



ARTIGO DE PESQUISA

Física divertida: o uso de brinquedos para o ensino da Mecânica

Fun physics: the use of toys to teach Mechanics

Silva Junior, F. M.^{1*} e Costa, J. K. P.¹

¹ Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Campus São José de Ribamar, Rodovia MA 201, Km 12, s/n - Vila Pi-carreira, São José de Ribamar - MA, 65110-000.

*E-mail: flavio.junior@ifma.edu.br

Resumo: Neste trabalho, propomos uma sequência didática para o ensino de Física de maneira lúdica baseada na teoria da aprendizagem significativa de *David Ausubel*, utilizando brinquedos como recurso pedagógico para alunos do ensino médio. Para tal, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, a fim de explorar a origem dos mais diversos tipos de brinquedos, alguns dos quais foram construídos utilizando materiais facilmente encontrados no cotidiano. O objetivo principal desta pesquisa é explicar o funcionamento de alguns brinquedos selecionados com base em princípios e conceitos da Mecânica, de modo que os alunos possam compreendê-los de maneira mais intuitiva e prazerosa. Com a sequência didática (SD) produzida, espera-se tornar o ensino desta disciplina mais atraente e divertido para os alunos, uma vez que a SD pode ser utilizada por professores de Física do ensino médio para o ensino da Mecânica.

Abstract: In this work, we propose a didactic sequence for teaching Physics in a playful way based on *David Ausubel's* theory of meaningful learning, using toys as a pedagogical resource for high school students. To this end, bibliographical research was carried out in order to explore the origin of the most diverse types of toys, some of which were constructed using materials easily found in everyday life. The main objective of this research is to explain the functioning of some selected toys based on Mechanical principles and concepts, so that students can understand them in a more intuitive and enjoyable way. With the didactic sequence (DS) produced, it is expected to make teaching this school subject more attractive and fun for students, since (DS) can be used by high school Physics teachers to teach Mechanics.

Palavras-Chaves: ensino de Física; brinquedos; mecânica

Keywords: Physics teaching; toys; mechanics

1. Introdução

Citação: Silva Junior, F. M.1* e Costa, J. K. P.1. Física divertida: o uso de brinquedos para o ensino da Mecânica. (2024). Cad. Fís. UEFS, 22(02):2201.1-16.

Recebido: 23/04/2024

Aceito: 25/09/2024

Publicado: 20/10/2024



Copyright: © 2024, pelos autores. Publicação em acesso aberto sob os termos e condições da licença Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Geralmente, a Física é vista pela maioria dos estudantes do ensino médio como uma disciplina difícil, tediosa e sem qualquer relação com suas vidas cotidianas [1]. Muitos acreditam que a Física se resume simplesmente a um conjunto confuso de fórmulas matemáticas sem sentido que precisam ser memorizadas para as provas. Essa visão distorcida acaba gerando um grande desinteresse dos alunos por essa ciência [2]. Existem várias razões para essa visão distorcida da Física e o desinteresse dos alunos por essa disciplina. Algumas delas, incluem [3]: a falta de conexão entre os conceitos abstratos e a vida cotidiana dos alunos; o uso de uma linguagem complexa e técnica na explicação dos conceitos; o enfoque excessivo em fórmulas e cálculos em detrimento da compreensão dos princípios fundamentais; a falta de experimentação e atividades práticas que ajudem a ilustrar e reforçar os conceitos aprendidos e a falta de recursos didáticos criativos e inovadores que possam tornar o aprendizado da Física mais atraente e interessante para os alunos.

Para mudança desse quadro, é necessário despertar o interesse dos alunos pela Física através de metodologias de ensino inovadoras e diferenciadas. Tais metodologias devem mostrar que a Física não é apenas uma disciplina escolar que pode reprovar, mas uma ciência que foi construída ao longo dos anos e que está diretamente relacionada à vida cotidiana dos alunos. Uma boa forma de fazer isso é através da associação da teoria com a prática e aulas lúdicas demonstrando como o que é ensinado em sala de aula pode ser aplicado no dia a dia. Levando isso em conta, pretendemos nesse artigo propor uma sequência didática de ensino de conteúdos e princípios da Mecânica (momento linear e angular, momento de inércia, centros de massa e gravidade, torque, leis de conservação

da energia e momento etc.) através de atividades experimentais com o uso de brinquedos selecionados.

A sequência didática foi baseada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel [4]. Além disso, alguns brinquedos foram confeccionados com materiais do dia a dia e realizou-se uma pesquisa na literatura disponível sobre a origem em que os brinquedos surgiram. Nesse sentido, tal pesquisa contempla ainda um ensino interdisciplinar envolvendo a Física, História e Artes, contribuindo dessa forma para um ensino mais lúdico, prazeroso e interessante da Física.

2. Materiais e Métodos

Uma revisão bibliográfica foi conduzida para examinar a história e as origens dos brinquedos, bem como os princípios físicos e leis contidas no funcionamento de uma variedade de brinquedos. Com base na revisão bibliográfica, os seguintes brinquedos foram selecionados para serem confeccionados com materiais do dia a dia: ioiô, pássaro equilibrista, João bobo e pião. Posteriormente, os brinquedos foram testados e os princípios e leis físicas inerentes ao seu funcionamento foram discutidos através de seminários. Em seguida, uma sequência didática foi elaborada para o ensino de Mecânica através dos brinquedos citados. A referida sequência didática foi elaborada com base na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel [4], podendo ser utilizada por professores de Física do ensino médio.

