

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CAMPUS PELOTAS VISCONDE DA GRAÇA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA
EDUCAÇÃO**

MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

MANUAL DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

**PRODUTO DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO “O USO DE BRINQUEDOS NO
ENSINO DE FÍSICA: O LÚDICO COMO POSSIBILIDADE MOTIVADORA”**

FRANCISCO BARBOSA TEIXEIRA

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCOS ANDRÉ BETEMPS VAZ DA SILVA

**Pelotas - RS
Agosto 2016**



Sinopse

Este manual foi construído a partir da aplicação da intervenção pedagógica realizada com uma turma de segundo semestre do curso técnico integrado ao Ensino Médio de Química, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-grandense (IFSUL), Campus Pelotas, trabalho este que foi tema da dissertação de mestrado: *“O USO DE BRINQUEDOS NO ENSINO DE FÍSICA: O LÚDICO COMO POSSIBILIDADE MOTIVADORA”*, no curso de Mestrado Profissional em Ciências e Tecnologias na Educação do IFSUL, Campus Pelotas-Visconde da Graça. O material visa contribuir como objeto de auxílio na disciplina de Física trazendo como ferramenta o uso de brinquedos e brincadeiras como agente motivador no ensino da disciplina no Ensino Médio. Utiliza-se a ludicidade como elemento importante no processo de contextualização dos conteúdos, que objetive observação prática dos conceitos trabalhados: conservação da Energia Mecânica e o Princípio de Pascal.



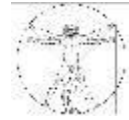
LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Carro animado com velocidade v	8
Figura 2. Um corpo abandonado de uma altura h	9
Figura 3. Deformação de uma mola por um objeto.....	10
Figura 4. Energia Mecânica e sua conservação.....	10
Figura 5. Materiais utilizados para o Carrinho de fricção.....	13
Figura 6. Carrinho de fricção (etapa 1)	13
Figura 7. Carrinho de fricção (etapa 2)	14
Figura 8. Carrinho de fricção (etapa 3)	14
Figura 9. Carrinho de fricção (etapa 4)	14
Figura 10. Carrinho de fricção (etapa 5)	15
Figura 11. Carrinho de fricção (etapa 6)	15
Figura 12. Carrinho de fricção (etapa 7)	16
Figura 13. Carrinho de fricção pronto	16
Figura 14. Modelo de carrinho de fricção	16
Figura 15. Materiais utilizados para Catapulta	18
Figura 16. Catapulta (etapa 1)	18
Figura 17. Catapulta (etapa 2)	19
Figura 18. Catapulta (etapa 3)	19
Figura 19. Catapulta (etapa 4)	19
Figura 20. Prendedor C	20
Figura 21. Catapulta (etapa 5)	20
Figura 22. Materiais utilizados para fazer lata mágica.....	22
Figura 23. Lata mágica (etapa 1)	23
Figura 24. Lata mágica (etapa 2)	23
Figura 25. Lata mágica (etapa 3)	24
Figura 26. Líquido em equilíbrio no interior de um recipiente.....	25
Figura 27. Aplicações do Princípio de Pascal	26
Figura 28. Elevador hidráulico	26
Figura 29. Configuração das forças no elevador hidráulico.....	26
Figura 30. Materiais utilizados para construir um robô-guindaste.....	28
Figura 31. Robô-guindaste (etapa 1)	29
Figura 32. Robô-guindaste (etapa 2)	29
Figura 33. Robô-guindaste (etapa 3)	29
Figura 34. Robô-guindaste pronto	30



SUMÁRIO

1. Vamos brincar?!	5
1.1. Era uma vez.....	5
1.2. Não é apenas um faz de conta... ..	6
1.3. Um, dois, três e já... ..	7
2. Energia e sua conservação	8
2.1. Brincando... ..	11
2.1.1. Carrinho de fricção	12
2.1.2. Catapulta	17
2.1.3. Lata mágica	21
3. Princípio de Pascal	25
3.1. Brincando... ..	27
3.1.1. Robô/ Guindaste	27
Considerações finais	31
Referências	32



1. *Vamos brincar?!*

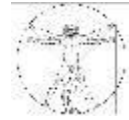
1.1 *Era uma vez...*

O cenário do ensino de física, segundo PIMENTEL (2007), vislumbra uma série de barreiras no que tange à motivação dos estudantes. O uso do ensino tradicional, com aulas meramente expositivas, aprofunda o quadro de desconexão da realidade dos estudantes com o que é trabalhado em sala de aula. Tentar escapar das ações tradicionais é, geralmente, uma possibilidade de tornar o ensino motivador.

Estudos apontam para o uso de práticas mais dinâmicas e atraentes para os estudantes. RAMOS (1997, p.41) aponta que “a curiosidade, a vontade de manusear e o interesse podem ser despertados através de um trabalho voltado para o ensino de ciências, tornando-o acessível e, se possível, agradável para as pessoas de diferentes faixas etárias”. A curiosidade também exerce papel fundamental nesse paradigma. Para Leodoro e Tedeschi (2007, p.9), a educação científica deve estar centrada na “curiosidade epistemológica” e aquisição consciente e problematizadora do conhecimento científico.

A curiosidade epistemológica é aquela que se diferencia da curiosidade ingênua (pouco rigorosa) e se caracteriza por ser [...] exigente, metodizada com rigor, que procura com maior exatidão. O que significa ir mais além do conhecimento opinativo pela capacidade de aprender com rigor crescente a razão de ser do objeto da curiosidade (FREIRE, 2001, p.11. APUD: LEODORO e TEDESCHI, 2007, p.4)

Desta forma, esse material, utiliza-se de brinquedos e brincadeiras como ferramenta motivadora e provocadora de descobertas e releituras de situações que os estudantes já vivenciaram. Assim, através da construção, do manuseio e do próprio ato de brincar, acredita-se que é possível despertar o interesse dos estudantes e motivá-los a novas descobertas e redescobertas ao discutir os conceitos físicos envolvidos nos brinquedos.



