

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

PPGF
ensino de física

Silvio Luiz Rutz da Silva
André Vitor Chaves de Andrade
André Maurício Brinatti
Antônio Sérgio Magalhães de Castro
Jeremias Borges da Silva
(organizadores)

**Osni Daniel de Almeida
André Vitor Chaves de Andrade**



VOLUME 25

**Equilibrium:
Uma Abordagem Experimental e
Contextualizada do Conceito de Equilíbrio
dos Corpos**

SÉRIE
Produtos Educacionais em Ensino de Física

UEPG • PROPESP

SÉRIE:
PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA

Volume 25

OSNI DANIEL DE ALMEIDA
ANDRÉ VITOR CHAVES DE ANDRADE

Equilibrium: Uma Abordagem
Experimental e
Contextualizada do Conceito
de Equilíbrio dos Corpos

Silvio Luiz Rutz da Silva
André Maurício Brinatti
André Vitor Chaves de Andrade
Antônio Sérgio Magalhães de Castro
Jeremias Borges da Silva

(ORGANIZADORES)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Prof. Dr. Miguel Sanches Neto
REITOR

Prof. Dr. Everson Augusto Krum
VICE-REITOR

Profa. Dra. Edina Schimanski
PRÓ-REITOR DE EXTENSÃO E ASSUNTOS CULTURAIS

Prof. Dr. Giovani Marino Favero
PRÓ-REITOR DE PESQUISA E PÓSGRADUAÇÃO

PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA MNPEF - POLO 35 – UEPG MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Colegiado

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz Da Silva (Coordenador)
Prof. Dr. André Maurício Brinatti (*Vice-Coordenador*)
Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade (*Titular*)
Prof. Dr. Antônio Sérgio Magalhães de Castro (*Titular*)
Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva (*Titular*)
Prof. Dr. Lucas Stori de Lara (*Suplente*)
Prof. Dr. Marcelo Emilio (*Suplente*)

SÉRIE:

PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA

CONSELHO EDITORIAL

SÉRIE:

PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA

Prof. Dra. Agueda Maria Turatti (FURG)
Prof. Dr. André Maurício Brinatti (UEPG)
Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade (UEPG)
Prof. Dr. Antonio Sérgio Magalhães de Castro (UEPG)
Prof. Dr. Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos (UNICENTRO)
Prof. Dr. Fabio Augusto Meira Cássaro (UEPG)
Prof. Dr. Gérson Kniphoff da Cruz (UEPG)
Prof. Dr. Gustavo Vinicius Bassi Lukasiewicz (UTFPR)
Prof. Dra. Iramaia Jorge Cabral de Paulo (UFMT)
Prof. Dra. Jaqueline Aparecida Ribaski Borges (FATEB)
Prof. Dr. Jeremias Borges Da Silva (UEPG)
Prof. Dr. Júlio Flemming Neto (UEPG)
Prof. Dr. Lucas Stori de Lara (UEPG)
Prof. Dr. Luiz Américo Alves Pereira (UEPG)
Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes (UEPG)
Prof. Dr. Marcelo Emilio (UEPG)
Prof. Dr. Marco Antônio Sandini Trentin (UPF)
Prof. Dr. Mário Jose Van Thienen Silva (UTFPR)
Prof. Dr. Michel Corci Batista (UTFPR)
Prof. Dr. Paulo Cesar Facin (UEPG)
Prof. Dr. Rafael Ribaski Borges (UTFPR)
Prof. Dr. Ricardo Costa de Santana (UFG)
Prof. Dr. Romeu Miqueias Szmoski (UTFPR)
Prof. Dra. Rosemari Monteiro Castilho Foggatto Silveira (UTFPR)
Prof. Dra. Shalimar Calegari Zanatta (UNESPAR)
Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz Da Silva (UEPG)

Ficha catalográfica



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons
Atribuição -Não Comercial- Compartilha Igual 4.0 Internacional.

PREFÁCIO

Durante as últimas décadas, no Brasil se tem conseguido avanços significativos em relação a alfabetização científica, em especial na área do Ensino de Física, nos diversos níveis de ensino, entretanto continua pendente o desafio de melhorar a qualidade da Educação em Ciências. Buscando superar tal desafio a Sociedade Brasileira de Física (SBF) implementou o Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) que se constitui em um programa nacional de pós-graduação de caráter profissional, voltado a professores de ensino médio e fundamental com ênfase principal em aspectos de conteúdos na Área de Física, resultando em uma ação que engloba diferentes capacidades apresentadas por diversas Instituições de Ensino Superior (IES) distribuídas em todas as regiões do País.

O objetivo do MNPEF é capacitar em nível de mestrado uma fração muito grande de professores da Educação Básica quanto ao domínio de conteúdos de Física e de técnicas atuais de ensino para aplicação em sala de aula como, por exemplo, estratégias que utilizam recursos de mídia eletrônica, tecnológicos e/ou computacionais para motivação, informação, experimentação e demonstrações de diferentes fenômenos físicos.

A abrangência do MNPEF é nacional e universal, ou seja, está presente em todas as regiões do País, sejam elas localizadas em capitais ou estejam afastadas dos grandes centros. Fica então clara a necessidade da colaboração de recursos humanos com formação adequada localizados em diferentes IES. Para tanto, o MNPEF está organizado em Polos Regionais, hospedados por alguma IES, onde ocorrerem as orientações das dissertações e são ministradas as disciplinas do currículo.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa, por meio de um grupo de professores do Departamento de Física, faz parte do MNPEF desde o ano de 2014 tendo nesse período proporcionado a oportunidade de aperfeiçoamento para quarenta e cinco professores de Física da Educação Básica, sendo que desses quinze já concluíram o programa tornando-se Mestres em Ensino de Física.

A Série: **Produtos Educacionais em Ensino de Física**, que ora apresentamos, consta de vários volumes que correspondem aos produtos educacionais derivados dos projetos de dissertação de mestrado defendidos. Alguns desses volumes são constituídos de mais de um tomo.

Com essa série o MNPEF - Polo 35 - UEPG, não somente busca entregar materiais instrucionais para o Ensino de Física para professores e estudantes, mas também pretende disponibilizar informação que contribua para a identificação de fatores associados ao Ensino de Física

a partir da proposição, execução, reflexão e análise de temas e de metodologias que possibilitem a compreensão do processo de ensino e aprendizagem, pelas vias do ensino e da pesquisa, resultado da formação de docentes pesquisadores.

A série é resultado de atividade reflexiva, crítica e inovadora aplicada diretamente à atuação profissional do docente, na produção de conhecimento diretamente associado à prospecção de problemas e soluções para o ensino-aprendizagem dos conhecimentos em Física, apresentando estudos e pesquisas que se propõem com suporte teórico para que os profissionais da educação tenham condições de inovar sua prática em termos de compreensão e aplicação da ciência.

A intenção é que a Série: **Produtos Educacionais em Ensino de Física** ofereça referências de propostas de Ensino de Física coerentes com as estruturas de pensamento exigidas pela ciência e pela tecnologia, pelo exemplo de suas inserções na realidade educacional, ao mesmo tempo que mostrem como se pode dar tratamento adequado à interdependência de conteúdo para a formação de visão das interconexões dos conteúdos da Física.

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva

Prof. Dr. André Maurício Brinatti

Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade

Prof. Dr. Antônio Sérgio Magalhães de Castro

Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva

Organizadores

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	8
2. O EQUILÍBRIO.....	10
2.2 O CENTRO DE MASSA E O CENTRO DE GRAVIDADE	10
2.3 O TORQUE	19
3. SITUAÇÕES QUE ENVOLVEM O EQUILÍBRIO	21
4. A UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA.....	23
4.1. PASSOS SEQUENCIAIS	23
4.1.1. Situação inicial	23
4.1.2. Situações-problema	23
4.1.3 Revisão	24
4.1.4 Nova situação-problema, em nível mais alto de complexidade	25
4.1.5 Aplicação do conceito como método de avaliação daquilo que foi entendido até o momento	26
4.1.6 Aula expositiva dialogada integradora final	27
4.1.7 Avaliação da aprendizagem na UEPS.....	27
4.1.8 Avaliação da própria UEPS	28
5. PLANOS DE AULA PARA A UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA	29
6. A CONSTRUÇÃO DOS MATERIAIS PEDAGÓGICOS.....	30
6.1 CONFECÇÃO DOS EXPERIMENTOS	30
6.2 MONTAGEM DO BONECO 1	31
6.3 MONTAGEM DO BONECO 2	32
6.4 MONTAGEM DO BONECO 3	32
6.5 A CONSTRUÇÃO DE UM MAPA MENTAL.....	35
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
REFERÊNCIAS.....	38
APÊNDICES	40
PLANOS DE AULA 01-02	40
PLANO DE AULA 03.....	43
PLANO DE AULA 04.....	45
PLANO DE AULA 05.....	47
PLANO DE AULA 06.....	49

1. APRESENTAÇÃO

Este produto educacional é voltado para educadores. É uma proposta para o ensino de Equilíbrio dos corpos baseada na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) de Moreira com temática lúdica.