3. Resultados e Discussões

Nesta seção abordaremos a história e os princípios físicos envolvidos no funcionamento do ioiô, pássaro equilibrista, João bobo e pião bem como a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, através da qual se baseou a sequência didática elaborada.

3.1. Ioio

O ioiô é um dos artefatos mais antigos da humanidade, portanto é desafiador afirmar com exatidão o real lugar de seu surgimento [5]. Alguns estudiosos apontam seu aparecimento na Grécia, onde foram encontrados objetos semelhantes há cerca de 2500 anos, outros sustentam que na China surgiram os primeiros brinquedos e há quem diga ainda que surgiram na Índia. Há muito tempo esse objeto vem sendo utilizado para diferentes fins. Os primeiros foram criados para a caça, sendo estes feitos de pedra. Foi nas Filipinas que originaram os primeiros ioiôs no modelo que se encontra atualmente, sendo a palavra ioiô derivada do idioma filipino que significa "volta aqui". Com o passar dos anos, o artefato passou por alterações em seu formato e em sua utilidade. A difusão do ioiô pelo mundo teve início em 1928, vindo das Filipinas graças a Pedro Flores, um filipino, que ao deixar seu país, o levou para os Estados Unidos onde foi comercializado e se tornou um objeto cobiçado por milhares de crianças em todo o mundo.

No que se refere à energia mecânica Em de um sistema, esta é concedida pela soma da energia cinética E_c e da energia potencial E_p , isto é [6]:

$$E_m = E_c + E_p \quad (1)$$

Em sistemas mecânicos conservativos, as forças que realizam trabalhos transformam exclusivamente a energia cinética em energia potencial e vice-versa. Nesses sistemas, a energia mecânica se conserva. Isso nos permite escrever:

$$E_{c1} + E_{p1} = E_{c2} + E_{p2} \quad (2)$$

onde os índices referem-se a instantes diferentes no processo de transferência de energia.

Como em um sistema conservativo, a energia mecânica se conserva, o princípio da conservação da energia mecânica também pode ser escrito como:

$$\Delta E_m = \Delta E_c + \Delta E_p = 0 \quad (3)$$

onde ΔE_m , ΔE_c e ΔE_p são as variações de energia mecânica, cinética e potencial, respectivamente em um dado intervalo de tempo.

O funcionamento do ioiô pode ser explicado em termos da conservação da energia mecânica [6]. Quando o ioiô, de massa M , está preso na mão do jogador, ele possui energia potencial gravitacional, ao descer de uma altura h uma quantidade de energia potencial (Mgh) é convertida em energia cinética de translação ($\frac{1}{2}Mv_{cm}^2$) e rotação ($\frac{1}{2}I\omega^2$). Em termos matemáticos, a conservação da energia mecânica para ioiô pode ser escrita como:

$$Mgh = \frac{1}{2}Mv_{cm}^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 \quad (4)$$

onde g é a aceleração da gravidade V_{cm} é a velocidade de translação do centro de massa do ioiô, ω é a velocidade angular do ioiô e I é momento de inércia do ioiô em relação a um eixo que passa pelo seu centro de massa.

Ao subir a energia cinética do ioiô é perdida, sendo transformada novamente em energia potencial. Durante todo o processo a energia mecânica é conservada (vide a figura 1a). Na fig.1b, tem-se o ioiô caseiro fabricado com materiais do cotidiano.

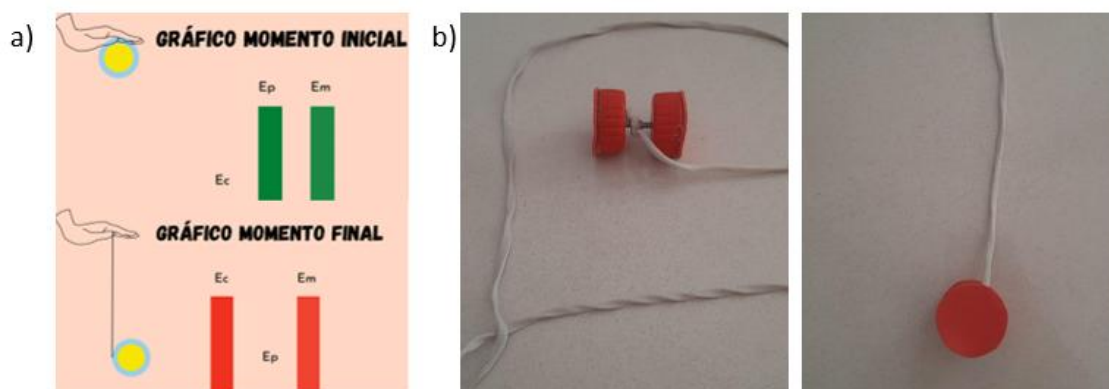


Figura 1 - a) Princípio da conservação aplicado ao ioiô. b) Ioí caseiro produzido. Fonte: elaboração própria

3.2 Pássaro Equilibrista e João Bobo

Uma alternativa de se ensinar estática de corpos extensos é através do pássaro equilibrista e João bobo. Para o entendimento da Física desses brinquedos alguns conceitos físicos devem ser compreendidos, a saber: centro de massa, centro de gravidade, torque e tipos de equilíbrio. O centro de massa é o ponto onde podemos supor que toda a massa de um corpo está concentrada, enquanto o centro de gravidade é o ponto no corpo ou fora dele onde atua a força gravitacional. Para um campo gravitacional uniforme o centro de massa coincide com o centro gravitacional. No que se refere ao torque, este é uma grandeza que expressa a capacidade de uma força em fazer girar o corpo em torno de ponto de referência [6].

