



Compreensão do conceito de momento de uma força: aplicação no cálculo de estruturas
na educação profissional de jovens e adultos

Mércio Nascimento de Lima

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Física da Universidade de Brasília, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Prof. Dr. Marcello Ferreira

Brasília, DF

Janeiro – 2022

Capítulo 1

Apresentação

Caros(as) professores(as),

Este produto educacional foi criado para auxiliar professores de física em cursos técnicos em edificações, mas não apenas, no ensino dos conceitos de momento de uma força, podendo ser expandido para outras áreas e conteúdos, desde que, adequadamente modificados para as áreas e públicos envolvidos. Ele se apoia na Teoria de Aprendizagem Significativa – TAS – de Ausubel (2003) no qual a o processo de ensino-aprendizagem está ancorada nos conhecimentos prévios do estudante, chamados de subsunçores, com o objetivo de produzir uma aprendizagem contextual ressignificada.

Dois fatores são importantes na aplicação do produto educacional com base na teoria de Ausubel: o processo no qual a nova informação se relaciona tem que se dá de maneira não substantiva e não arbitrária (MOREIRA 2011a). Não substantiva significa, não ao pé da letra, ou seja, não precisa ser ensinado palavra por palavra, o mais importante é esse conteúdo ter substância na estrutura cognitiva do estudante, já, não arbitrária, significa que a nova informação tem que ter alguma compreensão de quem vai aprender, mesmo que seja um conhecimento básico.

Considerando que a Teoria de Ausubel é uma teoria descritiva da aprendizagem cognitiva, foi utilizada uma sequência didática para articular a uma teoria da educação de natureza normativa, e ainda, organizar por meio de etapas (passos) os encontros didáticos para aplicação em sala de aula (FERREIRA; FILHO, 2018). A sequência didática utilizada neste produto educacional é de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), proposta por Moreira (2011b), que será usada, como dito anteriormente, para associar a TAS a uma metodologia educacional, para, assim, possibilitar indícios de aprendizagem significativa.

As etapas devem ser divididas de acordo com a complexidade dos conceitos envolvidos, do público, e ainda, a estrutura da instituição na qual será aplicado o projeto, tais quais: carga horária da disciplina, estrutura física, laboratórios, dentre outros. O professor deve avaliar essas condições antes de fazer os planejamentos de suas aulas, podendo-se inspirar nas que são aqui apresentadas.

No caso deste produto educacional, o conteúdo a ser ensinado era a grandeza momento de uma força associada as condições de equilíbrio de um corpo extenso, para aplicação em uma turma do módulo inicial da Educação de Jovens e Adultos integrado ao curso técnico em Edificações, como suporte para disciplina de cálculo estrutural 1.

O produto foi aplicado no Instituto Federal de Brasília – Campus Samambaia, no ano de 2019, em cinco encontros, com duração de duas horas/aulas cada encontro (uma hora e meia). As análises dos dados indicam que em mais de 80% da turma esteve presente em todas as etapas de sua aplicação, e que no decorrer desses encontros apresentaram indícios de aprendizagem significativa, nos conceitos apresentados.

Para apoiar a reutilização deste produto educacional, primeiramente, será feita uma breve revisão acerca de momento de uma força e as condições de equilíbrio, para, depois, tratarmos da sequência didática, apresentando uma síntese dos encontros e os respectivos passo a passo, detalhando cada aula com seus planos de aulas e os roteiros de atividades e avaliação que os envolvem.

É importante salientar que este Produto Educacional é uma parte independente de uma dissertação de mestrado, que possui o mesmo título, e que seus apontamentos possuem maiores detalhes que envolvem todo o projeto, podendo ser consultada, em caso de interesse¹, mas não necessariamente, para aprofundamento no referencial teórico e na construção, aplicação e avaliação de uma UEPS em tópico de física na Educação Básica.

Enfim, em caso de interesse na reaplicação deste produto e visando ao seu êxito, recomenda-se verificar a compatibilidade contextual e alinhar os procedimentos didáticos em consonância. Boa leitura a todos(as)!!!

Conceitos envolvendo momento de uma força

Em várias situações-problema, este autor precisou usar momento de uma força ou torque para poder solucionar certos contratempos da vida cotidiana. Lembro-me de quando

¹<http://mnpf.unb.br/dissertacoes>

fui ao parque com minha filha, Maria Clara, atualmente com 07 anos, e ela quis brincar de gangorra... Situação desconfortável, pois eu não poderia sentar do outro lado do brinquedo em virtude de minha massa ser quatro vezes maior do que a dela à época, de modo que ela ficaria de “castigo” no ponto mais alto do brinquedo. Assim, fiz uma proposta de irmos a outro lugar. Há um parquinho no Centro Cultural do Banco do Brasil (CCBB), em Brasília, cujo “braço” da gangorra é móvel. Dessa forma, pude fazer uma relação entre a minha distância em relação ao ponto de giro e a dela, relacionada às nossas massas, passando uma tarde agradável.

Em outra situação, chamei um técnico para resolver o problema do meu portão de entrada. Um portão grande de ipê, de massa em torno de 300 kg, o qual vinha quebrando rotineiramente. O diagnóstico foi que o portão era muito “pesado” para ser rotacionado pelo motor; logo, teríamos de trocar o portão. Chamei minha filha Maria Clara, destravei os “braços” do motor e pedi para minha filha fechar o portão, e ela, sem esforço algum, o fechou. Resultado: o técnico foi embora e eu mesmo resolvi o problema.

O que essas duas situações têm em comum? As grandezas força e distância envolvidas estão relacionadas a um ponto de giro, gerando uma nova grandeza, a qual é chamada de torque ou de momento de uma força, que podemos definir como a tendência de giro que um corpo extenso apresenta ao se aplicar uma força nesse corpo.

Hewitt (2011) descreve torque como a contrapartida da força rotacional, isto é, caso queira mudar o estado de velocidade de movimento de um corpo, aplique uma força resultante diferente de zero. Contudo, caso queira mudar o estado rotacional de um corpo, exerça sobre ele um torque. Para Hewitt, torque difere a força da mesma maneira que a inércia rotacional se diferencia da inércia ordinária e ambas envolvem a distância ao eixo de rotação. Essa distância, designado braço de alavanca, é que nos dá a vantagem mecânica.

Segundo Halliday et al. (1996), torque significa “torcer”, identificado pela ação de uma força para torcer ou virar algo. Ao aplicarmos uma força em uma chave de boca na intenção de girá-la, estamos aplicando um torque. E, por fim, Olavo e Amato (2013) descrevem que, em situações mais gerais, considerando as dimensões geométricas do corpo, ao se aplicar uma força, esse corpo poderá não só sofrer movimento de translação, mas também de rotação. No caso de um bastão preso em uma de suas extremidades, ao aplicar uma força, o bastão gira em torno desse ponto fixo. A relação entre a força e a distância do ponto de aplicação dessa força ao ponto de giro define uma nova grandeza – torque. E, ainda, uma vez que a rotação pode ocorrer de duas formas distintas (sentido horário ou anti-horário), a grandeza possui propriedades vetoriais, já que está associada a uma dire-

ção e a um sentido. Por conseguinte, daqui para frente representaremos a grandeza torque de forma vetorial e pela letra $\vec{\tau}$ (tau). Além disso, por ser uma grandeza vetorial devemos definir intensidade, direção e sentido.

A intensidade do torque é dada pelo produto vetorial:

$$\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d} \quad (1.1)$$

onde:

$|\vec{\tau}|$ é a intensidade do torque;

Direção: perpendicular ao plano de tangência de rotação.

Sentido: dado pela regra da mão direita.

Assim, o produto vetorial pode ser definido da seguinte forma: dados os vetores \vec{A} e \vec{B} , cujo produto vetorial é dado por $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$, em conformidade com a figura a seguir:

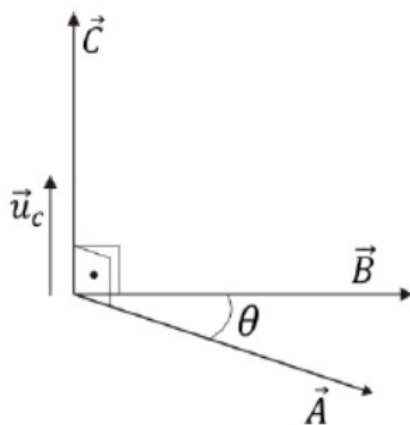


Figura 1.1 – Produto vetorial.