1.2 *Não é apenas um faz de conta...*

Seguindo uma concepção Vygotskyana acreditamos no brinquedo como elemento facilitador para que o indivíduo alcance novos níveis cognitivos. Segundo Vygotsky (1991) os brinquedos influenciam o desenvolvimento das crianças uma vez que as regras que regem as ações são determinadas pelas ideias e não pelos objetos:

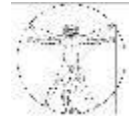
O brinquedo fornece um estágio de transição nessa direção sempre que um objeto (um cabo de vassoura, por exemplo) torna-se um pivô dessa separação (no caso, a separação entre o significado "cavalo" de um cavalo real). (VYGOSTKY, 1991, p. 65)

Dessa maneira, a partir de um brinquedo é possível expandir a significado dos conceitos vistos para outras esferas, para além dos objetos ali estudados. O aprendizado, para Vygotsky, demanda um processo em que a criança mergulha no estágio intelectual daqueles que estão a sua volta. O brinquedo então serve como mola propulsora para que ela aprenda a atuar, de acordo com as motivações internas, em um outro nível cognitivo.

Para Vygotsky, o desenvolvimento cultural ao longo da vida, leva às funções psicológicas superiores. Segundo esse autor existem níveis de desenvolvimento, um real, que determina o que a criança já é capaz de fazer sozinha, e um potencial, este representa a capacidade de aprender com os outros. A aprendizagem interage com o desenvolvimento, dando origem ao que o autor chamou de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). A ZDP nada mais é que a distância entre aquilo que a criança já faz e a aquilo que ela é capaz de fazer com a ajuda do outro, ou seja, entre os níveis real e o potencial de desenvolvimento. Para VYGOTSKY:

O que a criança pode fazer hoje com o auxílio dos adultos poderá fazê-lo amanhã por si só. A área de desenvolvimento potencial permite-nos, pois, determinar os futuros passos da criança e a dinâmica do seu desenvolvimento e examinar não só o que o desenvolvimento já produziu, mas também o que produzirá no processo de maturação. [...] Portanto, o estado do desenvolvimento da criança só pode ser determinado referindo-se pelo menos a dois níveis: o nível de desenvolvimento efetivo e área de desenvolvimento potencial. (VYGOTSKY, 1988, p. 113)

O brinquedo cria, segundo Vygotsky, essa zona de desenvolvimento proximal, e garante ao educando a possibilidade de, através das brincadeiras, avançar sobre o que já conhece e adquirir novos conhecimentos. Nessa perspectiva, se evidencia a grande contribuição e relevância que o professor tem nesse



processo, pois ele é quem deve estabelecer as regras servindo como mediador entre a criança e o mundo e favorecendo a aprendizagem.

Assim, acreditamos que a construção e o uso de brinquedos e brincadeiras permitem que o educando vivencie situações-problema a partir dos desafios em que são postos diante de cada nova etapa a analisar e executar no brinquedo, o que estimula suas reações cognitivas, ou seja, que ele faça uso dos brinquedos como trampolim para que alcance estágios cada vez mais amplos de desenvolvimento.

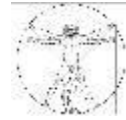
1.3 Um, dois, três e já...

A atividade proposta consiste num primeiro momento a provocar os estudantes a construir três brinquedos distintos para observar a conservação da Energia Mecânica: um carrinho de fricção, uma lata mágica e uma catapulta. O segundo tópico apresentado, traz como atividade lúdica a partir da construção de um robô/guindaste.

Cabe ressaltar ainda aqui, que o modelo de cada brinquedo, suas limitações e potencialidades pode sofrer variações de acordo com a imaginação dos estudantes e/ou do professor.

Trazemos como proposta modelos básicos que servem de ponto de partida para que o processo de ensino e aprendizagem se dê de uma forma mais atraente e divertida e que tenha o estudante como sujeito central.

Com o intuito de auxiliar, revisamos conceitualmente os tópicos abordados e em seguida os passos para construção dos brinquedos referentes a esses conteúdos. Esperamos que sejam momentos de aprendizagens e divertimento para professores e estudantes. *Vamos lá?*



2. Energia Mecânica e sua conservação

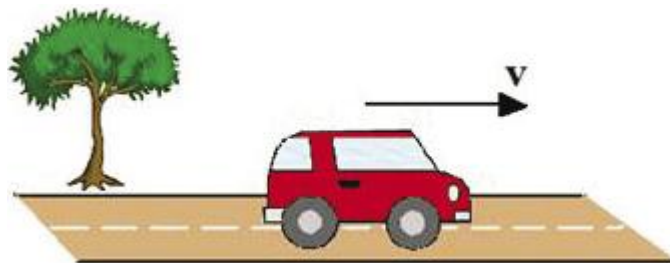
Definir energia é uma missão ainda não cumprida pela ciência. Energia é algo que lidamos diariamente, a todo e qualquer momento, porém não conseguimos encontrar um significado.

Sendo assim, o que fazemos no Ensino Médio é tratar de alguns tipos de energia e observar suas formas de obtenção e de transformação. Especificamente no estudo da Energia Mecânica, comumente trabalhamos as energias cinética e potencial (gravitacional e elástica) separadamente e depois analisamos o conjunto, ou soma, dessas formas de energia. Aqui fazemos uma breve revisão sobre tais formas de energia.

Energia Cinética

A Energia cinética é aquela que está relacionada à movimento. Um corpo de massa **m**, animado com uma velocidade **v**, terá uma certa quantidade de energia cinética.

