
2. Construção da rampa de inclinação variável.
3. Descrição da rampa
4. Cada grupo entregará o projeto em PDF ou por escrito com fotografias da rampa de forma que seja possível avaliar o trabalho realizado.

O professor poderá construir sua própria rampa de inclinação variável utilizando os materiais indicados neste produto, mas, podem aparecer diferentes formas e métodos de construção da rampa.

3.2.1.1 - Descrição dos Materiais Necessários

Para a confecção do material curricular Rampa de Inclinação Variável sugerimos a utilização dos seguintes materiais:

- 1 prancha de madeira de aproximadamente 1,20m por 0,25 m;

Fig. P8: Prancha de madeira



Fonte: próprio autor

- 1 tubo de PVC (Policloreto de Vinila), tipo eletroduto, de uma polegada de

diâmetro: Ø 1”;

Fig. P9: Tubo de PVC cortado longitudinalmente



Fonte: próprio autor

- 1 pedaço de mangueira plástica flexível de aproximadamente 1,20 m de comprimento e 1 polegada de diâmetro;

Fig. P10: Mangueira plástica



Fonte: próprio autor

- Fita métrica ou régua;

Fig. P11: Fitas métricas



Fonte: próprio autor

- 2 parafusos pequenos, para madeira, (de aproximadamente 6 mm de comprimento);

Fig. P12: Parafusos para madeira



Fonte: próprio autor

- Esferas de diâmetros e massas distintos, que podem ser retiradas de rolamentos de máquinas, contas de colares, ou ainda esferas de outros materiais (vidro, plástico, madeira);

Fig. P13: Esferas diversas



Fonte: próprio autor

- Pequenos pedaços de madeira, pernambuco ou longarina, de bitolas (medidas da secção reta transversal) e comprimentos diferentes, utilizados como espaçadores para variar a inclinação da rampa;

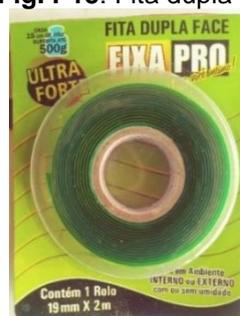
Fig. P14: Espaçadores de madeira



Fonte: próprio autor

- Fita dupla face

Fig. P15: Fita dupla face



Fonte: próprio autor

- Peça de mola ou espiral de caderno

Fig.P 16: Molas ou pedaços de espiral de caderno



Fonte: <https://www.vibramol.com.br/>

- . Balança (não necessariamente balança de precisão)

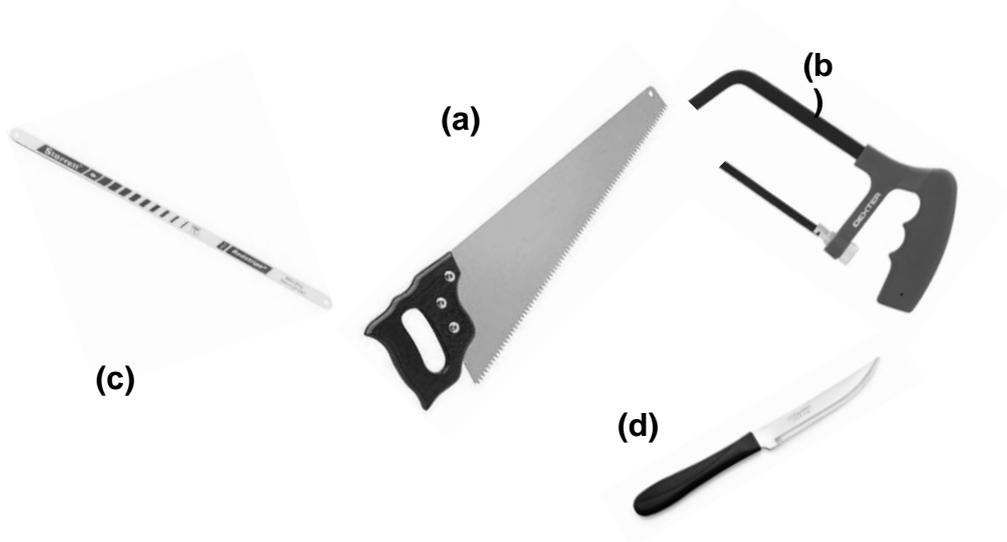
Fig. P17: Balança



Fonte: <https://www.amazon.com.br/>

- Serrote ou Arco de serra ou Lâmina de serra ou Faca de mesa com serra

Fig. P18: (a) serrote; (b) arco de serra; (c) lâmina de serra; (e) faca de mesa



Fonte: <https://www.google.com/search?q=Instrumentos+para+serrar>

3.2. 1. 2 Construção da Rampa. Passo a Passo da Montagem da Rampa

Passo 1: Comece pela prancha de madeira (Fig. P8). Ter cuidado com farpas que possam causar ferimentos durante o seu manuseio - isso pode ser evitado se a madeira for lixada.

Passo 2: Em seguida, deve-se retirar 1,20 m (um metro e vinte centímetros), aproximadamente, do tubo de PVC (Fig. P9) e, posteriormente, cortá-lo de modo longitudinal de forma a obter duas canaletas (lados), como mostra a figura P19.

Obs.: Para cortar o tubo de PVC, sugere-se utilizar qualquer uma das ferramentas constantes da figura P18, tendo cuidado no manuseio da ferramenta de corte para evitar acidentes.

Fig. P19: Tubo de PVC cortado longitudinalmente



Fonte: próprio autor

Passo 3: Por uma questão de estética, sugere-se que a canaleta seja afixada ao longo do eixo longitudinal da prancha, o que deverá ser feito com a utilização dos parafusos (Fig. P12), que poderão ser do tipo fenda ou Philips, dependendo da chave disponível.

É importante que os parafusos não sejam fixados muito próximos das extremidades da canaleta. Ao contrário, as extremidades da canaleta devem ficar livres para elevações proporcionadas pelos pedaços de madeira (Fig. P14) como veremos adiante.

Fig. P20: Fixação da canaleta à prancha de madeira



Fonte: próprio autor

Neste caso, foram fixados a 40 cm (quarenta centímetros) de cada extremidade: procurou-se uma distribuição equânime do comprimento disponível de 1,20 m.

Obs.: se preferir, ao invés de parafusar o tubo, ele poderá ser colado sobre a prancha de madeira e, assim, evitar o uso da mangueira.

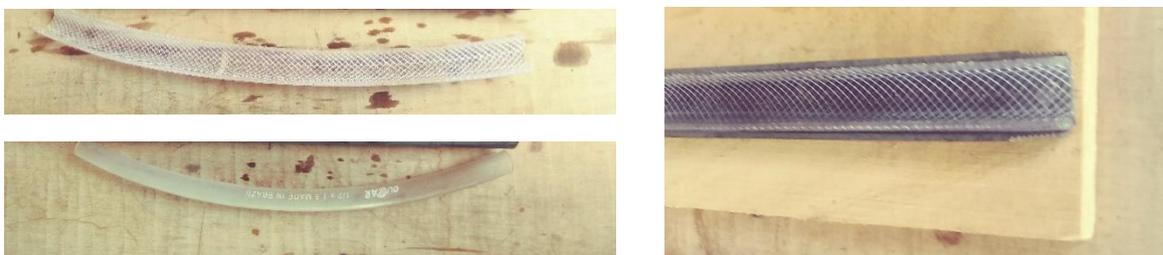
Passo 4: Tome o pedaço de mangueira (Fig. P10) e corte-o longitudinalmente conforme foi feito com o tubo de PVC (Fig. P19)

Obs.: Para cortar a mangueira, sugere-se utilizar qualquer uma das ferramentas constantes da figura P18;

Sugere-se ainda, que seja utilizada como referência para o corte da mangueira, o tubo de PVC previamente cortado no sentido longitudinal (ao longo do comprimento do tubo).