Fonte: Adaptado de Scremin (2021, p. 1).

O vetor \vec{C} é perpendicular ao plano definido pelos vetores \vec{A} e \vec{B} e sua intensidade:

$|\vec{C}| = |\vec{A}||\vec{B}| \cdot \text{sen}\theta$, em que θ é o ângulo formado entre os vetores $|\vec{A}|$ e $|\vec{B}|$.

Logo, para $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$, temos que a intensidade do torque é dada pela equação:

$$|\vec{\tau}| = |\vec{F}||\vec{d}| \cdot \text{sen}\theta \quad (1.2)$$

Considerando que, para o Ensino Médio, temos que a direção da força \vec{F} é sempre perpendicular ao braço da alavanca \vec{d} , então:

$$|\vec{\tau}| = |\vec{F}||\vec{d}| \quad (1.3)$$

Dessa forma, ao falarmos de torque no Ensino Médio, precisamos considerar que a força será sempre perpendicular ao braço da alavanca. Mas caso não seja? A resposta é simples: decomponemos a força ou o braço.

Em Halliday et al. (1996), para determinar a eficiência da força F na rotação de um corpo, podemos decompor em duas componentes: a força F ou o braço da alavanca r (Figura 4.2).

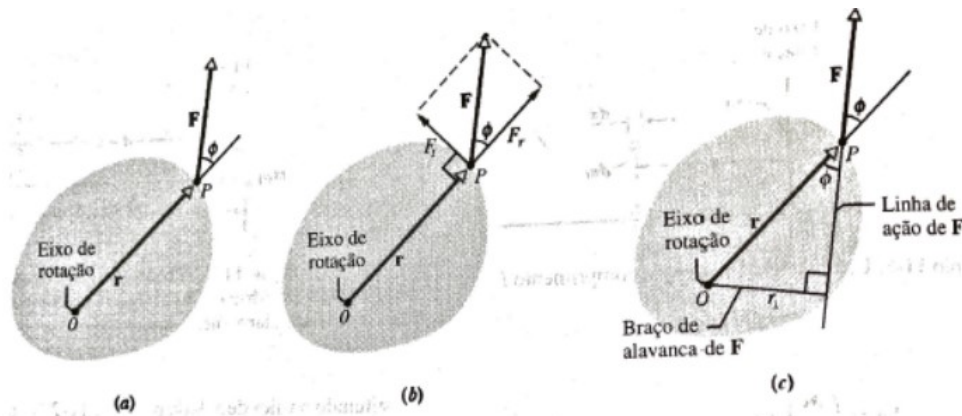


Figura 1.2 – A seção transversal de um corpo rígido.
Fonte: Halliday et al, 1996.

Como podemos ver na Figura 4.2, em (a) temos uma força aplicada formando um ângulo θ com a direção do braço. Em (b), a força é decomposta em F_r e F_t ; dessa forma, é fácil perceber que a componente F_r não provoca torque, já que está na mesma direção do braço, ou seja, radial. Então, seria como querer tirar um parafuso empurrando a chave de boca no sentido do parafuso sem que a chave girasse. Já a componente F_t , perpendicular ao braço, produz um torque gerado pela força de intensidade $F = F_t \text{sen} \phi$.

Em (c), a decomposição está relacionada ao braço da alavanca de tal forma que uma de suas componentes fique perpendicular à linha de extensão da força. Assim, as duas maneiras de calcular torque são:

$$\tau = (r)(F \text{sen} \phi) = rT_t \quad (1.4)$$

$$\tau = (r \text{sen} \phi)(F) = r_{\perp} T_t \quad (1.5)$$

Na equação 4.4, a componente tangencial F_t produz uma rotação, sendo que a possibilidade de girar não estará associada apenas a seu módulo, mas também à distância em relação ao ponto O da Figura 4.2 (b). Na equação 4.5, em que r_{\perp} é perpendicular entre o eixo O e a linha de extensão da força F (Figura 4.2 (c)), podemos perceber que, pela ação

da força F , o torque também poderá acontecer.

Assim, ficam bem definidas as características da intensidade e da direção da grandeza momento de uma força. Todavia, conforme afirmado anteriormente, podemos definir dois sentidos e, para fazê-lo, utilizamos a regra da mão direita.

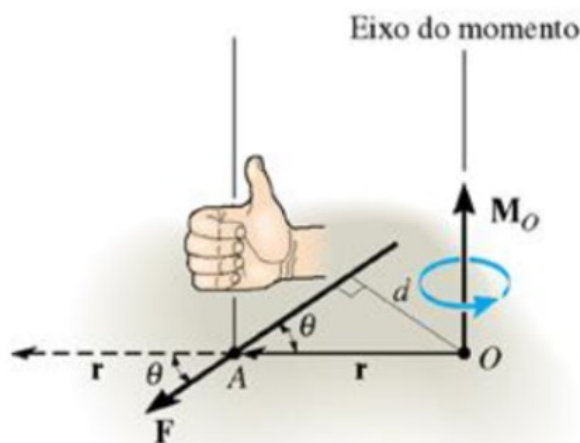


Figura 1.3 – Regra da mão direita.
Fonte: Borja, 2021, p.6.

O sentido do torque é determinado pela regra da mão direita em um produto vetorial do vetor resultante perpendicular ao plano dos vetores envolvidos. Dessa maneira, o torque é perpendicular à força F e ao braço r , mas podendo dar dois sentidos. A Figura 6.3 mostra que o sentido do torque poderá ser encontrado com o polegar apontado na direção do torque, passando pelo ponto O , e deslizando os dedos no sentido de \vec{r} para \vec{F} . Então, a curva em torno do vetor torque indica o sentido da rotação causado pela força. Uma vez que o produto vetorial importa a ordem, ou seja, não se aplica à propriedade comutativa, deve ser mantida a ordem de $\vec{r} \times \vec{F}$ para produzir o sentido da direção correta do torque.

Definidas todas as características do vetor que representa a grandeza torque, podemos, agora, discutir alguns aspectos do equilíbrio de corpos. Ao perguntar em uma turma de Ensino Médio, e já fiz isso algumas vezes, se aplicarmos forças de mesma intensidade, mesma direção e com sentidos opostos em um corpo, se esse corpo ficará em equilíbrio, é quase unânime que a turma responderá sim. Tal fato se dá em virtude de os estudantes não considerarem a condição de movimento de rotação, mas apenas o de translação.

Dessa forma, consideramos a primeira lei de Newton – Princípio de Inércia – “Na ausência de forças atuando sobre um corpo, se estiver em repouso, continuará em repouso, mas, se ele estiver em movimento com velocidade constante², continuará assim indefinida-

²Lembrando que a velocidade é uma grandeza vetorial, logo se a velocidade é constante todas as ca-

mente”, ou, ainda segundo Halliday et al (1996, p. 82):

Se a força resultante em um corpo é nula, é possível encontrar referenciais nos quais aquele corpo não tenha aceleração. A primeira Lei de Newton também conhecida como Lei da Inércia e os referenciais que ela define são chamados de referenciais inerciais.

Dessa forma, vamos lembrar da pergunta de um estudante em sala: “professor, o corpo está em movimento ou repouso?” A resposta é sempre a mesma – “depende do referencial!” Ou seja, não podemos tratar das leis de Newton, sem antes adotar um referencial inercial. Podemos adotar a Terra de maneira aproximada como sendo um referencial inercial, fazendo sempre essa aproximação, quando possível (HALLIDAY et al, 1996).