Nesta UEPS é apresentada uma sequência didática baseada em planos de aula que têm como início a abordagem lúdica como organizador prévio e evoluem para a construção conceitual e abstrata de equilíbrio dos corpos na perspectiva da aprendizagem significativa.

Como atividades experimentais fazem parte dessa UEPS, explicamos como construir os bonecos João-Bobo (a família Bobo) e o simulacro de veículo para demonstrar a relação CG/CM e a condição de tombamento.

O conceito de equilíbrio dos corpos é uma unidade temática da Física Clássica que envolve conceitos físicos que nem sempre são bem entendidos pelos alunos e que, muitas vezes, não passam de simples aplicações de fórmulas com resultados bastante previsíveis.

A mecânica clássica é comumente trabalhada no primeiro ano do ensino médio, pois contém conceitos necessários para entender fenômenos de maior complexidade dentro de outros ramos da Física. Segundo as Diretrizes Curriculares Estaduais do Paraná para o Ensino de Física (2008), ao se falar de conceitos básicos, estamos falando de conceitos estruturantes. Os conceitos de equilíbrio e não-equilíbrio fazem parte desses conceitos estruturantes, importantes não só na Física, mas também na Química e Biologia, por exemplo.

Segundo Assis e Ravanelli (2008), o ensino de equilíbrio dos corpos se concentra no uso de fórmulas para localizar geometricamente o centro de gravidade e centro de massa de um corpo, que ocorre logo após uma explicação teórica simples e em algumas vezes confusa.

Trabalhar além das explicações maçantes e confusas, do uso de formulários e de memorização, é papel do ensino de Física. É preciso ultrapassar o ensino sem significado para o aluno, pois é comum ouvir dos estudantes, após a conclusão do ano letivo, que “aquilo não serve pra nada”.

O educador em alguns momentos, pode promover diálogos, arrancar sorrisos e admiração dentro da sala de aula, mas muitas vezes isso não é o suficiente para que fomente o desejo dos educandos em aprender física. Recorrer ao ensino lúdico é uma estratégia que pode ser muito útil ao educador, porém deve-se tomar cuidado para que a magia dentro da sala de aula não se transforme em uma grande brincadeira sem nenhuma aprendizagem.

Preparar e planejar é imprescindível para a aprendizagem, entre as nomeações e explicações para o termo aprendizagem, pode-se dizer que a aprendizagem significativa é aquela que melhor preencherá o vazio da “falta de importância” que os educandos tem nos conceitos físicos aprendidos, pois os mesmos poderão compreender que a física é muito útil e importante em seu cotidiano, dentro e fora da sala de aula.

O conceito de equilíbrio dos corpos, é utilizado nas situações mais simples, como ficar em pé, fixar um objeto em determinado lugar, andar de bicicleta, na construção civil, etc. O papel do docente, ao trabalhar esta unidade, é de buscar objetos, experimentos e exemplos que facilitem a compreensão dos alunos de maneira significativa.

Na presente UEPS, foram utilizados como exemplos atividades circenses, situações da construção civil, automobilismo, desenhos animados e brinquedos infantis.

2. O EQUILÍBRIO

2.1 INTRODUÇÃO

O presente produto educacional é voltado exclusivamente a professores de Física do Ensino Médio, portanto, o conteúdo aqui apresentado sobre equilíbrio dos corpos também é voltado para este grau de ensino, embora lancemos mão de algumas definições que têm origem em livros de curso superior.

2.2 O CENTRO DE MASSA E O CENTRO DE GRAVIDADE

Para Nussenzveig (2002), em um sistema de muitas partículas, a partir da terceira lei de Newton, o momento total destas partículas se conserva ao fato deste sistema estar em equilíbrio. As forças atuantes nesse sistema de partículas são definidas como forças internas e externas. Para que essa condição seja válida, o somatório destas forças deve ser nulo. Para uma análise mais facilitada, esse sistema de partículas se resume a um ponto, uma partícula, sendo esta partícula representativa denominada do CM deste corpo.

Segundo Assis (2008), o CM de qualquer corpo, independentemente de suas dimensões é um ponto cuja massa do sistema esteja toda concentrada ali. Em corpos homogêneos e uniformes, considera-se um ponto geométrico central.

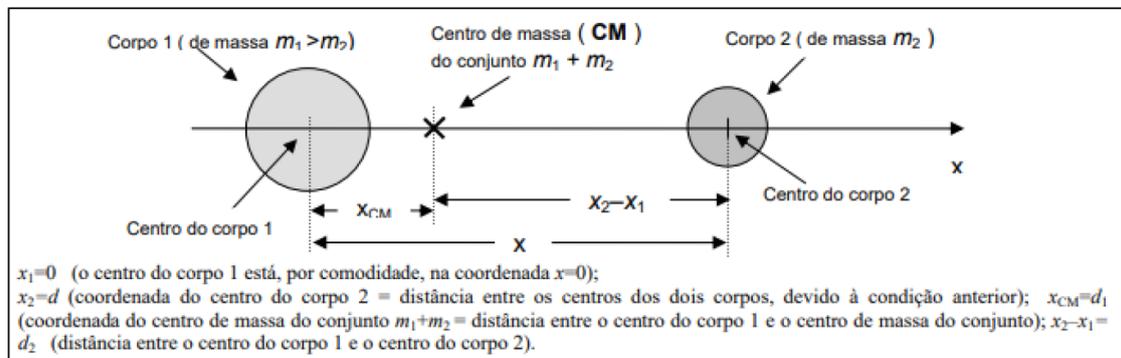
Sendo também definido por Halliday, Resnick e Walker (2016), como um ponto hipotético no qual todo o sistema de partículas deste sistema ou corpo está ali concentrado, e todo movimento, ação ou força de atuação desse sistema estão atuando sobre este ponto.

Para Almeida e Ré (2000), A definição do CM, é um ponto médio da distribuição de partículas, assim como é mostrado na figura 1.

A coordenada x do CM é, por definição, a média ponderada das coordenadas x dos centros dos diversos corpos (partículas) constituintes do sistema, de tal modo que o *factor* de ponderação para cada corpo é a respectiva massa (o CM está, portanto mais próximo

da maior massa e mais afastado da menor massa). (ALMEIDA; RÉ, 2000, p. 2).

Figura 1 – A indicação do centro de massa



Fonte: ALMEIDA; RÉ (2000)

A partir da definição teórica de Almeida e Ré (2000), surge a necessidade de uma análise matemática para a posição deste CM a partir de um ponto médio. Para a compreensão da definição da localização do ponto médio de um corpo, é analisada a interpretação de Halliday, Resnick e Walker (2016). Os autores compreendem que o ponto que o CM se localiza em um sistema de muitas partículas é definido pela seguinte relação (2.2.01) a seguir:

$$x_{cm} = \frac{m_1x_1 + \dots + m_Nx_N}{M} \quad (2.2.01)$$

Sendo N o número de partículas deste sistema, e m a massa e x a posição de cada partícula respectivamente. M é a massa total do sistema.

Matematicamente analisando, este somatório da equação (2.2.01), é definido por:

$$x_{cm} = \frac{1}{m} \sum_{i=1} m_i x_i \quad (2.2.02)$$

Sendo que, este somatório de partículas com massa infinitesimal, a posição do CM é calculado a partir da integração:

$$X_{cm} = \frac{1}{m} \int x dm \quad (2.2.03)$$

Como em uma situação real, esta integração (2.2.03), é extremamente difícil de ser calculada e fora dos padrões de ensino propostos por Brasil (2015),

sendo assim, é utilizado apenas corpos homogêneos para fins didáticos de estudo e análise.

Para corpos homogêneos, o CM está localizado no ponto médio deste corpo, e a partir da integração, é perceptível a que a posição do CM tende a se aproximar da concentração de massa de um corpo, permitindo assim, a definição de uma posição aproximada do CM para um corpo não homogêneo, sendo suficiente para a compreensão dos conceitos e situações abordados durante a UEPS.

Para Lemos, Teixeira E Mota (2010), o CG é o ponto onde o vetor força peso atua com o campo gravitacional gerado pelo sistema sobre o qual esta quantidade de massa se encontra. Sendo assim, é necessário compreender que a massa de um corpo ao estar submetida em um campo gravitacional, exercerá uma força de atração com o corpo gerador deste campo gravitacional.

Definindo assim, em Lemos, Teixeira e Mota (2010, p. 84): “No corpo humano o CG coincide com o CM. O CM é o lugar geométrico de massas e, portanto, *independentemente* de qualquer campo gravitacional, enquanto, o CG é o ponto de aplicação de vetor que representa o peso do corpo”. Assis (2008, p. 50, grifo do autor):

“Como curiosidade histórica vale informar que Arquimedes foi o primeiro a demonstrar teoricamente que o centro de gravidade dos círculos coincide com o centro dos círculos...”. Porém esta afirmação contraria algumas leis da Física, pois a força gravitacional estaria atuando no vazio do anel, logo isso não seria possível, então Assis (2008), define CG de diversas formas ditas como provisória em sua obra. Para esta situação, temos a seguinte explicação:

O centro de gravidade é um ponto no corpo ou fora dele que se comporta como se toda a força gravitacional estivesse atuando neste ponto. Nos casos em que este ponto está localizado fora do corpo, é necessário que seja estabelecida alguma ligação material entre este ponto e o corpo para que se perceba ou se meça toda a força gravitacional atuando neste ponto. (ASSIS 2008, p.62).