Quanto ao equilíbrio de um corpo extenso, ocorre quando força e torque resultante sobre o corpo é nulo. Temos três tipos de equilíbrio: estável, instável e indiferente. Para se determinar em qual tipo de equilíbrio um corpo extenso se encontra, basta tirá-lo ligeiramente da posição de equilíbrio e, em seguida abandoná-lo. O equilíbrio será estável se o corpo retorna à posição inicial. Se o corpo tende a se afastar da posição de equilíbrio, o equilíbrio será instável. Se o corpo permanece em equilíbrio em outra posição, o equilíbrio é dito indiferente [7].

Quando o centro de gravidade do corpo se encontra abaixo da base de apoio, o corpo estará em equilíbrio estável [7]. É o que ocorre com o pássaro equilibrista. Quando apoiamos o pássaro equilibrista no ponto de apoio, que fica no bico, ele fica em equilíbrio estável por causa do contrapeso que existe nas bordas das asas, que tem a função de deslocar o centro de gravidade do pássaro que passar a ficar localizado verticalmente abaixo do ponto de apoio (vide figura 2b). Ao se deslocar levemente o pássaro, ele voltará para a posição inicial, pois o centro de gravidade tende a voltar para a posição de menor energia potencial.

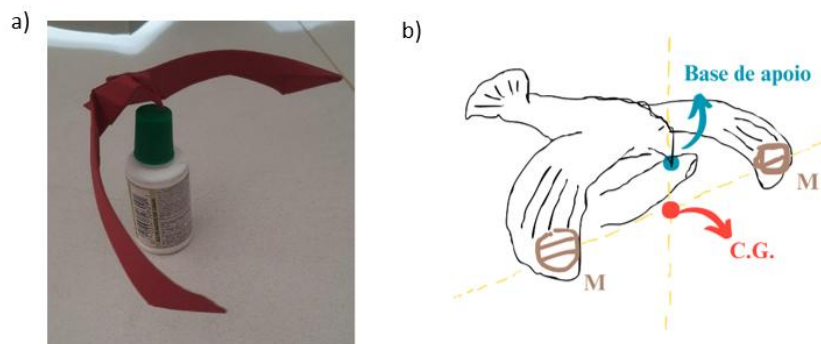


Figura 2 - a) Origami do pássaro equilibrista construído. b) Esquema de um pássaro equilibrista mostrando que seu centro de gravidade se encontra abaixo da base de apoio. Fonte: elaboração própria.

Quanto ao João Bobo, este é um brinquedo inflável, com a base arredondada, que independente da força que aplicamos ele sempre volta a ficar em pé. Isso acontece devido ao seu baixo centro de gravidade, próximo da base arredondada, onde as força peso (P) e a normal (N) formam um binário que gera um torque restaurador que faz com que o João Bobo retorne à posição inicial, o que revela que o João Bobo se encontra em equilíbrio estável.

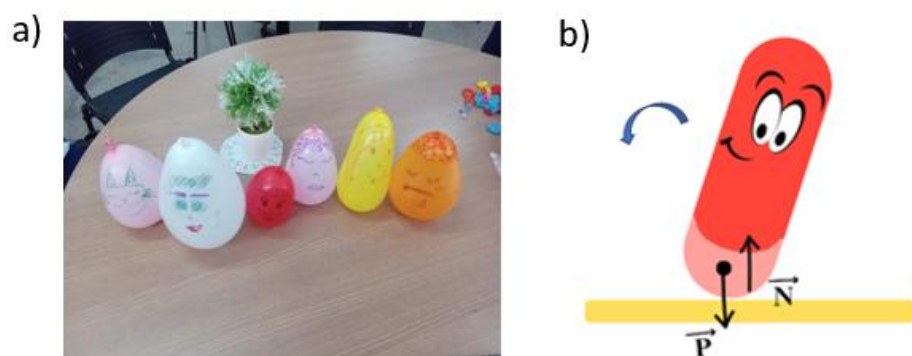


Figura 3 - a) João bobo produzido com bexiga e bolinha de gude b) Esquema do João Bobo mostrando o binário de forças formado pela força peso (P) e a normal (N) que produzem um torque restaurador fazendo o João bobo voltar à posição de equilíbrio quando deslocado. Fonte: elaboração própria.

3.3 Pião

A origem do pião não é clara, mas há evidências de que ele existe desde 4.000 a.C. devido a registros arqueológicos da antiga Mesopotâmia [8]. Os piões foram trazidos para o Brasil pelos portugueses e apressadamente se espalharam para todo o país, onde permanecem populares até hoje. Pião é um brinquedo, comumente feito de madeira, que

remete a uma brincadeira clássica e conhecida de envolver um barbante na ponta e puxá-lo rapidamente, fazendo-o girar e permanecer em pé até o desfecho do movimento. Apesar de sua simplicidade, tem implicações importantes à mecânica clássica.

Para a compreensão da Física do pião alguns conceitos físicos e leis são necessários, tais como: momento angular, momento de inércia, segunda lei de Newton para rotação e conservação do momento angular. O momento angular (L) é uma grandeza física vetorial que mede a quantidade de movimento relacionado à rotação dos corpos. Assim todo corpo que gira possui momento angular. O momento de inércia de um objeto em relação a um eixo é a propriedade do objeto que o faz resistir a uma variação em sua velocidade vetorial angular em relação ao eixo. O momento angular (L) de um corpo rígido girando em torno de um eixo fixo pode ser dado por [6]:

$$L = I\omega \quad (5)$$

onde I é o momento de inércia em relação ao eixo e ω é a velocidade angular do corpo. A unidade do momento no SI é o kgm^2/s .