A Segunda Lei de Newton pode ser obtida pela observação e experiência (se desconsideramos as condições vetoriais), ou seja, se aplicarmos um sistema de forças $\sum F$ em um corpo de massa “pequena”, ele sofrerá uma determinada alteração do seu estado de velocidade em um determinado intervalo de tempo, e se aplicarmos a mesma resultante das forças $\sum F$ em outro corpo de maior massa, para um mesmo intervalo de tempo, a variação no seu estado de velocidade será menor. Parece óbvio chegar a esta conclusão, se não tivéssemos que levar em conta o movimento circular (não é objetivo deste trabalho). Assim, podemos descrever a Segunda Lei de Newton conforme equação a seguir:

$$\sum \vec{F}_x = m \cdot \vec{a}_x, \sum \vec{F}_y = m \cdot \vec{a}_y, \sum \vec{F}_z = m \cdot \vec{a}_z \quad (1.6)$$

As equações acima tratam da força resultante, ou seja, somente as forças que atuam no corpo podem ser consideradas; em problemas envolvendo forças, várias forças podem estar atuando em outros corpos, logo estas devem ser desconsideradas. Finalmente, $\sum F$ serão consideradas somente forças externas, ou seja, forças que atuam sobre o corpo por outros corpos (HALLIDAY et al, 1996).

A equação (4.6) trata da condição do corpo variar seu estado de velocidade em relação a um referencial inercial, mas, conforme dito anteriormente se um sistema de forças atuar em um corpo e ele não variar seu estado de velocidade? Neste caso, podemos escrever as equações:

$$\sum \vec{F}_x = \vec{0}, \sum \vec{F}_y = \vec{0}, \sum \vec{F}_z = \vec{0}, \quad (1.7)$$

retornando retornando, dessa forma, para condições de equilíbrio, Primeira Lei de Newton.

características do vetor também serão, logo este corpo ou partícula estará em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU).

Por essa via, para considerar um corpo em equilíbrio, devemos levar em conta suas condições geométricas. Assim, analisemos a condição que se segue.

Equilíbrio dos corpos rígidos em duas dimensões: considere um corpo rígido submetido a um sistema de forças externas e, mesmo nessa situação, esse corpo se mantém em equilíbrio, ou seja, não haverá movimento de translação ou rotação imprimida por este sistema de forças. Para Duran (2019), o sistema de forças é equivalente à força e ao binário resultante F e τ . A equação (4.7) demonstra que o sistema força-binário é equivalente ao sistema de forças externas serem nulas.

Destaca-se que, para cada força externa, existe uma força interna como reação, considerando que o corpo rígido não se quebre, ou seja, não haja separação entre as partículas pertencentes ao corpo, essas forças se equilibram.

Considerando que o sistema não seja completamente rígido, ou seja, em uma de suas dimensões haja movimento por parte desse corpo, deverá ser adotado um referencial cartesiano em quaisquer uma de suas dimensões x_1 , x_2 e x_3 , gerando um novo sistema de equações a seguir:

$$\begin{array}{ccc} \sum F_{x_1} = 0 & \sum F_{x_2} = 0 & \sum F_{x_3} = 0 \\ \sum M_{x_1} = 0 & \sum M_{x_2} = 0 & \sum M_{x_3} = 0 \end{array}$$

Figura 1.4 – Sistema de equações para um corpo não rígido.

Fonte: adaptado de Duran (2019), p. 66.

Considerando forças na direção x_3 , os momentos x_1 e x_2 derivam de identidades triviais, ou seja, $0 = 0$, reduzindo para as três equações abaixo.

$$\sum F_{x_1} = 0 \quad \sum F_{x_2} = 0 \quad \sum M_o = 0$$

Figura 1.5 – Sistema de equações para um corpo não rígido em um plano.

Fonte: adaptado de Duran (2019), p. 66.

Na situação acima apresentada, o momento tende a girar em torno do eixo x_3 , sabendo que o ponto de aplicação da força pode ser em qualquer ponto desse corpo, as equações são independentes entre si. Para problemas planos, as equações de equilíbrio podem ser calculadas com, no máximo, três incógnitas.

No curso técnico em edificações os sistemas estruturais são constituídos de diversos elementos estruturais dos quais, para o curso técnico, os que importam para o cálculo de estruturas 1 são as barras e vigas. As vigas de balanço, por exemplo, são vigas apoiadas em um único ponto, no qual seu centro de massa pode estar em qualquer ponto em

relação a este ponto de apoio, gerando uma tendência ao giro. Por isso a importância da compreensão dos conceitos de momento de uma força para essa disciplina.

As aplicações mais comuns nesse contexto são as barras ou vigas de apoio, nessas situações é importante fazer uma análise das cargas postas sobre essas barras para que as forças de reações nos pontos de apoio possam ser calculadas em função da tendência do torque gerado. Assim, os cálculos voltados para essas situações são vistos na disciplina de física aplicada, para os alunos que estejam cursando no módulo seguinte, a disciplina de cálculos estruturais 1, seus subsunçores relativos ao momento de uma força aplicado em estruturas estejam clarificados e estáveis.

Síntese das aulas

A tabela seguinte apresenta uma síntese das aulas, e logo após, na tabela 6.2 será mostrado um resumo de cada encontro com a estratégia didática, referencial teórico associado e a proposta de avaliação.

Aula	Tópico	Objetivos	Duração
1º encontro	Vantagem mecânica e a relação entre força e distância	Identificar situações no cotidiano em que se obtêm vantagens mecânicas e refletir sobre as relações existentes entre a aplicação da força e o ponto de giro.	2 aulas de 45 min cada
2º encontro	Proporcionalidade entre força e distância para gerar torque.	Fazer uma relação de proporcionalidade entre a força e a distância em relação ao ponto de aplicação da força com ferramentas de uso cotidiano.	2 aulas de 45 min cada
3º encontro	Simulações envolvendo equilíbrio e momento de uma força	Apresentar a equação de momento de uma força e relacioná-la a várias simulações na plataforma PHET em condições de equilíbrio ou para gerar torque.	2 aulas de 45 min cada
4º encontro	Revisão do conteúdo e resolução de exercícios envolvendo momento de uma força	Verificar a estabilidade dos subsunçores dos estudantes.	2 aulas de 45 min cada
5ª encontro	Avaliação da UEPS	Verificar o interesse pela matéria e pela metodologia utilizada para ensiná-la.	2 aulas de 45 min cada

Tabela 1.1: Tópicos, objetivos e duração de cada aula do produto educacional.

Fonte: Elaboração própria (2021).

Material a ser ensinado	Estratégia utilizada	Referencial associado	Proposta de avaliação
Vantagem mecânica	- Texto introdutório	- O texto como organizador prévio para mostrar os subsunçores por meio das repostas dos estudantes.	- Anotações do professor das respostas dos estudantes.
	- Roteiro de esboços envolvendo vantagem mecânica.	- O roteiro foi usado para analisar a estabilidade dos subsunçores.	- Apresentação dos esboços pelos integrantes do grupo
	- Grupos colaborativos	- A divisão de grupo promove a interação entre os alunos para melhor investigação	- Anotações das intervenções e participações, individuais ou manifestação do grupo.

Tabela 1.2: Tópicos, objetivos e duração de cada aula do produto educacional.

Fonte: Elaboração própria (2021).

No primeiro encontro, é importante fazer a sondagem dos subsunçores dos estudantes que irão participar do projeto. Na primeira aula, foi apresentado um texto introdutório como organizador prévio, cujo objetivo é auxiliar a integrar novos conhecimentos atrelados aos conhecimentos da estrutura cognitiva dos estudantes. Dessa forma, pode-se discutir os assuntos abordados pelo texto e avaliar quais subsunçores estavam relacionados ao material entregue. A avaliação foi feita pelo professor no momento da discussão dos estudantes.

Na segunda parte da aula, os estudantes dividiram-se em grupos colaborativos para que fizessem uma atividade de acordo com o roteiro entregue. Nessa atividade, os estudantes deveriam fazer esboços de diferentes situações (desenhos) das situações já discutidas e, a cada situação, aplicariam seus conhecimentos prévios de vetores representando forças. Nesse momento, o professor faria uma investigação para verificar a presença de subsunçores e a avaliação da interação do grupo. Os desenhos precisavam estar relacionados aos pontos de aplicação das forças e às distâncias em relação aos pontos de apoios.

A avaliação foi feita pela apresentação dos esboços e as explicações dadas pelos grupos. A seguir, são apresentados o texto utilizado, o plano de aula e o roteiro.