Figura 1. Carro animado com velocidade v . ¹

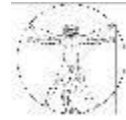


A quantidade de energia cinética é dada por:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (\text{Equação 1})$$

No Sistema Internacional de Unidades, mede-se energia em Joules (J)

¹ Figura disponível em: <http://blogdoenem.com.br/conservacao-dissipacao-da-energia-fisica-enem/>. Acesso em 3 de julho de 2016.



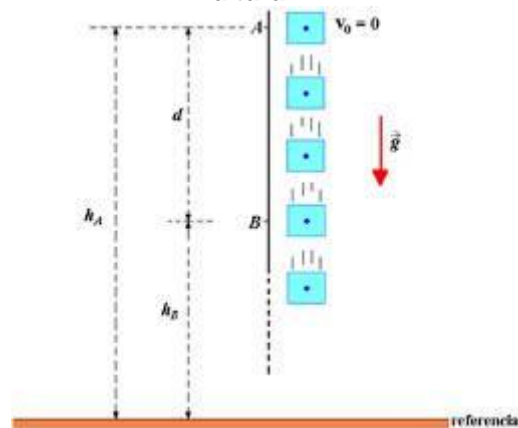
Energia Potencial

É a energia armazenada que está relacionada com a configuração do sistema, ou seja, com a posição ocupada pelos objetos e com os tipos de forças que atuam nos objetos. A energia potencial é a energia que pode vir a se transformar em energia cinética. Analisamos dois tipos de energia potencial: a gravitacional e a elástica.

Energia Potencial Gravitacional

Imaginemos um objeto de massa m , em repouso em um ponto a uma certa altura h do solo. Este corpo armazena uma certa quantidade de energia, que será transformada em energia cinética quando este for abandonado no ponto em que se encontra e cair, por ação da gravidade. Este tipo de energia que o corpo armazenou, em virtude da altura em que se encontrava em relação a um referencial, é chamada de Energia Potencial Gravitacional.

Figura 2. Um corpo abandonado de uma altura h .²



A energia potencial gravitacional é dada por:

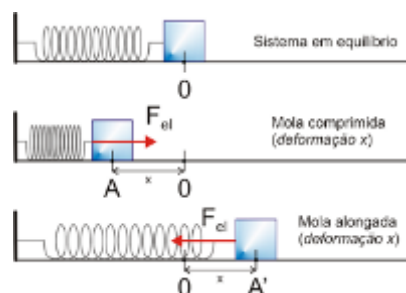
$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h \quad (\text{Equação 2})$$

² Figura disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/energia-potencial-gravitacional-elastica.htm>. Acesso em 3 de julho de 2016.

Energia Potencial Elástica

Quando um objeto provoca uma deformação x em uma mola, comprimindo ou distendendo-a, estará armazenando uma quantidade de energia que poderá se transformar em energia cinética quando o corpo for abandonado, em virtude da força restauradora – no caso de uma mola, a força elástica. Temos então que o sistema armazenou uma quantidade de energia na forma de Energia Potencial Elástica.

Figura 3. Deformação de uma mola por um objeto³



A Energia Potencial Elástica é obtida através da relação:

$$E_{pe} = \frac{K \cdot x^2}{2} \quad (\text{Equação 3})$$

Energia Mecânica

Figura 4. Energia Mecânica e sua conservação⁴



A Energia Mecânica (E_M) de um sistema é a soma das energias Cinética (E_c) e Potencial (E_p) que os corpos que constituem o sistema possuem.

$$E_M = E_c + E_p \quad (\text{Equação 4})$$

³ Figura disponível em: http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/10/cursos-do-blog-mecanica_28.html. Acesso em 3 de julho de 2016.

⁴ Figuras disponíveis em: refensdafisica.tumblr.com e mudi.uem.br acesso em 19 de julho de 2016.



Um importante princípio da física é o da conservação da energia que diz que: *A energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada.*

Aplicamos com facilidade este princípio no estudo da energia mecânica, embora ele não se detenha apenas a estes tipos de energia aqui estudados, é um princípio que se estende para toda e qualquer forma de energia. Quando caminhamos, quando acendemos uma lâmpada, quando cozinhamos um alimento, enfim, existem milhares de processos de transformação de energia e empregabilidade deste princípio.

Para o estudo da energia mecânica, bons exemplos ilustrativos são encontrados nos movimentos de uma montanha-russa, no salto de um bung-jump ou ainda nas manobras de um skatista, desde que desprezemos qualquer atrito e resistência do ar.

No nosso estudo, podemos tomar como exemplo o objeto que utilizamos anteriormente quando tratamos da energia potencial gravitacional. Imagine que o objeto, inicialmente em repouso, foi abandonado de um ponto, a uma certa altura h , ao cair, a energia potencial gravitacional vai diminuindo enquanto que sua velocidade v , conseqüentemente sua energia cinética vai aumentando, porém, desconsiderando qualquer atrito com o ar, em todos os pontos da trajetória do objeto, a soma das duas energia será a mesma, ou seja, sua energia mecânica será constante.

Podemos pensar também em um objeto que comprime uma mola, a deformando por uma distância x . Ao ser abandonado o objeto entrará em movimento e teremos a transformação de energia potencial elástica em cinética v , desprezando qualquer atrito do objeto com o ar ou com qualquer superfície, teremos então, novamente, a conservação da energia mecânica do sistema.

2.1 Brincando...

Aqui, apresentamos três brinquedos que podem ser utilizados na análise dos tópicos acima revisados, das transformações de energia envolvidas em cada um. Trazemos um passo a passo de montagem de modelos básicos, algumas sugestões de atividades e potencialidades dos brinquedos.



