

PRODUTO EDUCACIONAL - Material Didático-Pedagógico

ENTENDENDO A CONSERVAÇÃO DE ENERGIA MECÂNICA POR MEIO DE MONTANHA RUSSA

ARLETE MOREIRA DOS SANTOS

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Pólo UEM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Breno Ferraz de Oliveira

Maringá - PR
FEVEREIRO, 2020

Apresentação

Prezado Professor,

O presente produto educacional oferece uma ferramenta de fácil acesso ao professor, para trabalhar a conservação de energia mecânica em sala de aula, por intermédio da utilização de um *looping* artesanal para complementar e potencializar o conceito físico. A realização desse produto conta com a participação dos alunos e uma metodologia investigativa por meio de experimentação.

Os professores em sala de aula, contam com um fator negativo, que acaba dificultando o seu trabalho, que é número de aulas reduzidas e as salas superlotadas, fatores esses que por sua vez interfere na e a aprendizagem do aluno.

Diante disto esse produto Educacional (PE) tem por objetivo ser uma ferramenta facilitadora nesse processo de ensino aprendizagem, visto que a montanha russa nada mais é que um *looping*, e é um objeto que serve como um fator de ancoragem para que possamos explorar e assim obter uma aprendizagem significativa.

Aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Ou seja, a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específico (Moreira, 1999).

A elaboração desse produto foi baseada e produzida a partir dos conceitos do livro didático, sendo que o mesmo trás diversos exemplos em formas de figuras, retratando o *looping*.

Nesse material, o professor encontrara um roteiro para a realização e aplicação do produto *looping* e ilustrações que facilitarão a demonstração do conteúdo.

Para avaliar a aprendizagem foram sugeridos questionários que podem ser aplicados antes, e depois da aplicação do produto. Dessa forma, o professor saberá se esse método de trabalho esta sendo satisfatório e se esta ocorrendo uma aprendizagem significativa sabendo que para que ocorra uma aprendizagem significativa existe algumas condições. Uma dessas condições diz que.

“independentemente de quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido se a intenção do aprendiz é simplesmente a de memorizá-lo arbitrariamente e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos ou sem significado.” (Moreira, 1999)

Este material estará disponível para *download* na página do MNPEF/DFI/UEM (<http://www.dfi.uem.br/dfimestrado/?q=node/60>) e pode ser adaptado de acordo com a realidade de cada série pelo docente interessado.

Maringá, 20 de Fevereiro de 2020.

Arlete Moreira dos Santos

SUMÁRIO

CONTEÚDO

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	1
2 PRODUTO EDUCACIONAL.....	7
2.1 Objetivo	7
2.2 Construção do Aparato Experimental	7
2.2.1 Materiais Utilizados.....	7
2.2.2 Preparação dos Materiais Utilizados para a Estrutura.....	7
2.2.3 Montagem do Aparato Experimental	8
2.2.4 Aparato Experimental.....	12
3 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	13
3.1 Plano de Aula	15
3.2 Aula 1- Questionário prévio (pré-teste).....	17
3.3 Aula 2 - Aplicação do Produto	17
PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	18
CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Físico norte americano Richard Phillips Feynman (1918-1988) se referiu ao conceito de conservação de energia.

Existe um fato, ou se você preferir uma lei que governa todos os fenômenos naturais que são conhecidos até hoje [...]. A lei é chamada de conservação da energia. Nela enunciamos que existe certa quantidade, que chamamos de energia, que não muda nas múltiplas modificações pelas quais a natureza passa. Essa é uma idéia muito abstrata porque é um princípio matemático: ela diz que existe uma quantidade numérica que não muda quando algo acontece. Não é a descrição de um mecanismo ou algo concreto é apenas um estranho fato de que podemos calcular algum número e quando terminamos de observar a natureza fazer seus truques e calculamos o número novamente ele é o mesmo. (Feynman.)

Ao realizar qualquer movimento ou atividade física, ocorre uma transformação de energia, podendo ser energia química, energia mecânica, energia térmica por exemplo.

Para que uma pessoa possa realizar atividade, mover-se, correr, ela precisa de energia que é gerada por meio da ingestão de alimentos. Logo essa energia é transformada em calor e movimento. Nos aparelhos elétricos a energia é transformada em energia mecânica, energia sonora, energia térmica e no caso dos veículos parte do combustível é transformada em energia cinética que possibilita o movimento.