Referências

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S. Teorias da Aprendizagem e da Educação Contemporânea em Prática de Ensino: Ausubel e Lipman. **Revista do Professor de Física** – Brasília, vol. 2, n. 2 – 2018.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011a.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS, **Aprendizagem Significativa em Revista**, v 1, n. 2, 2011b.

Anexo I

Alavancas

Ao trocar o pneu de um carro utilizamos uma chave (chave de rodas em formato de L) que, em contato com a porca que prende a roda e estando sob a ação da força aplicada por nós, produz a rotação da porca, permitindo-nos a retirada da roda e a troca do pneu.

A retirada da porca com a chave citada torna-se mais fácil à medida que aumentamos o “braço” (tamanho) da chave, exigindo-nos menor quantidade de força para que possamos executar um mesmo trabalho.

Ações que executamos no cotidiano, como abrir uma porta, trocar o pneu de um carro utilizando uma “chave de rodas”, dentre outras circunstâncias, exigirá de nós menor quantidade de força se o braço da “alavanca” for aumentado.

Esta nova grandeza física associada ao movimento de rotação de um determinado corpo em razão da ação de uma força auxilia em tarefas do dia-a-dia, reduzindo o esforço mecânico.

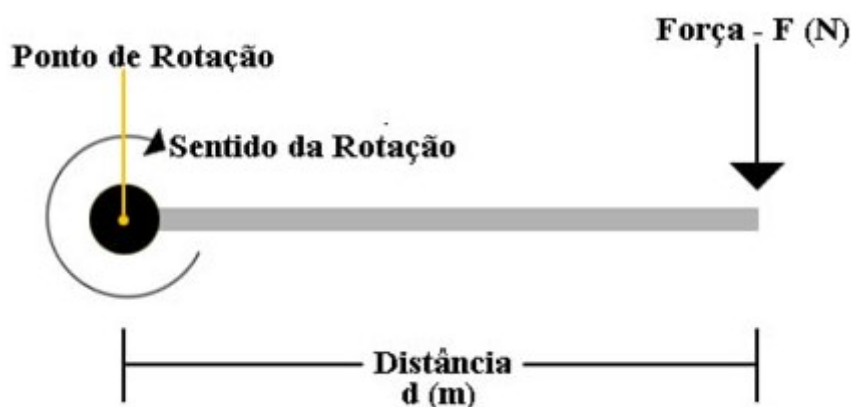


Figura 1.6 – A alavanca será rotacionada em virtude da aplicação da força F .

Fonte: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/momento-ou-torque-uma-forca.htm>> (modificado). Acesso em 10/11/2019.

Eis o conceito que justifica o motivo da maçaneta da porta de sua casa ficar longe da

dobradiça (polo), pois se estivesse próxima necessitaríamos de mais força para abri-la ou fechá-la.

Caso ainda tenha dúvida acerca das aplicações desta grandeza; tente abrir uma porteira aplicando a força bem próxima das dobradiças e verá o resultado.

Apêndice A

Plano de aula – 1º encontro

1. Identificação

Nível de ensino – Médio na modalidade PROEJA

Ano/série – Módulo I

Docente responsável – Mércio Nascimento de Lima

Modalidade – Presencial

Área de conhecimento – Física

Tema da aula – Momento de uma força

Título – Introdução da relação entre força e o giro de um corpo extenso

Duração prevista – 90 min (2 h/a)

2. Problema

Descobrir qual o conhecimento prévio que o aluno possui relacionado a redução do esforço mecânico associado a aplicação da força e o giro de um corpo extenso.

3. Objetivos

- Identificar situações no cotidiano que se obtém vantagens mecânicas.
- Refletir sobre as relações existentes entre a aplicação da força e o ponto de giro.

4. Conhecimento introdutório relevante

O aluno necessita de conhecimento prévio de como se representa um vetor e noção de força e distância.

5. Metodologia

A aula será dividida em dois tempos de 45 min. No primeiro momento os alunos terão que ler o texto Alavancas (2019) que foi modificada retirando a parte que envolvia as equações e os nomes do momento de uma força ou torque, considerando que a aula tem por objetivo identificar subsunçores relacionados as vantagens mecânicas.

Após a leitura do texto os alunos irão discutir em grupos colaborativos de no máximo 4 alunos situações que eles acham que podem envolver vantagens mecânicas. Após finalizada a discussão no pequeno grupo será entregue pelo professor uma atividade (anexa ao final deste plano de aula) em que os alunos terão que fazer esboços (desenhos) que envolvam estas situações discutidas, em que o aluno terá que aplicar seus conhecimentos prévios de vetores de força. Os desenhos devem relacionar os pontos de aplicação das forças e as distâncias em relação aos pontos de apoios.

Considerando a demora que envolveu as discussões nos pequenos grupos, a atividade proposta foi reduzida de 4 para 2 exemplos.

No segundo tempo da atividade um dos integrantes de cada pequeno grupo terá até 7 min para apresentar seus desenhos e as conclusões relacionadas as posições relativas ao afastamento ou aproximação das forças relativas ao ponto de giro, após apresentação os alunos podem intervir, com sugestões, dúvidas, críticas e elogios.

Nos últimos 15 min restantes, o professor fará um resumo de tudo que foi apresentado formalizando conceitos e representações, recolhendo o material feito pelos grupos para avaliações posteriores.

6. Recursos necessários

- Texto introdutório impresso – Alavancas (em anexo).
- Atividade impressa para cada aluno
- Pincel e quadro branco

7. Proposta de Avaliação

A proposta de avaliação será de uma avaliação mediadora levando o aluno a refletir a respeito da produção do seu próprio conhecimento. Introduzir uma perspectiva de ação avaliativa como mediação pela qual se encoraja o saber. Ação, movimento, provocação na tentativa da reciprocidade intelectual entre os elementos da ação educativa (Hoffmann, 2019). Neste contexto o professor não é só um mediador, mas

participa do processo na troca de ideias com os alunos coordenando suas ações e reorganizando-as, quando necessário.

(a) **Especificação dos elementos formais de avaliação**

Em um primeiro momento no pequeno grupo os estudantes devem expor suas ideias, quando serão avaliados pelo professor de forma individual, considerando que o professor deve estimular aqueles que não se sintam à vontade de se expor segundo Gonçalves e Ney (2010), diversas tarefas devem ser aplicadas sempre garantindo a espontaneidade do aluno ao realizá-las e toda produção deve ser valorizada. A divisão de pequenos grupos promove uma discussão mais espontânea considerando que ela não está hierarquizada pelo professor, deixando assim, o aluno mais a vontade com seus pares, na busca das melhores ideias a serem apresentadas, sendo mais uma forma do professor fazer a avaliação, agora do grupo.

Além das atividades em grupo, as tarefas também devem ser individuais porque a “avaliação mediadora” exige a observação individual de cada estudante. A diferença em relação ao esquema tradicional é que as tarefas devem ser menores e sucessivas, promovendo a investigação teórica e o entendimento, por parte do professor, das respostas apresentadas pelos estudantes. Como na teoria construtivista, o erro deve ter uma imagem mais positiva. Para alcançar o êxito em qualquer desafio apresentado, as pessoas tendem a aprimorar suas estratégias através da maior vivência de situações. Alguns erros podem ser descobertos e corrigidos pelos próprios alunos. Caso contrário, o professor pode auxiliá-los levando-os a pensar em soluções que antes não haviam pensado. (Gonçalves e Ney, 2010).

O professor deve anotar todas as observações feitas tanto individualmente quanto em grupo com a finalidade de acompanhar a evolução do aluno do decorrer do processo e avaliar cada crescimento e superação das dificuldades que vão aparecendo.

8. Referências bibliográficas

Alavancas. (modificado).

<<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/momento-ou-torque-uma-forca.htm>>

Acesso em 10/11/2019.

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S. Proposta de plano de aula para o ensino de física. *Physicae Organum*, v. 5, n. 1, p. 39-44, Brasília, 2019.

Gonçalves M. R. e Ney M. G. Contribuições da avaliação mediadora para a melhoria da qualidade da Educação. *Agenda Social*. v.4 , n.2, mai-ago / 2010, p. 96-98.