A 2ª lei de Newton para rotações nos diz que o torque resultante ($\vec{\tau}_{res}$) que age sobre um sistema de partículas é igual à taxa de variação com o tempo do momento angular total L do sistema.

$$\vec{\tau}_{res} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t} \quad (6)$$

Se o torque resultante é nulo, da equação (6) vemos que o momento angular se conserva:

$$\Delta L = 0 \Rightarrow L_i = L_f \quad (7)$$

Logo, com o uso da equação (5) na equação 7, a conservação do momento angular pode ser reescrita como:

$$I_i \omega_i = I_f \omega_f \quad (8)$$

onde I_i e ω_i são o momento de inércia e velocidade angular iniciais, enquanto I_f e ω_f são o momento de inércia e velocidade angulares finais. A conservação do momento angular explica o movimento de acrobatas, bailarinas e o fato de motos e bicicletas se manterem em pé com as rodas girando.

No que diz respeito ao pião, aplicação de um torque inicial o faz girar adquirindo um momento angular. O torque provocado pela força gravitacional provocará uma variação na direção do momento angular do pião que fará seu eixo de rotação fazer um movimento circular em torno de um eixo vertical que passa pelo ponto de contato com a superfície. Tal movimento é chamado de precessão [6] e é mostrada na fig.4. Depois de um certo tempo o pião tomba devido à perda de energia cinética por conta do atrito com a superfície (deixa de ter momento angular). Se o momento angular se conservasse o pião giraria indefinidamente.

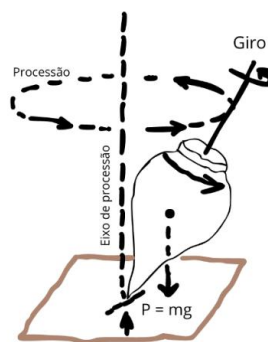


Figura 4 - Precessão de um pião. Fonte: elaboração própria.

Outro pião bem conhecido é o pião assimétrico (*tippe top*). Esse tipo de pião é constituído de uma parte esférica de um lado e, do outro, um pequeno eixo cilíndrico. Ao girar esse pião com o lado esférico para baixo, depois de alguns segundos ele vira de cabeça para baixo passando a girar sobre o eixo, elevando o seu centro de gravidade (localizado na parte esférica). Com isso, aumenta-se a energia potencial do pião assimétrico, reduzindo sua energia cinética e momento angular. A diminuição do momento angular e o movimento de inversão desse pião é provocado pelo torque produzido pela força de atrito na parte esférica (vide figura 5a) [9]. Um pião assimétrico caseiro pode ser confeccionado com quatro bolinhas de gude e cola, conforme mostra a figura 5b.

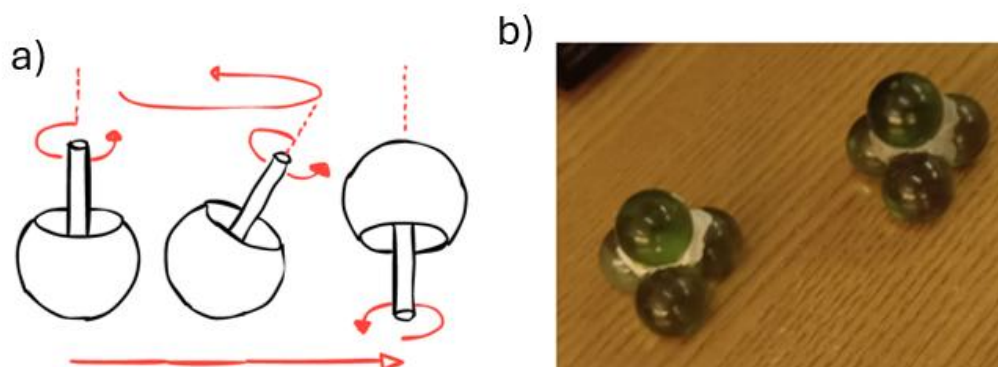


Figura 5 - a) Pião assimétrico em movimento. b) Pião assimétrico caseiro feito com bolinha de gude e cola.

4.3 Sequência Didática baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

DISCIPLINA: Física I

Turma/Série: 1º ano do ensino médio

TEMA 1: CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA E APLICAÇÃO NO FUNCIONAMENTO DE UM IOIÔ

Conteúdos:

- Energias cinética e potencial gravitacional
- Conservação da energia mecânica
- Conservação da energia mecânica aplicado no funcionamento do ioiô.
- Tempo de sequência didática: 8 aulas de 50 minutos

Materiais necessários para a sequência didática:

- Datashow
- Caderno para anotações
- Materiais de baixo custo para a montagem do ioiô

Aula 1

Conteúdos: apresentação do tema e identificação dos subsunçores dos estudantes relacionados ao tema.

Metodologia:

Aplicação de um questionário para identificação dos subsunçores.

Objetivos:

- Identificar os subsunçores dos alunos.
- Recursos didáticos:
- Data show

- Notebook
- Questionário

Aula 2

Conteúdo: energia cinética e potencial gravitacional

Metodologia:

Solicite que alguns alunos leiam e socializem os seus conhecimentos prévios sobre os conteúdos da aula (subsunçores).

A partir de uma aula expositiva e dialogada, apresente os conceitos de energia cinética e potencial de maneira clara e organizada, estabelecendo conexões entre os conceitos que serão ensinados e os subsunçores dos alunos. Para tanto, faça uso de recursos visuais, slides com bastante imagens e exemplos do cotidiano, para auxiliar na compreensão.