Mediante a estas observações pode-se enunciar o princípio da conservação da energia mecânica podendo ser escrita da seguinte forma: “A *energia pode ser transformada de uma forma em outra, mas não pode ser criada nem destruída; a energia total é constante*”. (DOCA, 2010)

A Equação (1) é uma representação da energia mecânica em um sistema conservativo dada por:

$$E_M = E_C + E_P = \text{constante} \quad (1)$$

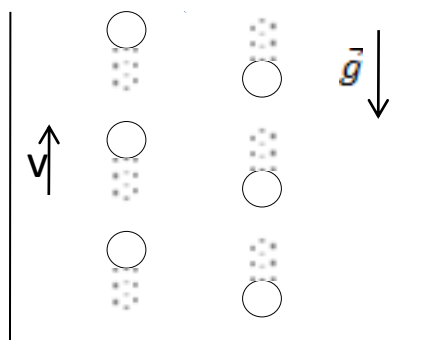
Sistema conservativo, quando o objeto do sistema não está sujeito a forças de atrito e de arrasto. A força de arrasto atuante em um corpo é, portanto, composta de duas parcelas: uma devida ao arrasto de atrito e a outra ao arrasto de

pressão, arrasto é a força que faz resistência ao movimento de um objeto sólido através de um fluido. O arrasto é feito de forças de fricção (atrito), que agem em direção paralela à superfície do objeto. Uma força não conservativa é chamada de forças dissipativas. A força de atrito cinético e arrasto são forças dissipativas.

A energia pode ser representada de varias formas um exemplo dessa representação esta nas coisas mais simples, como o ato de lançar objetos. Pode se observar que, quando ha um aumento de energia cinética no sistema ocorre uma diminuição igual da energia potencial e vice versa.

Tomaremos por exemplo um objeto sendo lançado para cima num movimento vertical sob a ação do campo gravitacional da Terra, desprezando a resistência do ar (Fig. 1).

Figura 1 - Desenho esquemático indicando objeto lançado para cima

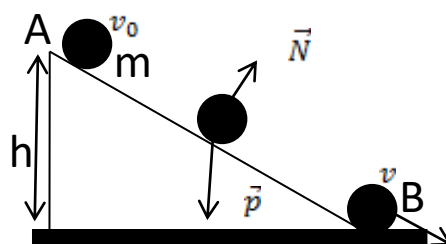


Fonte: a autora

Durante a subida a energia cinética da pedra vai diminuindo enquanto a energia potencial aumenta. O mesmo acontece na queda. A energia cinética aumenta enquanto a energia potencial diminui, na mesma proporção. Isso faz com que a soma da energia potencial com a energia cinética não varie, de modo que a energia mecânica permaneça sempre constante. Pode se afirmar, no entanto que o sistema mecânico idealizado é conservativo.

No exemplo a seguir, observe o caso em que uma bolinha é abandonada do alto de um plano inclinado de uma altura h , desprezando a força de atrito e a resistência do ar.

Figura 2 - Desenho esquemático indicando plano inclinado



Fonte: a autora.

Observa-se que a energia mecânica no ponto A é igual à energia mecânica no ponto B conforme a Eq. (4)

$$\text{Ponto A: } E_M = E_C + E_P \quad (2)$$

$$\text{Ponto B: } E_M = E_C + E_P \quad (3)$$

$$E_{MA} = E_{MB} \quad (4)$$

Fazendo uma análise das energias presentes no ponto A e no ponto B nota-se que no ponto A, por ser o ponto mais alto, possui apenas a energia potencial e quanto a energia cinética é nula. Considerando que o corpo não possui velocidade naquele ponto $v_0 = 0$. Enquanto no ponto B o corpo perde altura e ganha velocidade, portanto nesse ponto a energia potencial é igual a zero, possuindo apenas energia cinética, assim como a Eq.(5)

$$E_{CA} + E_{PA} = E_{CB} + E_{PB}. \quad (5)$$

Fazendo algumas substituições temos

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot mV^2 \quad (6)$$

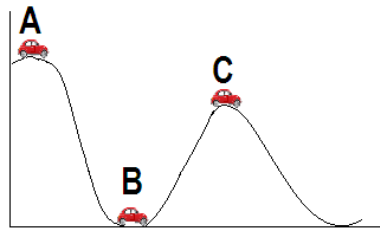
$$2 \cdot \frac{m}{m} \cdot g \cdot h = V^2. \quad (7)$$

Obtendo assim, a equação final para a velocidade mínima em que a esfera chegará ao solo.

$$V = \sqrt{2gh} . \quad (8)$$

O mesmo conceito de conservação de energia se aplica para um sistema como o da Figura 3. Desprezando as forças dissipativas (resistência do ar, atrito) o corpo possui a mesma energia mecânica ao passar pelos pontos A, B e C.