2.1.1 Carrinho de fricção

O carrinho de fricção desperta o interesse dos estudantes no o seu funcionamento. O que faz o carro ganhar velocidade? Essa é uma pergunta que certamente os estudantes já se fizeram, em algum momento de suas infâncias.

O brinquedo funciona transformando a energia potencial elástica dos atilhos em energia cinética. Embora a transformação de energia não seja integral entre as duas formas acima citadas, pois parte desta energia será dissipada em forma de calor devido ao atrito das rodas do carrinho com o solo, a aproximação é válida e a ilustração do fenômeno, a partir do brinquedo, contribui na discussão qualitativa dessa transformação.

Ao friccionar o carrinho, o atilho é enrolado no eixo traseiro do carro e acumula energia potencial elástica. Ao ser solto, transforma essa energia e o carrinho ganha velocidade e a admiração de quem brinca.

Materiais utilizados:

- Palitos de picolé;
- Lápis
- Tesoura;
- Cola Quente ou cola instantânea;
- Estilete;
- Palitos de churrasco;
- Canudos de refrigerante;
- Tampas de garrafa PET;
- Atilhos;

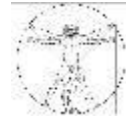


Figura 5. Materiais utilizados para o Carrinho de fricção⁵



Etapas da construção

Para fazer o carrinho, começamos pelo chassi. Para isso, pegue dois palitos de picolé, corte uma extremidade de cada um e as una com cola instantânea conforme mostrado abaixo.

Figura 6. Carrinho de fricção (etapa 1)⁶



Reforce o chassi do carro com outro palito de picolé. Em seguida recorte duas extremidades de um outro palito, cole em cada uma dessas extremidades um pedaço de canudo de refrigerante, esses canudos serão uteis para o eixo traseiro, e fixe no chassi do carro.

⁵ Foto de Francisco Barbosa Teixeira.

⁶ Foto de Francisco Barbosa Teixeira.

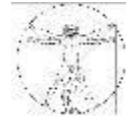


Figura 7. Carrinho de fricção (etapa 2)⁷



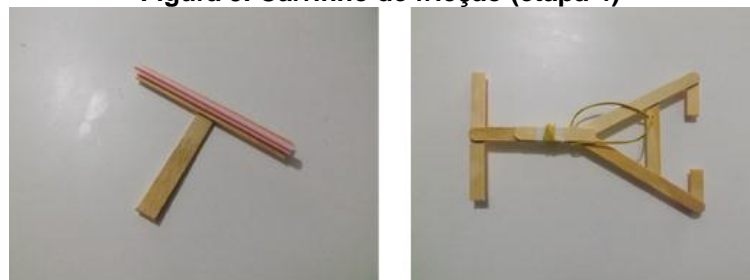
Feito o preparo do chassi, passamos à construção do nariz do carro. Para isso, corte um palito ao meio e cole na extremidade do chassi, uma pedaço pela parte superior e outro pela parte inferior. Por entre as partes coladas, coloque um atilho.

Figura 8. Carrinho de fricção (etapa 3)⁸



O nariz do carro, é confeccionado com dois palitos em forma de “T”. Na parte de cima do “T” cola-se um canudo de refrigerante, que servirá para o eixo dianteiro do carro. O “T” deve então ser encaixado na estrutura já construída e amarrada com outro atilho.

Figura 9. Carrinho de fricção (etapa 4)⁹



⁷ Foto de Francisco Barbosa Teixeira

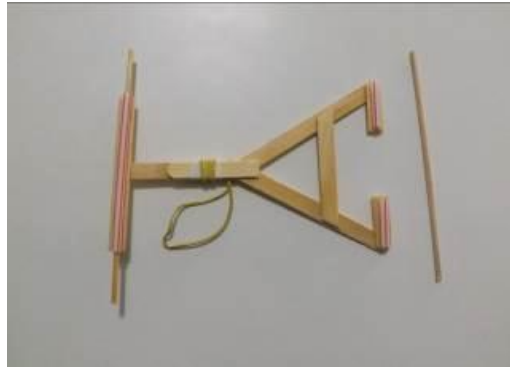
⁸ Foto de Francisco Barbosa Teixeira

⁹ Foto de Francisco Barbosa Teixeira



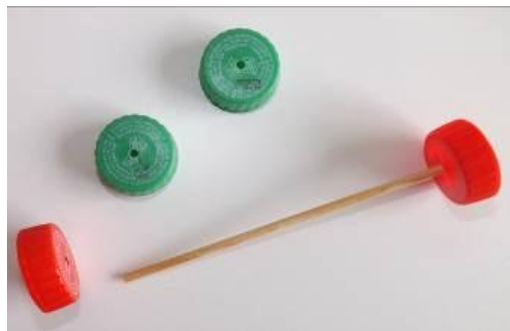
Os eixos traseiro e dianteiro do carro, são compostos por palitos de churrasquinho que passarão por dentro dos canudos de refrigerante já fixados no chassi.

Figura 10. Carrinho de fricção (etapa 5)¹⁰



As rodas do carro são feitas de tampas de garrafa PET. Deve ser feito um furo em cada uma por onde passará e será fixado cada um dos eixos.

Figura 11. Carrinho de fricção (etapa 6)¹¹



No eixo traseiro deverá ser colocado um pino, feito com um pedaço de palito de picolé, que servirá para prender uma extremidade do atilho que foi colocado antes do nariz do carro. Esse pino é elemento fundamental, pois é nele que o atilho será preso para posteriormente acumular a energia necessária, quando friccionado, para que o carro entre em movimento.

