



caderno do
PROFESSOR

FÍSICA

ensino médio
1ª SÉRIE
volume 2 - 2009



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador
José Serra

Vice-governador
Alberto Goldman

Secretário da Educação
Paulo Renato Souza

Secretário-adjunto
Guilherme Bueno de Camargo

Chefe de Gabinete
Fernando Padula

Coordenadora de Estudos e Normas
Pedagógicas
Valéria de Souza

Coordenador de Ensino da Região
Metropolitana da Grande São Paulo
José Benedito de Oliveira

Coordenadora de Ensino do Interior
Rubens Antonio Mandetta

Presidente da Fundação para o
Desenvolvimento da Educação – FDE
Fábio Bonini Simões de Lima

EXECUÇÃO

Coordenação Geral
Maria Inês Fini

Concepção
Guiomar Namó de Mello
Lino de Macedo
Luís Carlos de Menezes
Maria Inês Fini
Ruy Berger

GESTÃO

Fundação Carlos Alberto Vanzolini
Presidente do Conselho Curador:
Antonio Rafael Namur Muscat

Presidente da Diretoria Executiva:
Mauro Zilbovicius

**Diretor de Gestão de Tecnologias
aplicadas à Educação:**
Guilherme Ary Plonski

Coordenadoras Executivas de Projetos:
Beatriz Scavazza e Angela Sprenger

COORDENAÇÃO TÉCNICA

CENP – Coordenadoria de Estudos e Normas
Pedagógicas

Coordenação do Desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos e dos Cadernos dos Professores

Ghisleine Trigo Silveira

AUTORES

Ciências Humanas e suas Tecnologias

Filosofia: Paulo Miceli, Luiza Christov,
Adilton Luís Martins e Renê José Trentin Silveira

Geografia: Angela Corrêa da Silva, Jaime Tadeu
Oliva, Raul Borges Guimarães, Regina Araujo,
Regina Célia Bega dos Santos e Sérgio Adas

História: Paulo Miceli, Diego López Silva,
Glaydson José da Silva, Mônica Lungov Bugelli
e Raquel dos Santos Funari

Sociologia: Heloisa Helena Teixeira de Souza
Martins, Marcelo Santos Masset Lacombe,
Melissa de Mattos Pimenta e Stella Christina
Schrijnemaekers

Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Biologia: Ghisleine Trigo Silveira, Fabiola Bovo
Mendonça, Felipe Bandoni de Oliveira, Lucilene
Aparecida Esperante Limp, Maria Augusta
Querubim Rodrigues Pereira, Olga Aguiar Santana,
Paulo Roberto da Cunha, Rodrigo Venturoso
Mendes da Silveira e Solange Soares de Camargo

Ciências: Ghisleine Trigo Silveira, Cristina
Leite, João Carlos Miguel Tomaz Micheletti Neto,
Julio César Foschini Lisbôa, Lucilene Aparecida
Esperante Limp, Maira Batistoni e Silva, Maria
Augusta Querubim Rodrigues Pereira, Paulo
Rogério Miranda Correia, Renata Alves Ribeiro,
Ricardo Rechi Aguiar, Rosana dos Santos Jordão,
Simone Jaconetti Ydi e Yassuko Hosoume

Física: Luis Carlos de Menezes, Sonia Salem,
Estevam Rouxinol, Guilherme Brockington, Ivã
Gurgel, Luís Paulo de Carvalho Piassi, Marcelo de
Carvalho Bonetti, Maurício Pietrocola Pinto de
Oliveira, Maxwell Roger da Purificação Siqueira e
Yassuko Hosoume

Química: Denilse Morais Zambom, Fabio Luiz de
Souza, Hebe Ribeiro da Cruz Peixoto, Isis Valença
de Sousa Santos, Luciane Hiromi Akahoshi,
Maria Eunice Ribeiro Marcondes, Maria Fernanda
Penteado Lamas e Yvone Mussa Esperidião

Linguagens, Códigos e suas Tecnologias

Arte: Geraldo de Oliveira Suzigan, Gisa Picosque,
Jéssica Mami Makino, Mirian Celeste Martins e
Sayonara Pereira

Educação Física: Adalberto dos Santos Souza,
Jocimar Daolio, Luciana Venâncio, Luiz Sanches
Neto, Mauro Betti e Sérgio Roberto Silveira

LEM – Inglês: Adriana Ranelli Weigel Borges,
Alzira da Silva Shimoura, Livia de Araújo Donnini
Rodrigues, Priscila Mayumi Hayama e Sueli Salles
Fidalgo

Língua Portuguesa: Alice Vieira, Débora Mallet
Pezarim de Angelo, Eliane Aparecida de Aguiar,
José Luís Marques López Landeira e João Henrique
Nogueira Mateos

Matemática

Matemática: Nilson José Machado, Carlos
Eduardo de Souza Campos Granja, José Luiz
Pastore Mello, Roberto Perides Moisés, Rogério
Ferreira da Fonseca, Ruy César Pietropaolo e
Walter Spinelli

Caderno do Gestor

Lino de Macedo, Maria Eliza Fini e Zuleika de Felice
Murrrie

Equipe de Produção

Coordenação Executiva: Beatriz Scavazza

Assessores: Alex Barros, Antonio Carlos Carvalho,
Beatriz Blay, Carla de Meira Leite, Eliane Yambanis,
Heloisa Amaral Dias de Oliveira, José Carlos
Augusto, Luiza Christov, Maria Eloisa Pires Tavares,
Paulo Eduardo Mendes, Paulo Roberto da Cunha,
Pepita Prata, Renata Elsa Stark, Solange Wagner
Locatelli e Vanessa Dias Moretti

Equipe Editorial

Coordenação Executiva: Angela Sprenger

Assessores: Denise Blanes, Luis Márcio Barbosa

Projeto Editorial: Zuleika de Felice Murrrie

Edição e Produção Editorial: Conexão Editorial,
Aeroestúdio, Verba Editorial e Occy Design
(projeto gráfico).

APOIO

FDE – Fundação para o Desenvolvimento
da Educação

CTP, Impressão e Acabamento

Esdeva Indústria Gráfica

A Secretaria da Educação do Estado de São Paulo autoriza a reprodução do conteúdo do material de sua titularidade pelas demais secretarias de educação do país, desde que mantida a integridade da obra e dos créditos, ressaltando que direitos autorais protegidos* deverão ser diretamente negociados com seus próprios titulares, sob pena de infração aos artigos da Lei nº 9.610/98.

* Constituem "direitos autorais protegidos" todas e quaisquer obras de terceiros reproduzidas no material da SEE-SP que não estejam em domínio público nos termos do artigo 41 da Lei de Direitos Autorais.

Catálogo na Fonte: Centro de Referência em Educação Mario Covas

S239c São Paulo (Estado) Secretaria da Educação.

Caderno do professor: física, ensino médio - 1ª série, volume 2 / Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; equipe, Guilherme Brockington, Estevam Rouxinol, Ivã Gurgel, Luís Paulo de Carvalho Piassi, Marcelo de Carvalho Bonetti, Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira, Maxwell Roger da Purificação Siqueira, Yassuko Hosoume. – São Paulo : SEE, 2009.

ISBN 978-85-7849-261-8

1. Física 2. Ensino Médio 3. Estudo e ensino I. Fini, Maria Inês. II. Brockington, Guilherme. III. Rouxinol, Estevam. IV. Gurgel, Ivã. V. Piassi, Luís Paulo de Carvalho. VI. Bonetti, Marcelo de Carvalho. VII. Oliveira, Maurício Pietrocola Pinto de. VIII. Siqueira, Maxwell Roger da Purificação. IX. Hosoume, Yassuko. X. Título.