Objetivos:

- Compreender os conceitos de energia cinética e potencial.
- Identificar situações do cotidiano relacionadas às energias cinética e potencial.
- Materiais a serem utilizados na aula:
- Data show
- Notebook

Aulas 3 e 4

Conteúdo: energia mecânica e conservação da energia mecânica.

Metodologia:

Inicie a aula 3 com uma rápida revisão da última aula sobre energia potencial e cinética para relembrar os alunos dos conceitos tratados na aula anterior.

Posteriormente, através de uma aula expositiva e dialogada aborde o conceito de energia mecânica relacionado aos conceitos de energia cinética e potencial.

Na aula 4, aborde o conteúdo da conservação da energia mecânica relacionando esse novo conteúdo com o conhecimento prévio do aluno. Faça uso de exemplos do dia a dia.

Objetivos:

Compreender os conceitos de energia mecânica e conservação da energia mecânica. Identificar situações do cotidiano relacionadas a energia mecânica e conservação da energia mecânica.

Recursos didáticos:

- Data show
- Notebook

Aula 5

Conteúdo: revisão sobre o princípio da conservação da energia mecânica.

Metodologia:

Faça uma dinâmica em sala usando uma caixa com os principais conceitos da conservação da energia mecânica para que os alunos possam discutir e chegar em uma resposta. A dinâmica será feita da seguinte forma: os alunos cantarão uma cantiga de roda enquanto a caixa estará sendo passada pelas mãos deles, quando a música finalizar, a pessoa que estiver com a caixa na mão a abrirá, pegará um papel, lerá o conceito ou pergunta e responderá de acordo com o conteúdo estudado, se não conseguir responder, a pergunta será lançada para turma.

Objetivo:

Revisar o conteúdo trabalhado anteriormente por meio de uma dinâmica.

Recursos didáticos:

- Caixa
- Recorte de papéis contendo perguntas e conceitos.

Aula 6

Conteúdo: aplicação da conservação da energia mecânica no funcionamento do ioiô.

Metodologia:

Faça uma aula expositiva e dialogada falando sobre a origem e funcionamento do ioiô.

Divida a turma em grupos.

Distribua para cada grupo o tutorial para montagem do ioiô como o da figura 1b.

Após a montagem do ioiô, pergunte aos alunos se eles conseguem associar o funcionamento do ioiô com os conceitos de energia cinética e potencial e conservação da energia mecânica. Baseado nas respostas dos alunos, discuta com eles como o princípio da conservação da energia mecânica pode ser utilizado para explicar o funcionamento do ioiô.

Objetivos:

Explicar o funcionamento do ioiô com base no princípio da conservação da energia mecânica.

Recursos didáticos

- 2 tampas de garrafa de plástico;
- 1 parafuso;
- 1 chave de fenda;
- 1 fio de algodão de 1 metro (40 polegadas);
- Restos de revista ou pedaço de EVA (opcional);
- Fita dupla face (fina) ou cola;
- Data – show;
- Notebook.

Aulas 7 e 8

Conteúdo: avaliação.

Metodologia:

Promova discussões em sala de aula para que os alunos compartilhem suas ideias, dúvidas e experiências relacionadas aos conteúdos estudados. Incentive-os a refletir sobre como o novo conhecimento se relaciona com suas vidas e experiências pessoais. Essa reflexão estimula a construção de significado e a internalização do conhecimento.

Reaplicação do questionário para avaliar e monitorar o progresso dos alunos e identificar áreas em que eles possam precisar de apoio adicional. O objetivo dessa reaplicação é saber se os subsunçores iniciais foram modificados e a aprendizagem significativa foi alcançada.

Objetivos:

Aprender significativamente sobre conservação da energia mecânica.

Recursos didáticos:

- Questionário

TEMA 2: Centro de gravidade e torque aplicados no funcionamento do João teimoso e pássaro equilibrista

Conteúdos:

- Centro de gravidade
- Centro de massa
- Tipos de equilíbrio: estável, instável e indiferente

- Torque

Tempo de sequência didática: 8 aulas de 50 minutos

Materiais necessários para a sequência didática

- Datashow
- Caderno para anotações
- Materiais de baixo custo para a montagem do João bobo e do pássaro equilibrista

Aula 1

Conteúdo: Apresentação do tema e identificação dos subsunçores dos estudantes relacionados ao tema.

Metodologia:

Aplicação de um questionário para identificação dos subsunçores.

Objetivos

Identificar os subsunçores dos alunos.

Recursos didáticos

- Questionário

Aula 2

Conteúdo: centro de gravidade e centro de massa

Metodologia

Peça que alguns alunos leiam e compartilhem os seus saberes prévios sobre os conteúdos da aula (subsunçores). Por meio de uma aula explicativa e interativa, introduza os conceitos de centro de gravidade e centro de massa de forma clara e organizada, estabelecendo relações entre os conceitos que serão ensinados e os subsunçores dos alunos. Para isso, utilize recursos visuais, slides com muitas imagens e exemplos do dia a dia, para facilitar o entendimento. Ao final, passe uma atividade de fixação

Objetivo:

Diferenciar centro de gravidade de centro de equilíbrio.