¹⁰ Foto de Francisco Barbosa Teixeira

¹¹ Foto de Francisco Barbosa Teixeira

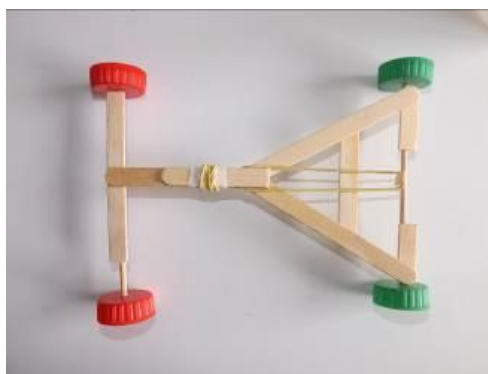


Figura 12. Carrinho de fricção (etapa 7)¹²



Pronto. Agora é só aproveitar, se divertir e aprender.

Figura 13. Carrinho de fricção pronto¹³



É possível criar uma outra estrutura para compor o carro, dando a ele a cara do grupo com o modelo escolhido pelos estudantes. Aqui a ludicidade a criatividade se manifesta, é nessa parte que o elemento deixa de ser um experimento de física e passa a ser um brinquedo. A seguir, o modelo construído por um grupo de estudantes na intervenção que deu origem a este manual.

Figura 14. Modelo de carrinho de fricção¹⁴



¹² Foto de Francisco Barbosa Teixeira

¹³ Foto de Francisco Barbosa Teixeira

¹⁴ Foto de Francisco Barbosa Teixeira



Sugestões de atividades

Um atividade interessante de propor com este brinquedo é uma corrida entre os protótipos construídos. Isso fará com que os estudantes avaliem e busquem aprimorar seus projetos. A distância alcançada por cada brinquedo também é um bom desafio a fazer às equipes. Monte uma pista na sala de aula, ou no pátio da escola, onde os brinquedos possam ser testados e as atividades possam ser feitas. Com estes desafios, podem ser analisadas e discutidas questões referentes à cinemática, como o cálculo da velocidade média de cada carrinho, e à dinâmica, como a interferência das forças de atrito no movimento do brinquedo.

2.1.2 Catapulta

Uma catapulta é um mecanismo utilizado há muitos e muitos séculos para lançar objetos a longas distâncias. Emprega-se o princípio de alavanca para conseguir o lançamento. A realização de trabalho sobre o equipamento no preparo do lançamento faz com que o mecanismo armazene energia. No nosso modelo, o alcance não é relativamente pequeno para um objeto de aproximadamente 300g, cerca de 12m de alcance. Porém, modelos mais requintados, com outros tipos de matérias para armazenar energia podem conseguir outros resultados. Certamente a construção das catapultas é um ótimo atraente na discussão sobre transformação de energia.

Materiais utilizados

- Palitos de picolé;
- Prendedores de roupa;
- Prendedores de papel;
- Colher de sobremesa;
- Fita crepe;
- Atilhos.

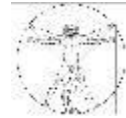


Figura 15. Materiais utilizados para Catapulta¹⁵



Etapas da construção

Separe três conjuntos de palitos de picolé, com três unidades cada. Os palitos de cada conjunto devem ser fixados com fita crepe em, pelo menos dois lugares, para garantir que não se soltarão.

Figura 16. Catapulta (etapa 1)¹⁶



Faça a estrutura utilizando os conjuntos feitos anteriormente e os prendedores de roupa. Inicialmente coloque dois prendedores de roupa em um dos conjuntos de palito e depois utilize um outro conjunto para formar um retângulo com os prendedores de roupa. Em seguida utilize mais dois prendedores de roupa e mais dois palitos de picolé para reforçar a estrutura. Envolver atilhos nas amarrações para garantir a estabilidade da catapulta. A estrutura ficará num formato semelhante a uma goleira de futebol com a rede, conforme mostrado abaixo.

¹⁵ Foto de Francisco Barbosa Teixeira

¹⁶ Foto de Francisco Barbosa Teixeira

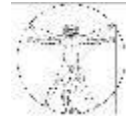
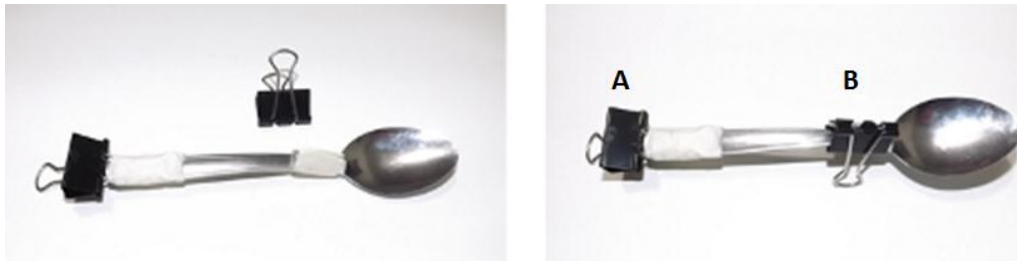


Figura 17. Catapulta (etapa 2)¹⁷



Agora, prenda com fita crepe a extremidade do cabo da colher em um dos prendedores de papel (prendedor **A**). Um segundo prendedor (prendedor **B**) de papel deve ser colocado antes da concha da colher, conforme mostrado abaixo.

Figura 18. Catapulta (etapa 3)¹⁸



Utilize o prendedor **A** na extremidade da colher, para prendê-la na parte inferior da estrutura da catapulta.

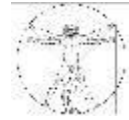
Figura 19. Catapulta (etapa 4)¹⁹



¹⁷ Foto de Francisco Barbosa Teixeira

¹⁸ Foto de Francisco Barbosa Teixeira

¹⁹ Foto de Francisco Barbosa Teixeira



Um terceiro prendedor de papel (prendedor **C**), deve ser envolvido com atilhos e fixado na parte superior da estrutura. É importante que se forme um aro livre com algumas voltas destes atilhos.