CDU: 373.5:53



Prezado(a) professor(a),

Vinte e cinco anos depois de haver aceito o convite do nosso saudoso e querido Governador Franco Montoro para gerir a Educação no Estado de São Paulo, novamente assumo a nossa Secretaria da Educação, convocado agora pelo Governador José Serra. Apesar da notória mudança na cor dos cabelos, que os vinte e cinco anos não negam, o que permanece imutável é o meu entusiasmo para abraçar novamente a causa da Educação no Estado de São Paulo. Entusiasmo alicerçado na visão de que a Educação é o único caminho para construirmos um país melhor e mais justo, com oportunidades para todos, e na convicção de que é possível realizar grandes mudanças nesta área a partir da ação do poder público.

Nos anos 1980, o nosso maior desafio era criar oportunidades de educação para todas as crianças. No período, tivemos de construir uma escola nova por dia, uma sala de aula a cada três horas para dar conta da demanda. Aliás, até recentemente, todas as políticas recomendadas para melhorar a qualidade do ensino concentravam-se nas condições de ensino, com a expectativa de que viessem a produzir os efeitos desejados na aprendizagem dos alunos. No Brasil e em São Paulo, em particular, apesar de não termos atingido as condições ideais em relação aos meios para desenvolvermos um bom ensino, o fato é que estamos melhor do que há dez ou doze anos em todos esses quesitos. Entretanto, os indicadores de desempenho dos alunos não têm evoluído na mesma proporção.

O grande desafio que hoje enfrentamos é justamente esse: melhorar a qualidade de nossa educação pública medida pelos indicadores de proficiência dos alunos. Não estamos sós neste particular. A maioria dos países, inclusive os mais desenvolvidos, estão lidando com o mesmo tipo de situação. O Presidente Barack Obama, dos Estados Unidos, dedicou um dos seus primeiros discursos após a posse para destacar exatamente esse mesmo desafio em relação à educação pública em seu país.

Melhorar esses indicadores, porém, não é tarefa de presidentes, governadores ou secretários. É dos professores em sala de aula no trabalho diário com os seus alunos. Este material que hoje lhe oferecemos busca ajudá-lo nesta sua missão. Foi elaborado com a ajuda de especialistas e está organizado em bimestres. O Caderno do Professor oferece orientação completa para o desenvolvimento das Situações de Aprendizagem propostas para cada disciplina.

Espero que este material lhe seja útil e que você leve em consideração as orientações didático-pedagógicas aqui contidas. Estaremos atentos e prontos para esclarecer suas dúvidas e acatar suas sugestões para melhorar a eficácia deste trabalho.

Alcançarmos melhores indicadores de qualidade em nosso ensino é uma questão de honra para todos nós. Juntos, haveremos de conduzir nossas crianças e jovens a um mundo de melhores oportunidades por meio da educação.

Paulo Renato Souza

Secretário da Educação do Estado de São Paulo





SUMÁRIO

São Paulo faz escola – Uma Proposta Curricular para o Estado	5
Ficha do Caderno	7
Orientação sobre os conteúdos do bimestre	8
Tema 1 – Trabalho e energia mecânica	9
Situação de Aprendizagem 1 – Formas de energia envolvidas em movimentos do cotidiano	10
Situação de Aprendizagem 2 – Conservação de energia em sistemas do cotidiano	15
Situação de Aprendizagem 3 – Riscos da alta velocidade em veículos	18
Grade de Avaliação	24
Propostas de questões para aplicação em avaliação	25
Tema 2 – Equilíbrio estático e dinâmico	29
Situação de Aprendizagem 4 – A evolução das máquinas mecânicas	30
Situação de Aprendizagem 5 – Avaliando situações de equilíbrio estático	34
Situação de Aprendizagem 6 – O torque em situações de equilíbrio	38
Situação de Aprendizagem 7 – Ampliação de forças: Aumentando o deslocamento nas realizações de trabalho	41
Grade de Avaliação	45
Propostas de questões para aplicação em avaliação	47
Propostas de Situação de Recuperação	51
Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão do tema	53
Considerações Finais	55





SÃO PAULO FAZ ESCOLA – UMA PROPOSTA CURRICULAR PARA O ESTADO

Prezado(a) professor(a),

É com muita satisfação que apresento a todos a versão revista dos Cadernos do Professor, parte integrante da Proposta Curricular de 5ª a 8ª séries do Ensino Fundamental – Ciclo II e do Ensino Médio do Estado de São Paulo. Esta nova versão também tem a sua autoria, uma vez que inclui suas sugestões e críticas, apresentadas durante a primeira fase de implantação da proposta.

Os Cadernos foram lidos, analisados e aplicados, e a nova versão tem agora a medida das práticas de nossas salas de aula. Sabemos que o material causou excelente impacto na Rede Estadual de Ensino como um todo. Não houve discriminação. Críticas e sugestões surgiram, mas em nenhum momento se considerou que os Cadernos não deveriam ser produzidos. Ao contrário, as indicações vieram no sentido de aperfeiçoá-los.

A Proposta Curricular não foi comunicada como dogma ou aceite sem restrição. Foi vivida nos Cadernos do Professor e compreendida como um texto repleto de significados, mas em construção. Isso provocou ajustes que incorporaram as práticas e consideraram os problemas da implantação, por meio de um intenso diálogo sobre o que estava sendo proposto.

Os Cadernos dialogaram com seu público-alvo e geraram indicações preciosas para o processo de ensino-aprendizagem nas escolas e para a Secretaria, que gerencia esse processo.

Esta nova versão considera o “tempo de discussão”, fundamental à implantação da Proposta Curricular. Esse “tempo” foi compreendido como um momento único, gerador de novos significados e de mudanças de ideias e atitudes.





Os ajustes nos Cadernos levaram em conta o apoio a movimentos inovadores, no contexto das escolas, apostando na possibilidade de desenvolvimento da autonomia escolar, com indicações permanentes sobre a avaliação dos critérios de qualidade da aprendizagem e de seus resultados.

Sempre é oportuno lembrar que os Cadernos espelharam-se, de forma objetiva, na Proposta Curricular, referência comum a todas as escolas da Rede Estadual, revelando uma maneira inédita de relacionar teoria e prática e integrando as disciplinas e as séries em um projeto interdisciplinar por meio de um enfoque filosófico de Educação que definiu conteúdos, competências e habilidades, metodologias, avaliação e recursos didáticos.

Esta nova versão dá continuidade ao projeto político-educacional do Governo de São Paulo, para cumprir as dez metas do Plano Estadual de Educação, e faz parte das ações propostas para a construção de uma escola melhor.

O uso dos Cadernos em sala de aula foi um sucesso! Estão de parabéns todos os que acreditaram na possibilidade de mudar os rumos da escola pública, transformando-a em um espaço, por excelência, de aprendizagem. O objetivo dos Cadernos sempre será apoiar os professores em suas práticas de sala de aula. Posso dizer que esse objetivo foi alcançado, porque os docentes da Rede Pública do Estado de São Paulo fizeram dos Cadernos um instrumento pedagógico com vida e resultados.

Conto mais uma vez com o entusiasmo e a dedicação de todos os professores, para que possamos marcar a História da Educação do Estado de São Paulo como sendo este um período em que buscamos e conseguimos, com sucesso, reverter o estigma que pesou sobre a escola pública nos últimos anos e oferecer educação básica de qualidade a todas as crianças e jovens de nossa Rede. Para nós, da Secretaria, já é possível antever esse sucesso, que também é de vocês.