Figura 3 - Desenho esquemático indicando uma simulação da montanha russa.



Fonte: a autora

$$\text{Ponto A: } E_M = E_C + E_P \quad (9)$$

$$\text{Ponto B: } E_M = E_C + E_P \quad (10)$$

$$\text{Ponto C: } E_M = E_C + E_P \quad (11)$$

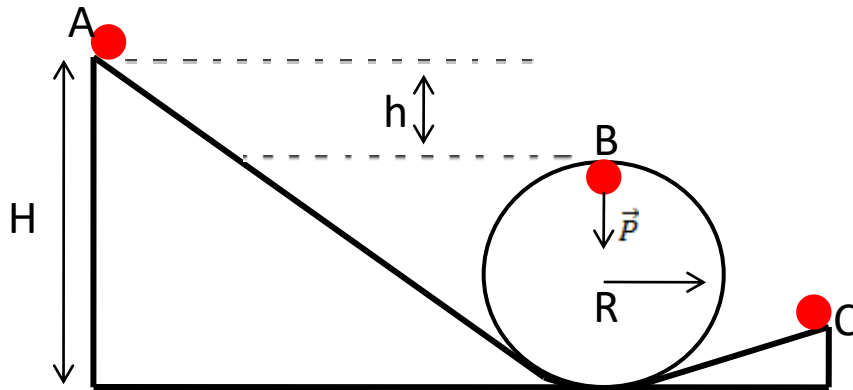
E, por fim, no caso da montanha russa, considerando o momento em que a esfera é abandonada no alto de uma rampa, esse modelo permite relacionar o princípio da conservação da energia com a dinâmica do movimento circular de uma maneira muito motivadora e interessante.

Portanto, uma esfera abandonada no alto de uma rampa (Figura 4) é capaz de percorrer toda trajetória sem sair do trilho, pode-se perceber o papel da energia potencial gravitacional (mgh) a partir da altura mínima necessária para completar o *looping* e a ação da força centrífuga da esfera contra o trilho. Mas é importante lembrar que a esfera possui uma rotação e por possuir pequenas variações será desprezada nesse momento.

Esse modelo não nos permite fazer verificações quantitativas por causa do atrito e da rotação da esfera, que exige o conceito de energia cinética de rotação, que não será abordada nesse momento.

Para que o objeto possa completar a volta é preciso saber a altura mínima necessária partindo da equação (4).

Figura 4 - Desenho esquemático indicando o movimento de uma esfera no *looping*



Fonte: adaptada pelo autor

$$E_{MA} = E_{MB}.$$

Como o objeto foi abandonado no ponto A logo $V_0=0$

$$E_{CA} + E_{PA} = E_{CB} + E_{PB}, \quad (12)$$

$$m \cdot g \cdot H_{min} = \frac{1}{2} \cdot mV^2 + m \cdot g \cdot h. \quad (13)$$

Sendo que $h = 2R$, $V^2 = V_{min}^2$, analisando o ponto mais alto do *looping* na figura 5, nota-se que a força normal é zero, pois quando a bolinha atinge a altura máxima ela tende a perder o contato com a pista, no entanto $\vec{F}_c = \vec{P} + \vec{N}$ e igualando com eq. (1.25) obtém $V^2 = R \cdot g$

$$g \cdot H_{min} = \frac{1}{2} \cdot V_{min}^2 + 2R \cdot g, \quad (14)$$

$$g \cdot H_{min} = \frac{1}{2} \cdot R \cdot g + g \cdot 2R. \quad (15)$$

Reagrupando os termos e isolando H_{min} temos a altura mínima que o objeto pode ser abandonado para completar o *looping*.

$$H_{min} = \frac{R}{2} + 2R,$$

$$H_{min} = \frac{5R}{g}. \quad (16)$$

No caso de considerar o movimento de rotação da esfera maciça:

$$E_{mA} = m \cdot g \cdot H$$

$$E_{mB} = mg(2R) + \frac{1}{2} mv_{cm}^2 + \frac{1}{2} I\omega^2. \quad (17)$$

Sendo $I = \frac{2}{5} mr^2$ e $\omega = \frac{v}{r}$

$$v_{cm} = \sqrt{2g(H - 2R) - \frac{I_{cm} \cdot \omega^2}{m}} \geq \sqrt{Rg}. \quad (18)$$

Observação: Nesse trabalho o movimento de rotação e a resistência do ar serão desprezados, por isso foi usado esfera com maior densidade, portanto não se devem usar bolas de tênis de mesa ou isopor.