A canaleta oriunda da mangueira deverá ser fixada à canaleta de PVC que está parafusada na prancha. A fixação entre as canaletas deverá ser feita mediante o uso da fita autoadesiva tipo dupla face (Fig. P15) com a finalidade de impedir que as cabeças dos parafusos interfiram na movimentação das esferas.

Fig. P21: Fixação da mangueira à canaleta de PVC



Fonte: próprio autor

É importante que as superfícies a serem fixadas com a fita dupla face sejam limpas previamente para evitar impurezas e/ou gorduras que dificultem ou impeçam a aderência.

Passo 5: Separe esferas por tamanho, massa e material e pese-as utilizando uma balança ou pode utilizar esferas de massa conhecida (Fig. P17)

Cada conjunto de esferas semelhantes deve ser pesado separadamente das demais, da seguinte forma:

5.1: Escolha um recipiente qualquer que pode ser, por exemplo, um pote de vidro ou de plástico e leve-o à balança. Registre a massa encontrada (massa do

recipiente - m_r). O recipiente deverá ser o mesmo utilizado em todas as etapas do passo 5.

5.2: A seguir coloque no seu interior todas as (n) esferas idênticas e pese o conjunto. Registre a massa lida (massa total do conjunto - m_{tc});

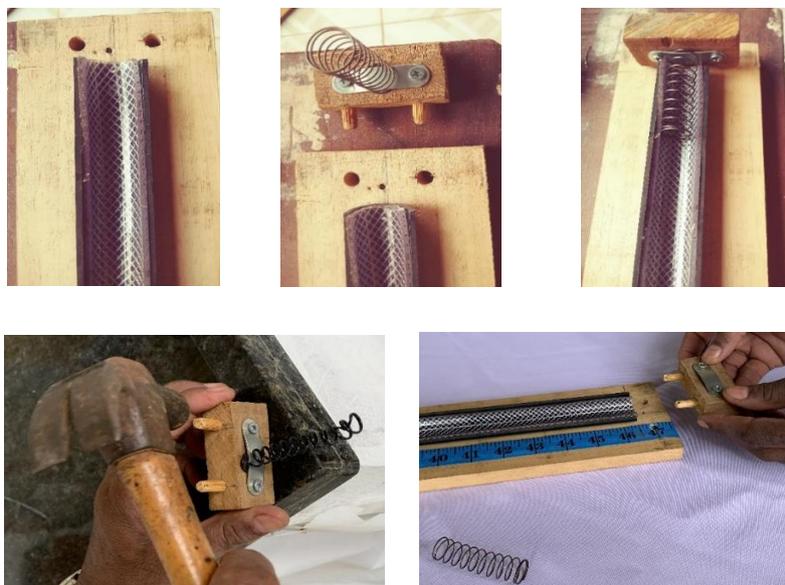
5.3: Obtenha a massa (média) de cada esfera (m_e) utilizando o seguinte algoritmo:

$$m_e = \frac{m_{tc} - m_r}{n}$$

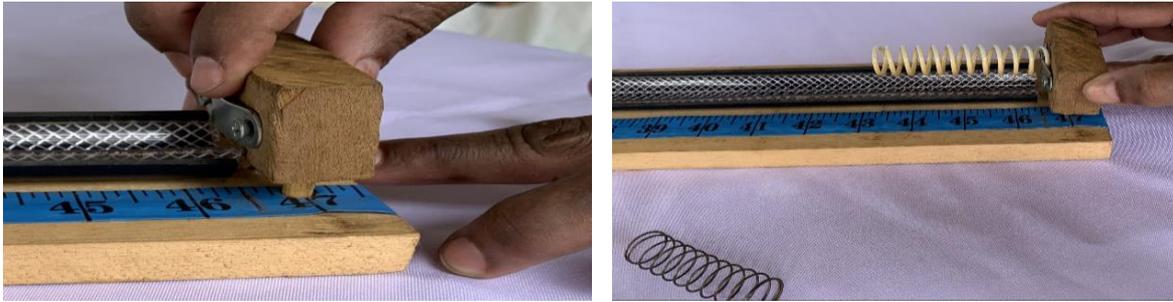
5.4: Repita o procedimento para cada conjunto de esferas idênticas, separando-as e acomodando-as em recipientes distintos, identificados com as massas médias obtidas em cada procedimento.

Passo 6: Observe os detalhes abaixo, nas figuras P22 e P23, sobre a construção de um dispositivo para a utilização de molas que podem ser pedaços de espirais de caderno de materiais e diâmetros distintos.

Fig.P 22: Detalhes de um dispositivo opcional para a utilização de molas



Fonte: próprio autor



Fonte: próprio autor

Passo 7: Se desejar, consulte na tabela da variação da gravidade com a latitude o valor da aceleração local da gravidade, ou calcule-o; caso contrário, adote $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Fig. P24: Fixação do espaçador de madeira na extremidade da rampa



Fonte: próprio autor

Fig. P25: Espaçadores de madeira em ambas as extremidades da rampa



Fonte: próprio autor

Fig. P26: Uma extremidade elevada e a outra com mola



Fonte: próprio autor

Pronto! A rampa já pode ser utilizada!

O professor poderá construir sua própria rampa de inclinação variável utilizando os materiais indicados neste produto, mas, podem aparecer diferentes formas e métodos de construção da rampa.

Essa rampa modelo pode ser utilizada pelo professor para orientar o projeto de ensino de construção da rampa de inclinação variável.

3.2.2 Energia mecânica, sua conservação e suas transformações. Apresentação dos conceitos através de uma problematização.

Objetivo: Apresentar, de forma sucinta, os conceitos relativos à Energia mecânica, suas transformações e eventual conservação através da utilização de *uma Rampa de Inclinação Variável*.

Metodologia: Iniciar fazendo uma avaliação prévia sobre os conhecimentos dos alunos a respeito das possíveis transformações de energia ocorridas em um evento específico e da ocorrência ou não da conservação da energia mecânica por meio da análise do movimento de um objeto (no caso específico, uma esfera) na superfície da Rampa de Inclinação Variável.

Desenvolvimento: O professor poderá optar por utilizar uma rampa modelo como a da figura P27, dotada de mola numa das extremidades e ao mesmo tempo orientar os alunos para a utilização da rampa construída no projeto educacional de maneira que cada grupo trabalhe com sua própria rampa.