Bom ano letivo de trabalho a todos!

Maria Inês Fini

Coordenadora Geral
Projeto São Paulo Faz Escola





FICHA DO CADERNO

Movimentos: variações e conservações

Nome da disciplina:	Física
Área:	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
Etapa da educação básica:	Ensino Médio
Série:	1 ^a
Período letivo:	2 ^o bimestre de 2009
Temas e conteúdos:	<p>Energia envolvida na variação dos movimentos que se realizam no cotidiano</p> <p>Trabalho de uma força como medida de variação do movimento</p> <p>Conservação da energia mecânica para fazer análises, previsões e avaliações de situações cotidianas que envolvem movimentos</p> <p>Leis de Newton na análise dos equilíbrios</p> <p>Amplificação de força em ferramentas, instrumentos e máquinas</p> <p>Evolução histórica dos processos de utilização do trabalho mecânico</p>



O RIENTAÇÃO SOBRE OS CONTEÚDOS DO BIMESTRE

As Situações de Aprendizagem deste Caderno possibilitam o trabalho com os temas propostos para o 2º bimestre, dando continuidade ao estudo das variações e conservações dos movimentos. Terminamos o 1º bimestre analisando a conservação da quantidade de movimento linear e sua relação com as leis de Newton, reconhecendo-as como ferramenta para análise vetorial e espacial do movimento. Iniciamos o 2º bimestre focalizando mais uma lei de conservação, a da energia, que vem complementar o estudo do movimento no seu aspecto escalar e temporal. Em seguida, o equilíbrio estático é o tema de estudo para a compreensão das condições particulares dos movimentos de translação e de rotação. Por fim, a amplificação de força é analisada por meio das leis físicas que a possibilitam, como a conservação do trabalho de uma força.

Seguindo a mesma orientação do bimestre anterior, várias Situações de Aprendizagem começam com um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, em termos de conceitos e de representações linguísticas. Esse procedimento possibilita desenvolver competências no domínio da linguagem por meio da reconstrução de conceitos e da adequação da linguagem matemática e científica, sendo também uma oportunidade para que você faça adequações de seu programa a partir das concepções que os alunos trazem sobre o tema a ser trabalhado.

A representação gráfica de dados experimentais e a redação de síntese de experiência são também atividades que valorizam as competências de construção de linguagem e de investigação científica.

Construir e aplicar conceitos para a compreensão de fenômenos naturais, tomar decisões e enfrentar situações-problema são também com-

petências valorizadas nas Situações de Aprendizagem que solicitam a participação do aluno na solução das questões. Ao mesmo tempo, procura-se promover o uso de conhecimentos e informações na construção de argumentação consistente, como é o caso da atividade que propõe a avaliação de uma perícia técnica da colisão de um veículo após uma freada. Também se busca desenvolver a avaliação crítica de situações, recorrendo aos conhecimentos desenvolvidos, como na atividade que discute os impactos sociais, as vantagens e as desvantagens da evolução tecnológica de máquinas mecânicas. As estratégias utilizadas para o desenvolvimento dessas competências foram escolhidas de forma a valorizar a ação e a autonomia do aluno e a interação dinâmica dos alunos com o professor e entre os alunos.

Este Caderno está dividido em duas partes: a primeira, com o tema trabalho e energia mecânica, é composta por três Situações de Aprendizagem, e a segunda, com o tema equilíbrio estático e dinâmico, é desenvolvida em quatro Situações de Aprendizagem.

Em relação aos procedimentos de avaliação, optou-se por diagnosticar o desenvolvimento de competências e habilidades específicas da Física, bem como aquelas gerais de leitura e escrita. Para isso, as avaliações propiciam situações-problema em que o aluno utilize os conhecimentos adquiridos para destacar variáveis relevantes, obter informações e utilizá-las em contextos adequados, interpretar códigos e linguagens, tomar decisões autônomas pautadas por princípios científicos, posicionar-se frente a problemas socialmente relevantes, e expressar-se de forma adequada por meio da linguagem formal da Física.

Bom trabalho!



TEMA 1 – TRABALHO E ENERGIA MECÂNICA

O estudo de movimentos tem grande relevância social e por isso se destaca além de sua importância na Física. Veículos, máquinas e equipamentos, muitas vezes, são concebidos e construídos a partir dos princípios da Mecânica e sua evolução promove mudanças sociais e econômicas de grande impacto no comportamento humano e na sociedade, de forma que se torna impossível pensá-los sem conceitos associados ao movimento.

O estudo da energia mecânica envolvida em todo tipo de movimento, sua conservação, sua transformação e sua dissipação em outras formas de energia, é de grande relevância. A conservação da energia é um dos pilares estruturadores da Física atual e, ainda que seja um conceito abstrato, cuja compreensão não é trivial, pode ser acessível por meio de situações concretas em que se manifesta e se transforma.

O princípio geral da conservação da energia e a aproximação por conservação da energia mecânica são úteis para a solução de problemas relativos ao estudo dos movimentos, desde os astronômicos até os microscópicos, passando por aqueles do cotidiano.

Apresentação da proposta

O conceito de energia necessita de muitos exemplos e aplicações em situações reais para que se torne significativo para o aluno. Ao mesmo tempo, sobre ele existem concepções diversas além da científica, sejam do senso comum, da filosofia, da religião, dentre outras, o que torna importante explicitar e levar em conta os conhecimentos e concepções que os alunos trazem de sua vida cotidiana ou mesmo escolar.

Por isso, propomos iniciar o bimestre reconhecendo a energia em situações presentes em nosso dia a dia, a fim de identificar suas fontes e as formas como se manifestam em movimentos diversos.

O conceito de trabalho de uma força é estudado na transformação da energia mecânica em sistemas conservativos, como na queda livre, e em sistemas não conservativos, como na dissipação da energia mecânica por atrito. Terá destaque o trabalho da força de atrito em freadas de veículos, a partir do qual se pode avaliar, por exemplo, o risco envolvido nos movimentos em altas velocidades.

A primeira Situação de Aprendizagem trata do levantamento e da caracterização das formas de energia envolvidas nos movimentos e nas variações que ele sofre, propiciando a identificação e a classificação de fontes de energia presentes em nosso cotidiano.

Em seguida, focaliza-se a componente cinética e potencial de energia mecânica, por meio de um experimento.

A segunda Situação de Aprendizagem, trata de um sistema em que também se pode adotar a aproximação por conservação da energia mecânica, por meio da conversão de energia potencial gravitacional em cinética, utilizando a análise de um bate-estaca em um movimento em queda livre.

Na terceira Situação, avaliam-se casos de frenagem de um automóvel, em que a energia mecânica é convertida em outra forma de energia por meio do trabalho da força de atrito.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1

FORMAS DE ENERGIA ENVOLVIDAS EM MOVIMENTOS DO COTIDIANO

Esta Situação de Aprendizagem introduz qualitativamente os conceitos de energia cinética e de energia potencial elástica, bem como as transformações entre formas de energia.

Por se tratar da primeira Situação de Aprendizagem do bimestre propõe-se, no início, um exercício de sensibilização, que consta do levantamento de como se produz ou se altera movimentos e quais as fontes de energia envolvidas nesses processos. A partir desse reconhecimento, passa-se a classificar as fontes de energia envolvidas na produção ou alteração de um movimento. Esse procedimento é

relevante por propiciar que os alunos expressem conhecimentos, informações e concepções prévias acerca do tema a ser trabalhado, bem como por possibilitar a participação deles na organização dos assuntos e conteúdos que serão estudados, tendo como ponto central o conceito de energia.