Figura 20. Prendedor C²⁰



Após fixar o prendedor **C** na parte superior da estrutura, utilize o aro de atilhos neste prendedor para uni-lo ao prendedor B.

Figura 21 Catapulta etapa 5²¹



O objeto a ser lançado pela catapulta deverá estar na concha da colher. Ao puxar a concha, ocorrerá a deformação dos atilhos e o consequente armazenamento de energia potencial elástica pelo sistema. Esta energia será transformada no momento em que a concha for solta, com o consequente lançamento do objeto.

Sugestões de atividades

Com este brinquedo pode ser oferecido aos estudantes uma competição de qual catapulta poderá lançar objetos a uma maior distância. Outra atividade possível é a colocação de alvos a serem atingidos pelos objetos lançados pelas catapultas, colocados a distâncias previamente acertadas. Assim, além da distância, os

²⁰ Foto de Francisco Barbosa Teixeira

²¹ Foto de Francisco Barbosa Teixeira



estudantes deverão se preocupar com a mira, o que acarreta em uma preocupação também com a forma de lançamento.

Filmando de uma certa distância o lançamento e utilizando os programas de vídeo-análises, é possível fazer a descrição cinemática do lançamento dos objetos, pois trata-se de lançamentos oblíquos estudados no Ensino Médio.

Não é demais salientar aqui que esta atividade deve ser realizada fora da sala de aula e com atenção constante do professor para evitar qualquer acidente no lançamento do objeto escolhido.

2.1.3 Lata mágica

A lata mágica também aborda a conservação da energia mecânica, porém com este brinquedo é possível observar a transformação de energia cinética em energia potencial elástica e vice-versa, dependendo do ponto de partida que for escolhido. Um atilho dentro da lata, preso a um corpo com uma massa expressiva, é o responsável pelas transformações e acúmulo de energia.

Aqui precisamos fazer um alerta: evidentemente o movimento de vai e vem da lata não será contínuo. Além da resistência do ar (arrasto aerodinâmico), haverá o atrito de rolamento surge devido ao fato de que a lata e a superfície não são perfeitamente rígidos e, portanto, sofrem deformações durante o rolamento. Além disso, haverá a transformação de parte da energia em energia cinética de rotação da lata. A análise matemática dinâmica desta situação implica em um estudo mais aprofundado não apenas do movimento de translação mas também do movimento de rotação do corpo, o que não é usual no Ensino Médio. Entretanto, é uma abordagem que deve ser feita, ainda que qualitativamente, no momento da análise do brinquedo. Podemos, por exemplo, mencionar a relação entre os coeficientes de atrito μ_r (coeficiente de atrito de rolamento) e μ_e (coeficiente de atrito estático de deslizamento), em que o primeiro é da ordem de 100 vezes menor que o segundo, o que explica o motivo pelo qual é tão mais fácil deslocar um móvel que tem rodas sobre uma superfície se compararmos com o mesmo móvel sem rodas.

Feito esse alerta, destacamos que no nosso caso, o mistério sobre o movimento da lata, que instiga a curiosidade dos estudantes, se manifesta expressivamente em uma só oscilação, de pequena amplitude, em que os efeitos



tanto da resistência do ar, quanto da força de atrito de rolamento, são desprezíveis. Então, abraçadabra!!!

Materiais utilizados

- Lata de achocolatado em pó;
- Atilhos;
- Parafusos;
- Fita adesiva;
- Pilhas AA.

Figura 22. Materiais utilizados para fazer lata mágica²²



Etapas da construção

A lata mágica é um brinquedo simples e rápido de fazer. Inicialmente faz-se um furo com um prego ou parafuso na tampa e outro no fundo da lata de achocolatado, aqui usamos um parafuso.

²² Foto de Francisco Barbosa Teixeira



Figura 23. Lata mágica (etapa 1)²³



Une-se quatro pilhas AA com fita adesiva, juntamente com dois atilhos, de modo que as extremidades dos atilhos fiquem livres e o meio seja preso às pilhas pela fita, conforme mostrado abaixo.

Figura 24. Lata mágica (etapa 2)²⁴



Coloca-se o conjunto de pilhas dentro da lata, com uma das extremidades livres dos atilhos passando pelo furo feito na tampa e a outra extremidade passando pelo furo feito no fundo da lata. Pelo lado externo da lata, parafusos são afixados com fitas adesivas e servem de travas que mantêm os atilhos presos na posição colocada.

²³ Foto de Francisco Barbosa Teixeira

²⁴ Foto de Francisco Barbosa Teixeira

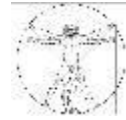


Figura 25. Lata mágica (etapa 3)²⁵



Sugestão de atividades

A lata mágica é um objeto que serve para instigar a curiosidade dos estudantes, então, antes de pedir para que eles construam, é interessante que se utilize ela na sala de aula, ainda sem esclarecer o que a faz retornar ao ponto de partida, ou simplesmente sair andando quando colocada no chão.

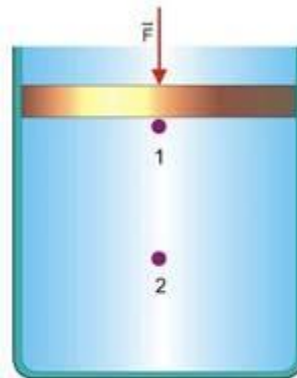
Embora simples, a lata mágica tem potencialidades a serem exploradas até mesmo no Ensino Superior. Uma análise detalhada da dinâmica do movimento da lata pode ajudar no entendimento do surgimento do atrito de rolamento. A partir do diagrama de corpo livre para lata, discute-se grandezas que, de maneira geral, não são estudadas no Ensino Médio como por exemplo: momento de inércia, atrito de rolamento e energia cinética de rotação. Então, o uso do brinquedo não se restringe ao Ensino Médio, aproveite-o.