Offmann J. M. L. Avaliação Mediadora: Uma Relação Dialógica na Construção do Conhecimento.

Disponível em: <<http://www.dn.senai.br/competencia/src/contextualizacao/celia-avaliacaomediadoraJussaraHoffmam.pdf>>. Acesso em 05/11/2019.

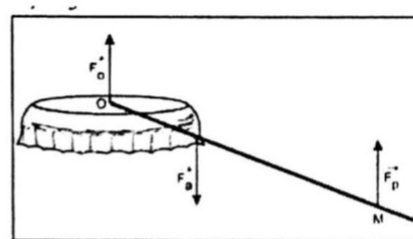
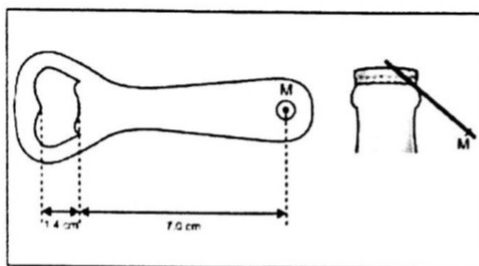
Apêndice B

Roteiro - 1º Encontro para confecção da UEPS – Sequência didática – Proeja

Grupo:

Dado o texto “Alavancas” e com base nas discussões relativas ao texto, façam dois esboços (desenhos) com exemplos do nosso cotidiano, envolvendo algumas tecnologias (dispositivos), na qual, podemos obter vantagem mecânica (diminuição de esforço ou força), indicando as forças por meio de vetores. Com seus respectivos pontos de aplicação, em relação ao ponto de apoio (giro), justificando caso se aproxime, ou se afaste do ponto de aplicação da força em relação a este ponto de giro.

Exemplo:



\vec{F}_D = força exercida pela pessoa que opera o abridor
 \vec{F}_a = força de reação que a tampinha exerce no abridor na região da borda da tampinha
 \vec{F}_o = força de reação que a tampinha exerce no abridor na região central da tampinha.

Esboço 1

Esboço 2

2º encontro

Material a ser ensinado	Estratégia utilizada	Referencial associado	Proposta de avaliação
Relação entre força e distância.	- Ferramentas de uso cotidiano para percepção da relação entre força e distância para obtenção de vantagem mecânica.	- Conceito de assimilação, que, é contrastado a outro mais inclusivo, já existente na estrutura cognitiva do indivíduo.	- Participações por meio de perguntas e respostas demonstram diferenciação progressiva.
	- Grupos colaborativos	- A divisão de grupo promove a interação entre os alunos para melhor investigação	- Anotações do professor das respostas dos estudantes.
	- Apresentação ao grande grupo	- Busca fazer uma grande comunidade de investigação.	- Apresentação dos esboços pelos integrantes do grupo

Tabela 1.3: Estratégia, referencial associado e proposta de avaliação - 2º encontro.

O segundo encontro destinou-se a fazer a relação entre força e distância, conforme objetivos e roteiros que se seguem. Como foi percebido por esse autor que os estudantes tinham como subsunçor a percepção de que a força era uma grandeza que gerava o torque, mas não a relacionavam à vantagem mecânica, do ponto de aplicação dessa força e à distância em relação ao ponto de giro, esse encontro se fez necessário por não ter ficado evidente esta relação no encontro anterior para o grupo pesquisado. No caso de reaplicação desse produto, se os envolvidos tiverem essa relação como subsunçor de forma clara e estável, poderá pular esse encontro e ir direto para o terceiro.

Apêndice C

Plano de aula – 2º encontro

1. Identificação

Nível de ensino – Médio na modalidade PROEJA

Ano/série – Módulo I

Docente responsável – Mércio Nascimento de Lima

Modalidade – Presencial

Área de conhecimento – Física

Tema da aula – Momento de uma força

Título – Percepção da relação da força aplicada em pontos distintos com ferramentas do cotidiano.

Duração prevista – 90 min (2 h/a)

2. Problema

Identificar se o aluno tem a percepção de que, para uma mesma ferramenta a força aplicada pode modificar dependendo do ponto de aplicação.

3. Objetivos

- Fazer uma relação de proporcionalidade entre a força e a distância em relação ao ponto de aplicação da força com ferramentas de uso cotidiano.

4. Conhecimento introdutório relevante

O aluno necessita de conhecimento prévio de força, distância e centro geométrico.

5. Metodologia

A turma será dividida em quatro grupos de no máximo 5 integrantes, de tal forma que cada grupo fará uma atividade disposta na bancada anexa a este plano de aula. Cada atividade terá um tempo de 20 minutos, após este tempo os grupos trocarão de bancada até completar todas as atividades propostas. Os 20 minutos finais serão para conclusões e análises das situações apresentadas com a explicação e fechamento do professor.

As quatro atividades propostas são para criar uma relação entre a força e o ponto de aplicação da força, sendo da seguinte maneira: Na bancada 1 teremos um alicate com mola de força elástica inicial constante, a atividade pede para o aluno pressionar em três pontos diferentes: extremidade, meio e próximo a mola, o aluno terá a percepção das intensidades das forças aplicadas em cada um desses pontos e terá que relacioná-la ao as distâncias destes pontos com a intensidade da força em caderno e individual. Depois todos os integrantes do grupo terão que fazer a mesma coisa e no final uma discussão em grupo para descrever na atividade a conclusão tirada pelo grupo.

Na bancada 2 os alunos terão que usar os cachimbos (ver figura no final deste plano) e uma régua de 60 cm para colocar em equilíbrio pesos diferentes em posições diferentes. Esta atividade é em grupo, pelo método de tentativa e erro colocam aleatoriamente os pesos sobre a régua que estará apoiada em seu centro de massa, suspensa e em equilíbrio estático. Ao colocar os cachimbos em cada lado da régua, com pesos diferentes, os alunos tirarão a régua da posição de equilíbrio, assim, devem posicionar os cachimbos com as distâncias convenientes em relação aos seus centros de massa e fazer a relação entre os pesos e estas distâncias em relação a este centro.

A bancada 3 é uma atividade em grupo, mas feita em dupla. Um aluno segura firme o extensor (ver figura no final deste plano) acoplado a chave de catraca, o outro aluno irá aplicar forças em três pontos diferentes na chave. À medida que se aplica as forças, ele pergunta ao colega se está fazendo mais ou menos esforço para o extensor não girar em cada uma das situações. Depois que todos os integrantes do grupo fizerem a mesma atividade colocar na atividade as percepções do grupo.

Na bancada 4, teremos um parafuso sextavado fixo e apertado adequadamente, sempre na mesma posição, cada integrante do grupo irá tentar tirar o parafuso apenas posicionando o dedo indicador na chave inglesa (ver figura na atividade no final deste plano de aula) e começando a aplicar a força próximo ao parafuso e afastando até

que ele sofra o giro, caso o aluno consiga aplicar esta força. Depois que todos os integrantes fizerem esta atividade colocam as conclusões do grupo.

Após todos os grupos realizarem o roteiro de todas as atividades, será aberto um espaço para exporem as conclusões mediado pelo professor. Ao final entregarão suas atividades para ser avaliada pelo professor.

6. Recursos necessários

- Roteiro com as atividades propostas para cada grupo.
- Régua rígida de 60 cm.
- Cachimbos sextavados para chave com catraca.
- Chave catraca.
- Chave inglesa.
- Alicates torque com mola.
- Extensor para chave de catraca.

7. Proposta de Avaliação

A proposta de avaliação será em duas etapas: uma avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) ao longo das atividades, buscando evidências de aprendizagem significativa em cada uma das situações propostas e a segunda será a clareza em que o grupo relatou as conclusões em cada etapa considerando parâmetros como coerência, organização das ideias e a conclusão de uma equação que relacione as grandezas envolvidas.

(a) Especificação dos elementos formais de avaliação

Na avaliação formativa, os alunos serão avaliados pelas discussões e a interpretação em realizar as situações propostas em cada experimento, observando os alunos de forma individual com suas propostas e conclusões em cada uma das situações valorizando cada produção, depois avaliando o grupo e suas discussões.