Em seguida, propõe-se a montagem e a realização de um experimento, no qual ocorrem tanto a transformação de energia cinética em potencial elástica, pelo trabalho da força elástica, quanto de energia mecânica em energia térmica, pelo trabalho da força de atrito.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: fontes e transformações de energia em situações que envolvem movimentos; conversão de energia potencial elástica em energia cinética; energia mecânica e sua identificação em movimentos reais.

Competências e habilidades: utilizar linguagem científica adequada para descrever movimentos em situações cotidianas; identificar movimentos no cotidiano, reconhecendo as fontes e transformações de energia envolvidas em suas variações; identificar variáveis relevantes, elaborar hipóteses, estabelecer relações e interpretar observações ou resultados de um experimento; identificar regularidades, invariantes e transformações na análise experimental de fenômenos físicos.

Estratégias: levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes com sistematização em grande grupo; realização, interpretação, sistematização e relato de experimento.

Recursos: roteiro de atividade em grupo; material para atividade experimental: uma lata vazia (de achocolatado, leite em pó, refrigerante, suco ou semelhante), elásticos, dois pregos (ou palitos de dentes) e um parafuso com porca.

Avaliação: avaliar a participação dos alunos por meio da variedade e da qualidade de suas manifestações sobre as fontes de energia; avaliar os produtos resultantes do trabalho prático, a síntese das observações realizadas e a organização das informações apresentadas pelos alunos.



Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Antes de iniciar a Situação de Aprendizagem propriamente dita, você pode colocar questões ou apresentar desafios que problematizem o tema, ou seja, as transformações envolvidas no consumo de energia em situações do cotidiano. Alguns exemplos: *Por que é necessário consumir alimentos? O que ocorre com eles em nosso organismo? Por que abastecemos o carro com combustíveis? Por que usamos, trocamos ou recarregamos pilhas e baterias em aparelhos como walkman, relógios, tocadores de MP3, telefones celulares e*

outros? O que acontece quando ligamos o interruptor que acende uma lâmpada? E quando um objeto cai no chão após ser abandonado no ar ou lançado para o alto? Atente para o fato de que, em todas essas situações, uma determinada forma de energia é convertida em outra. Em seguida, destaque aquelas em que movimentos estão envolvidos.

Forme grupos de alunos e trabalhe com a Situação de Aprendizagem 1 utilizando o roteiro a seguir.

Roteiro 1 – Reconhecendo as variações de energia que produzem e alteram os movimentos

Etapa 1

1. Imagine diferentes situações ou formas pelas quais você ou um objeto qualquer, no solo, no ar ou na água, podem se deslocar de um local a outro. Faça, então, uma lista de elementos e situações em que o movimento é alterado e a energia é transformada.
2. Identifique, em cada caso de sua lista, a fonte de energia para a transformação de energia necessária para o movimento ocorrer ou ser alterado e verifique se há uma “fonte de energia”. Por exemplo, se você colocou na lista “um veleiro”, identifique a fonte de energia para que ele se mova (do vento).
3. Classifique os processos e sistemas de sua lista identificados no item 2 nas seguintes categorias de fontes que utilizam: a) Combustíveis industrializados; b) Alimentos; c) Eletricidade; d) Gravidade; e) Deformações elásticas; f) Reações nucleares; g) Energia eólica ou do ventos; h) Energia solar; i) Outras.
4. Compare sua lista e as formas de classificação com a dos colegas. Elas são muito diferentes? Há coisas que podem ser classificadas em diferentes categorias? Há fontes de energia que não puderam ser classificadas nessas categorias? Há outras categorias não propostas que você sugeriria?

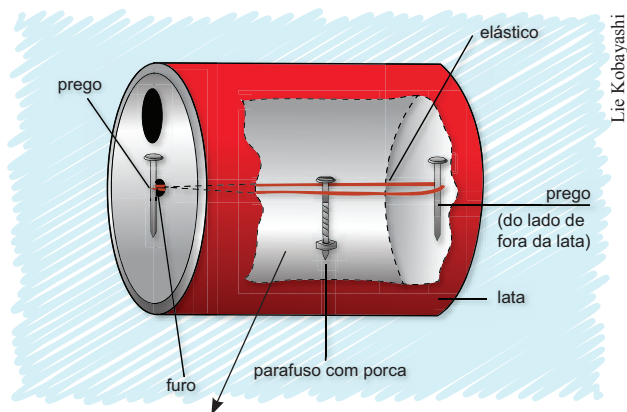
Etapa 2

Agora vamos observar uma situação para analisar qual a “fonte” que produz ou altera um movimento específico e que formas de energia estão envolvidas.



Monte o seguinte experimento

1. Pegue uma lata com tampa (pode ser de achocolatado, leite em pó, suco ou semelhante), um elástico, dois pregos (ou palitos de dentes) e um parafuso com porca; monte-os conforme sugerido na Figura 1. É importante que os **furos** estejam **bem no centro da tampa e do fundo** da lata.
2. Lance a lata no chão para que ela role como mostra a Figura 2. O que acontece? Como você explica o que observou?
3. Repita a atividade aumentando a quantidade de elásticos presos ao parafuso. O que acontece? Apresente suas hipóteses sobre o que observou.
4. Repita a atividade retirando da lata o parafuso com porcas. O que acontece? Como você explica?
5. Por que o movimento da lata se modificou? Em que situações é possível identificar que a lata vai mais longe?
6. Escreva uma síntese das observações realizadas e descreva o que fez, quais eram suas hipóteses iniciais e o que foi observado em cada etapa desse experimento. Não deixe de organizar os resultados, suas interpretações e conclusões, apresentando as relações identificadas nas observações.



Lie Kobayashi

Figura 1 – Visão da parte interior da lata.

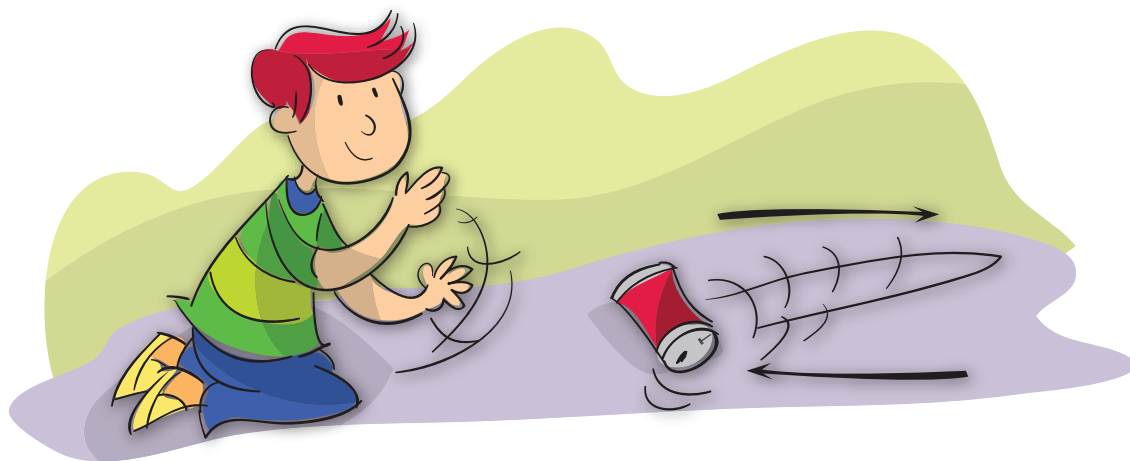


Figura 2.