Para fins didáticos, não é necessário que o centro de massa esteja dentro do sistema de partículas, um exemplo é de um anel circular, uma aliança

comum, seu centro de massa está em um ponto central, fora do corpo, como mostra a figura 2:

Figura 2 – Indicação do cg do anel



Fonte: O autor

A partir das definições que Assis (2008) oferece sobre o de centro de gravidade, a fim de se obter uma visão mais simples para o aluno do ensino médio, defini o centro de gravidade como: O centro de gravidade de qualquer corpo, independentemente de suas dimensões, é um ponto hipotético sobre o qual é considerado que toda ação do campo gravitacional está agindo neste único ponto e que, fisicamente falando, não seria possível a ação gravitacional em uma única partícula, porém, este conceito simplifica os cálculos e torna mais fácil a compreensão do conceito de equilíbrio no corpo.

As definições de CM e CG são conceitos distintos, de uma maneira simplificada, pode-se diferenciá-los como uma grandeza escalar e uma grandeza vetorial, respectivamente, porém, geometricamente falando, em um corpo com as dimensões desprezíveis em relação ao planeta Terra, considera-se que eles estão no mesmo lugar.

Nos dias atuais, se fosse possível a construção de um prédio com 1.000m de altura, a diferença entre a aceleração gravitacional do primeiro andar (0 m de altitude, ao nível do mar) e do último andar (1.000m em relação ao nível do mar) seria menor que 1%. Como é demonstrado através do cálculo a seguir:

Para demonstrar a diferença entre força gravitacional entre o alto de um prédio de 1000 m de altura (F_A), com relação a força gravitacional na superfície da terra (F_T), será através da seguinte relação:

$$\vec{F}_T = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} \hat{f} \quad (2.2.04)$$

e

$$\vec{F}_A = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} \hat{f} \quad (2.2.05)$$

O valor de d (distância) na equação (2.1.04) é, segundo Oliveira Filho (2016),

6.378,1366 km \approx 6.378.000 m, correspondendo ao raio equatorial do planeta Terra. O valor da incógnita d na equação (2.2.05) é o raio equatorial do planeta Terra acrescido de 1000 m, a altura do prédio, 6.379.000 m.

A razão entre F_A e F_T , em módulo, é dada pela equação (2.2.06) a seguir:

$$\frac{F_A}{F_T} = \frac{G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}}{G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}} \hat{f} \quad (2.2.06)$$

Como o valor da constante gravitacional G e as massas são as mesmas, logo a simplificação se torna trivial. Desenvolvendo a equação nos passos (2.2.07), (2.2.08), (2.2.09), (2.2.10), e (2.2.11) temos que:

$$\frac{F_A}{F_T} = \frac{\frac{1}{6.379.000^2}}{\frac{1}{6.378.000^2}} \quad (2.2.07)$$

$$\frac{F_A}{F_T} = \frac{1}{6.379.000^2} \cdot \frac{6.378.000^2}{1} \hat{f} \quad (2.2.08)$$

$$\frac{F_A}{F_T} = \frac{6.378.000^2}{6.379.000^2} \hat{f} \quad (2.2.09)$$

$$\frac{F_A}{F_T} = \frac{4,0678884 \cdot 10^{13}}{4,0691641 \cdot 10^{13}} \hat{f} \quad (2.2.10)$$

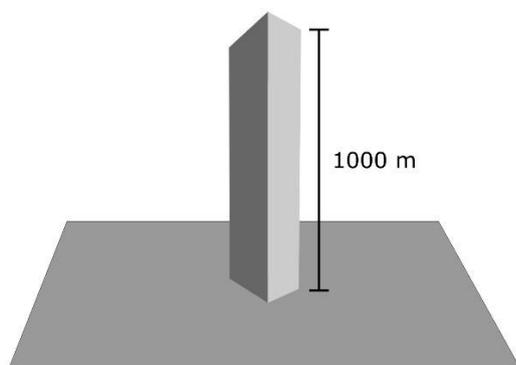
$$\frac{F_A}{F_T} = \frac{4,0678884}{4,0691641} \hat{f} \quad (2.2.11)$$

A partir do resultado obtido, concluímos que a razão entre o módulo de F_A por F_T , é:

$$\frac{F_A}{F_T} = 0.9996865 \quad (2.2.12)$$

Assim, concluímos que, por meio do resultado obtido em (2.2.12), a diferença entre a força gravitacional no alto e na base de um prédio de 1000 m de altura, como mostrado na Figura 3, pode ser considerada desprezível para fenômenos do cotidiano.

Figura 3 – Um edifício com 1.000m de altura.



Fonte: O autor.

Para efeito de comparação com o caso do edifício de 1.000 m, consideremos o ponto mais alto do planeta Terra, que Segundo Pena (2009), é:

O Monte Everest é uma montanha onde se encontra o ponto mais alto do mundo, com 8.848 metros de altura em relação ao nível do mar. Porém, ele não é a maior montanha do planeta quando tomada a distância do seu topo em relação ao centro da Terra, título que pertence ao Monte Chimborazo, localizado no Equador. O Everest encontra-se na Cordilheira do Himalaia, uma cadeia de montanhas localizada na fronteira da China com o Nepal e que se estende por Índia, Butão e Paquistão. (PENA, 2009, p. 1)

No caso do Monte Everest, a razão entre F_A e F_T , é 0,9972312, isto mostra que, mesmo assim, a diferença entre a força gravitacional na superfície da Terra e no topo do Everest pode ser considerada desprezível para aplicações do cotidiano.

Desse modo, conclui-se que, segundo a Lei da Gravitação Universal de Newton, verifica-se que é praticamente impossível que o aluno consiga presenciar um local, ou encontrar um corpo, onde o campo gravitacional agindo

sobre ele não seja homogêneo, então, para fins didáticos, considera-se que o centro de massa e centro de gravidade se encontram no mesmo ponto.

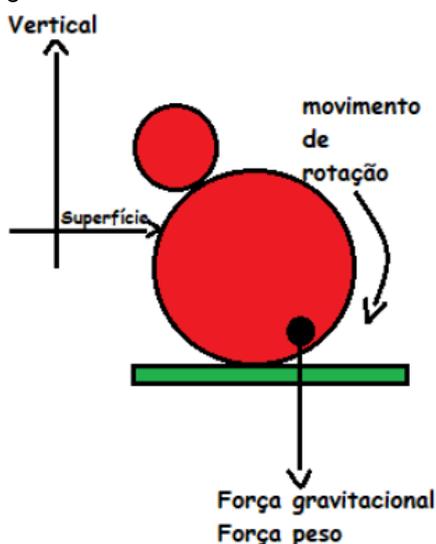
Pois, segundo Assis (2008, p. 55), o CG é definido como:

Chamamos de centro de gravidade de um corpo ao ponto de aplicação da força gravitacional. Ou seja, é o ponto neste corpo onde atua toda a gravidade, o ponto onde se localiza o peso do corpo. Ele também pode ser chamado de centro do peso deste corpo.

A posição do CM e CG de um corpo pode ser alterada, propositalmente ou não. Um exemplo do efeito dessa alteração é a fabricação dos bonecos popularmente conhecidos como “João-Bobo” ou “João-Teimoso”, que funcionam da seguinte maneira: o boneco inicialmente está em pé e repouso, quem manuseia o brinquedo aplica uma força perpendicular ao plano sagital do boneco e ele balança para os lados, porém, após um certo tempo, retorna à posição inicial, que é a posição de equilíbrio do boneco. Este fenômeno pode ser explicado e interpretado da seguinte maneira, segundo outra definição provisória que Assis dá para o CG: “O centro de gravidade é o ponto no corpo tal que se o corpo for apoiado por este ponto e solto do repouso, vai permanecer em equilíbrio em relação à Terra.” (ASSIS, 2008, p. 54).

Este efeito do brinquedo ficar sempre em pé é devido ao fato de que a maior concentração de sua massa está no apoio do boneco, como mostra a figura 4:

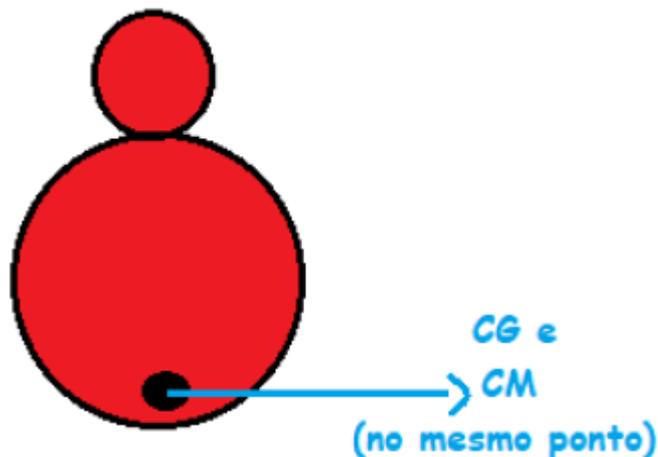
Figura 4 - Boneco João-bobo.