²⁵ Foto de Francisco Barbosa Teixeira

3. O princípio de Pascal

Após o estudo dos conceitos de pressão e pressão hidrostática, chegamos ao Princípio de Pascal. Para exemplificar, imaginemos um líquido em equilíbrio no interior de um recipiente. Como mostrado abaixo:

Figura 26. Líquido em equilíbrio no interior de um recipiente²⁶



As pressões nos pontos 1 e 2 são, respectivamente, p_1 e p_2 . Se ampliarmos a pressão em um dos pontos, exercendo uma força F , por exemplo, teremos a mesma variação de pressão no outro ponto, ou seja:

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 \quad (\text{Equação 5})$$

Essa descoberta experimental foi feita em 1653, por Pascal, que enunciou: *“acréscimo de pressão, em um ponto de um líquido em equilíbrio, transmite-se integralmente para todos os pontos desse líquido.”*

Ainda que a descoberta tenha sido empírica, encontra sustentação nas leis de equilíbrio da Mecânica anteriormente estudadas.

Muitas aplicações diárias são encontradas com facilidade sobre o princípio de Pascal, são comumente experimentadas por nós, desde um apertão em um tudo de pasta de dentes até o mecanismo do freio hidráulico em um automóvel. Aqui, é nas máquinas hidráulicas que vamos concentrar nosso estudo neste trabalho.

²⁶ MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física**: volume 1. São Paulo: Scipione, 2010, p. 249

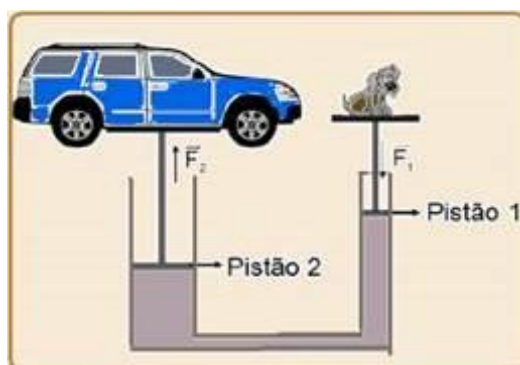


Figura 27. Aplicações do Princípio de Pascal²⁷



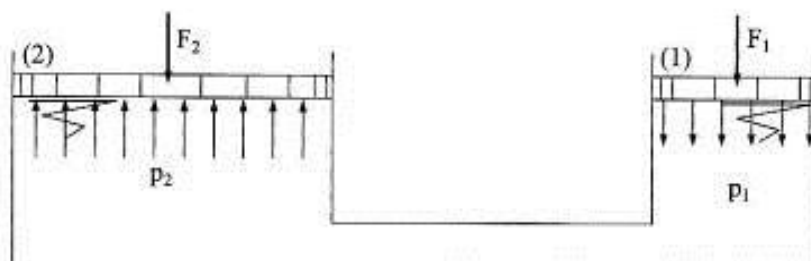
Um modelo de máquina hidráulica bem conhecido é o elevador hidráulico, muito utilizado em postos de combustível. Nessa máquina, uma pequena força em um dos pistões é capaz de sustentar um peso bem maior num segundo pistão.

Figura 28. Elevador hidráulico²⁸



De acordo com o Princípio de Pascal, temos que a força F_1 , produz uma variação de pressão no interior do líquido da prensa e essa variação se transmite para o segundo pistão.

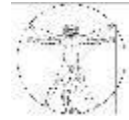
Figura 29. Configuração das forças no elevador hidráulico²⁹



²⁷Figuras disponíveis em: alunosonline.com.br/fisica/elevador-hidraulico.html e www.martinsperes.com.br/loja/infoProduto.php?p=249 e Acesso em 19 de julho de 2016.

²⁸ Figura disponível em: fisicaevestibular.com.br Acesso em 19 de julho de 2016.

²⁹ Figura retirada de: BRUNETTI, Franco. **Mecânica dos Flúidos**. 2^o edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008, p. 22.



Como temos que:

$$p = \frac{F}{A}$$

Substituindo na eq. 5, podemos escrever que

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Onde A_1 e A_2 são as áreas de secção transversal dos êmbolos dos pistões.

Assim sendo, essas máquinas funcionam como multiplicadoras de forças. Se a área A_1 , for muito menor que a área A_2 a força F_1 será muito menor que a força F_2 .

3.1 Brincando...

Como atividade lúdica que aborda o princípio de Pascal, sugerimos um brinquedo bastante conhecido, porém com uma potencialidade enorme no que tange à motivação. Trata-se do *Robô-Guindaste* confeccionado com seringas descartáveis.

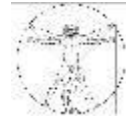
3.1.1 Robô-Guindaste

Na construção do Robô-Guindaste, tem-se um grande leque de opções de modelos, formas e variadas alternativas de aplicação. Pode-se em um único exemplar do brinquedo abordar questões diferentes do princípio de Pascal e realizar diversas interpretações sobre sua funcionalidade.

É um brinquedo que incentiva e aguça a imaginação e criatividade dos elaboradores, diferentes projetos em uma mesma sala de aula podem necessitar de distintos conjuntos e arranjos de seringas, o que amplia a discussão sobre o princípio.

Acionar uma seringa de êmbolo com maior área de secção transversal para obter um maior curso no seu par e uma maior amplitude do movimento do brinquedo, ou acionar uma seringa de êmbolo com menor área de secção transversal para obter uma força maior no seu par e erguer uma carga com maior facilidade, por exemplo? Essa é uma das questões que o grupo de estudantes deverá discutir.