Encaminhando a ação

Na primeira etapa desta Situação de Aprendizagem, cada grupo deve apresentar à classe a sua lista de elementos que alteram movimentos e as variações de energia que ocorrem para produzi-lo ou modificá-lo. À medida que são apresentados, anote-os na lousa. No final da apresentação, teremos um quadro com as fontes de energia reconhecidas pela classe, que serão retomadas no desenvolvimento deste tema e em outras etapas das aulas de Física. Registre ou peça a um aluno que registre a lista conjunta da classe, para que possa ser retomada.

Na classificação dessas fontes de energia em categorias, você pode ir registrando e discutindo as propostas dos alunos, de modo a chegarem a alguns “consensos”, produzindo um quadro final da classe. Chame a atenção para o fato de que é possível estabelecer outras categorias de classificação. Portanto, as propostas podem ser alteradas se você achar conveniente. Há muitas formas de classificar fontes de energia, o que gera dificuldades para estabelecer um conjunto único de categorias. As categorias propostas na atividade dão conta da maior parte das fontes ligadas ao movimento:

- a) Combustíveis industrializados – álcool, gasolina, óleo diesel, querosene etc.
- b) Alimentos – comida industrializada, vegetais, ração etc.
- c) Eletricidade – pilhas ou baterias, rede de distribuição de energia residencial, geradores de uso industrial, de trens elétricos ou de metrô, usinas geradoras de eletricidade etc.
- d) Gravidade – quedas, rampas e descidas, colunas de líquidos, rodas-d’água, usinas hidrelétricas etc.
- e) Deformações elásticas – molas, elásticos, flexão de metais etc.

- f) Reações nucleares – geradores de usinas nucleares, de submarinos nucleares etc.
- g) Energia eólica ou dos ventos – utilizada em equipamentos náuticos, nos veleiros, mas também em moinhos e em modernas turbinas eólicas etc.
- h) Energia solar – energia solar direta: painéis fotovoltaicos, coletores ou aquecedores solares.
- i) Outras – muitas outras fontes poderão ser mencionadas, como a energia da tração animal, a energia armazenada na compressão de gases (a energia pneumática), a energia química ou as chamadas fontes alternativas como geotérmica, maré-motriz, energia oceânica etc.

Essa classificação, como dissemos, pode depender tanto das listas apresentadas pelos alunos, como também de critérios escolhidos. Outro critério que pode ser adotado é uma classificação da fonte de energia segundo sua “natureza” (energia mecânica, térmica, eletromagnética, química etc.). Seja qual for a classificação escolhida, o importante é deixar claro que não há um critério único de classificação das fontes de energia, de modo que não se recomendam memorizações e “decorebas”, mas que se compreenda o processo.

Conforme o interesse e a disponibilidade da turma, essa etapa pode ser finalizada com uma discussão relativa às fontes ou aos recursos primários de energia (derivados de petróleo, gás natural, biomassa, urânio, sol etc.) e, finalmente, o reconhecimento de que a grande maioria das fontes tem origem na energia solar. Ela possibilita os ciclos do ar e da água (ventos, chuvas, quedas d’água), a fotossíntese de vegetais (os quais podem servir de alimento para outros seres vivos), a formação do petróleo, do carvão mineral e do gás natural (que também têm o processo de fotossíntese em sua origem, constituindo uma reserva de energia solar armazenada), além de



ser utilizada de maneira direta em estufas, coletores e painéis solares. Há algumas exceções à energia solar, como a energia nuclear (produzida pela fissão/divisão de um núcleo atômico, por exemplo do urânio) e a energia gravitacional.

Na segunda etapa, oriente os alunos na execução do experimento, observando e questionando seus procedimentos e discutindo suas interpretações.

No item 1, oriente os grupos a realizar os furos na tampa e no fundo da lata com o prego bem no centro. É importante que o tamanho do furo seja suficiente para passar a ponta dos elásticos que ficarão presos ao prego ou ao palito de dentes, como mostra a Figura 1. O parafuso com a porca deve ficar próximo ao meio da lata, e não às laterais. Também é importante orientá-los sobre os cuidados necessários no lançamento da lata: ela deve rolar pelo chão, como se indica na Figura 2.

No movimento da lata, a energia cinética é transformada em energia potencial elástica. A maior velocidade inicial do lançamento da lata dependerá de cada conjunto montado. Inicie o experimento lançando a lata com velocidade baixa e depois vá aumentando; quando a velocidade for muito grande, o parafuso com a porca dentro da lata passará a girar prejudicando o experimento.

Em relação ao item 2, os alunos podem se surpreender com o movimento de vai e vem da lata, que ficará oscilando até dissipar toda a energia mecânica por meio do atrito. Em seguida ao lançamento, a lata começa a desacelerar, diminuindo a velocidade até parar, mas retoma o movimento e retorna na direção do seu lançador, acelerando até alcançá-lo, quando volta a desacelerar. Assim a lata vai e volta, diminuindo cada vez mais a distância em relação ao lançador, até parar. Você deve problematizar essa questão, solicitando aos alunos que identifiquem a função do elástico e do parafuso e que proponham hipóteses para explicar o movimento de vai e vem da lata.

Deve-se evidenciar que na torção do elástico armazena-se energia, o que promove a alteração do movimento da lata, desacelerando-a até parar. A energia armazenada no elástico passa a ser convertida em energia de movimento, ou cinética, promovendo a aceleração da lata e seu retorno na direção do lançador. Repete-se o processo até a lata parar.

Em relação ao item 3, observe com eles a função do número de elásticos: com seu aumento, também se aumenta a constante elástica, permitindo armazenar maior quantidade de energia.

Em relação aos itens 4 e 5, ao retirar o parafuso, a lata não volta; isso ocorre porque sem parafuso não haverá o armazenamento da energia potencial elástica. Deve-se evidenciar que a diferença nos movimentos acontece pelas transformações de energia envolvidas em cada caso. No primeiro caso, por transformação de energia cinética em potencial elástica e, no segundo, pela transformação de energia cinética em energia térmica na dissipação por atrito.

No item 6, a síntese proposta deve ser entendida como um exercício de identificação dos aspectos mais relevantes da Situação de Aprendizagem e dos resultados obtidos. Sua organização e apresentação devem ser feitas por meio de linguagem escrita. Nela, deve-se observar se o procedimento está devidamente caracterizado e se os resultados são apresentados de forma organizada. Verifique se os alunos, ao realizarem a síntese, deixaram de apresentar elementos importantes. Isso ocorre muitas vezes, pois é comum acreditarem que podem suprimir tudo que entendam estar implícito no procedimento realizado, o que muitas vezes não é correto, pois há várias formas de realizar uma atividade. Discuta isso com eles.

Finalizando a Situação de Aprendizagem, discuta o conceito de energia mecânica, dando destaque para a sua conservação no movimento de ir e vir da lata e sua dissipação por atrito com a variação da amplitude do movimento.