A energia cinética no caso da existência da rotação é:

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

Para melhor entender ver seção 1.1.5. da dissertação.

2 - PRODUTO EDUCACIONAL

2.1 OBJETIVO

Analisar e estudar os conceitos de conservação de energia.

2.2 CONSTRUÇÃO DO APARATO EXPERIMENTAL

Nesta seção será descrito a lista de materiais utilizados e o passo a passo da construção do aparato experimental. No caso um “looping” artesanal.

2.2.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Esta lista de materiais é para a construção de um aparato experimental.

- 1 ripa de pinus de 1 metro
- 1 ripa de pinus de 50 cm
- 1 ripa de pinus de 20 cm
- 1 lixa de madeira A237
- 10 parafusos de madeira 3,8mm x 40mm P/BUC. 6mm
- 6 pregos 6 x 6 1,10 mm x 14mm
- 1 junta de dilatação cinza 17 mm x 3mm x 2000 mm
- 1 serrote
- 1 martelo
- 1 Parafusadeira ou chave de fenda
- 1 furadeira
- 1 broca 4mm

2.2.2 PREPARO DOS MATERIAIS PARA A ESTRUTURA

1. Com o auxílio de uma lixa, lixar as ripas de pinus de 1 m até que ela fique com aspecto de liso, sem farpas para não machucar ninguém, em seguida usar um pano seco para retirar o pó da madeira.

2. Com um serrote divida a ripa em duas partes iguais com 50 cm cada.
3. Em uma das partes da ripa de 50 cm, meça 2 cm na extremidade e faça um corte na diagonal, conforme indicado na Figura 2.1 (a). Pegue a ripa de 20 cm meça 6 cm, em uma das extremidades faça um corte na diagonal como na Figura 2.1 (b).

Figura 2.1 – Imagem fotográfica (a) indicando como fazer o corte na diagonal em uma das extremidades da ripa de 50 cm e (b) o corte já feito também na ripa de 20 cm, indicado com a seta em vermelho.



Fonte: arquivos da autora.

2.2.3 MONTAGEM DO APARATO EXPERIMENTAL

Para a montagem do aparato experimental, primeiramente separe todos os materiais a serem utilizados: as ripas de madeira, a junta de dilatação de PVC, os pregos e parafusos, bem como as ferramentas necessárias para a montagem Figura (2.2).

Figura 2.2 – Imagem fotográfica para a montagem do aparato experimental: (a) ripa de 1m de comprimento, (b) ripa de 50 cm de comprimento, (c) a ripa de 20 cm, (d) junta de dilatação, e (5) 4 parafusos.



Fonte: arquivos da autora

1. Na ripa de 50 cm, com a furadeira e a broca faça dois furos paralelos horizontalmente na extremidade contrária ao corte diagonal (dica: furar a madeira antes com uma broca menor para que o parafuso não rache a madeira) conforme a Figura 2.3.

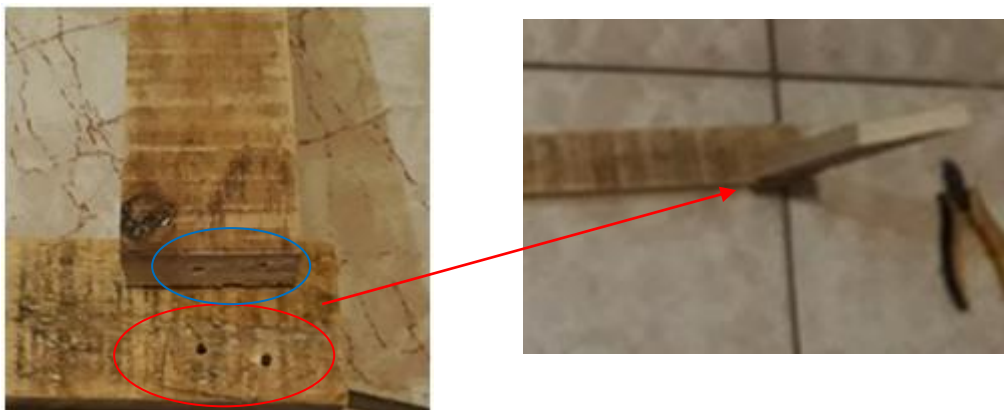
Figura 2.3 – Imagem fotográfica indicando o local para fazer os furos na madeira antes de parafusar. Ripa de 50 cm.