O professor anotará todas as observações feitas tanto individualmente quanto em grupo com a finalidade de acompanhar a evolução do aluno do decorrer do processo e avaliar cada crescimento e superação das dificuldades que vão aparecendo (MOREIRA, 2011).

A avaliação também será somativa buscando determinar se foi atingido o objetivo da atividade ao final de cada experimento.

8. Referências bibliográficas

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S. **Proposta de plano de aula para o ensino de física.**

Physicae Organum, v. 5, n. 1, p. 39-44, Brasília, 2019.

GONÇALVES, M. R.; NEY, M. G. Contribuições da avaliação mediadora para a melhoria da qualidade da Educação. **Agenda Social.** v. 4 , n. 2, p. 96-98, mai-ago, 2010.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, 43. 2011.

Apêndice D

2º encontro para confecção de uma Ueps – Proeja – módulo 1

Grupo:

Instruções:

- A turma será dividida em quatro grupos de no máximo 5 alunos;
- Cada grupo escolherá uma bancada e assim que finalizar as atividades propostas troca para outra bancada, até finalizar todas as atividades em cada bancada.
- Para cada atividade discutir com os integrantes do grupo e fazer as devidas anotações das conclusões encontradas.
- Ao final de todas as atividades apresentar para o grande grupo seus resultados para discussão e fechamento.

Bancada 1 – Alicates com molas

Aplicar uma força em três pontos do alicate (extremidade, meio e próximo ao ponto de giro) até que ele se feche e fazer a relação entre a força aplicada e o ponto de aplicação da força, comparando a intensidade da força aplicada em cada um dos pontos. Fazer as devidas anotações após discussão com os integrantes do grupo.

Bancada 2 – Extensor e chave inglesa (chave de boca)

Esta atividade será feita em dupla, mas todos os integrantes do grupo devem realizá-la.

Um dos alunos da dupla segura e extensor com força, sem deixar girar. Já o outro tenta girar a chave aplicando força em dois pontos da chave – próximo ao extensor e na extremidade oposta da chave. Os dois integrantes discutem em que posição precisaram fazer mais força para realizar a tarefa. Após realizar o experimento os dois integrantes trocam de posição. Todos os integrantes do grupo devem realizar a tarefa.

Ao finalizarem façam as devidas anotações em relação as conclusões do grupo.

Bancada 3 – Retirar uma “porca” devidamente apertada

Cada integrante do grupo deverá usar a chave inglesa para retirar o parafuso que deverá ser apertado pelo professor aplicando uma força com o dedo em três pontos da chave – extremidade, meio e próximo a porca. Caso consiga tirar o parafuso, explique para o grupo em qual situação a tarefa foi realizada com mais facilidade. Após todos os integrantes realizarem a tarefa façam as devidas conclusões.

Bancada 4- Condições de equilíbrio com os cachimbos.

Colocar a régua em equilíbrio sem nada sobre ela. Utilize qualquer objeto para realizar esta etapa. Depois utilizando os cachimbos sobre a bancada coloque-os sobre pontos opostos sobre a régua e anote suas posições e compare com suas massas (caso tenha dúvida, cada chave tem um número, quanto maior o número, maior a massa. Qual a relação encontrada entre a massa e a distância em relação ao ponto de equilíbrio? Faça as devidas anotações após discussão com o grupo.

Ao finalizarem aguardem todos os outros grupos para uma discussão geral.

Guardem todo o material das bancadas e entreguem as anotações ao professor para que seja feita as devidas avaliações.

3º encontro

Material a ser ensinado	Estratégia utilizada		Referencial associado	Proposta de avaliação
Equação de momento de uma força e condições de equilíbrio	Aula expositiva		Conceito de assimilação, que, é contrastado a outro mais inclusivo, já existente na estrutura cognitiva do indivíduo	Participações por meio de perguntas e respostas demonstram diferenciação progressiva.
	Plataforma Phet	Introdução	Assimilar os conceitos apresentados nos encontros anteriores	Correção da atividade em busca de evidências de aprendizagem significativa progressiva
		Laboratório de equilíbrio	Reconciliação entre as diferenças e semelhanças dos conceitos	
		Jogo		Avaliação somativa recursiva

Tabela 1.4: Quadro 4: Estratégia, referencial associado e proposta de avaliação - 3º encontro.

Nesse encontro, foi dada uma aula expositiva com organizador prévio, apresentado as equações de momento e condições de equilíbrio, para depois passar para as atividades. É importante que nesse primeiro momento o professor esteja atento as perguntas dos alunos e faça as anotações dos que possuem mais dificuldades para que possa acompanhar de perto no momento da atividade no PHET.

O professor poderá adequar seu roteiro atrelado aos subsunçores dos estudantes envolvidos, aumentando ou diminuindo o grau de dificuldade, e ainda com a possibilidade da a avaliação somativa na etapa “JOGO” escolher o nível adequado para turma.

Apêndice E

Plano de aula – 3º encontro

1. **Identificação** Nível de ensino – Médio na modalidade PROEJA

Ano/série – Módulo I

Docente responsável – Mércio Nascimento de Lima

Modalidade – Presencial

Área de conhecimento – Física

Tema da aula – Momento de uma força

Título – Simulações envolvendo equilíbrio do momento de uma força

Duração prevista – 90 min (2 h/a)

2. **Problema**

- Relacionar matematicamente força e braço em condições de equilíbrio ou não.

3. **Objetivos**

- Apresentar a equação de momento de uma força e relacioná-la a várias simulações na plataforma PHET em condições de equilíbrio ou para gerar torque.

4. **Conhecimento introdutório relevante**

- Relação entre força e distância para obter vantagem mecânica.

5. **Metodologia**

No início da aula o professor irá apresentar a equação de momento de uma força de maneira expositiva, utilizando as situações das aulas anteriores para que os alunos

descubram está relação. Depois, os alunos serão levados ao laboratório de informática para que individualmente façam simulações no PheT (PhysicsEducation Technology – site de simulações interativas da Universidade do Colorado: simulação balanço, link <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics> no qual serão encontradas três simulações interativas: introdução, laboratório de equilíbrio e jogo, com acesso no link movimento/balançando, que descrevem situações de demonstram equilíbrio e giro. Cada aluno seguirá o roteiro proposto pelo professor e fará suas anotações de forma individual. Após esta atividade, os alunos farão no PheT o laboratório de equilíbrio, uma atividade que exige mais raciocínio, aumentando gradativamente o nível de compreensão do conteúdo. Para Ausubel fica mais fácil o aluno organizar seus subsunçores em tópicos sequenciados de forma hierárquica. Por fim, será realizado o jogo, com simulações que envolvem 6 situações de dificuldades gradativas, e servirá como avaliação individual de cada aluno. Essa avaliação é de caráter somativo, na qual a cada situação o aluno terá que tomar uma decisão em relação ao problema apresentado. Para cada acerto na primeira tentativa ganhará 2 pontos, caso erre poderá tentar novamente, mas a pontuação será de 1 ponto, se errar novamente será dada a resposta para continuar jogando.

6. Recursos necessários

- Computador com acesso à internet (acessar a plataforma PHET)
- Roteiro da aula
- Quadro e pincel

7. Proposta de Avaliação

Conforme dito anteriormente, o site possui uma avaliação somativa; como não é adequado que a avaliação da aprendizagem significativa seja apenas somativa, serão solicitadas nas etapas de introdução e laboratório de equilíbrio, as anotações dos alunos, que serão consideradas como avaliação formativa. É importante que a avaliação seja recursiva (aproveitando o erro), possibilitando que o aluno refaça as tarefas de aprendizagem, nesse sentido a plataforma dá a oportunidade de refazer, mesmo que apenas uma vez.

(a) Especificação dos elementos formais de avaliação

Na avaliação formativa os alunos serão avaliados pelas anotações e os resultados das situações propostas no roteiro, observando os alunos de forma individual com suas perguntas e conclusões em cada uma das situações valorizando cada produção. A avaliação também será somativa buscando dentro da simulação jogo.