É importante discutir outras situações que evidenciam as transformações de energia mecânica, por exemplo, a energia potencial (elástica ou gravitacional) em cinética e vice-versa. Exemplos e discussões conceituais podem ser encontrados em livros didáticos. Pode-se utilizar também simulações computacionais dis-

poníveis no *site* do Lab Virt, disponível em: <<http://www.labvirt.fe.usp.br>>, sobre conservação da energia mecânica em situações como montanha-russa, exercícios no trapézio e muitas outras. Aprofunde e formalize o estudo das formas de energia mecânica e também as transformações de energia pelo trabalho de uma força.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 CONSERVAÇÃO DE ENERGIA EM SISTEMAS DO COTIDIANO

Para o estudo da conservação da energia, tratou-se de duas situações bastante presentes no cotidiano das cidades: uma nas construções, outra nos transportes. Nelas, o conceito de trabalho mecânico pode ajudar a prever e diagnosticar parâmetros do sistema. Para iniciar a primeira discussão nesta Situação de Aprendizagem, parte-se da análise de um sistema que

pode ser considerado conservativo: um bate-estaca. Esse sistema pode ser pensado como um equipamento que transforma a energia potencial gravitacional armazenada ao levantar um objeto na energia que será utilizada para a penetração da estaca no solo. Dessa forma, é possível prever o valor da força média de interação com a estaca.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: movimentos que se realizam no cotidiano e as grandezas relevantes para sua observação; energia mecânica, energia potencial, energia cinética, conservação de energia, variação de energia pelo trabalho de uma força.

Competências e habilidades: utilizar terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas; identificar variáveis relevantes e estratégias para resolver uma situação-problema; utilizar instrumentos de cálculo matemático na solução de problemas envolvendo conservação de energia.

Estratégias: trabalho individual na identificação das partes que compõem um bate-estaca e suas principais funções; atividade coletiva de discussão dos trabalhos individuais, com ênfase nos conceitos físicos envolvidos no processo de funcionamento do bate-estaca; trabalho em grupo na solução quantitativa do problema sobre a penetração do bate-estaca no solo.

Recursos: roteiro da atividade.

Avaliação: avaliar a participação dos alunos nos diferentes momentos da atividade; avaliar habilidade: de identificar variáveis relevantes na solução do problema, de utilizar modelos físicos de forma adequada, de propor estratégias de solução e de realizar cálculos consistentes.



Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Conduza a primeira etapa dessa atividade com base no funcionamento de um bate-estaca. Certamente algum aluno já teve oportunidade de ver ou sabe o que é um bate-estaca. A partir das respostas dadas, os alunos podem fazer o desenho ou o esquema proposto, com as correspondentes

explicações. Assim, o problema é introduzido e os conhecimentos dos alunos são socializados. Não há necessidade de grande elaboração ou gasto de tempo. Pode-se, também, pedir que alguns alunos voluntários façam simultaneamente seus desenhos na lousa.

Roteiro 2 – Trabalho mecânico ajudando a entender situações de nosso cotidiano

O trabalho e a força de um bate-estaca

Você já viu um bate-estaca? Sabe como funciona? Para que serve? Onde é utilizado?

1. Elabore um desenho ou esquema de um bate-estaca em funcionamento, com legendas e um texto explicativo sobre seu funcionamento, usando conceitos físicos como força, trabalho e energia.

Veja o exemplo de um pequeno bate-estaca empregado em obras residenciais:

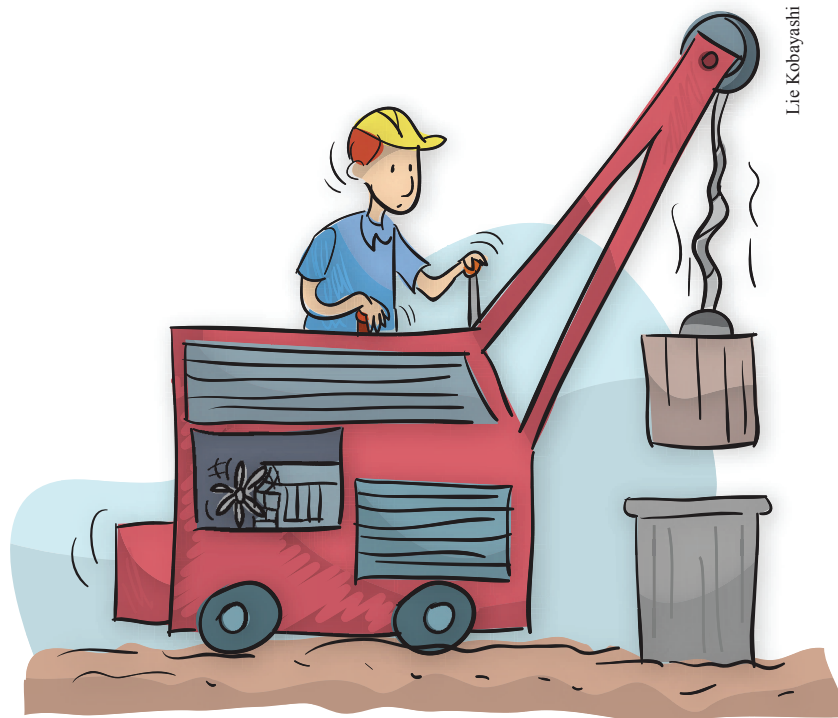


Figura 3.



2. Analise o exemplo a seguir e responda as questões propostas:

Um bloco de ferro de 490 kg cai de uma altura de 5 m, atingindo uma estaca e fazendo-a penetrar 3 cm no solo.

- Descreva o processo de funcionamento desse bate-estaca, discutindo: quem ou o que realiza trabalho nessa situação?
- Quem “fornece” energia ao sistema?
- Quais transformações de energia ocorrem?
- Comparando-se o início e o fim do processo, pode-se dizer que há conservação da energia mecânica? Por quê?
- Qual a energia potencial do bloco antes de cair e qual a sua energia cinética ao atingir a estaca?
- Explique as informações, os conceitos que utilizou ou as suposições que você fez para responder aos itens anteriores.
- Qual a força exercida sobre a estaca?
- Imagine se esse trabalho fosse realizado integralmente por uma pessoa. Descreva como seria e quais as diferenças em relação ao uso do bate-estaca.

Encaminhando a ação

A partir das criações dos alunos, discuta os princípios físicos envolvidos no sistema bate-estaca, dando ênfase para os conceitos de **trabalho** e de **conservação** de energia. Trabalhe a ideia de que neste sistema a energia dissipada por aquecimento da estaca e pelo barulho é muito pequena se comparada à energia total envolvida no processo, concluindo que, por esse motivo, podemos considerá-lo conservativo. O foco desta parte da Situação de Aprendizagem está no entendimento de que a conservação da energia mecânica e sua dissipação pelo trabalho de uma força são ferramentas adequadas no prognóstico de parâmetros de um sistema físico.

A partir dessa discussão, os alunos poderão responder as demais questões.

Pode-se determinar a energia mecânica do sistema, estimada pela energia potencial do bloco de ferro que é de 24 500 J. A força média pode ser calculada pela variação da energia mecânica por meio do trabalho realizado pela força aplicada na estaca, resultando em um valor de 816 666 N.

Considerando que toda energia armazenada no sistema foi transferida para a estaca, temos:

$$\tau = -\Delta E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h = 24\,500 \text{ J}$$

$$\tau = F \cdot d \Leftrightarrow F = \frac{\tau}{d} \Leftrightarrow F = \frac{24\,500}{0.03} = 816\,666,67 \text{ N}$$

$$\cong 8,2 \times 10^5 \text{ N}$$

Sobre a questão da determinação experimental das grandezas físicas relevantes, ha-



vendo tempo, trabalhe com a representação de valores. No exemplo apresentado, a energia e a força estariam mais corretamente expressas se os seus valores fossem indicados por dois ou no máximo três algarismos significativos ($2,4 \cdot 10^4$ J e $8,2 \cdot 10^5$ N), já que são resultados obtidos a partir das medidas de distâncias (5 m de altura e 3 cm de afundamento no chão), e cujos instrumentos utilizados para determiná-las (réguas ou fitas métricas) não possuem grande precisão.