Fonte: arquivos da autora.

2. Na outra extremidade da ripa de 1m com o uso da furadeira e da broca faça dois furos paralelos horizontal na parte inferior da ripa de 1m, ilustrado na Figura 2.4 (a), e fixar a ripa de 20 cm (Figura 2.4 (b)).

Figura 2.4 – Imagem fotográfica (a) indicando o local para fazer os furos circulos em vermelho na madeira antes de parafusar. Ripa de 1 m, e (b) como fixar a ripa de 20 cm, furos circulos em azul na de 1m.



Fonte: arquivos da autora,

3. A ripa de 1m é a base da estrutura. Fixe a outra ripa de 50 cm na vertical (o corte em diagonal deve ficar para cima) formando um ângulo de 90° entre as duas ripas, conforme indicado na Figura 5(a). Com a Parafusadeira ou chave de fenda e o parafuso unir as partes de 1m na vertical com a de 50 cm, conforme a Figura 5(b).

Figura 2.5 – Imagem fotográfica (a) Indicando como ficará a montagem e (b) como fixar a ripa de 20 cm, furos circulados em azul na de 1m. Com prego e 1 parafuso.



(a)



(b)

Fonte: arquivos da autora.

4. Colocar um prego na ponta da junta de dilatação para facilitar quando for pregar na madeira (Figura 2.6 (a)) e (b) fixando a junta na parte superior da ripa.

Figura 2.6 – Imagem fotográfica colocando o prego primeiro na junta de dilatação de PVC. E sua fixação na parte superior da ripa de 50 cm. (b) Fixando o prego na junta.



(a)



(b)

Fonte: arquivos da autora.

5. Na base, parte horizontal de 1m, com a trena ou régua meça mais ou menos 65 cm, faça um arco do *looping* com a junta de dilatação e prenda com prego, continue a curvar a junta até formar um círculo e prenda novamente com

prego a outra parte conforme a Figura 2.7 (a). Ao colocar a junta de dilatação na madeira com o prego. Usar uma chave de fenda para fixá-lo completamente assim não correrá o risco de quebrar o material (Figura 2.7 (b)).

Figura 2.7 – Imagem fotográfica (a) fixando com um prego a parte do loop da junta de dilatação na base do suporte de madeira. (b) a parte do loop fixada na base da madeira.



(a)



(b)

Fonte: arquivos da autora.

6. Pegue a ponta da junta de dilatação que da sequência ao *looping* e coloque na diagonal da ripa de 20 cm que foi fixado na final da base e finalize com o prego, conforme a Figura 2.8.

Figura 2.8 – Imagem fotográfica indicando a fixação da junta de dilatação de PVC na haste vertical (extremidade mais baixa, a de 20 cm) da base de madeira, ponto indicado pela seta em vermelho.



Fonte: arquivos da autora.

2.2.4 APARATO EXPERIMENTAL

Na Figura 2.9, o aparato experimental do protótipo de montanha russa (chamado nesse trabalho de *looping* artesanal) pronto.

Figura 2.9 – Imagem fotográfica do aparato experimental pronto. Em que (1) local de onde será liberada a esfera (aço ou bola de gude), (2) haste vertical lateral de madeira maior (50 cm), (3) base de madeira (1 m) , (4) haste vertical lateral menor (20 cm), e (5) o loop.



Fonte: arquivo da autora.

Para a aplicação desse produto é sugerido à aplicação do pré-teste, com o objetivo de investigar os conceitos prévios dos alunos, pois é necessário para avaliá-los durante a aplicação do produto.

3-APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Apresenta-se nesta seção a Sequência Didática (Quadro 1) baseada em Antoni Zabala, bem como um cronograma descrevendo o plano de desenvolvimento da abordagem para cada aula (Quadro 1).