Fig. P27: Uma extremidade elevada e a outra com mola



Fonte: próprio autor

1º. Abandonar a esfera do repouso ($v_0 = 0$) de uma determinada altura com relação ao plano - posição A - e observar a sequência de eventos. A bolinha descerá e, com isso, sua altura relativa à superfície do plano de apoio da rampa irá diminuir, enquanto sua velocidade aumentará.

2º. Ao colidir, na posição C, a mola sofrerá deformação por conta da força trocada com a esfera até que esta pare ($v = 0$) por uma fração de segundos.

3º. Uma vez parada a esfera, a mola terá sido comprimida e a sua tendência será a de retornar à condição original, ou seja, sem deformação.

4º. Instantes após, a bolinha entrará novamente em movimento, agora subindo, empurrada pela mola que voltou à condição não deformada.

5º. A bolinha subirá até parar e, novamente, começar a descer.

A partir da observação desta sequência de eventos, o professor poderá inserir os conceitos relativos às transformações de energia mecânica envolvidos: a energia cinética, relacionada ao movimento de um corpo, e a energia potencial, relativa à capacidade de um corpo entrar em movimento espontaneamente.

Explicando os eventos:

No evento 1, a esfera entra em movimento espontâneo, isso sugere a existência de uma energia prévia de natureza potencial, uma vez que está manifestando energia cinética depois de abandonada na extremidade superior da rampa.

No evento 2, na medida que a esfera vai parando sua energia cinética diminui até tornar-se nula. Para onde teria ido esta energia?

Vejamos:

No evento 4 a bolinha é arremessada de volta, ela está manifestando energia cinética novamente. Isto remete ao fato de que no evento 3, com a mola comprimida, ainda existe energia potencial.

Finalmente, durante o evento 5 enquanto a esfera pára, novamente perde energia cinética e ganha energia potencial.

Praticando – Exercícios Resolvidos

1 - Considere uma bolinha de borracha que é abandonada ($v_0 = 0$) de uma posição situada a uma altura h com relação ao solo. Ela cai, colide com o solo,

sofre deformação, para e, em seguida, salta de volta subindo até parar e começar a cair novamente. Com relação à situação descrita, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta de manifestações de energia.

- a) potencial, potencial, cinética, cinética.
- b) potencial, cinética, potencial, cinética.
- c) cinética, potencial, cinética, potencial.
- d) potencial, cinética, cinética, potencial.
- e) cinética, cinética, potencial, potencial.

Solução - Alternativa b.

2 – (G1 - IFSP) Um atleta de salto com vara, durante sua corrida para transpor o obstáculo à sua frente, transforma a sua energia _____ em energia _____ devido ao ganho de altura e conseqüentemente ao/à _____ de sua velocidade.

As lacunas do texto acima são, correta e respectivamente, preenchidas por:

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

Solução - Alternativa c.

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

Conclusão

As análises feitas sugerem que a energia mecânica pode se manifestar de várias formas e se transformar, sucessivamente, durante um evento qualquer.

3.2.3 Introduzir o conceito da ação de uma força constante ou de uma força variável como agente responsável pelas eventuais transformações de energia.

Objetivo: Apresentar aos alunos os conceitos referentes às ações de uma força constante ou de uma força variável e a relação destas ações com as transformações de energia observadas através da utilização de *uma Rampa de Inclinação Variável*.

Metodologia: Fazer um resgate dos eventos e conceitos trabalhados na aula 01 e a partir deles explicar aos alunos que a transformação da energia cinética em potencial, e vice-versa, está relacionada à ação de, pelo menos, uma força.

Desenvolvimento: Utilizando a rampa dotada de mola numa das extremidades (figura P28), o professor deverá:

Fig. P28: Uma extremidade elevada e a outra com mola



Fonte: próprio autor

Como foi visto, ao abandonar a esfera, a partir do repouso, de uma determinada altura com relação ao plano - posição A - a bolinha descera e, com isso, sua altura relativa à superfície do plano de apoio da rampa irá diminuir, enquanto sua velocidade aumentará. Tal evento é justificável pela ação da força de natureza gravitacional, F_G , de atração exercida pela Terra sobre o corpo. O módulo desta força é $F_G = mg$, constante, desde que a aceleração da gravidade (g) não varie.

Ao colidir com a mola, na posição C, esta sofrerá uma compressão por conta da força trocada com a esfera, que irá parar por uma fração de segundos. Esta força relativa à deformação da mola é a força elástica, F_{EL} , cujo módulo é $F_{EL} = kx$, variável, pois depende da deformação (x). A sua tendência será a de retornar à condição original, ou seja, sem deformação; com isso a bolinha

entrará novamente em movimento, agora subindo, empurrada pela mola que voltou à condição não deformada.

A bolinha subirá até parar e, novamente, começar a descer, devido à ação da força gravitacional que a estará atraindo em direção ao centro do planeta.

A partir da observação desta sequência de eventos, o professor poderá justificar as transformações de energia envolvidas a partir da manifestação das forças citadas.

Tem-se como pressuposto que as duas modalidades de energia mecânica, a energia cinética e a potencial, tem, cada uma delas, condições bem definidas de existência, ambas relativas à escolha de um referencial adequado. Uma vez definido o referencial, se houver manifestação de velocidade relativa, então haverá energia cinética e, se houver perspectiva de movimento espontâneo, então haverá energia potencial.

No exemplo acima foi descrita uma sucessão de eventos referentes à ação de forças sobre uma esfera abandonada da extremidade elevada da rampa de inclinação variável. Neste caso, visto que a esfera foi abandonada, assume-se velocidade inicial nula ($v_0 = 0$) e, portanto, energia cinética nula; porém, uma vez abandonada a esfera, verifica-se que sua velocidade aumenta na medida em que desliza a níveis mais inferiores, aumentando assim sua energia cinética simultaneamente à redução de sua altura relativa à base da prancha. Pode-se concluir, desta primeira análise, que a manifestação espontânea de velocidade ocorreu em função da existência prévia de energia potencial, sendo que esta energia potencial está relacionada com a ação da força gravitacional, responsável por puxar a esfera para baixo: energia potencial gravitacional. Neste caso, o trabalho realizado pela força gravitacional possibilitou a transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética, enquanto a esfera descia pela superfície da rampa de inclinação variável.

Na sequência, ao colidir com a mola, na outra extremidade da rampa, a esfera teve sua velocidade gradativamente reduzida até que parou, voltando à condição de energia cinética nula como na condição inicial quando foi abandonada. A redução de velocidade da esfera foi acompanhada de uma gradual compressão na mola fixada na extremidade da rampa. Quanto menor a

velocidade da esfera, maior a deformação, x , da mola. Esta deformação está associada à força elástica que, atuando em sentido contrário ao movimento da esfera, fez com que sua velocidade v , conseqüentemente sua energia cinética, fosse reduzida a zero.

Curiosamente, entretanto, após um breve intervalo de tempo a mola comprimida vai voltando à sua condição inicial de repouso - não comprimida -, enquanto empurra a esfera de volta pondo-a, novamente, em movimento restituindo, pelo menos em parte, sua energia cinética. Pode-se concluir, portanto, que a energia cinética da esfera, anterior à compressão da mola esteve armazenada até ser devolvida à esfera; neste caso, armazenada na mola na forma de energia potencial elástica.