As cores, a forma de apresentação, o objetivo do robô, etc, de fato tem-se muito o que pensar durante o projeto e execução deste brinquedo. É importante que



essas decisões sejam feitas pelo grupo de estudantes responsável por cada brinquedo. Assim, aqui propomos um modelo bem básico que deve servir de ponto de partida, ou seja, isto é, de elemento motivador de outros projetos. Trazemos aqui uma máquina de elevação hidráulica, similar àquela encontrada em postos de combustíveis. Modelos mais simples e mais complexos podem ser feitos a partir da habilidade e motivação de cada um.

Materiais utilizados

- Seringas descartáveis;
- Cano de PVC;
- Fita adesiva;
- Um pedaço de madeira de aproximadamente 20cm x15cm;
- Disco de madeira de aproximadamente 6cm de diâmetro;
- Um carrinho de brinquedo.

Figura 30. Materiais utilizados para construir um robô-guindaste³⁰



Etapas da construção

Na construção deste modelo, o primeiro passo é fixar com fita adesiva as seringas na chapa de madeira. A seringa de êmbolo com menor área de secção transversal será aquela pela qual será aplicada a força, a outra será a responsável por erguer o automóvel, assim a posição das seringas deve ser corretamente escolhida neste momento.

³⁰ Foto de Francisco Barbosa Teixeira

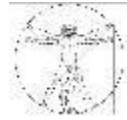


Figura 31. Robô-guindaste (etapa 1)³¹



Após, deve-se encaixar o cano de PVC nas seringas e enchê-las com água.

Figura 32. Robô-guindaste (etapa 2)³²



Depois, deve ser fixada o disco de madeira no topo da seringa de maior êmbolo, ela que será a base através da qual o carro será erguido.

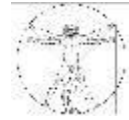
Figura 33. Robô-guindaste (etapa 3)³³



³¹ Foto de Francisco Barbosa Teixeira

³² Foto de Francisco Barbosa Teixeira

³³ Foto de Francisco Barbosa Teixeira



Agora, basta escolher uma “cara” para o seu posto de combustíveis e operar o elevador através do princípio de Pascal.

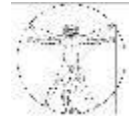
Figura 34. Robô-guindaste pronto³⁴



Sugestões de atividades

Após mostrar aos estudantes o modelo acima, provoque-os a construir outros modelos, com outras funcionalidades e potencialidades, deixe-os livres para usar quantos pares de seringas julgarem necessários. Certamente você vai se surpreender.

³⁴ Foto de Francisco Barbosa Teixeira



Considerações Finais

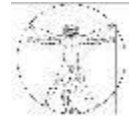
Este manual não pretende fornecer um guia para o professor no sentido de uma receita, algo pronto e imutável. Pretendemos sim é motivar o professor de física a utilizar brinquedos e brincadeiras em sala de aula e apresentamos algumas sugestões.

Esperamos que os brinquedos aqui apresentados sejam o ponto de partida. A partir da nossa intervenção, notamos a potencialidade do material sugerido como elemento motivador e provocador de discussões. Na sugestão destes brinquedos e brincadeiras na sala de aula, percebemos os estudantes mais participativos e felizes na sala de aula e conseqüentemente, um melhor resultado no processo de ensino e aprendizagem.

Logicamente não esgotamos ao menos sequer as possibilidades e os brinquedos para as áreas estudadas, existem outros tantos brinquedos que podem ser utilizados e ainda outros que podem ser inventados, de acordo com a turma e com o professor.

A aplicabilidade da ludicidade no ensino de física também não se restringe, evidentemente, às áreas por nós apontadas, brinquedos podem ser utilizados em todas as áreas e em todos os anos do ensino de física na escola, desde os primeiros estudos até as series finais do Ensino Médio.

Na construção deste trabalho, desde o início da projeção da intervenção realizada em sala de aula, até a escrita das últimas linhas deste manual, nos divertimos. O tempo todo o prazer a satisfação estiveram na frente de qualquer incômodo com a tarefa. O mesmo desejamos aos professores que utilizarem este material, seja para seguir os brinquedos aqui apresentados, seja para buscar novos brinquedos e/ou tão somente para refletir sobre suas práticas. Que seja divertido e prazeroso.



REFERÊNCIAS

- ANDRADADE NETO, A. V. Atrito de escorregamento e atrito de rolamento: análise de situações simples. *Caderno de Física de UEFS*. 2014, v. 2, p.33-40.
- BRUNETTI, Franco. **Mecânica dos Flúidos**. 2º edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.
- HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. Porto Alegre, Ed. Bookman, 2002.
- LEODORO, Marcos Pires; TEDESCHI, Wania. **Oficinas Populares de Física e Tecnologia**. Anais do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Luís, 2007.
- MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física: volume 1**. São Paulo: Scipione, 2010.
- PIMENTEL, Erizaldo Cavalcanti Borges. **A Física nos brinquedos: o brinquedo como recurso instrucional no ensino da Terceira Lei de Newton**. Dissertação (Mestrado), Universidade de Brasília, Instituto de Física/Química. Brasília, 2007.
- RAMOS, Eugênio Maria de França. Brinquedos e jogos no ensino de Física. *Revista Ciência e Educação*. (On line) 1997, Vol. 4, p. 40-53. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/ciedu/v04/v04a04.pdf>. Acesso em 2 de Nov. de 2014.
- SEARS, F.; ZEMANSKY, M. W.; YOUNG, H. D. **Física: Mecânica**. 12. ed. São Paulo: LTC, 2008.
-
- Física: Termodinâmica e Ondas**. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008 B.
- YGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.
- VYGOTSKY, Lev Semenovich. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In: VIGOTSKY, Lev Semenovich; LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Alexis N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1988.