Quadro 1 – Sequência Didática para aplicação do PE

Público Alvo
Escola: Professora: Componente Curricular: Física Série: 1ª série Turma: Carga Horária: 02 horas/aula (MÍNIMO) Período:
Tema Conservação da energia mecânica
OBJETIVO GERAL: - Objetivo introduzir o conceito de transformação de energia -Compreender os conceitos básicos de conservação de energia.
Conteúdos: Conceituais: energia cinética, energia potencial gravitacional e energia mecânica. Procedimentais: Determinar a velocidade das esferas quando atingem o ponto mais alto da curva do <i>looping</i> . Atitudinais: Inserir práticas experimentais; Estimular trabalho em grupo; Estimular o docente a atuar como mediador e não o ensino centrado no mesmo.
Descrição da aula Aula 01 (50 min.): fazer uma revisão de conceitos sobre energia cinética e energia potencial, e de Energia Mecânica. Trabalhar com os alunos a conservação de energia, por meio de exemplos no quadro. Aula 02 (50 min.): fazer uma revisão sobre a conservação de energia, deduzir a equação para calcular a altura mínima de queda, e explorar esses conceitos usando o produto educacional

RECURSOS DIDÁTICOS

- lousa, giz, livros didático, Produto Educacional - o *looping*, com régua de 1m, 1 esfera de aço e uma bola de gude.

AVALIAÇÃO**Critérios de Avaliação:**

Espera-se que os alunos compreendam e relacione a energia cinética, energia potencial e energia mecânica com a conservação de energia mecânica

Discussão sobre o assunto realizado com os alunos;

-Atividade prática: explorar os conceitos utilizando o aparato experimental: *looping*

Instrumentos de avaliação:

-Avaliação será feito por meio de questionário pré-teste e pós-teste no qual será feito uma análise comparativa para avaliar a aprendizagem de forma quantitativa; e a participação dos alunos com as impressões tiradas pelo docente;

Fonte: a autora.

No Quadro 2 está apresentado o cronograma e a descrição de cada aula.

Quadro 2- Cronograma e descrição da aplicação da Sequência Didática.

Aplicação da SD		
Data da aplicação	Atividade desenvolvida na turma 1º A e 1ºB	Nº de aulas
	<p>Nesta aula o professor apresentará de forma breve o conteúdo a ser trabalhado e levantará o conhecimento prévio dos alunos. Iniciar uma breve discussão referente, ao conteúdo a ser aplicado, a seguir aplicar o pré-teste. Utilizando o texto de apoio, explicar o conteúdo referente à conservação de energia mecânica utilizando desenhos no quadro.</p> <p>Em cada desenho deixar claro como a energia se comporta no decorrer do movimento e como a energia se transforma.</p>	1 aula de 50 minutos.
	<p>O professor deverá fazer um desenho do <i>looping</i> no quadro e ao lado uma tabela com os dados fornecidos de altura etc... e demonstrar matematicamente a conservação de energia no sistema. Nesta aula não está sendo considerada a rotação da esfera, somente a translação. Em seguida resolver uma atividade com os alunos para calcular a altura mínima no qual deverá soltar uma bolinha para que a mesma possa completar o <i>looping</i>. Lembrar os alunos de que a velocidade inicial de liberação deve ser nula.</p>	1 aula de 50 minutos

	<p>Separar os alunos em grupos, de no máximo 5, distribua os protótipo do <i>looping</i> e deixá-los a vontade para explorar os conceitos estudados.</p> <p>Um pouco antes do término da aula aplicar o pós- teste, para a verificação da aprendizagem.</p>	
--	---	--

QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE.

- 1) A altura do *looping* deve ser igual à maior queda da montanha russa?
- 2) O que você entende por conservação de energia mecânica?
- 3) Quando você lança uma pedra quais são as energias presentes na pedra?
- 4) O que você entende por dissipação de energia?
- 5) Em uma montanha russa o carrinho sempre consegue completar o *looping* independente do número de pessoas?

Após aplicação do produto, aplicar um questionário pós- teste a fim de avaliar se houve uma aprendizagem significativa.

QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE

- 1) A altura do *looping* deve ser igual à maior queda da montanha russa?Explique
- 2) O que você entende por conservação de energia mecânica?
- 3) Quando você lança uma pedra quais são as energias presentes na pedra?
- 4) Que você entende por dissipação de energia?
- 5) Em uma montanha russa o carrinho sempre consegue completar o *looping* independente do número de pessoas?Explique.