Cabe ressaltar que, mesmo que tivessem grande precisão, ainda há imprecisões relacionadas diretamente ao procedimento real de medição, como por exemplo: medir o afundamento da estaca, pois é necessário levar em consideração também a deformação da superfície de contato que altera a forma da peça.

Você pode dar continuidade a essa atividade discutindo a vantagem de estudar essas situações pelo conceito de energia, já que assim não é ne-

cessário identificar os processos intermediários, bastando determinar a energia em cada uma das posições a serem avaliadas.

É possível identificar se a interação é conservativa ou não, usar as análises apropriadas para cada caso e fazer as previsões sobre os movimentos referentes ao sistema.

A próxima Situação de Aprendizagem vai tratar da análise e da previsão de parâmetros de um sistema dissipativo, em que o prognóstico da variação da energia cinética será efetuado pelo cálculo (ou estimativa) do trabalho da força de atrito numa freada. Peça que os alunos façam uma pesquisa sobre os equipamentos que os veículos dispõem para manter uma distância segura dos demais ao trafegar pelas ruas e estradas. Peça que conversem com seus pais, parentes ou motoristas profissionais para que identifiquem qual a distância a ser mantida entre os carros numa estrada para que, numa emergência, os carros possam parar sem colidir.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3 RISCOS DA ALTA VELOCIDADE EM VEÍCULOS

Construir argumentação consistente com base em conceitos científicos para avaliar os riscos de movimentos de veículos em alta velocidade é um dos objetivos desta Situação de Aprendizagem.

Para avaliar esses riscos e compreender de quais variáveis dependem, é preciso perceber que ao passar da velocidade de 40 km/h para 60 km/h promove-se características no movimento que são diferentes das causadas ao se passar de 100 km/h para 120 km/h.

Ainda que nos dois casos a diferença de velocidade seja a mesma, as energias envolvidas no segundo caso são muito maiores do que no primeiro. Por meio de estimativas das distâncias de

frenagem necessárias para cada velocidade de um veículo, é possível avaliar o aumento do risco de se dirigir em alta velocidade.

O estudo das freadas dos veículos apresenta sistemas físicos em que a variação da energia mecânica ocorre principalmente pelo trabalho da força de atrito dos pneus com o solo. Essa variação de energia é o foco principal dos dispositivos tecnológicos e das pesquisas sobre sistemas de freios que buscam meios mais seguros e eficientes de frenagem.

Para isso, torna-se importante compreender como se dá a variação da energia cinética dos veículos em função das forças de frenagem.



Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: movimentos que se realizam no cotidiano e grandezas relevantes para sua observação; distância percorrida, velocidade média, velocidade instantânea, energia cinética, energia mecânica, variação de energia pelo trabalho de uma força.

Competências e habilidades: utilizar terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas; prever, analisar e sistematizar fenômenos ou resultados de experimentos; utilizar modelos explicativos para compreender os movimentos de translação; construir, ler e interpretar dados e informações apresentados em tabelas e gráficos; avaliar e argumentar sobre riscos a partir de dados e informações sobre movimentos; identificar variáveis relevantes e estratégias para resolver uma situação-problema; expressar e elaborar, por meio de diferentes linguagens, relatos, cartas, folhetos, protótipos ou outras formas de comunicação para apresentar pontos de vista, propostas, informações técnicas e projetos.

Estratégias: discussões em pequenos grupos; uso de tabelas, construção de gráficos; debate em grande grupo; elaboração de carta; elaboração de protótipo de equipamento.

Recursos: roteiro da atividade.

Avaliação: avaliar habilidades de investigação, como elaboração de hipóteses, análise, organização e interpretação de dados em tabelas e gráficos; avaliar a capacidade dos alunos de identificar, argumentar de forma consistente e propor procedimentos relativos aos riscos de dirigir em alta velocidade; avaliar a capacidade dos alunos de se expressar por meio de diferentes formas de linguagem para apresentar informações de interesse público.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Organize os alunos em pequenos grupos e oriente o trabalho com o roteiro proposto.

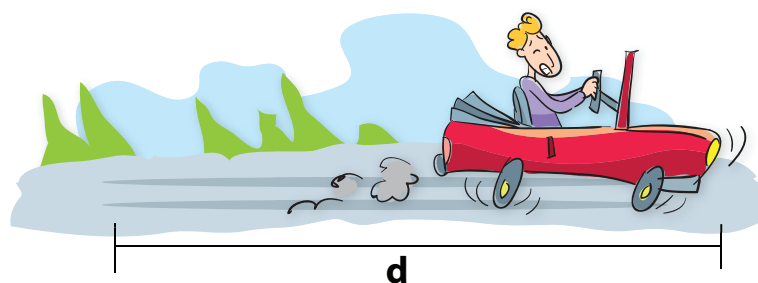
Roteiro 3 – Avaliando os riscos da alta velocidade

Numa estrada, depois de identificar algo que exija uma freada brusca, o motorista leva um tempo para reagir e acionar o freio. Durante este tempo de reação, o carro percorre alguns metros e, depois de acionado o freio, ainda percorre certa distância antes de parar. Para avaliar o risco de dirigir em alta velocidade, vamos utilizar e complementar uma tabela com valores da distância percorrida por um automóvel em uma freada brusca na estrada até a parada total.

A primeira coluna da tabela 1, na página 21, apresenta valores diversos da velocidade do automóvel no momento em que o motorista reage a um obstáculo (por exemplo, outro automóvel); na segunda coluna, a distância que percorre durante o tempo de reação; na terceira coluna, a distância que percorre após iniciar a frenagem; e, na quarta coluna, a distância total percorrida.



1. A partir dos dados apresentados na tabela, obtenha o tempo de reação desse motorista. Calcule a distância percorrida nesse intervalo de tempo e complete a coluna da “distância percorrida até reagir”.
2. Durante a freada, o trabalho da força de atrito entre os pneus e a estrada é o que reduz a energia cinética do veículo até que ele pare. Supondo um trecho horizontal com coeficiente de atrito entre a estrada e os pneus do veículo de valor $\mu = 0,8$, obtenha a “distância percorrida freando” e complete essa coluna na tabela.
3. Complete a última coluna da tabela. Faça comparações entre as distâncias percorridas em função da velocidade: por exemplo, compare as distâncias percorridas quando o automóvel passa de 20 km/h para 45 km/h, e de 120 km/h para 144 km/h. Qual a variação da distância percorrida entre um caso e outro?
4. O que acontece com o valor da distância percorrida após a freada, quando duplicamos a velocidade? Por exemplo, passando de 20 m/s para 40 m/s ou, ainda, passando de 25 m/s para 50 m/s? Por que isso acontece?
5. O que se pode concluir dessas comparações?
6. Diz uma revista especializada em automóveis que foi realizado um teste de frenagem para o qual foram obtidos os seguintes valores: 80 km/h-0 km/h: a distância percorrida freando foi 27,6 m; e de 120 km/h-0 km/h: a distância foi 62,5 m. As estimativas que calculamos para a distância percorrida freando são compatíveis com os dados reais obtidos pelos equipamentos profissionais?
7. Segundo a cartilha do Departamento Nacional de Trânsito (Denatran), *Direção defensiva, o trânsito seguro é um direito de todos*, a distância segura que deve ser mantida do veículo da frente pode ser estimada utilizando-se uma regra simples, conhecida como “regra dos dois segundos”, que determina que esse valor pode ser estimado pela distância percorrida pelo carro em dois segundos para uma pista seca e três segundos sob chuva. Discuta com seus colegas uma forma para estabelecer o melhor procedimento em relação à escolha da distância a ser mantida do carro da frente, dentro dos limites de velocidade de uma estrada no Brasil. Com base nas conclusões a que chegaram no grupo, elaborem um “folheto” dirigido a motoristas, apresentando o procedimento para manter uma distância segura do carro da frente. Escreva as regras propostas e faça também esquemas ou desenhos.