Fonte: O autor.

Verifica-se na figura 5 que o centro de massa e o centro de gravidade estão no mesmo ponto. O boneco é feito em material leve, geralmente de algum tipo de plástico. Na sua base é colocada uma pequena esfera metálica ou um preenchimento de areia, para que a maior concentração de massa se concentre nesse ponto.

Figura 5 – Indicação do CG e CM de um boneco João-Bobo.



Fonte: O autor.

Para compreender o comportamento do boneco, é imprescindível a conhecimento da definição de equilíbrio:

Para Assis (2008), o equilíbrio estável é definido como uma relação de estabilidade a qual o ponto de apoio do corpo está localizado abaixo do centro de gravidade. sendo assim, a qualquer perturbação da posição de equilíbrio do corpo ele oscilará até retornar à posição inicial.

Assis (2008) afirma que, o equilíbrio indiferente ocorre quando qualquer oscilação no ponto de equilíbrio não modifica a altura do CG em relação à Terra. Nesta situação, o corpo mantém o equilíbrio independentemente da posição em que é submetido.

Assis (2008, p. 80) descreve o caso do equilíbrio instável da seguinte maneira:

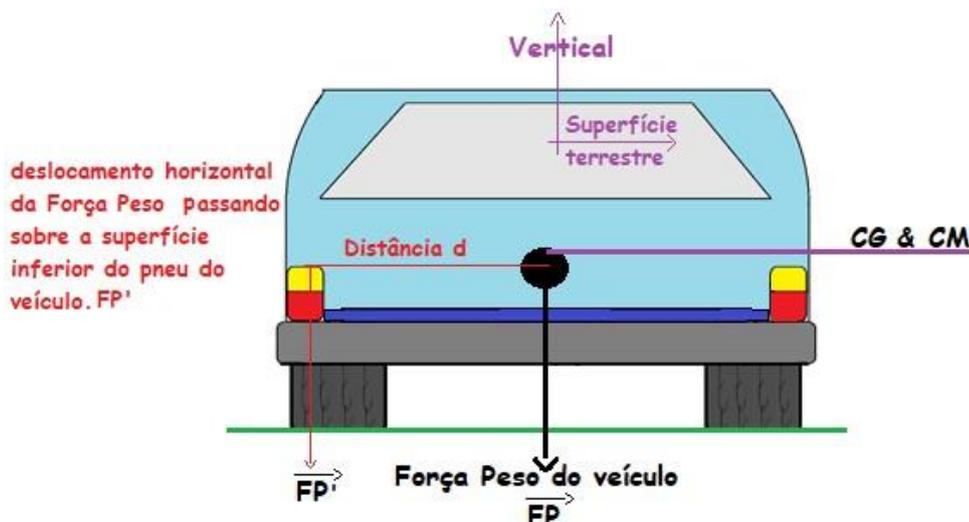
Casos em que o centro de gravidade está verticalmente acima da região de apoio e, além disso, quando qualquer perturbação no estado do corpo faz com que o CG desça. Observa-se que qualquer perturbação na posição do corpo fará com que o centro de gravidade

se afaste da posição inicial, sem voltar a ela. Por este motivo esta situação recebe o nome de equilíbrio instável. (ASSIS, 2008, p. 80)

A partir dos estudos de Khoury Junior et al. (2009), e, Khoury Júnior et al. (2004), relacionados a maquinários agrícolas, podemos compreender que os fenômenos ali trabalhados também se relacionam com veículos em situações de equilíbrio estável, instável e indiferente.

A figura 6 é a representação ilustrada da vista traseira de um veículo. O CG e CM desta ilustração encontram-se próximos ao chassi do veículo. Prolongando a ação da força peso do veículo, que é representada por FP, para um ponto situado a uma distância d , teremos FP', perpendicular à superfície de separação entre o pneu e o solo. Este é o ponto de apoio, responsável pela posição de equilíbrio do veículo.

Figura 6 – O CG de um veículo.

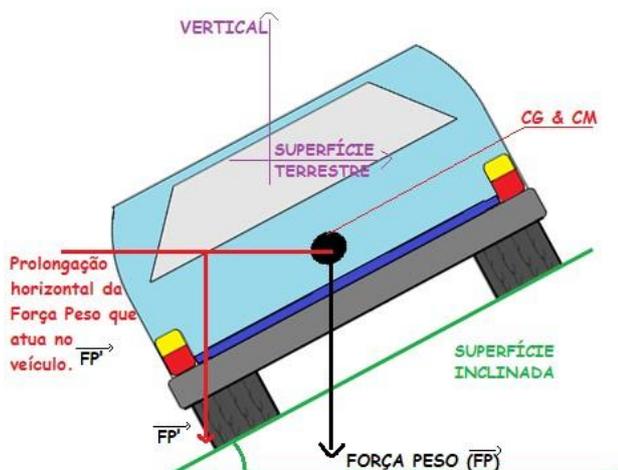


Fonte: O autor.

Um veículo pode-se facilmente inclinar e umas das consequências dependendo do ângulo de inclinação, é modificar sua posição de equilíbrio a tal ponto que a causa é o tombamento desse veículo.

Segundo Khoury Junior et al. (2009), o ângulo da posição de um veículo agrícola em relação a uma pista inclinada é o fator que provoca a falta de estabilidade lateral deste veículo, como está ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Ação do CG em veículo inclinado.



Fonte: O autor.

Na Figura 7, é representado um veículo que se encontra em uma superfície inclinada. A linha de ação da força peso FP , ao ser prolongada horizontalmente, representada pela força FP' , passa pela parte lateral do pneu. Como consequência, a superfície lateral do pneu passa a ser o novo ponto de apoio do veículo.

Ao modificar a direção e o sentido da Força atuando no CG de um corpo, sua posição de equilíbrio é alterada. O princípio do ângulo de tombamento, é uma explicação para quando um objeto sofre uma inclinação e muda sua posição de equilíbrio, estendendo-se para outros objetos, além de veículos e bonecos “João-Bobo”.

2.3 O TORQUE

Para Hewitt (2002), o torque se difere da força assim como a inércia rotacional é igualmente diferente da inércia ordinária. A inércia rotacional é dependente do ponto de aplicação de uma força até o ponto ou eixo de rotação que este corpo apresenta. A vantagem mecânica é a realização de uma força menor do que a necessária para retirar o corpo do seu movimento inercial. A alavanca mecânica, ou braço de alavanca é a aplicação de um ponto que ocasiona uma vantagem mecânica à rotação de um corpo.

Para Halliday, Resnick e Walker (2016), o momento de uma força é o movimento rotacional, ou a tendência de rotação, ao redor de um ponto fixo, que um objeto experimenta ao ser submetido a uma força $F^{\vec{}}$. Se a força $F^{\vec{}}$ é aplicada sobre um ponto estabelecido pelo vetor posição $r^{\vec{}}$ em relação ao eixo, o módulo do torque é definido na equação (5.2.01) a seguir:

$$\tau = \vec{r} \perp \vec{F}_t = rF \text{ sen } \phi \quad (5.2.01)$$

Sendo $F^{\vec{}}$ perpendicular ao vetor posição $r^{\vec{}}$ e ϕ o ângulo entre $F^{\vec{}}$ e $r^{\vec{}}$. Ao ser definido de maneira escalar, o torque tem valor negativo para o sentido horário e positivo para sentido anti-horário.

Para que um corpo se encontre em equilíbrio estático, além da somatória das forças que atuam sobre esse corpo ter que ser nula, a somatória dos torques também deverá ser nula (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

3. SITUAÇÕES QUE ENVOLVEM O EQUILÍBRIO

São várias as situações do cotidiano que envolvem o conhecimento sobre o conceito de equilíbrio. Assim, o professor poderá escolher, dentre essas várias situações, aquela que ele possua maior familiaridade e/ou seja mais atrativa para o estudante.

Uma situação interessante é sobre a estrutura de grandes edifícios. Ao analisar seus dimensionamentos, percebe-se que, quanto mais alto for a edificação, maior será a largura de sua base em relação ao topo.

A correlação entre as diferentes situações que envolvam o equilíbrio dos corpos, permite relacionar grandes edifícios com a produção de confeitos, como por exemplo em bolos comumente utilizados em casamentos. Os bolos também possuem a maior concentração de massa por volume na sua base. A intenção é posicionar o seu centro de gravidade o mais próximo possível da base para que ele adquira uma maior estabilidade, como é discutido matematicamente para corpos abstratos por Halliday, Resnick e Walker (2016).

A relação entre o posicionamento do centro de gravidade e a estabilidade dos corpos também é utilizada em veículos, principalmente para se entender a relação entre a ação da força gravitacional e o ângulo de tombamento.