3.1 - PLANO DE AULA

Escola: Colégio Estadual Basílio Itibere – Ensino Médio e Fundamental

Professora: Arlete Moreira dos Santos

Disciplina: Física

Série: 1ª série

<p>Turma: A e B</p> <p>Carga Horária: 02 horas/aula</p> <p>Período: 3º trimestre</p>
<p>Tema</p> <p>Conservação da energia mecânica</p>
<p>OBJETIVO GERAL:</p> <p>- Objetivo introduzir o conceito de transformação de energia</p> <p>-Compreender os conceitos básicos de conservação de energia.</p>
<p>CONTEÚDOS ESPECÍFICOS: forças conservativas, energia mecânica conservativa</p>
<p>Descrição da aula</p> <p>Aula 01 (50 min.): fazer uma revisão de conceitos sobre energia cinética e energia potencial, trabalhar com os alunos a conservação de energia, por meio de exemplos no quadro.</p> <p>Aula 02 (50 min.): fazer uma revisão sobre a conservação de energia, deduzir a equação para calcular a altura mínima de queda, e explorar esses conceitos usando o produto educacional</p>
<p>RECURSOS DIDÁTICOS</p> <p>- lousa, giz, livros didático, produto Educacional o <i>looping</i>.</p>
<p>AVALIAÇÃO</p> <p>CrITÉrios de Avaliação:</p> <p>Espera-se que os alunos compreendam e relacione a energia cinética, energia potencial e energia mecânica com a conservação de energia mecânica;</p> <p>Discussão sobre o assunto realizado com os alunos;</p> <p>-Atividade prática: explorar os conceitos utilizando o <i>looping</i></p> <p>Instrumentos de avaliação:</p> <p>-Avaliação será feito por meio de questionário pré-teste e pós - teste no qual será feito uma análise comparativa para avaliar a aprendizagem.</p>
<p>BIBLIOGRAFIA: Bonjorno, Física1/Ricardo Helou Doca, Gualter José Biscuola, Newton Villas Boas. 1 ed. --São Paulo: Saraiva, 2010</p>

Para a aplicação desse produto é sugerido à aplicação de um questionário pré-teste, com o objetivo de investigar os conceitos prévios dos alunos, pois é necessário para avaliá-los durante a aplicação do produto.

3.2 - Aula 1 Questionário prévio (pré-teste)

Este está constituído de 5 questões utilizando como estratégia a montanha russa.

- 1) A altura do *loop* deve ser igual à maior queda da montanha russa?
- 2) O que você entende por conservação de energia mecânica?
- 3) Quando você lança uma pedra quais são as energias presentes na pedra?
- 4) O que você entende por dissipação de energia?
- 5) Em uma montanha russa o carrinho sempre consegue completar o *loop* independente do número de pessoas?

Após recolher o teste, discutir com os alunos a dificuldade encontrada durante a resolução do questionário, a fim de despertar a curiosidade sobre o assunto.

Sugestão: o professor pode pedir para os alunos uma leitura prévia do livro didático para ser feito em casa com o intuito de uma discussão um pouco mais elaborada.

3.3 - Aula 2 - APLICAÇÃO DO PRODUTO

Na segunda aula fazer um desenho do *looping* no quadro e explorar os conceitos de energias, conservação de energia, definido uma equação para calcular a altura mínima em que se deve deixar cair um objeto para que ele possa completar o *looping*. Nesse momento os alunos perceberão que a massa não interfere no sistema.

Em seguida separar os grupos de até cinco alunos e distribuir a cada grupo um protótipo do *looping*, deixar os alunos explorarem os conceitos por alguns minutos.

Procedimento Experimental:

Material:

- 1 esfera de aço de 2 cm (sugestão) de diâmetro
- 1 bola de gude de 2 cm (sugestão) de diâmetro
- 1 aparato experimental de *looping* pronto

Sugestão: não utilizar esfera muito “leve” como isopor para que a força de arrasto não tenha muita influencia.

- Peça aos alunos que posicionem a esfera de aço de uma determinada altura, até que o mesmo descubra qual a altura necessária para que o mesmo tenha velocidade suficiente para completar a volta no *looping*; E até que altura o mesmo alcança após realizar a volta. Anotar esses dados.
- Com os dados obtidos, realizar os cálculos baseado no experimento da velocidade com que a esfera atinge o ponto mais alto da curva, utilizando a equação (1.23), já considerando a conservação de energia mecânica;
- Repita o procedimento com a bola de gude.

Após aplicação do produto, aplicar o questionário pós-teste a fim de avaliar se houve uma aprendizagem significativa

Questionário pós-teste

- 1) A altura do *loop* deve ser igual à maior queda da montanha russa? Explique
- 2) O que você entende por conservação de energia mecânica?
- 3) Quando você lança uma pedra quais são as energias presentes na pedra?
- 4) Que você entende por dissipação de energia?
- 5) Em uma montanha russa o carrinho sempre consegue completar o *loop* independente do número de pessoas? Explique.