Pôde-se perceber, durante o processo, uma sucessão de manifestações de energia: no começo, no alto da rampa, energia potencial gravitacional que foi gradativamente se transformando em cinética enquanto o objeto deslizava para baixo. Ao atingir o nível mais baixo a energia cinética se manifestou até a colisão com a mola, quando teve início um novo processo de transformação; agora de cinética em potencial elástica enquanto a velocidade decrescia e a deformação da mola aumentava.

Findo o processo a energia elástica, armazenada na mola, deu início a uma nova etapa, durante a qual a energia potencial elástica foi cedendo lugar à energia cinética que, por sua vez, foi se transformando em potencial gravitacional enquanto a esfera subia a rampa, perdendo velocidade.

São muitos os exemplos cotidianos em que as transformações de energia se manifestam e se fazem presentes nas nossas ações. Por exemplo, quando uma pessoa se diverte em um balanço, se for desprezada a elasticidade da corda, será possível identificar transformações sucessivas entre energia cinética, enquanto o balanço com a pessoa se movimenta, e a energia potencial gravitacional, enquanto sua altura relativamente ao solo se modifica.

Fig. P29: Imagem cotidiana, ilustrativa das manifestações de energia



Fonte: Próprio autor

Outro exemplo é quando uma criança se balança no galho de uma árvore se preparando para saltar num riacho, como mostra a figura P29, tomando como nível de referência, teremos uma altura relativa a este nível e, portanto, energia potencial gravitacional e ao flexionar o galho, que se comporta como uma mola, energia potencial elástica. Ao abandonar o galho da árvore a energia elástica já não mais existirá; terá dado lugar à energia cinética devida ao movimento, que irá aumentar enquanto a criança cai em direção ao riacho, enquanto diminui sua altura relativa, diminuindo assim a energia potencial gravitacional que havia no início.

Praticando – Exercícios Resolvidos

1 - Um corpo de massa $m = 60 \text{ kg}$ está na superfície da Terra, num local em a aceleração da gravidade é $9,8 \text{ m/s}^2$. Qual será a força gravitacional (peso) com que será atraído pela Terra naquele local?

- a) $F_G = 756 \text{ N}$
- b) $F_G = 600 \text{ N}$
- c) $F_G = 588 \text{ N}$
- d) $F_G = 487 \text{ N}$
- e) $F_G = 376 \text{ N}$

Solução - Alternativa c.

Considerando que a força gravitacional, ou força peso, tem como expressão matemática a relação $F_G = P = mg$, basta multiplicar os valores dados:

$$F_G = P = 60 \times 9,8 = 588 \text{ N}$$

2 - Se o mesmo corpo, de massa $m = 60$ kg, fosse levado pra Lua onde a gravidade é aproximadamente $1/6$ da gravidade terrestre, qual seria o seu peso na Lua?

- a) $F_G = 588$ N
- b) $F_G = 487$ N
- c) $F_G = 376$ N
- d) $F_G = 148$ N
- e) $F_G = 98$ N

Solução: Alternativa e.

$$g_{\text{Lua}} = \frac{g_{\text{Terra}}}{6} = \frac{9,8}{6}$$

$$P_{\text{Lua}} = m \times g_{\text{Lua}}$$

$$P_{\text{Lua}} = \frac{60 \times 9,8}{6}$$

$$P_{\text{Lua}} = 98 \text{ N.}$$

Conclusão: Como na Lua a gravidade é menor que na Terra, um corpo de mesma massa teria peso menor; logo, pode-se concluir que a massa é uma característica do corpo, enquanto seu peso é uma característica do local em que ele está, pois depende da gravidade naquele local.

3 - (UEG - Adaptado) Em um experimento que valida a conservação da energia mecânica, um objeto de $4,0$ kg colide horizontalmente com uma mola relaxada, de constante elástica de 100 N/m. Esse choque a comprime $1,6$ cm. Qual é a força elástica a que a mola ficou submetida?

- a) $F_{\text{EL}} = 0,16$ N
- b) $F_{\text{EL}} = 1,6$ N
- c) $F_{\text{EL}} = 6,4$ N
- d) $F_{\text{EL}} = 16$ N
- e) $F_{\text{EL}} = 160$ N

Solução: Alternativa b.

É preciso observar que a constante elástica da mola, k , está expressa em N/m e que a deformação, x , está expressa em cm; são unidades incompatíveis para efeitos de cálculo; assim, a primeira ação deve ser a de compatibilizar as

unidades envolvidas. Neste caso podemos, por exemplo, transformar a unidade da deformação $x = 1,6 \text{ cm} = 0,016 \text{ m}$

$$F_{EL} = k \cdot x$$

$$F_{EL} = 100 \times 0,016$$

$$F_{EL} = 1,6 \text{ N.}$$

Conclusão: Antes de efetuarmos qualquer operação, devemos observar a compatibilidade entre as unidades envolvidas e, se necessário, adequá-las ao problema.

3.2.4 Energia Cinética

Objetivo: Apresentar aos alunos o conceito de energia cinética, sua formulação matemática e reforçar a ideia de que a energia cinética é a manifestação da energia mecânica relativa à condição de movimento.

Metodologia: Utilizar a Rampa de Inclinação Variável e propor aos alunos que abandonem ($v_0 = 0$) algumas esferas a partir de posições (alturas) diferentes; chamar atenção para que observem a movimentação das esferas enquanto elas descem, ressaltando o fato de que quanto maior a altura da rampa, maior será a velocidade com que as esferas descerão.

Desenvolvimento: Apresentar de forma expositiva que a Energia cinética é a energia relacionada aos corpos que estejam executando qualquer tipo de movimento; mencionar e caracterizar os tipos de movimentos pertinentes; enfatizar os conceitos relativos a cada situação, exemplificar cada um deles, dar ao conceito uma forma matemática e aplicar, de modo, integrado todos estes aspectos.

1º. Esclarecer que, quando se trata de movimentos, existem algumas possibilidades:

- a) movimento de “vai-e-vem” em torno de uma posição fixa: vibração;
- b) movimento de girar em torno de um eixo que passa pelo próprio corpo: rotação;
- c) movimento de ir de um lugar para outro: translação.

2º. Observar que o objeto em questão pode ser um objeto qualquer: um elétron

em um átomo, um satélite em um sistema planetário ou uma galáxia.

3º. Ressaltar que a noção de movimento está diretamente relacionada à mudança de posição com respeito a um sistema referencial (SR) e, conseqüentemente, à existência de uma velocidade (v).

4º. Por fim, enfatizar que todo objeto, por menor que pareça, sempre terá massa (m).

5º. Formular, matematicamente, a energia cinética em termos dos parâmetros mencionados:

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

Praticando – Exercícios Resolvidos

1 - Qual a energia cinética de um ponto material de massa $m = 2$ kg, que se desloca com velocidade escalar $v = 10$ m/s?

- e) $E_c = 20$ J
- f) $E_c = 200$ J
- g) $E_c = 10$ J
- h) $E_c = 100$ J
- i) $E_c = 400$ J

Solução: Alternativa d.