O ângulo de tombamento discutido por Khoury Junior et al. (2009) e Khoury Júnior et al. (2004) envolve diversos outros fatores e fenômenos físicos que dificultam a sua compreensão, no entanto, o seu entendimento é necessário para que acidentes sejam evitados.

A utilização de vídeos sobre capotamento de veículos, permite mostrar aos alunos, de uma maneira visual, que a falta desse conhecimento é perigosa, como é o caso do vídeo mostrada na terceira aula. Neste vídeo, um caminhão basculante descarrega uma carga sob o olhar atendo de um espectador que filma toda a operação. Mesmo antes do desfecho do vídeo, os alunos foram capazes de prever o resultado de tal ação, o que não foi percebido pelo observador que estava filmando. O caminhão tombou.

O conceito final da unidade, momento de uma força – torque -, é algo também que existe nos mais diversos locais e situações, como por exemplo, em armas medievais chamadas catapultas, torneiras, portas etc. O professor pode, perfeitamente, trazer estes elementos do cotidiano ou exemplos para dentro da sua sala de aula e, assim, tornar a aprendizagem da Física mais interessante.

4. A UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

Para que seja possível um método de trabalho organizado, a fim de propor situações que favoreçam a aprendizagem significativa, é necessário a organização formal da UEPS (MOREIRA, 2011).

A sequência didática proposta neste trabalho é composta de seis aulas, que possuem o objetivo de ensinar, de forma significativa, o conceito de equilíbrio dos corpos para os alunos.

Cuidadosamente planejada, a UEPS, segue de forma gradativa com relação a dificuldade dos conteúdos trabalhados, tendo os extremos divididos da seguinte maneira: em um primeiro momento acontece apenas um diálogo introdutório sobre o assunto, a fim de investigar e também aguçar os subsunçores dos alunos, já a última etapa é a da avaliação da aprendizagem significativa. Moreira (2011), sugere, além de outras formas de avaliação, que ocorra uma avaliação escrita, ou seja, a verificação de aprendizagem através de “provas”. Este instrumento de avaliação não é algo condenável, porém o educador deve tomar cuidado para que não seja apenas uma cobrança de conteúdos memorizados.

4.1. PASSOS SEQUENCIAIS

4.1.1. Situação inicial

Em uma conversa inicial com os alunos, iremos discutir sobre o que é o equilíbrio de um corpo, isto é o conceito, a ideia de equilíbrio. Os alunos deverão mostrar os conceitos que eles trazem sobre o assunto e como esses conceitos se relacionam com o seu cotidiano. *Duração deste momento: início da 1ª aula.*

4.1.2. Situações-problema

O professor deve começar a direcionar a discussão inicial, fazendo com que os alunos comecem a pensar de maneira mais clara sobre o assunto,

pedindo que eles tentem explicar os exemplos dados por eles, utilizando os conceitos físicos já aprendidos anteriormente nas aulas, através de algumas perguntas, do tipo:

O que é o equilíbrio?

Como percebemos o equilíbrio nos corpos quando estão parados?

E possível existir um equilíbrio de um corpo quando ele está em movimento?

Quais são os fatores que influenciam o equilíbrio de um corpo ou sistema?

Será que utilizamos estes conceitos em ações do nosso dia a dia?

Após a discussão das questões feitas aos alunos, o professor deverá anotar as respostas dos alunos no quadro de giz, sempre mantendo um acordo com os alunos durante os apontamentos com relação a hierarquização dos tópicos, ou seja, aquilo que eles acreditam que sejam mais relevantes e fundamentais ao conteúdo a ser estudado.

Ao final desta etapa, o professor deve propor para que cada aluno, individualmente, crie uma situação em que ele utilizará os conceitos de equilíbrio, e deverá hierarquizar estes conceitos através de um mapa mental. Ao término da atividade, o professor selecionará alguns alunos para que apresentem, de forma rápida, a sua situação criada e comente o seu mapa mental. É importante que todas as atividades sejam feitas em conjunto dentro da sala de aula. *Duração deste momento: Final da primeira aula e início da segunda aula.*

4.1.3 Revisão

Neste momento, o professor apresenta os bonecos João-Bobo para os alunos. Cada um desses bonecos possui uma posição de equilíbrio diferente. Os alunos poderão olhar, investigar, apalpar e manusear os bonecos. Em grupos, os alunos proporão explicações físicas para os comportamentos dos bonecos. O professor não deve interferir na investigação ou na discussão dos alunos.

Após a investigação do aluno, o docente deverá questionar os grupos sobre suas conclusões acerca do experimento feito com os bonecos, eles deverão tentar explicar o motivo das diferentes posições de equilíbrio e a função de cada componente do boneco.

O professor deverá escutar as explicações dos grupos e, ao final, deverá explicar o motivo dos bonecos terem aquele comportamento, relacionando seus conhecimentos e explicações com as explicações feitas pelos educandos, mas não poderá corrigi-los de maneira a repreender o aluno sobre conceitos corretos ou errados. O professor deverá construir com os alunos o caminho dos conceitos físicos corretos.

O objetivo dessa atividade com os bonecos é estimular a curiosidade dos alunos e, ao mesmo tempo, recuperar os seus subsunçores. Neste momento da aula o aluno liga a atividade dos bonecos aos conceitos discutidos nas duas primeiras aulas. É importante que as atividades sejam feitas por todos dentro da sala de aula, que todos tenham a oportunidade de falar e apresentar as suas concepções. *Duração deste momento: uma aula.*

Após a execução das duas primeiras aulas da UEPS, que correspondem aos três primeiros momentos de nível de complexidade menor, o professor inicia a execução do quarto momento, que corresponde a uma explicação conceitual de maior complexidade.

4.1.4 Nova situação-problema, em nível mais alto de complexidade

O professor deve, neste momento, iniciar uma explicação dos conceitos básicos do equilíbrio de um corpo, isto é, centro de massa e centro de gravidade, pois os alunos já dominam os conceitos de força e campo gravitacional.

Ao final da explicação conceitual, o professor mostrará a eles, por meio de apresentações no recurso multimídia, duas situações-problema, onde apenas uma envolve o tópico já estudado. Os alunos deverão estar dispostos em grupos, e deverão analisar qual situação realmente envolve o conteúdo estudado e explicar o motivo desta escolha, isto é, aplicar todo o conteúdo

aprendido até o momento em situações práticas. *Duração deste momento: uma aula.*

Nota: o professor deve estar sempre mudando os integrantes dos grupos, para que a troca de significados seja facilitada.

Ao final da aula, foi utilizada uma atividade multimídia com diferentes imagens de espetáculos circenses, como a corda bamba e a perna de pau. A quinta etapa desta UEPS será feita em uma aula apenas, onde haverá um conceito a ser estudado, atividade com o recurso multimídia e um experimento demonstrativo para os alunos.

4.1.5 Aplicação do conceito como método de avaliação daquilo que foi entendido até o momento

Nesta etapa da sequência didática, será feita a introdução do conceito de ângulo de tombamento, através de um equipamento montado pelo professor. Este equipamento permite que a condição de tombamento seja verificada.

A partir disto, o aluno poderá colocar em prática tudo aquilo que ele estudou sobre centro de gravidade e centro de massa. Com este recurso, o professor pode ensinar e esclarecer as dúvidas sobre o ângulo de tombamento.

O aluno, ao conciliar os fenômenos já estudados com o experimento da aula, conseguirá compreender o conceito de ângulo de tombamento de um veículo, que depende diretamente da posição do centro de gravidade de um corpo.

Ao término do experimento e da explicação, o professor deve propor aos alunos uma discussão sobre a aplicação dos conceitos da aula em situações comuns do cotidiano, os alunos também poderão expor as suas próprias experiências. *Duração deste momento: 1 aula.*

A etapa final teve um caráter de ludicidade e de reforço positivo. O professor trabalhou uma atividade no recurso multimídia envolvendo desenho animado, jogos com direito a premiações e exercícios de cálculo.

4.1.6 Aula expositiva dialogada integradora final

Será apresentado o vídeo de um desenho animado onde o personagem, que está em cima de um morro, tenta atingir o outro personagem que está embaixo utilizando uma pedra e uma alavanca, a partir do princípio de momento de uma força. Após o vídeo o professor deverá propor aos alunos uma discussão sobre qual é a explicação de que apesar da pedra estar estável em relação a sua posição de equilíbrio, se move facilmente. O professor deverá, depois de certo tempo, intervir na discussão e então explicar o conceito de momento de uma força, que interfere na intensidade da força aplicada, mas principalmente no equilíbrio de um corpo.

Conclui-se, assim, a aplicação da unidade de ensino potencialmente significativa.

Duração deste momento: 1 aula.

4.1.7 Avaliação da aprendizagem na UEPS

A avaliação será realizada por meio da aplicação de diferentes instrumentos e recursos. Os alunos serão avaliados por meio de suas respostas nas discussões propostas pelo professor. O professor manterá registro da participação dos alunos em todas as etapas. Por meio desses registros poderá analisar a evolução dos conceitos aprendidos.