Materiais utilizados:

- Data show
- Notebook
- Lousa
- Pincel
- Apagador

Aula 3

Conteúdo: Torque

Metodologia

Peça aos alunos que pesquisem e discutam sobre os seus conhecimentos preliminares (subsunçores) sobre torque. Por meio de uma aula esclarecedora e criativa, introduza o conceito de torque de forma estruturada e de fácil compreensão, estabelecendo um vínculo entre o conhecimento ensinado e os subsunçores dos alunos. Para isso, faça o uso de recursos visuais, slides com muitas imagens e exemplos do dia a dia, para facilitar o entendimento (gangorra, alavanca, maçaneta etc.). Como sugestão use a simulação:

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/balancing-act

Objetivos:

Definir torque

Identificar situações do cotidiano nos quais o torque se faz presente

Reconhecer os efeitos do torque de forma lúdica

Recursos didáticos:

- Data show
- Notebook

Aula 4

Conteúdo: tipos de equilíbrio: estável, instável e indiferente

Metodologia

Solicite aos alunos que pesquisem e discutam sobre os seus conhecimentos preliminares (subsunçores) sobre os tipos de equilíbrio: estável, instável e indiferente. Por meio de uma aula informativa e atraente, introduza o conceito de equilíbrio estável, instável e indiferente de forma estruturada e de fácil compreensão, estipulando uma conexão entre o conhecimento ensinado e os subsunçores dos alunos. Para isso, faça o uso de recursos visuais, slides com muitas imagens e exemplos do dia a dia.

Objetivos:

Definir os tipos de equilíbrio.

Identificar situações do cotidiano nos quais os tipos de equilíbrio se fazem presentes.

Materiais utilizados:

- Data show
- Notebook

Aula 5 e 6

Conteúdos: aplicação dos conceitos de torque e equilíbrio para a explicação do funcionamento do João teimoso e pássaro equilibrista

Metodologia:

Na aula 5, faça uma aula expositiva e dialogada falando sobre a origem e funcionamento do João teimoso e pássaro equilibrista.

Na aula 6, divida a turma em grupos. Distribua para cada grupo o tutorial para montagem pássaro equilibrista e João teimoso, com materiais do dia a dia, como os das figuras 2a e 3a, respectivamente.

Após a montagem dos brinquedos, pergunte aos alunos se eles conseguem associar o funcionamento do João Bobo e pássaro equilibrista com os conceitos de torque, energia equilíbrio e centro de gravidade. Baseado nas respostas dos alunos, discuta com eles como os tais conceitos podem ser utilizados para explicar o funcionamento do ioiô.

Objetivo:

Explicar o funcionamento do João teimoso e pássaro equilíbrio com base em conceitos da Estática (equilíbrio, torque e centro de gravidade).

Recursos didáticos:

- Papel sulfite
- Um balão
- Uma bolinha de gude
- 1 elástico
- Canetinhas para personalizar os brinquedos (opcional)
- Data show
- Notebook

Aula 7 e 8

Conteúdo: avaliação

Metodologia

Promova discussões em sala de aula para que os alunos compartilhem suas ideias, dúvidas e experiências relacionadas aos conteúdos estudados. Incentive-os a refletir sobre

como o novo conhecimento se relaciona com suas vidas e experiências pessoais. Essa reflexão estimula a construção de significado e a internalização do conhecimento.

Reaplicação do questionário para avaliar e monitorar o progresso dos alunos e identificar áreas em que eles possam precisar de apoio adicional. O objetivo dessa reaplicação é saber se os subsunçores iniciais foram modificados e a aprendizagem significativa foi alcançada

Objetivo:

Aprender significativamente sobre centro de gravidade, centro de massa, torque e os tipos de equilíbrio.

Materiais utilizados:

- Questionário.

TEMA 3: Momento angular e o funcionamento do pião.

Conteúdos:

- momento de inércia
- torque
- momento angular
- conservação do momento angular
- origem do pião
- tipos de pião
- momento angular aplicado no pião

Tempo de sequência didática: 10 aulas de 50 minutos

Materiais necessários para a sequência didática

- Datashow
- Caderno para anotações
- Materiais de baixo custo para a montagem do pião e/ou pião tip-top

Aula 1

Conteúdo:

Apresentação do tema e identificação dos subsunçores dos estudantes relacionados ao tema.

Metodologia:

Aplicação de um questionário para identificação dos subsunçores (conhecimentos prévios a respeito do tema).

Objetivos

- Identificar os subsunçores dos alunos.
- Recursos didáticos:
- Data show
- Notebook
- Questionário

Aula 2

Conteúdo: Momento de inércia

Metodologia:

Solicite aos alunos que pesquisem e discutam sobre os seus conhecimentos preliminares (subsunçores) sobre momento de inércia. Por meio de uma aula instrutiva e interessante, introduza o conceito de momento de inércia de forma estruturada e de fácil compreensão, estabelecendo uma ligação entre o conhecimento ensinado e os subsunçores dos alunos. Para isso, faça o uso de recursos visuais, slides com muitas imagens e exemplos do dia a dia relacionados ao momento de inércia (como, por exemplo, um equilibrista

com uma vara andando sobre uma corda e movimento de uma bailarina) para facilitar o entendimento.

Objetivos:

Aprender significativamente sobre momento de inércia

Identificar onde podemos encontrar uma aplicação do momento de inércia

Materiais utilizados:

- Data show
- Notebook

Aula 3

Conteúdo a ser trabalhado: Torque e rotação

Faça uma revisão sobre torque e introduza o conceito de rotação pedindo uma pesquisa e depois uma discussão entre os alunos para encontrar uma relação entre os dois conceitos. Logo após, por meio de uma aula expositiva, exponha os conceitos de modo claro mantendo uma correlação com os subsunçores dos alunos. Utilize material visual de fácil entendimento e exemplos do dia a dia (pás do ventilador, planetas, roda), induza os alunos a se expressarem trazendo mais exemplos.