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \qquad E_c = \frac{2(10)^2}{2} = 100 \text{ J}$$

2 – Determine a energia cinética de um ponto material de massa $m = 4$ kg, que se desloca com velocidade escalar $v = 5$ m/s. (b) Se a velocidade escalar mudar para 10 m/s, qual a nova energia cinética do ponto material?

(a)

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \qquad E_c = \frac{4.(5)^2}{2} = \frac{4.25}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ J}$$

(b)

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \qquad E_c = \frac{4.(10)^2}{2} = \frac{4.100}{2} = \frac{400}{2} = 200 \text{ J}$$

Conclusão: Como a energia cinética varia com o quadrado da velocidade, quando a velocidade se torna duas (2) vezes maior, a energia cinética se torna $2^2 = 4$ vezes maior. Dobrar a velocidade implica em quadruplicar a energia cinética; triplicar a velocidade implica em tornar a energia cinética nove (3^2) vezes maior.

3 - Um objeto de massa 500 g possui energia cinética de 2 kJ. Determine a velocidade desse objeto em m/s.

Dado: Adote $\sqrt{5} = 2,23$

- a) 44,7
- b) 50,4
- c) 62,8
- d) 36,6
- e) 31,6

Solução - Alternativa a.

$$m = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg}$$

$$E_c = 2 \text{ kJ} = 2000 \text{ J}$$

$$E_c = \frac{2(10)^2}{2}$$

$$2000 = \frac{0,5 \cdot v^2}{2}$$

$$4000 = 0,5 \cdot v^2$$

$$v^2 = 8000$$

$$v = (8000)^{1/2}$$

$$v = 40 \sqrt{5}$$

$$v = 20 \cdot 2,23$$

$$v = 44,7 \text{ m/s}$$

4 - (FATEC) Um motorista conduzia seu automóvel de massa 2000 kg que trafegava em linha reta, com velocidade constante de 72 km/h, quando avistou uma carreta atravessada na pista. Transcorreu 1 s entre o momento em que o motorista avistou a carreta e o momento em que acionou o sistema de freios para iniciar a frenagem, com desaceleração constante igual a 10 m/s^2 . Desprezando-

se a massa do motorista, assinale a alternativa que apresenta, em joules, a variação da energia cinética desse automóvel, do início da frenagem até o momento de sua parada.

- a) $+ 4,0 \cdot 10^5$
- b) $+ 3,0 \cdot 10^5$
- c) $+ 0,5 \cdot 10^5$
- d) $- 4,0 \cdot 10^5$
- e) $- 2,0 \cdot 10^5$

Solução - Alternativa d.

No momento em que o automóvel parar, não haverá mais energia cinética, de modo que podemos dizer que a energia cinética final é zero. Por meio da equação da energia cinética, podemos determinar a energia inicial do automóvel.

$$m = 2000 \text{ kg}$$

$$v = 72 \text{ km/h} \div 3,6 = 20 \text{ m/s}$$

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$E_c = \frac{2000 \cdot (20)^2}{2}$$

$$E_c = \frac{2000 \cdot 400}{2}$$

$$E_c = \frac{800000}{2}$$

$$E_c = 400000 = 4 \cdot 10^5 \text{ J}$$

A variação da energia cinética será dada pela subtração da energia cinética final e inicial.

$$\Delta E_c = E_{c \text{ final}} - E_{c \text{ inicial}}$$

$$\Delta E_c = 0 - 4 \cdot 10^5$$

$$\Delta E_c = - 4 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Conclusão

Nem sempre todos os dados fornecidos no problema precisam ser utilizados; no caso deste exercício nem o tempo de reação do motorista e nem a

desaceleração aplicada fazem qualquer diferença, visto que aqui o objetivo é calcular a variação da energia cinética.

3.2.5 Tema: Energia Potencial Gravitacional

Objetivo: Apresentar aos alunos o conceito geral de que a Energia potencial, seja de que natureza for, depende de uma posição relativa entre o objeto considerado e um nível de referência escolhido convenientemente.

Metodologia: Usar a Rampa de Inclinação Variável alterando sua altura com a utilização dos pedaços de madeira de tamanhos diferentes em uma de suas extremidades como mostra a figura P30; propor aos alunos que abandonem esferas na rampa em suas inclinações (alturas) diferentes e chamar atenção dos mesmos para que observem o que acontece.

Fig. P30: Rampa inclinada



Fonte: **Próprio autor**

Desenvolvimento: A partir do observado o professor deve iniciar o tema explicando que, no caso da Energia potencial gravitacional, a posição relativa do objeto é uma altura medida a partir de um nível de referência escolhido convenientemente.

O professor pode seguir as etapas abaixo em sua explanação sobre o tema da aula.

1º. Escolher um nível de referência adequado à análise que pode ser, por exemplo, a superfície de uma mesa, o solo, ou qualquer outro que se queira adotar.

2º. A partir do nível escolhido, determinar a altura inicial, h , relativa do objeto a ser estudado.

3º. Conhecer a massa, m , do objeto que está sendo estudado.

4º. Conhecer a aceleração da gravidade, g , do local onde a análise está sendo realizada.

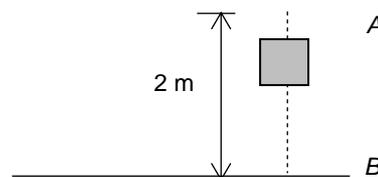
5º. Quantificar a Energia potencial gravitacional, $E_P = mgh$, como estando relacionada à ação da força gravitacional, $F_G = P = mg$ ao longo de uma altura h .

6º. O fato de as velocidades de descida das esferas serem sucessivamente maiores quanto maiores forem as alturas das quais as esferas foram abandonadas, ilustra o fato de que quanto maior a altura de lançamento, maior será a Energia potencial gravitacional inicial.

Praticando – Exercícios Resolvidos

1 - Um pequeno bloco de massa $m = 5 \text{ kg}$ encontra-se em repouso na posição A . O mesmo é abandonado e passa pela posição B , indicada na figura.

Determine a energia potencial gravitacional do bloco nas posições A e B em relação ao plano horizontal de referência que passa por B . É dado $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Plano horizontal de referência

Dados: $m = 5 \text{ kg}$

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

$$h_A = 2 \text{ m}$$

$$h_B = 0$$

$$E_{pg} = mgh$$

$$E_{pgA} = mgh_A$$

$$E_{pgB} = mgh_B$$

$$E_{PG_A} = 5 \cdot 10 \cdot 2$$

$$E_{PG_B} = 5 \cdot 10 \cdot 0$$

$$E_{PG_A} = 100 \text{ J}$$

$$E_{PG_B} = 0$$

Conclusão: Uma vez que o nível de referência foi escolhido como sendo o nível de B , para aquele nível a energia potencial gravitacional é zero, visto não haver altura relativa.