Ao final do sexto passo é proposto uma aula avaliativa. O primeiro momento de avaliação é a construção de dois mapas mentais, um individual, para análise do crescimento pessoal de cada um, através da comparação entre o mapa construído nesta etapa e aquele feito no início da unidade, e um MM criado em conjunto com a turma e o professor, onde o tema central será o equilíbrio dos corpos. Os alunos deverão montar este mapa colaborativamente, expondo suas ideias e as discutindo com os colegas para que se chegue a uma síntese. O professor apenas registrará os conceitos no quadro e organizará a discussão.

Ao final da etapa da construção dos mapas mentais, os alunos deverão organizar o conhecimento por meio de discussão em grupo para que as dúvidas sobre o assunto sejam esclarecidas. *Duração deste momento: 1 aula.*

4.1.8 Avaliação da própria UEPS

A UEPS é avaliada pela soma dos diferentes resultados apresentados pelos alunos utilizando diversos instrumentos de avaliação. Nessas avaliações, o caráter formativo é destacado e nelas se busca as evidências de aprendizagem.

A avaliação final, somativa, serve para identificar a presença da habilidade de resolução de problemas, que os alunos devem adquirir após terem percorrido o trajeto proposto pela UEPS.

5. PLANOS DE AULA PARA A UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

A proposição da UEPS sugere a apresentação de planos de aula que, longe de serem interpretados literalmente, servem apenas como guia para a organização pedagógica e metodológica do professor, devendo o professor colocar a sua experiência e a sua realidade educacional como norteadores dos seus próprios planos.

Todos os planos de aulas a seguir, possuem a seguinte identificação:

COLÉGIO DE APLICAÇÃO: Colégio e Faculdade Sant'Ana.

REFERÊNCIA: Aplicação do produto/ Aplicação da UEPS.

DISCIPLINA: Física.

PROFESSOR: Osni Daniel de Almeida.

SÉRIE / ANO LETIVO: 1º / 2018.

BASE TEÓRICA: COGNITIVISTA

6. A CONSTRUÇÃO DOS MATERIAIS PEDAGÓGICOS

6.1 CONFECÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Para a segunda aula da UEPS, foram utilizados três bonecos criados pelo professor. Os bonecos são constituídos de poliestireno expansivo, também conhecido como Isopor. No interior de cada boneco, é fixado uma esfera metálica na base. Esta esfera tem a finalidade de proporcionar uma maior concentração de massa em um ponto do boneco, provocando assim sua posição de equilíbrio estável

Cada boneco, como mostra na figura 27, fica em equilíbrio em uma posição diferente dos outros bonecos. O objetivo desses bonecos é provocar a curiosidade, estimular a observação e promover a elaboração de hipóteses.

Figura 8 - Bonecos em posições diferentes.



Fonte: O autor.

Para que cada boneco permaneça em repouso com uma posição diferente dos demais, mesmo sendo estruturalmente parecidos, é devido ao fato da posição em que foi feita a fixação da esfera metálica. Explicando de uma maneira conceitual, é a modificação do centro de gravidade do boneco, assim como mostra a figura 28.

Figura 9 - Bonecos aberto com as esferas metálicas amostra.



Fonte: O autor.

6.2 MONTAGEM DO BONECO 1

Figura 10 - Boneco 1



Fonte: O autor.

Figura 11: Interior do Boneco 1



Fonte: O autor.

6.3 MONTAGEM DO BONECO 2

Figura 12: Boneco 2



Fonte: O autor.

Figura 13: Interior do boneco 2.



Fonte: O autor.

6.4 MONTAGEM DO BONECO 3

Figura 14: Boneco 3.



Figura 15: Interior do boneco 3.



O acabamento com um tom cômico para os bonecos tem como função apresentar o experimento de forma lúdica, misturando a Física com diversão.

A estrutura dos bonecos pode ser encontrada para venda em lojas de material escolar. O acabamento, como a pintura e a simulação de um rosto com emoção é feita de maneira manual com materiais para artesanato.

O outro equipamento (figura 16) utilizado neste trabalho é o simulacro de um carro sob condição de estabilidade ou de tombamento. O simulacro é construído sobre uma base móvel que se articula com uma base horizontal fixa. O objetivo é inclinar o veículo, deslocando a posição do seu CM/CG em relação a base.

Figura 16: Experimento que mostra ângulo de inclinação.



Fonte: O autor.

O ponteiro indica a ação do vetor força gravitacional sobre o veículo, ao inclinar a base do veículo, é possível verificar a variação da direção e sentido desta força. Demonstrando a ação do centro de gravidade do veículo sobre a influência do campo gravitacional.

Figura 17: Ponteiro para indicar o ângulo de inclinação



Fonte: O autor.

A modificação do ponteiro é para indicar a linha de atuação da força gravitacional ao utilizar a base do veículo como referência, como mostra a figura 18. O objetivo deste simulacro é demonstrar, a partir do ponteiro, que apesar a base do veículo estar inclinada a atuação da força gravitacional não se modifica sua direção e sentido, mas que a posição do centro de gravidade influenciará no sistema físico.

Figura 18: Ponteiro indicando a ação do campo gravitacional.



Fonte: O autor.

Nota-se que após uma certa inclinação é possível perceber a força gravitacional com relação ao centro de gravidade para de atuar na parte de baixo do pneu e passa para a lateral do mesmo como é mostrado na figura 19.

Figura 19: Veículo inclinado e ponteiro indicando a inclinação.



Fonte: O autor.

Ao aumentar a inclinação do veículo, percebe-se que a linha de atuação destas forças passa perpendicularmente pela lateral do pneu, reposicionando assim a condição de equilíbrio estável do veículo. Desse resultado emergirá o conceito de ângulo de tombamento, apresentado na UEPS.

6.5 A CONSTRUÇÃO DE UM MAPA MENTAL

Entender o pensamento humano é uma tarefa árdua, mas que se faz necessária no cotidiano da vida docente, afinal, o professor precisa compreender o pensamento de seus educandos para que se possa, através de diálogos e outras ferramentas didáticas, verificar a real aprendizagem de seus discentes.

Buzan (2009), afirma que, o nosso cérebro funciona com base em cinco funções principais: Recepção, armazenamento, análise, controle e expressão, e são baseadas nelas que temos nossas ações, aprendizagem controle de situações e consciência da realidade que nos cerca.

Para organizar melhor o pensamento, compreender de maneira mais eficiente os conceitos apresentados em sala de aula, existem diversos métodos que são auxiliares nesse processo. Um deles é o Mapa Mental. Segundo Buzan (2009, p. 17),

“Um Mapa Mental é projetado para utilizar todas essas habilidades do cérebro, auxiliando-o no armazenamento e na recuperação de informações com mais eficiência, sempre que isso for exigido.”

Buzan (2009) afirma que, para criar um MM, existe uma estrutura básica, a qual você deve traçar seu objetivo com relação a finalidade do MM que está criando, estar claro sobre os métodos que deverá seguir na construção do mesmo, e por fim, estabelecer a finalidade de sua obra. Ibidem (p. 32):

Depois que você soltar as rédeas da criatividade do seu Pensamento Radiante, é importante que edite e organize suas idéias, dando-lhe mais estrutura. O primeiro passo nesse sentido é definir quais são suas Idéias de Ordenação Básica (IOBs).

Serão as IOBs, as organizadoras estruturais do pensamento no MM, criando categorias e subcategorias para melhor compreensão daquilo que está sendo aprendido. Para Buzan:

As IOBs são como títulos dos capítulos dos seus pensamentos: as palavras ou imagens que representam as mais simples e óbvias categorias de informações. São termos que farão instantaneamente com que seu cérebro pense em um número maior de associações. (BUZAN, 2009, p. 33)

Ao final de todo o planejamento, chega a hora de criar o MM, para isso, *ibidem* (2009) sugere um resumo sobre as regras na montagem de um Mapa Mental, priorizando as técnicas. O primeiro ponto é o destaque com relação as palavras utilizadas, títulos, métodos de organizar ou realçar termos e ideias.

O segundo tópico é relacionado as associações entre os as palavras chaves utilizadas, montando uma sequência de leitura ou a sequência lógica do conceito a ser construído, lembrando que, *ibidem* (p. 19): “as Palavras-Chave e seus contextos são ativadores fundamentais da memória. E é sobretudo a rede dentro da mente que nos ajuda a entender e interpretar a realidade.”.

O terceiro passo diz respeito a clareza que seu MM deve ter, tomando cuidado com os termos e sinônimos utilizados, ter sequência lógica nas ramificações entre os termos para que não confunda em uma leitura e estudo posterior, a grafia utilizada e o uso correto dos destaques, ponderando a importância das palavras chaves para o leitor.

O último ponto destacado é o desenvolvimento de um estilo pessoal para seu MM, o educando deverá sempre manter um padrão, o qual facilitará na aprendizagem dos conceitos estudados.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A UEPS aqui apresentada permite que o educando compreenda, de uma maneira completa, o conceito de equilíbrio dos corpos. O conteúdo trabalhado inicia-se em centro de massa e finaliza-se em torque ou momento de uma força.