8. Referências bibliográficas

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S. **Proposta de plano de aula para o ensino de física.** Physicae Organum, v. 5, n. 1, p. 39-44, Brasília, 2019.

GONÇALVES, M. R.; NEY, M. G. Contribuições da avaliação mediadora para a melhoria da qualidade da Educação. **Agenda Social.** v. 4 , n. 2, p. 96-98, mai-ago, 2010.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, 43. 2011.

PHET. Simulações: **balançando**. Disponível em :<https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act_pt_BR.html>. Acesso em 16/07/2019.

Apêndice F

3º encontro

Realizar as atividades apresentadas a seguir na plataforma PHET

Aluno:

. Módulo I.

- A atividade será feita individualmente.
- Na plataforma PHET de seu computador abra a simulação balançando.
- Se algum aluno tiver dificuldade chame o professor.
- Todos os computadores já estão com a plataforma aberta.

Iremos dividir a aula em etapas. Na finalização de cada etapa passe para próxima sem aguardar que todos finalizem.

1ª etapa – **Simulação Balançando**

Na aba MOSTRAR marcar todos os itens – mostradores de massas, forças dos objetos e nível. Na aba POSIÇÃO clicar em régua.

Faça o que se pede:

Situação 1 – Coloque o extintor 1 m a direita do ponto de giro e a lixeira 1m a esquerda.

Descreva o ocorrido e justifique.

Situação 2 – Coloque a lixeira a 0,5 m do ponto de equilíbrio a direita e o extintor a 2 metros a esquerda.

Descreva o ocorrido e justifique.

Situação 3 – Coloque a lixeira a 0,75 m do ponto de giro e o extintor a 1,5m do lado oposto. Descreva o ocorrido e justifique.

2ª Etapa – Laboratório de Equilíbrio. Na aba MOSTRAR marcar todos os itens – mostradores de massas, forças dos objetos e nível. Na aba POSIÇÃO clicar em régua.

Situação 1 – Escolha dois tijolos quaisquer (desde que sejam diferentes) e os coloquem em posições opostas em relação ao ponto de giro em quaisquer distancias até que fiquem em equilíbrio estático.

Demostre a situação de equilíbrio por meio de cálculos.

Situação 2 – Coloque o tijolo de 20 kg a direita do ponto de giro e os tijolos de 5 kg e 10 kg a esquerda, até encontrar um ponto de equilíbrio.

Demonstre a situação de equilíbrio por meio da equação de momento.

3ª Etapa – Jogo

Clique no nível 1 do jogo e faça os seis desafios – após finalizar coloque a nota final no quadro abaixo e entregue este roteiro ao professor.

4º encontro

Material a ser ensinado	Estratégia utilizada	Referencial associado	Proposta de avaliação
Revisão	Vídeo “Máquinas simples e alavancas”	Consolidação – feedback sequencial e organizado	- Participações por meio de perguntas e respostas demonstram diferenciação progressiva.
	Lista de exercícios	Material potencialmente significativo - lista de exercícios aumentando, gradativamente, o grau de dificuldade dos exercícios	Discussão em sala da solução da lista com intervenções dos alunos e correção individual do material.

Tabela 1.5: Estratégia, referencial associado e proposta de avaliação - 4º encontro.

O vídeo foi escolhido por ser um resumo de todos os encontros anteriores, dando possibilidade dos alunos retroalimentarem os conceitos vistos e estabilizar os subsunçores. O feedback serve para clarificar, corrigir e confirmar por meio da revisão ou no decurso da exposição repetida, o material de aprendizagem. Depois, a lista de exercícios com atividades que aumentavam o grau de dificuldade de maneira hierárquica culminado em um problema envolvendo situação na construção civil. Serviu tanto como avaliação qualitativa, pois, foi corrigida em sala, dando oportunidade de rever as respostas dadas e tirar as dúvidas nesse momento, e ainda, como avaliação somativa.

Plano de aula - 4º encontro

1. Identificação Nível de ensino – Médio na modalidade PROEJA

Ano/série – Módulo I

Docente responsável – Mércio Nascimento de Lima

Modalidade – Presencial

Área de conhecimento – Física

Tema da aula – Momento de uma força

Título – Vídeo para consolidação da grandeza momento de uma força e lista de exercícios para estabilidade do material. Duração prevista – 90 min (2 h/a)

2. Problema

- Verificar se há estabilidade dos subsunçores dos alunos

3. Objetivos

- Verificar se houve indícios de aprendizagem significativa por meio de aplicação de problemas que envolvem o conceito de momento de uma força.

4. Conhecimento introdutório relevante

- Equação do momento de uma força e condições de equilíbrio de um corpo extenso.

5. Metodologia

Vídeo introdutório “máquinas simples e alavancas” para fazer um apanhado de tudo que foi visto nos encontros anteriores e uma lista de exercícios com grau de dificuldade crescente no nível de aprendizagem de alunos do ensino básico da disciplina física aplicada.

6. Recursos necessários

- Projetor e computador
- Internet
- Lista de exercícios
- Quadro e pincel

7. Proposta de Avaliação

Ao assistir ao vídeo os alunos farão intervenções durante a apresentação mostrando as semelhanças entre o que foi feito nos encontros anteriores e o que está sendo apresentado no vídeo.

A lista de exercícios será avaliada individualmente pelo professor no decorrer da solução com intervenções individuais e coletivas quando assim achar necessário. Após término da resolução será recolhida para correção e apresentado seu resultado no próximo encontro.

- (a) **Especificação dos elementos formais de avaliação** A cada intervenção dos alunos, eles serão avaliados de maneira individual com anotações feitas pelo professor. Na resolução da lista, serão feitas perguntas relativas as dúvidas para que o próprio aluno construa sua resposta. Finalmente, haverá mais uma avaliação somativa, que é a própria correção da lista.

8. Referências bibliográficas

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S. **Proposta de plano de aula para o ensino de física**. *Physicae Organum*, v. 5, n. 1, p. 39-44, Brasília, 2019.

MÁQUINAS SIMPLES E ALAVANCAS. Youtube. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=SL7bxTDh1Ew>>. 13 de abril de 2016.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 43. 2011.

Apêndice G

Plano de aula – 4º encontro

1. Identificação

Nível de ensino – Médio na modalidade PROEJA

Ano/série – Módulo I

Docente responsável – Mércio Nascimento de Lima

Modalidade – Presencial

Área de conhecimento – Física

Tema da aula – Momento de uma força

Título – Vídeo para consolidação da grandeza momento de uma força e lista de exercícios para estabilidade do material. Duração prevista – 90 min (2 h/a)

2. Problema

- Verificar se há estabilidade dos subsunçores dos alunos

3. Objetivos

- Verificar se houve indícios de aprendizagem significativa por meio de aplicação de problemas que envolvem o conceito de momento de uma força.

4. Conhecimento introdutório relevante

- Equação do momento de uma força e condições de equilíbrio de um corpo extenso.

5. Metodologia

Vídeo introdutório “máquinas simples e alavancas” para fazer um apanhado de tudo que foi visto nos encontros anteriores e uma lista de exercícios com grau de dificuldade

crescente no nível de aprendizagem de alunos do ensino básico da disciplina física aplicada.

6. Recursos necessários

- Projetor e computador
- Internet
- Lista de exercícios
- Quadro e pincel

7. **Proposta de Avaliação** Ao assistir ao vídeo os alunos farão intervenções durante a apresentação mostrando as semelhanças entre o que foi feito nos encontros anteriores e o que está sendo apresentado no vídeo.

A lista de exercícios será avaliada individualmente pelo professor no decorrer da solução com intervenções individuais e coletivas quando assim achar necessário. Após término da resolução será recolhida para correção e apresentado seu resultado no próximo encontro.

- (a) As cada intervenção dos alunos, eles serão avaliados de maneira individual com anotações feitas pelo professor. Na resolução da lista serão feitas perguntas relativas as dúvidas para que o próprio aluno construa sua resposta. A finalmente terá mais uma avaliação somativa que é a própria correção da lista.

8. Referências bibliográficas

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S. **Proposta de plano de aula para o ensino de física.** Physicae Organum, v. 5, n. 1, p. 39-44, Brasília, 2019.