2 - Um pequeno bloco de massa $m = 3 \text{ kg}$ encontra-se a 2 m do piso de um apartamento e a 20 m do nível da rua. Determine sua energia potencial gravitacional em relação ao piso do apartamento e em relação ao nível da rua. É dado que $g = 10 \text{ m/s}^2$

Dados: $m = 3 \text{ kg}$

$$h_{\text{piso}} = 2 \text{ m}$$

$$h_{\text{rua}} = 20 \text{ m}$$

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

$$E_{PG} = mgh$$

Com relação ao piso do apartamento:

$$E_{PG} = 3 \times 10 \times 2$$

$$E_{PG} = 60 \text{ J}$$

Com relação ao nível da rua:

$$E_{PG} = 3 \times 10 \times 20$$

$$E_{PG} = 600 \text{ J}$$

Conclusão: A mudança do nível de referência muda a Energia potencial gravitacional do sistema.

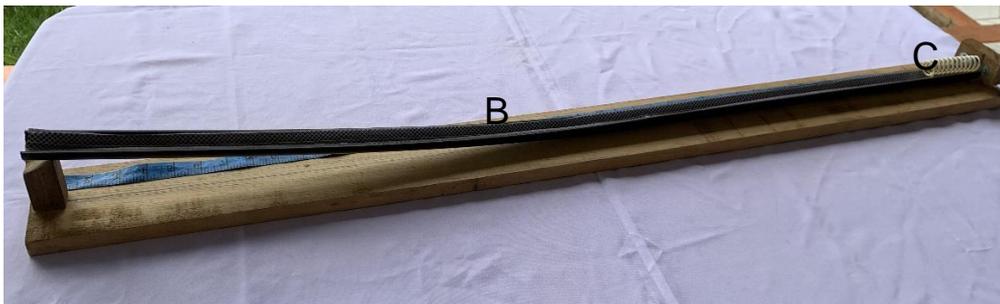
3.2.6 Energia Potencial Elástica

Objetivo: Apresentar aos alunos o conceito geral de que a Energia potencial, seja de que natureza for, depende de uma posição relativa entre o objeto considerado e um nível de referência escolhido convenientemente.

Metodologia: Usar a Rampa de Inclinação Variável alterando sua altura utilizando os pedaços de madeira de tamanhos diferentes em uma de suas extremidades (A) e na outra extremidade usar uma mola (C), como mostra a figura P31;

Propor aos alunos que abandonem esferas na rampa em suas inclinações (alturas) diferentes e chamar atenção dos mesmos para que observem o que acontece.

Fig. P31: Rampa com uma extremidade elevada e uma mola na outra



Fonte: Próprio autor

Desenvolvimento: O professor deve iniciar o tema explicando, a partir das observações, que, no caso da Energia potencial elástica, a posição relativa é uma deformação sofrida por um objeto elástico, ou seja, um objeto capaz de se deformar e voltar à sua condição original como foi verificado na mola da Rampa de Inclinação Variável.

Essa deformação é obtida a partir da diferença de dimensões entre a mola em repouso e a mola deformada.

O professor pode seguir as etapas abaixo em sua explanação sobre o tema da aula.

- 1º. Toma-se uma mola qualquer, que pode ser um pedaço de espiral de um caderno.
- 2º. A mola escolhida deve ser fixada na extremidade da Rampa de Inclinação Variável
- 3º. Deve-se observar os aspectos físicos da espiral como, por exemplo, o material do qual ela é feita, a espessura do fio e o diâmetro da espiral.
- 4º Considerar que espirais de metal tendem a ser mais rígidas que espirais de plástico, por exemplo.
- 5º. As esferas deverão ser abandonadas na extremidade elevada da rampa, a partir de inclinações distintas.
- 6º Ao descerem, colidirão com a mola que se deformará.
- 7º. As esferas serão, então, arremessadas de volta em direção à posição da qual foram abandonadas.
- 8º O fato de as esferas serem arremessadas de volta, justifica a existência de energia armazenada na mola. Essa é a Energia potencial elástica.

Praticando – Exercícios Resolvidos

1 - (FUND. CARLOS CHAGAS) Uma mola elástica ideal, submetida a ação de uma força de intensidade $F = 10 \text{ N}$, está deformada de $2,0 \text{ cm}$. A energia elástica armazenada na mola é de:

- a) $0,10 \text{ J}$
- b) $0,20 \text{ J}$
- c) $0,50 \text{ J}$
- d) $1,0 \text{ J}$
- e) $2,0 \text{ J}$

Dados:

$$F = 10 \text{ N}$$

$$X = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

Para calcular a energia potencial elástica, utilizamos a equação:

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

Como o exercício não forneceu o valor da constante elástica da mola (k), devemos utilizar a equação da força elástica ($F = kx$) e reescrever a equação da energia da seguinte forma:

$$E_{PE} = Fx/2$$

Substituindo temos

$$E_{PE} = 10 \times 0,02/2$$

$$E_{PE} = 0,1 \text{ J}$$

Solução - Alternativa A

2 - (FATEC 2002) um bloco de massa $0,60 \text{ kg}$ é abandonado, a partir do repouso, no ponto A de uma pista no plano vertical. O ponto A está a $2,0 \text{ m}$ de altura da base da pista, onde está fixa uma mola de constante elástica 150 N/m . São desprezíveis os efeitos do atrito e adota-se $g = 10 \text{ m/s}^2$. A máxima compressão da mola vale, em metros:

- a) $0,80$

- b) 0,40
- c) 0,20
- d) 0,10
- e) 0,05

Dados:

$$m = 0,60 \text{ kg}$$

$$h_A = 2,0 \text{ m}$$

$$k = 150 \text{ N/m}$$

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

A energia potencial gravitacional transforma-se em energia potencial elástica, portanto, elas são iguais e pode-se utilizar a expressão:

$$E_{\text{grav}} = E_{\text{el}}$$

$$mgh = \frac{kx^2}{2}$$

Substituindo os dados, temos:

$$0,6 \times 10 \times 2 = \frac{150x^2}{2}$$

$$12 = 75x^2$$

$$x^2 = \frac{12}{75}$$

$$x^2 = 0,16$$

$$x = \sqrt{0,16}$$

$$x = 0,4 \text{ m}$$

Solução - Alternativa B

Conclusão: Sempre que for possível desprezar os atritos e a resistência do ar, teremos o que em Física se chama de *sistema conservativo*; ou seja, um sistema de forças no qual não ocorrem perdas de energia.

3.2.7 Princípio de conservação de energia; Princípio de conservação da energia mecânica; Transformações da energia mecânica e suas aplicações.

Objetivo: Experimentar através da utilização da Rampa de Inclinação Variável

os conceitos de princípio de conservação da energia, princípio de conservação da energia mecânica e transformações da energia mecânica

Metodologia: Os alunos devem trabalhar com suas próprias rampas para, sob a orientação do professor, realizarem análises acerca dos temas.

Desenvolvimento: O professor deve orientar os alunos a trabalharem com suas próprias rampas, fazendo as seguintes análises:

Fig. P32: Rampa com as duas extremidades elevadas



Fonte: Próprio autor

Tomando como referência o que mostra a figura P32 e considerando que as alturas das posições A e C com relação à prancha de madeira (nível de referência) sejam iguais, será possível verificar que a bolinha ao ir de A para B a altura relativa diminuirá enquanto a velocidade irá aumentando gradativamente; de B para C, a velocidade diminuirá a zero e a altura voltará a crescer sem que, entretanto, o nível C seja atingido. A partir daí todo o processo se reiniciará com a bolinha se deslocando, agora, de volta a B e daí a A sem, entretanto, atingir novamente o nível A inicial.