A ludicidade e a contextualização estão presentes em todas as etapas da UEPS. É importante destacar que estes tópicos são trabalhados de tal maneira que possibilitam a ocorrência de uma aprendizagem significativa, uma vez que suas evidências podem ser verificadas por meio de diferentes instrumentos de avaliação.

Ensinar Física não é tarefa fácil, nem tampouco aprendê-la. No entanto, é possível engajar os alunos no processo de aprendizagem partindo-se daquilo que eles já conhecem, que eles já dominam. O simples fato de o professor explorar isso no início do seu trabalho, já traz para dentro da sala de aula a facilitação do diálogo professor-aluno. O elemento lúdico entra como o organizador prévio, enquanto as atividades realizadas de forma progressiva e contextualizada, acomodam novos subsunçores aos que já existem.

Assim, esperamos que este produto possa ter contribuído, de alguma forma, para uma outra visão sobre o Ensino das Ciências, a de ultrapassar as barreiras da aprendizagem mecânica, baseada apenas na memorização, e evoluir para a aprendizagem que faz sentido para a vida dos alunos, a aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Guilherme de; RÉ, Pedro. **Observar o Céu Profundo**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

ASSIS, André Koch Torres. **Arquimedes, o centro de gravidade e a lei da alavanca**. Montreal: Apeiron, 2008.

ASSIS, André Koch Torres; DE MATOS RAVANELLI, Fábio Miguel. Reflexões sobre o conceito de centro de gravidade nos livros didáticos. **Ciência & Ensino** (ISSN 19808631), v. 2, n. 2, 2008.

BUZAN, Tony. **Mapas mentais**. São Paulo: Sintaxe, 2009.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2000.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**. Volume 1: mecânica. 10ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2016.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

KHOURY JUNIOR, Joseph Kalil; SOUZA, Cristiano Márcio Alves de; RAFULL, Leidy Zulys Leyva; VARELLA, Carlos Alberto Alves. **Simulação da estabilidade de tratores agrícolas 4 x 2**. Bragantia, v. 68, n. 1, 2009.

KHOURY JUNIOR, Joseph Kalil; DIAS, Gutemberg Pereira; CORDEIRO, Ricardo Reis; SOUZA, Cristiano, Márcio Alves de. **Modelagem da estabilidade de tratores agrícolas de pneus**. Área de Informação da Sede - Artigo em periódico indexado. 2004.

LE MOS, Luiz Fernando Cuozzo; TEIXEIRA, Clarissa Stefani; MOTA, Carlos Bolli. Uma revisão sobre centro de gravidade e equilíbrio corporal. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 17, n. 4, p. 83-90, 2010.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de Enseñanza Potencialmente SignificativasUEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**. Porto Alegre, 2011, v.1, n.2, p.4363.

NOVAK, Joseph D.; CAÑAS, Alberto J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

OLIVEIRA FILHO, Kepler S. **Parâmetros físicos e astronômicos**; UFRGS. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/dados.htm>>. Acesso em: 08 abr. 2019.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes curriculares da educação básica**: Física. Curitiba, 2008.

PENA, Rodolfo F. Alves. Monte Everest; **Brasil Escola**. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/monte-everest.htm>>. Acesso em 08 de abril de 2019.

APÊNDICES

PLANOS DE AULA 01-02

ASSUNTO: Equilíbrio dos corpos.

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES:

Reconhecer as relações entre os conhecimentos disciplinares, para articular e sistematizar as teorias da Física, com seus diversos tipos de interação e das diferentes naturezas dos fenômenos físicos, compreendendo que a força peso tem origem na interação gravitacional fundamental.

OBJETIVOS:

Debater sobre questões que envolvem o equilíbrio dos corpos.

Expor opiniões e conhecimentos científicos que fundamentam o conceito de equilíbrio dos corpos.

MOMENTOS DA AULA

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL:

O início desta UEPS sobre equilíbrio, será baseado em um diálogo com os alunos. O que eles entendem por equilíbrio? Como esse entendimento se relaciona com o cotidiano?

Este momento deve permanecer apenas nos conceitos prévios, sem o professor fornecer explicações científicas.

ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO:

Após o momento de conversa, o professor deverá direcionar as discussões, sempre destacando os tópicos importantes, através de perguntas, tais como:

O que é o equilíbrio?

Como percebemos o equilíbrio nos corpos quando estão parados?

É possível existir um equilíbrio de um corpo quando ele está em movimento?

Quais são os fatores que influenciam o equilíbrio de um corpo ou sistema?

Será que utilizamos estes conceitos em ações do nosso dia a dia?

Após alguns minutos de discussão, o professor deverá anotar as ideias dos alunos no quadro. Eles deverão hierarquizar os conceitos. O professor deverá apenas organizar e escrever as ideias da turma, sem nenhuma preocupação com a formulação de conceitos corretos.

Ao término do esquema coletivo, o professor deverá pedir para que os alunos criem seu mapa mental com relação ao conceito de equilíbrio dos corpos. Quando encerrar esta etapa de criação dos mapas, o professor selecionará alguns alunos para apresentar brevemente seus mapas.

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO:

Na etapa final da aula, o professor apresentará os bonecos João-Bobo, cada qual com uma posição de equilíbrio diferente. Os alunos poderão olhar, investigar, apalpar e manusear os bonecos. Eles devem investigar os bonecos e, por meio de discussão, propor as possíveis explicações físicas dos fenômenos observados. O professor deverá apenas conduzir os momentos da aula, sem intervir na investigação dos alunos ou na discussão.

RECURSOS FÍSICOS:

Quadro de giz.

Bonecos criados pelo professor.

PLANO DE AULA 03

ASSUNTO: Equilíbrio dos corpos.

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES:

Reconhecer as relações entre os conhecimentos disciplinares, para articular e sistematizar as teorias da Física, com seus diversos tipos de interação e das diferentes naturezas dos fenômenos físicos, compreendendo que a força peso tem origem na interação fundamental gravitacional.

OBJETIVOS:

Compreender os conceitos físicos relacionados com o centro de massa e centro de gravidade.

Compreender as aplicações físicas dos conceitos de centro de massa e centro de gravidade.

MOMENTOS DA AULA:

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL:

O professor retomará as discussões da aula anterior e fará uma breve revisão sobre o conceito de força e de campo gravitacional.

ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO:

O professor abordará conceitualmente os temas centro de massa e centro de gravidade. Fará uma explicação dos conceitos físicos que envolvem estes dois tópicos relacionando-os com os conceitos anteriores de equilíbrio dos corpos.

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO:

Ao final exposição conceitual, o professor mostrará aos alunos, por meio de apresentações no recurso multimídia, duas situações-problema. Neste momento, os alunos deverão estar dispostos em grupos. Deverão analisar qual situação realmente envolve o conteúdo estudado e explicar o motivo desta escolha, isto é, aplicar todo o conteúdo aprendido até o momento em situações práticas.

RECURSOS FÍSICOS:

Quadro negro e giz;

Multimídia.

PLANO DE AULA 04

ASSUNTO: Equilíbrio dos corpos.

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES:

Reconhecer as relações entre os conhecimentos disciplinares, para articular e sistematizar as teorias da Física, com seus diversos tipos de interação e das diferentes naturezas dos fenômenos físicos, compreendendo que a força peso tem origem na interação fundamental gravitacional.

OBJETIVOS:

Compreender o conceito de ângulo de tombamento de um corpo, a partir dos conceitos de centro de massa e centro de gravidade.

Aplicar o conceito de ângulo de gravidade em situações do cotidiano.

MOMENTOS DA AULA:

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL:

Os alunos já conhecem os conceitos de centro de massa e centro de gravidade e a utilização destes conceitos para explicar o equilíbrio dos corpos. Neste momento, o professor mostrará aos alunos, um vídeo de curta duração, onde ocorre o capotamento de um veículo. Após o término do vídeo, o professor pedirá que os alunos tentem explicar, utilizando conceitos físicos, os motivos deste veículo ter saído da sua condição de equilíbrio estável.

ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO:

Após a discussão inicial, será feita a introdução do conceito de ângulo de tombamento através de um equipamento projetado e montado pelo professor, sobre o qual se modifica a posição do centro de gravidade de um

veículo. A finalidade desse objeto é promover a compreensão do conceito de ângulo de tombamento.

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO:

Ao término do experimento e da explicação, o professor irá propor uma discussão a respeito das aplicações dos conceitos da aula em situações comuns do cotidiano. Os alunos também poderão expor as suas próprias experiências.

RECURSOS FÍSICOS:

Quadro de giz;

Multimídia;

Equipamento sobre ângulo de tombamento.

PLANO DE AULA 05

ASSUNTO: Equilíbrio dos corpos.

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES:

Reconhecer as relações entre os conhecimentos disciplinares, para articular e sistematizar as teorias da Física, com seus diversos tipos de interação e das diferentes naturezas dos fenômenos físicos, compreendendo que a força peso tem origem na interação fundamental gravitacional.