As respostas do Pré-teste que foi igual ao Pós-teste que se espera são as seguintes:

1) **Questão 1:** Altura do *loop* deve ser igual à maior queda da montanha russa?

Resposta: Não porque se for à mesma altura o objeto não terá velocidade suficiente para completar o looping e cairá.

2) **Questão 2:** O que você entende por conservação de energia mecânica?

Resposta: Conservação da energia mecânica estabelece que a quantidade de energia total em um sistema isolado permanece constante

3) **Questão 3:** Quando você lança uma pedra quais são as energias presentes na pedra?

Resposta Energia cinética e energia potencial.

4) **Questão 4:** O que você entende por dissipação de energia?

Resposta: É toda energia perdida em um sistema em forma de calor, atrito etc.

5) **Questão 5:** Em uma montanha russa o carrinho sempre consegue completar o looping independente do número de pessoas? Explique.

Resposta: sim, porque o sistema **não** depende da massa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse produto educacional foi atrair os alunos e despertar curiosidade para que possam aprender e não a decorar o conteúdo, pois quando se decora conteúdo a informação não fica registrada no cognitivo. Quando aprendem de forma significativa, o conteúdo fica registrado podendo dizer que houve aprendizagem.

Embora seja um aparato experimental bem conhecido e construído de várias formas, inclusive existe comercialmente como brinquedo, mas muito dispendiosos e outros construídos com mangueiras.

A proposta foi incentivar o docente a sair da zona de conforto, incentivar a escola fornecer materiais de laboratório, pois os alunos não conseguem visualizar o que se explica em sala de aula, somente aulas teóricas. Considerando o pouco espaço físico, ainda sim é possível construir um aparato com materiais de fácil acesso, ainda não visto na literatura, que foi o uso da junta de dilatação de PVC, o que proporciona também conhecimento da atualização do que se está sendo utilizado no cotidiano, e transformar uma peça de um aparato experimental, pois os fins eram diferentes, pois a junta é utilizado na área de construção. Inclusive que é possível abordar um conteúdo com duas aulas de 50 minutos. Mesmo que isso não seja o ideal.

Além disso, um dos papéis do professor é preparar os alunos para receber o conhecimento, para que possam viver, na sociedade que é caracterizada competitiva.

Nesse sentido propôs-se a utilização do *looping artesanal*, para trabalhar conservação de energia e podendo ir além. O professor pode calcular a energia de rotação e de translação da esfera (aço ou bolinha de gude) e pode ser usado para trabalhar com as leis de Newton aplicada no movimento circular. Enfim, esse produto fica a disposição para o professor explorar conceitos da física com os alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CABRAL, N. F., Sequências didáticas: **estrutura e elaboração**. Disponível em :<://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313-ciedu-20-03-0639.pdf>. Acesso em 29 de novembro de 2019.

CARRON, W. G. O. , . Vol. Único. **As Faces da Física**-- São Paulo: Moderna, 1997.

CARVALHO, E. de S. ,**Sequência Didática: uma proposta para o ensino do conceito de fração**

DA SILVA, D. N. Novo ensino médio - **física**, Paraná, volume único São Paulo Editora Ática -2000.

Diretrizes Curriculares de Física para a Educação básica do Estado do Paraná. DOCA, R. H.,BISCUOLA, G. J., VILLAS BOAS, N. , **física**1.1ed. Paulo: Saraiva 2010.

FEYNMAN, Richard. Lições de física de Feynman. Trad. Adriana Válio Roque da Silva e Kaline Rabelo. Porto Alegre: Bookman, 2008.

GASPAR, A. , Física - Mecânica - volume 1, São Paulo, Editora Ática -2000.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. **Fundamentos de física** , vol1 9ºEd

MOREIRA, M.A.**Aprendizagem Significativa**. Brasília Editora da UnB, 1999 ;

MOREIRA, M. A, O QUE É AFINAL APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA? Instituto de Física – UFRGS Porto Alegre – RS Disponível em : <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em 14 de outubro de 2019.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica – Mecânica** Vol.1 - 3º Ed, .2012.

RAMOS, CLINTON M., BONJORNIO, V., BONJORNIO, J. R., BONJORNIO, R., Física fundamental, vol. Único editora FTD S.A. SP, 1999.

Secretaria de Estado da Educação do Paraná. 2008. Disponível em:<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_fis.pdf>. Acesso em 29 de novembro de 2019.

TIPLER, P, A MOSCA, G, **Física para cientistas e engenheiros vol.1** Rio de janeiro, 2006.