Nesta análise estão em questão duas formas de energia mecânica: a Cinética, referente à velocidade, e a Potencial Gravitacional, referente à altura relativa. É possível, então, perceber que a cada ciclo de ida e volta completado a bolinha atinge alturas finais sucessivamente menores, o que sugere que a energia potencial gravitacional ao final de cada ciclo é menor do que era ao final do ciclo anterior; ou seja, a cada ciclo a energia total está menor. Este efeito é denominado de dissipação da energia mecânica e é devido à ação de forças dissipativas, como a força de atrito e a de resistência do ar, atuantes sobre a bolinha enquanto ela se movimenta ao longo do trilho. Um sistema como este,

no qual atuem forças desta natureza, é denominado sistema dissipativo ou sistema não-conservativo.

Sistemas mecânicos nos quais não se verificam a existência de forças dissipativas, ou nos quais elas possam ser desprezadas por apresentarem módulos muito menores que os módulos das demais forças envolvidas, são denominados sistemas conservativos e neles, muito embora as energias cinética e potencial possam se alternar ou até coexistir, a soma total das parcelas cinética e potencial será constante.

Praticando – Exercícios Resolvidos

1 - Uma pedra que é abandonada de um penhasco. Em um primeiro momento, antes de ser abandonada, a pedra tem energia cinética nula (já que não está em movimento) e energia potencial total. Quando a pedra chegar ao solo, sua energia cinética será total, e a energia potencial nula (já que a altura será zero).

Dizemos que a energia potencial se transformou, ou se converteu, em energia cinética.

Quando não são consideradas as forças dissipativas (atrito, força de arrasto, etc.) a energia mecânica é conservada, então:

$$E_{M, \text{ inicial}} = E_{M, \text{ final}}$$

$$E_{C, \text{ inicial}} + E_{P, \text{ inicial}} = E_{C, \text{ final}} + E_{P, \text{ final}}$$

Para o caso de energia potencial gravitacional convertida em energia cinética, ou vice-versa:

$$\frac{1}{2}mv_{\text{inicial}}^2 + mgh_{\text{inicial}} = \frac{1}{2}mv_{\text{final}}^2 + mgh_{\text{final}}$$

Para o caso de energia potencial elástica convertida em energia cinética, ou vice-versa:

$$\frac{1}{2}mv_{\text{inicial}}^2 + \frac{1}{2}kx_{\text{inicial}}^2 = \frac{1}{2}mv_{\text{final}}^2 + \frac{1}{2}kx_{\text{final}}^2$$

2 - Uma maçã presa em uma macieira a 3 m de altura se desprende. Com que velocidade ela chegará ao solo?

Solução: como o problema se refere a altura, temos o envolvimento da energia potencial gravitacional.

$$E_{M, \text{ inicial}} = E_{M, \text{ final}}$$

$$E_{C, \text{ inicial}} + E_{PG, \text{ inicial}} = E_{C, \text{ final}} + E_{PG, \text{ final}}$$

$$\frac{1}{2}mv_{\text{inicial}}^2 + mgh_{\text{inicial}} = \frac{1}{2}mv_{\text{final}}^2 + mgh_{\text{final}}$$

$$\frac{1}{2}m \cdot 0 + m \cdot 10 \cdot 3 = \frac{1}{2}m \cdot v_{\text{final}}^2 + m \cdot g \cdot 0$$

$$30m = \frac{1}{2}mv_{\text{final}}^2$$

$$30 = \frac{1}{2}v_{\text{final}}^2$$

$$v_{\text{final}}^2 = 60$$

$$v_{\text{final}} = \sqrt{60}$$

$$v_{\text{final}} \approx 7,75 \text{ m/s}$$

Conclusão:

A energia mecânica de um corpo é igual a soma das suas energias potenciais e cinética.

Então:

$$E_M = E_C + E_P$$

Qualquer movimento é realizado através de transformação de energia, por exemplo, quando você corre, transforma a energia química de seu corpo em energia cinética. O mesmo acontece para a conservação de energia mecânica.

Assim sendo, pode-se resolver vários problemas mecânicos conhecendo os princípios de conservação de energia.

Utilização da Rampa

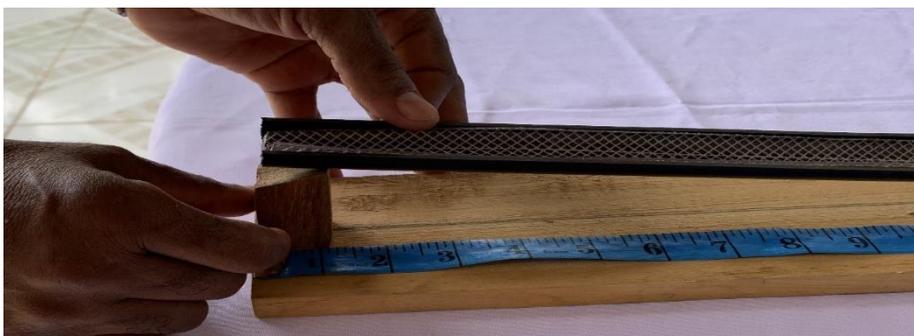
A Rampa de Inclinação Variável: Um instrumento para a mediação simbólica no Ensino de Física pode ser utilizada como instrumento de apoio, suporte e materialidade no ensino de temas referentes à Energia Mecânica no Ensino Médio.

Vejamos:

Como a rampa possui as extremidades livres, em cada abordagem será possível utilizar apenas um, ou dois, dos pequenos pedaços de madeira (Fig.

P7) mencionados na etapa de montagem da rampa, de modo que, uma vez instalados, as alturas de cada extremidade do trilho, relativamente à prancha de madeira (Fig. P1), possam ser previamente conhecidas e anotadas.

Fig. P33: Instalação do espaçador de madeira



Fonte: próprio autor

Uma das extremidades será escolhida como sendo a de lançamento (figura P33), da qual serão abandonadas sucessivamente esferas de massas, dimensões e materiais distintos, para que possa ser observado e anotado o comportamento de cada esfera durante o seu movimento livre ao longo do trilho.

Para tal, propomos duas linhas de abordagens.

Abordagem 1

Nesta abordagem seria inicialmente levantada a bagagem de conhecimentos prévios dos alunos acerca de conceitos fundamentais como espaço (localização), comprimento, tempo, velocidade, aceleração, massa, volume, densidade e força.

A partir deste levantamento, em havendo a necessidade, tais conceitos poderiam ser revisados ou reconstruídos, utilizando-se os meios julgados mais adequados a cada situação e a cada grupo de alunos.

Concluída a etapa de verificação dos conhecimentos prévios, seriam então propostas as ideias de referencial e a de movimento (como sendo algo relativo a um dado referencial); uma boa prática neste sentido consiste em buscar apoio na Geografia ou na Astronomia no que se refere ao movimento de translação da Terra em torno do Sol e o aparente movimento do Sol ao redor da

Terra. Esta costuma ser uma discussão interessante: quem, de fato, gira em torno de quem? o que é, e o que parece ser? ... por que esta aparente inconsistência?