MÁQUINAS SIMPLES E ALAVANCAS. Youtube. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=SL7bxTDh1Ew>. 13 de abril de 2016.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, 43. 2011.

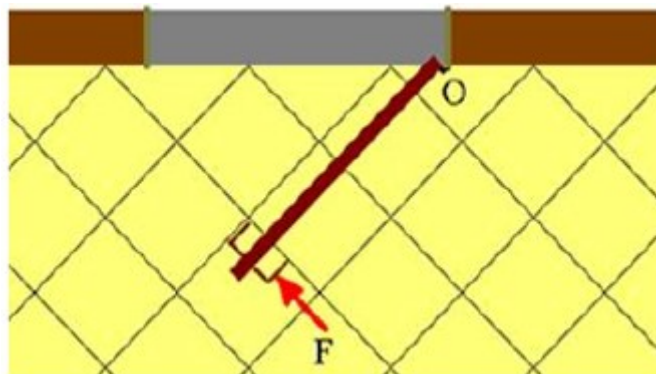
Apêndice H

Lista de exercícios - 4º encontro

Turma PROEJA – Técnico em edificações

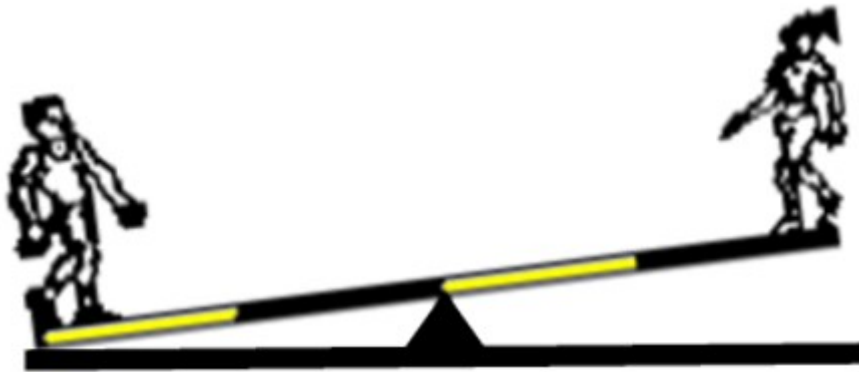
Aluno:

1. Suponha que para fechar uma porta de 0,8 metros de largura, uma pessoa aplica perpendicularmente a ela uma força de 3 N, como mostra a figura abaixo. Determine o momento dessa força em relação ao eixo O e o sentido do giro visto por um observador olhando para esta folha.

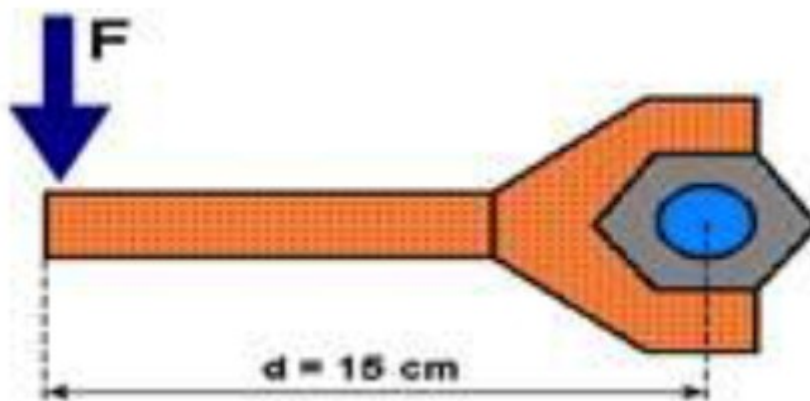


Fonte: <<https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-momento-uma-forca.htm>>. Acesso em 18/11/2019.

2. Um rapaz de 100 kg e uma garota de 50 kg estão em uma gangorra conforme figura abaixo, descreva qual a condição para que a gangorra fique na posição horizontal, indicando por meio de vetores, com intensidade proporcional ao peso de cada um.



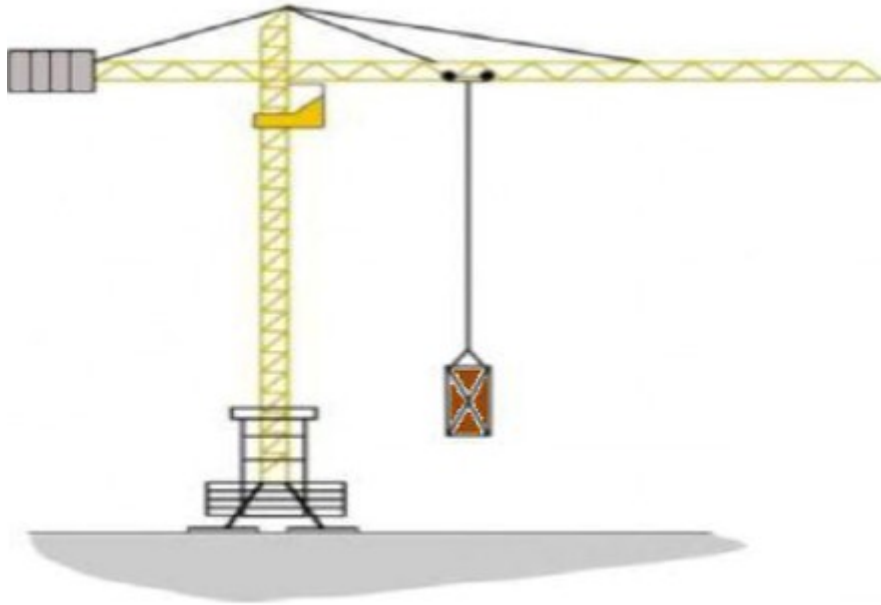
3. A figura representa a força aplicada na vertical, sobre uma chave de boca. O ponto de aplicação da força dista 15 cm do centro da porca e o módulo da força máxima aplicada é $F = 600\text{ N}$. Nesta situação, determine o momento da força necessário para que uma pessoa esteja próxima de desatarraxar a porca.



4. (UFRRJ-RJ) Na figura abaixo, suponha que o menino esteja empurrando a porta com uma força $F_m = 5\text{ N}$, atuando a uma distância 2 m das dobradiças (eixo de rotação), e que o homem exerça uma força $F_h = 80\text{ N}$, a uma distância de 10 cm do eixo de rotação.



Nestas condições, pode-se afirmar que:



- (a) a porta estaria girando no sentido de ser fechada.
- (b) a porta estaria girando no sentido de ser aberta.
- (c) a porta não gira em nenhum sentido.
- (d) o valor do momento aplicado à porta pelo homem é maior que o valor do momento aplicado pelo menino.
- (e) a porta estaria girando no sentido de ser fechada, pois a massa do homem é maior que a massa do menino

Justifique sua resposta.

5. (FCM-PB - Modificado) O guindaste (também chamado de grua e, nos navios, pau de carga) é um equipamento utilizado para a elevação e a movimentação de cargas e materiais pesados, assim como a ponte rolante a partir do princípio da física no qual uma ou mais máquinas simples criam vantagem mecânica para mover cargas além da capacidade humana. São comumente empregados nas indústrias, terminais portuários e aeroportuários, onde se exige grande mobilidade.

no manuseio de cargas e transporte de uma fonte primária à embarcação, trem ou elemento de transporte primário, ou mesmo avião, para uma fonte secundária, um veículo de transportes ou depósitos locais. Podem descarregar e carregar contêineres, organizar material pesado em grandes depósitos, movimentação de cargas pesadas na construção civil e as conhecidas pontes rolantes ou guindastes móveis muito utilizados nas indústrias de laminação e motores pesados.

Um aluno, de posse de um simulador, projeta a Grua acima com as seguintes características: o braço maior da Grua tem comprimento de 16 metros, o braço menor, 4 m; o contrapeso na extremidade do braço menor tem uma massa equivalente a 0,5 toneladas, cujo centro de massa coincide com a extremidade do braço menor. A barra horizontal possui massa desprezível e a barra vertical está rigidamente fixada. De acordo com o projeto acima descrito, calcule o peso máximo que essa Grua poderá levantar sem tombar sem sofrer deflexão.