OBJETIVOS:

Aprender os fenômenos físicos que estão relacionados com o conceito de momento de uma força.

Compreender as implicações e aplicações físicas do conceito de momento de uma força.

MOMENTOS DA AULA:

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL:

O professor apresentará o vídeo de um desenho animado cujo personagem utiliza o princípio do momento de uma força para executar algumas ações. Após a apresentação do vídeo, os alunos deverão discutir e explicar o que aconteceu utilizando os conhecimentos anteriormente aprendidos.

ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO:

Após um certo momento da discussão inicial, o professor deverá explicar aos alunos os conceitos de momento de uma força e sua relação direta no conceito de equilíbrio dos corpos.

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO:

O encerramento dessa unidade de ensino, será feito através de uma dinâmica de jogo de pergunta e resposta, onde o professor fará algumas perguntas para a turma e eles deverão responder, com direito a prêmios para as respostas corretas.

RECURSOS FÍSICOS:

Quadro negro e giz;

Multimídia.

PLANO DE AULA 06

ASSUNTO: Equilíbrio dos corpos.

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES:

Reconhecer as relações entre os conhecimentos disciplinares, para articular e sistematizar as teorias da Física, com seus diversos tipos de interação e das diferentes naturezas dos fenômenos físicos, compreendendo que a força peso tem origem na interação fundamental gravitacional.

OBJETIVO:

Identificar, por meio de diferentes instrumentos de avaliação, as evidências de aprendizagem ao final da UEPS - Equilibrium.

MOMENTOS DA AULA:

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL:

O professor proporá a elaboração de um mapa mental individual. O objetivo é comparar este mapa com o mapa construído no início da UEPS. O estudo comparativo, caso a caso, permitirá a verificação das evidências de aprendizagem e as modificações ocorridas nas estruturas cognitivas dos alunos.

ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO:

O professor proporá, dessa vez, um mapa mental colaborativo cujo conceito central será equilíbrio dos corpos. O professor apenas fará as anotações no quadro e organizará os trabalhos

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO:

Ao final da etapa da construção dos mapas mentais, os alunos deverão realizar uma avaliação escrita, composta de diversas situações problemas que envolvem o tópico estudado, caso o tempo não seja suficiente, os alunos poderão terminar em suas casas e entregar na próxima aula.

RECURSOS FÍSICOS:

Quadro e giz;

Avaliação escrita, disponibilizada pelo professor.

SÉRIE
PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA

VOLUME 1 – **Automatização de Experimentos de Física Moderna com o Kit Lego NXT Mindstorms**
Wanderley Marcílio Veronez, Gelson Biscaia de Souza, Luiz Américo Alves Pereira,

VOLUME 2 – **O Arduino na Programação de Experiências em Termodinâmica e em Física Moderna**
Marilene Probst Novacoski, Luiz Américo Alves Pereira, Gelson Biscaia de Souza

VOLUME 3 – **Do Magnetismo à Lei da Indução Eletromagnética de Faraday** Marlon Labas, Fábio Augusto Meira Cássaro

VOLUME 4 – **Estudando Astronomia, Aprendendo Física: Atividades Práticas de Observação do Sol**
Ana Caroline Pscheidt, Marcelo Emílio

VOLUME 5 – **Simulador Didático de Acomodação do Olho Humano**
Gustavo Trierveiler Anselmo, Júlio Flemming Neto, Antônio Sérgio Magalhães de Castro

VOLUME 6 – **Ensino dos Conceitos de Movimento e Inércia na Mecânica, a partir de uma Concepção de Ciência que não Utiliza a Lógica Binária**
Luiz Alberto Clabonde, Luiz Antônio Bastos Bernardes, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 7 – **Uma Proposta de Utilização de Mídias Sociais no Ensino de Física com Ênfase à Dinâmica de Newton**
Heterson Luiz De Lara, Alexandre Camilo Junior, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 8 – **O Eletromagnetismo e a Física Moderna através de Atividades Experimentais**
Ademir Kreпки Henisch, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 9 – **Física Nuclear e Sociedade**
Tomo I – **Caderno do Professor**
Tomo II – **Caderno do Aluno**
Josicarlos Peron, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 10 – **Conceituação e Simulação na Dinâmica do Movimento**
Tomo I – **Caderno do Professor**
Tomo II – **Caderno do Aluno**
Leandro Antonio dos Santos, Antônio Sérgio Magalhães de Castro

VOLUME 11 – **Montagem de um Painel Didático e Atividades Experimentais em Circuitos de Corrente Contínua**
Renato Dalzotto, Sérgio da Costa Saab, André Maurício Brinatti

VOLUME 12 – **Nas Cordas dos Instrumentos Musicais**
Luís Alexandre Rauch, André Maurício Brinatti, Luiz Fernando Pires

VOLUME 13 – **O Fóton em Foco: Relações entre Cor, Frequência e Energia de Radiações Eletromagnéticas**
Romeu Nunes de Freitas, André Maurício Brinatti, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 14 –
Tomo I - **Iniciação em Robótica e Programação com Algumas Aplicações em Física**
Tomo II – **Tutorial: Tela Interativa com Controle do Nintendo Wii**
Hernani Batista da Cruz, Luiz Antônio Bastos Bernardes, Silvio Luiz Rutz da Silva

VOLUME 15 – **O Uso do Software Tracker no Ensino de Física dos Movimentos**
Edenilson Orkiel, Silvio Luiz Rutz da Silva

VOLUME 16 – **Acústica: Uma Nova Melódia de Ensino**
Elano Gustavo Rein, Luiz Antônio Bastos Bernardes

VOLUME 17 – **Caderno de Orientação a Educadores para a Transformação da Horta como Eixo Norteador de Ensino e Aprendizagem**
Roberto Pereira Strapazzon Bastos, Silvio Luiz Rutz da Silva

VOLUME 18 – **Proposta de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para o Ensino de MRU e MRUV Utilizando Experimentos Visuais**
Gustavo Miguel Bittencourt Morski, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 19 – **Cor à Luz da Física Moderna e Contemporânea**
Marcos Damian Simão, André Maurício Brinatti

VOLUME 20 – **Aplicação do Experimento de Hertz Atualizado no Ensino de Ondas Eletromagnéticas**
Luís Carlos Menezes Almeida Júnior, Luiz Américo Alves Pereira

VOLUME 21 – **Uma Proposta de Aplicação do Ensino de Termodinâmica no Ensino Fundamental I**
Cláudio Cordeiro Messias, Paulo César Facin

VOLUME 22 – **Uma Proposta de Ensino dos Conceitos Fundamentais da Mecânica Quântica no Ensino Médio: Espectroscopia com Lâmpadas**
Evandro Luiz De Queiroz, Antônio Sérgio Magalhães de Castro, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 23 – **Produção de um Aparato Experimental para Medição de Campo Magnético Usando Arduino**
Ivonei Almeida, Luiz Américo Alves Pereira

VOLUME 24 – **Um Pouco Sobre a Natureza das Coisas**

Robson Lima Oliveira, André Maurício Brinatti

VOLUME 25 – **Equilibrium: Uma Abordagem Experimental e Contextualizada do Conceito de Equilíbrio dos Corpos**

Osni Daniel De Almeida, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 26 – **Como Medir a Temperatura do Sol? Inserindo Conceitos de Física Moderna no Ensino Médio**

Vilson Finta, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 27 – **Elaboração de um Produto Educacional para a Materialização de Conceitos no Aprendizado de Óptica Geométrica Aplicada às Anomalias da Visão**

Danilo Flügel Lucas, Gérson Kniphoff da Cruz

VOLUME 28 – **Entendendo as Fases da Lua a Partir de um Material Instrucional Baseado no Método de Orientação Indireta**

Pâmela Sofia Krzysynski, Gérson Kniphoff da Cruz

VOLUME 29 – **“PEPPER’S GHOST”: Como Ensinar/Aprender Conceitos de Física Através de uma Simples Ilusão de Óptica**

Tomo I - **Caderno do Professor**

Tomo II - **Caderno do Aluno**

Gilvan Chaves Filho, Luiz Antônio Bastos Bernardes

VOLUME 30 – **O Movimento: do Clássico ao Relativístico**

Josué Duda, André Maurício Brinatti

VOLUME 31 – **Uma Sequência Didática Abordando a Eficiência Energética: Economizando Energia na Cozinha.**

Tomo I - **Caderno de Ensino**

Tomo II - **Caderno de Aprendizagem**

Rosivete Dos Santos Romaniuk, Julio Flemming Neto

VOLUME 32 – **Armazenamento e Produção de Energia Elétrica: Uma Abordagem para seu Estudo no Ensino Médio**

Jairo Rodrigo Corrêa

VOLUME 33 – **Palestras de Astronomia para a Educação Básica**

Sergio Freitas, Silvio Luiz Rutz da Silva

Atribuição-NãoComercial-
Compartilha Igual 4.0 Internacional



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UEPG
Universidade Estadual
de Ponta Grossa

PPGF ensino de física

SÉRIE
Produtos Educacionais em Ensino de Física

UEPG - PROEX