Objetivos:

Relacionar torque e rotação.

Materiais utilizados:

- data show
- notebook

Aula 4:

Conteúdo: Momento angular

Metodologia

Inicie a aula indagando aos alunos sobre o que eles entendem por momento angular, depois de uma pequena discussão, como sugestão, passe o vídeo disponível em: <https://youtu.be/Xn6jm31M4b4?feature=shared>. Ao final abra espaço para o compartilhamento das ideias dos alunos após o vídeo fazendo uma relação com o antigo entendimento deles. Dê prosseguimento a aula explorando mais o conteúdo e utilize elementos visuais presentes no cotidiano (bailarina, helicóptero, sistema planetário e brinquedos).

Objetivos:

Compreender o significado físico de momento angular.

Materiais utilizados:

- data show
- notebook

Aula 5 e 6

Conteúdo: conservação do momento angular

Metodologia:

Inicie a aula 5 chamando alguns alunos para fazerem uma experiência com uma cadeira giratória como feito no vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ORauOfpmkJQ>. Pergunte o porquê da velocidade angular aumentar ao se encolher os braços e o porquê dela aumentar ao se esticar os braços. Após as respostas do aluno comece a discutir sobre a conservação do momento angular e sua relação com o experimento realizado. Em seguida, peça aos discentes para darem exemplos do cotidiano nos quais há atuação da conservação do momento angular.

Na aula 6, faça exercícios sobre o conteúdo para melhor fixação do conhecimento por parte do aluno.

Objetivos:

Compreender a conservação do momento angular

Identificar situação do cotidiano em que há atuação da conservação do momento angular

Recursos didáticos:

- data show
- notebook
- cadeira giratória
- atividade de fixação

Aula 7 e 8

Conteúdo: História do pião e aplicação do conceito do momento angular para o movimento do pião.

Metodologia

Na aula 7, faça uma aula expositiva e dialogada sucinta falando sobre a origem e funcionamento do pião. Depois, divida a turma em grupos. Distribua para cada grupo o tutorial para montagem do pião com materiais do dia a dia. Após a montagem do pião pergunte aos alunos se eles conseguem associar o funcionamento do pião com os conceitos de torque e momento angular. Na aula 8, baseado nas respostas dos alunos, discuta com eles como os tais conceitos podem ser utilizados para explicar o funcionamento do pião. Questionie também se os alunos observam similaridades entre o funcionamento do pião com o de outros brinquedos como o giroscópio, por exemplo. Solicite também aos alunos que construam também o pião assimétrico (tippe top) com bolinha de gude em casa (como o da figura 5b) e discuta com eles a diferença entre esse pião e o convencional.

Objetivos:

Explicar o movimento do pião com base nos conceitos de torque e momento angular.

Diferenciar o pião convencional do tip top.

Recursos didáticos:

- Uma tampinha de garrafa pet
- Cola instantânea ou cola quente
- Um palito de churrasco de madeira
- Quatro bolinhas de gude do mesmo tamanho
- Cola epóxi
- Datashow
- Notebook

Aula 9 e 10

Conteúdo: Avaliação

Metodologia:

Promova discussões em sala de aula para que os alunos compartilhem suas ideias, dúvidas e experiências relacionadas aos conteúdos estudados. Incentive-os a refletir sobre como o novo conhecimento se relaciona com suas vidas e experiências pessoais. Essa reflexão estimula a construção de significado e a internalização do conhecimento.

Reaplicação do questionário para avaliar e monitorar o progresso dos alunos e identificar áreas em que eles possam precisar de apoio adicional. O objetivo dessa reaplicação é saber se os subsunçores iniciais foram modificados e a aprendizagem significativa foi alcançada.

Objetivos:

Avaliar a compreensão dos alunos acerca dos conteúdos trabalhados

Recurso didático:

- Questionário

APÊNDICES DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIOS

1- Questionário referente a ao Tema 1:

- Você já ouviu falar em energia cinética e potencial? Em caso afirmativo, explique o que você entende por tais conceitos.
- Explique o que você entende por energia mecânica.
- Você já estudou a respeito do princípio da conservação da energia mecânica? Em caso afirmativo, disserte a respeito.
- Você saberia explicar o funcionamento de um ioiô com base em termos da conservação da energia mecânica? Se sim, explique.

2 -Questionário referente ao Tema 2:

- que você entende por centro de gravidade de um objeto?
- Explique o que você entende por torque em termos da Física.
- Você já brincou com um João Bobo ou João Teimoso? Em caso afirmativo, na sua opinião, por que o brinquedo sempre volta a ficar em pé?
- Qual é a relação entre o centro de gravidade e a estabilidade do João Teimoso?
- Na sua opinião, como é possível o Pássaro Equilibrista, um brinquedo que equilibra em seu bico, se manter equilibrado?
- que aconteceria se o peso do Pássaro Equilibrista fosse aumentado sem alterar sua forma?
- Além dos brinquedos João Teimoso e Pássaro Equilibrista, forneça exemplos de situações do mundo real onde o conhecimento sobre centro de gravidade e torque é aplicado.

2- Questionário referente ao Tema 3:

- Já ouviu falar em momento angular? Com o que você acha que estaria relacionado?
- Existe diferença entre momento linear e momento angular? Se sim, qual você acha que é?
- Você acredita que existe uma relação entre momento angular e o funcionamento de um pião?
- que você acha que acontece com o momento angular de um pião em rotação quando sua velocidade angular aumenta?
- Diga com suas palavras o que você entende por conservação do momento angular e forneça exemplos de situações no mundo real em que o princípio da conservação do momento angular é aplicado.