Resposta: O referencial (ponto de vista) adotado para a observação.

O passo seguinte consistiria na apresentação da ideia de energia (o que não é nada fácil!), na conceituação e definições matemáticas das Energias cinética (E_c) e potencial gravitacional (E_{pg}):

$$E_c = \frac{mv^2}{2} : \text{energia relativa ao que está em movimento (velocidade)}$$

$E_{pg} = mgh$: energia relativa à capacidade de entrar em movimento (diferença de altura)

O último passo antes da utilização efetiva da rampa seria a discussão sobre as eventuais transformações entre as várias manifestações de energia, particularmente entre a cinética e a potencial gravitacional; isto porque, na verdade, são apenas formas distintas de manifestação de uma única forma de energia: a Energia Mecânica (E_m), de tal modo que:

$$E_m = E_c + E_{pg}$$

Finalmente chegamos à utilização da rampa na materialização destes dois últimos e novos conceitos. Para isto, sugerimos que apenas seja elevada a extremidade de lançamento, deixando que a outra extremidade do trilho permaneça na horizontal.

O procedimento consiste na efetiva medição e registro das alturas de lançamento em cada experimento, da medição do tempo de percurso em cada uma delas até que a esfera abandone o trilho, na avaliação da velocidade média de percurso:

$$v_m = \frac{d}{\Delta t}$$

onde, d é o comprimento do trilho (distância percorrida pela esfera) e Δt é o tempo decorrido entre o momento em que a esfera foi solta até o instante em que abandonou o trilho; o cálculo do intervalo de tempo pode ser obtido dispondo, de preferência, de cinco alunos com celulares ou relógios, na função

cronômetro, para que façam as medidas deste tempo, descartam-se o maior e o menor tempo obtidos e faz-se uma média aritmética (Δt) dos três restantes (t_1 , t_2 e t_3):

$$\Delta t = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$$

O cálculo da energia cinética poderá ser feito a partir do valor da velocidade obtido acima e, dependendo do resultado obtido discutir a conservação da energia mecânica durante o movimento. Como o percurso é, relativamente, pequeno não deverão ocorrer discrepâncias acentuadas entre a energia potencial gravitacional do início e a energia cinética do final: a Energia Mecânica se conservou.

Se houver interesse em discutir a dissipação da energia, as duas extremidades dos trilhos deverão estar elevadas. Inicia-se observando que, estando as duas extremidades numa mesma altura relativa à prancha de madeira a esfera, uma vez solta executará o percurso, porém NÃO atingirá a mesma altura da qual foi abandonada. Porque não?

Fica como dica que tal discussão implicará na definição prévia dos conceitos das forças de atrito e de força de resistência do ar e das Energias térmica e sonora, como sendo os agentes responsáveis por tais dissipações.

Abordagem 2

A rampa seria apresentada pelo professor, sem discussões prévias sobre a base conceitual que envolve as Energias Cinética, Potencial Gravitacional e Potencial Elástica, sem formulações matemáticas. Neste caso a observação dos eventos ficaria no nível do empirismo, e algumas indagações - tais como: “será que a esfera “tal”, de “tal” massa vai mais longe que outra de mesmo material, mas com maior dimensão? e menor dimensão? que parâmetro físico está diferenciando uma da outra?”, ou ainda “se elas forem de mesma massa, mas de materiais diferentes?” - poderiam ser feitas acerca do que está sendo observado.

A partir das respostas coletadas pode-se obter um mapa do conhecimento prévio coletivo do grupo de alunos acerca de conceitos como massa, volume,

densidade, peso, velocidade, aceleração, altura, distância, entre outros e, se necessário, reforçar ou reformular alguns daqueles conceitos.

Um possível próximo passo, a partir deste mapeamento, seria estabelecer a diferença entre grandezas físicas escalares e grandezas vetoriais, utilizando como exemplos aqueles conceitos previamente discutidos na etapa progressiva e inserindo, já, neste momento a ideia geral de energia (relativamente ao estar em movimento ou à possibilidade de vir a entrar em movimento).

Acreditamos que agora já haja um melhor embasamento para, finalmente, conceituar as energias cinética (E_c), potencial gravitacional (E_{pg}) e potencial elástica (E_{pe}) envolvidas nas observações.

O passo seguinte seria a definição de Energia Mecânica (E_m) como uma grandeza que abarca todos dois conceitos de energia propostos anteriormente, com a possibilidade de manifestação simultânea, e da transformação de uma em outra, de modo reversível. A partir daí teria início a matematização destas ideias:

$$E_m = E_c + E_p$$

$$E_c = \frac{mv^2}{2} : \text{energia relativa ao que está em movimento (velocidade)}$$

$E_{pg} = mgh$: energia relativa à capacidade de entrar em movimento por diferença de altura

$$E_{pe} = \frac{kx^2}{2} : \text{energia relativa à capacidade de entrar em movimento por}$$

deformação de uma mola

Dependendo da profundidade a que se queria levar a discussão, novas observações poderão ser feitas nos moldes iniciais, sendo que agora pode-se contar com o suporte matemático para dar robustez e quantificidade aos resultados e conclusões; isso certamente vai levar a um impasse e uma pergunta surgirá:

“Porque a esfera, ao final, não importando suas características, nunca atinge a altura inicial?”

Para respondê-la serão necessários os conceitos de força, neste caso, as Forças de atrito e de Resistência do Ar e os das Energias Sonora e Térmica para que se possa justificar a diferença (dissipação da energia) verificada na

comparação dos cálculos com as observações ... se será factível, oportuno, sensato ou viável somente as condições específicas de cada situação - escola, turma, tempo disponível, entre outras - poderão determinar.

REFERÊNCIAS DO PRODUTO EDUCACIONAL

ALVARENGA, B. A.; MÁXIMO, A. R. L. **Curso de Física**, volume 1, n° ed.; São Paulo: Scipione, 2000.

BRASIL. BASE NACIONAL CURRICULAR COMUM.

Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf
Acesso em: 06/02/2020.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO NACIONAL**: seção 4, Brasília, DF, 1996. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1996/lei-9394-20-dezembro-1996-362578-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em 06/02/2022.

BRASIL. **PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS**; MEC, Brasília, DF, 1995. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/pcn/pcn-parametros-curriculares-nacionais-do-ensino-medio>. Acesso em: 06/02/2020.

COSTAS, F. A. T. **Formação de conceitos em crianças com necessidades educacionais especiais**: contribuições da Teoria Histórico-Cultural. Santa Maria: Editora UFSM, 2012. 200 p.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K.S. **Física 3**; Rio de Janeiro: LTC, 2004

HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação**; Porto Alegre: Artmed, 1998.

SEARS, F.W.; ZEMANSKY, M.W.; YOUNG, H.D. **Física, mecânica da partícula e do corpo rígido**, volume 1, 2ª ed.; Rio de Janeiro: LTC, 1993.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**; São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**; São Paulo: Martins Fontes, 1987.

ZABALA A. **A Prática Educativa**: como ensinar; Porto Alegre: Artmed, 1998.