APÊNDICE B - TUTORIAIS

1- Tutorial para construção do ioiô caseiro

Materiais utilizados:

- 2 tampas de garrafa de plástico;
- Um parafuso;
- Uma chave de fenda;
- Um fio de algodão de 1 metro (40 polegadas);
- Restos de revista ou pedaço de EVA (opcional);
- Fita dupla face (fina) ou cola;

- Cola quente

Procedimento Experimental:

- Fure as duas tampinhas no meio usando o parafuso e a chave de fenda.
- Já deixe o parafuso na última tampinha que você furou e pegue o fio de algodão, faça um nó, amarre no parafuso e faça outro nó, corte o fio de sobra.
- Use a chave de fenda para segurar o parafuso e enrosque a outra tampinha deixando um pequeno espaço no meio, entre as tampinhas.
- Para decorar o ioiô (opcional), recorte a revista ou EVA em formato de círculo, usando o próprio brinquedo como molde; depois utilize fita dupla face (fina) ou cola para grudar nas laterais das tampinhas.
- Enrole o fio no parafuso e está pronto seu ioiô caseiro! O brinquedo deve ficar como mostra a figura 1b.

2- Tutorial para construção do João teimoso

Materiais utilizados:

- Um Balão
- Uma bolinha de gude
- Um elástico
- Canetinhas para personalizar os brinquedos (opcional)

Procedimento Experimental:

- Pegue um balão e coloque uma bolinha de gude dentro dela e amarre com o elástico.
- Vire o balão fazendo com que a bolinha de gude amarrada fique para dentro e encha o balão.
- Agora pode enfeitar do jeito que você quiser! O João teimoso deverá ficar com a aparência como mostra a figura 3a.

3- Tutorial para construção do pássaro equilibrista

Materiais utilizados:

- Folha sulfite

Procedimento Experimental

O procedimento para construção do ORIGAMI do pássaro equilibrista está disponível em: <https://youtu.be/IXLwmuUi53M?si=GPAuDWtxw4SQfCuS>.

O pássaro deverá ficar como mostra a fig. 2a.

4 – Tutorial para construção do pião tippe - top

Materiais utilizados:

- bolinhas de gude do mesmo tamanho
- Cola epóxi

Procedimento Experimental:

Pião *tippe-top*:

- Junte 3 bolinhas e coloque outra em cima, o formato deve lembrar uma pirâmide.
- Primeiro cole as 3 de baixo uma na outra e depois cola a de cima.
- Espere secar de um dia para o outro e no dia seguinte estará pronto para usar! O pião deverá ficar com a aparência mostrada na fig. 5b.

4. Conclusão

Tendo em vista os resultados apresentados, é de extrema urgência nos reinventarmos na forma de ensinar a Física para os jovens. Como vimos, esse componente curricular é visto como um “monstro” por muitos estudantes. Mas é possível reverter esse quadro usando brinquedos e exemplos do dia a dia, deixando a aprendizagem mais leve e

divertida. Esperamos que sequência didática produzida possa ser utilizada por professores de Física, contribuindo assim para uma melhoria do ensino dessa Ciência.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo apoio financeiro concedido através da bolsa de iniciação científica que foi crucial para o desenvolvimento deste trabalho.

Referências

- PIASSI, LUÍS P. C. Que Física ensinar no 2º grau? Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências (Modalidade Física). Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1995.
- LIMA, E. A. GAIO; D. C. FÍSICA: a importância da experimentação associada ao lúdico. Cuiabá, 2009.
- CAVALCANTE, K. A Importância da Matemática do Ensino Fundamental na Física do Ensino Médio. Canal do Educador, Estratégia de Ensino, Física. 2010.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.
- DE FREITAS, Rafael Medeiros et al. A utilização do ioiô como ferramenta de pesquisa educacional. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 2, p. 12693-12703, 2021.
- HALLYDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física: mecânica. 9º ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2012.
- BONJORNO; CLINTON; CASEMIRO. Física, vol. 1: Mecânica. 3ª Ed. São Paulo. Editora FTD. 2016.
- Cristiano, E., Da Silva, H., Denise, E., Brito, S., & Lima De Aguiar, C. R. (2020). HISTÓRIA DAS INFÂNCIAS EM SÃO LEOPOLDO/RS: OS BRINQUEDOS E A CULTURA LÚDICA DO BRINCAR EM UMA CIDADE DE COLONIZAÇÃO ALEMÃ NO SUL DO BRASIL (INÍCIO DO SÉCULO XX). Revista do curso de história Araguaína 12. N.2 (2020), 165–186.
- Featonby, D. Can we understand the tippee top? Physics Education, v. 49 (2014).
- FRAZZON, Lúcia Morosini. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Revista Pedagógica, v. 1, n. 3, p. 07-32, 1999.
- DA SILVA, João Batista. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: uma análise das condições necessárias. Research, Society and Development, v. 9, n. 4, p. e09932803-e09932803, 2020.

Isenção de responsabilidade/Nota do editor: As declarações, opiniões e dados contidos em todas as publicações são exclusivamente de responsabilidade do(s) autor(es) e colaborador(es) individual(is) e não do Caderno de Física da UEFS e/ou do(s) editor(es). O Caderno de Física da UEFS e/ou o(s) editor(es) isentam-se de responsabilidade por qualquer dano a pessoas ou propriedades resultante de quaisquer ideias, métodos, instruções ou produtos mencionados no conteúdo.