Lie Kobayashi

Figura 4.



Velocidade	Distância percorrida até reagir	Distância percorrida freando	Distância total percorrida
20 km/h – (5,5 m/s)	3,3 m	1,8 m	5,1 m
36 km/h – (10 m/s)	6 m	6 m	
45 km/h – (12,5 m/s)			16,8 m
72 km/h – (20 m/s)		24 m	36 m
80 km/h – (22,2 m/s)	13,3 m	29,6 m	42,9 m
90 km/h – (25 m/s)			
108 km/h – (30 m/s)	18 m		
120 km/h – (33,3 m/s)	20 m	66,5 m	86,5 m
144 km/h – (40 m/s)		96 m	
180 km/h – (50 m/s)	30 m		

Tabela 1 – Freadas.

Adaptado de: *Leituras de Física do Gref* – Mecânica. n. 25, p. 97. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mecanica.htm>>. Acesso em: 16 mar. 2009.

Encaminhando a ação

O item 1 retoma conceitos estudados no 1º bimestre, estabelecendo a relação entre distância, velocidade e tempo, supondo que, nesse trecho em que o motorista reage, mantém a velocidade do veículo constante. O tempo de reação estimado nesse caso é de 0,6 segundo.

O item 2 trabalha diretamente com o conceito de transformação de energia pelo trabalho da força de atrito, resgatando o conteúdo estudado no 1º bimestre e devendo ser explorada em seu formalismo.

$$\Delta E_c = F_{\text{atrito}} \cdot \text{distância}$$

logo,

$$0 - \frac{m \cdot V^2}{2} = (-m \cdot g \cdot 0,8) \cdot \text{distância}$$

O item 3 aponta para o aumento progressivo da dificuldade de frear o veículo com o aumento da velocidade.

O item 4 continua o anterior e permite a verificação de que a distância percorrida freando aumenta ao quadrado, enquanto a velocidade aumenta linearmente. Assim, ao dobrar a velocidade, a distância percorrida freando aumenta quatro vezes; ao triplicar a velocidade, a distância é nove vezes maior.

No item 5, os alunos sistematizam esses cálculos, para concluir que quanto maior a velocidade inicial, maior o risco, sendo que essa relação não é linear, pois a distância percorrida varia com o quadrado da velocidade. Essa conclusão também pode ser tirada da expressão matemática da energia cinética, utilizada no segundo item.

Uma referência para a tabela é a seguinte:



km/h	m/s	Distância até reagir (m)	Distância freando (m)	Distância total (m)
20	5,5	3,3	1,82	5,12
36	10	6	6	12
45	12,5	7,5	9,38	16,88
72	20	12	24	36
80	22,2	13,32	29,57	42,89
90	25	15	37,5	52,5
108	30	18	54	72
120	33,3	19,98	66,53	86,51
144	40	24	96	120
180	50	30	150	180
216	60	36	216	252

Tabela 2.

Adaptado de: *Leituras de Física do Gref – Mecânica*, n. 25, p.97. Disponível em <<http://www.if.usp.br/gref/mecanica.htm>>. Acesso em: 16 mar. 2009.

Ao responder o item 6, é possível concluir que o modelo adotado nessa atividade apresenta resultados muito próximos dos dados reais de equipamentos profissionais de medidas.

O item 7 pode ser encaminhado, inicialmente, por meio de um debate em grande grupo. Peça que avaliem qual o limite de velocidade para o qual a regra apresentada pelo Denatran é válida e como ela pode ser melhorada. Discuta o procedimento proposto na cartilha, em que se usa como referência uma medida de distância. *Não seria mais adequado usar uma medida de tempo?*

Peça que os alunos, em grupos, elaborem o folheto, apresentando, por meio de textos e desenhos, a regra estabelecida pelos integrantes do grupo. O conceito de energia, que é algo que se conserva ao mesmo tempo em que se transforma, precisa ser evidenciado de muitas formas para tornar-se mais concreto. Assim, é recomendável que se retome com os alunos a discussão e os exemplos da transformação da energia cinética em outras formas de energia.

Inicie a discussão com casos simples (alguns podem ser encontrados em livros didáticos), para posteriormente discutir casos mais complexos, como o uso de freios magnéticos, em que a energia cinética é transformada em energia elétrica, ou os pneumáticos, em que a energia cinética é armazenada na compressão de um gás. Nesses dois tipos de freio, a energia armazenada pode voltar a se transformar em energia cinética, o que torna mais econômicos os veículos equipados com esse tipo de freio, presentes em protótipos de carros idealizados para colaborar com a preservação ambiental, por consumirem menos energia.

Lembre-se que a “regra dos dois segundos” é na verdade uma regra que estabelece a distância entre os dois veículos: a distância percorrida durante dois segundos a uma determinada velocidade. Essa distância varia linearmente com a velocidade, já a distância necessária para o freamento varia com o quadrado da velocidade; por isso, a “regra dos dois segundos” funciona bem em baixas velocidades, mas não é adequada para altas velocidades.



Determinar o limite de validade dessa regra é importante para a segurança no trânsito e para isso devemos comparar, para cada velocidade, a distância percorrida durante dois segundos e a distância total necessária para o freamento (veja a Tabela 2).

A regra só é válida enquanto a distância percorrida durante dois segundos for maior que a distância necessária para frear, com os valores apresentados para as variáveis relevantes nessa Situação de Aprendizagem. A regra funciona para a velocidade de 80km/h, mas já não é adequada para a velocidade de 90 km/h. O limite pode ser estabelecido igualando-se as duas equações:

$$D = 2v \text{ e } D = 0,6v + \frac{v^2}{1,6g}$$

Desta igualdade, obtêm-se uma velocidade limite de aproximadamente 22,4 m/s ou cerca de 81 km/h. Cabe destacar que o limite de velocidade de 80 km/h foi adotado no Brasil para todas as rodovias durante muitos anos; hoje os limites são mais flexíveis e dependem do tipo de veículo e das condições da estrada, mas não ultrapassam 120 km/h.

No primeiro termo da equação, a distância percorrida D corresponde à velocidade V multiplicada pelo tempo de 2 segundos. Já no segundo termo da igualdade, temos a distância percorrida durante a frenagem, obtida

pela soma da distância percorrida durante 0,6 segundo, que é o tempo de reação, produto entre o tempo de 0,6 segundo e a velocidade. Isso somado à distância de frenagem, que é obtida pela dissipação de energia cinética pelo trabalho da força de atrito, que pode ser calculada pela expressão $\Delta E_{\text{cinética}} = \text{trabalho da força de atrito}$ ($F \cdot d = \mu \cdot \text{Normal} \cdot \text{distância}$).

Como a Normal pode, nesse caso, ser obtida pelo produto da massa pela aceleração da gravidade (g), passamos a ter a igualdade ($E_{\text{cinética}} = m \cdot V^2/2 = \mu \cdot m \cdot g \cdot \text{distância}$ (trabalho da força de atrito). Simplificando a massa obtemos $V^2/2 = \mu \cdot g \cdot \text{distância}$, ou seja, a distância corresponde a $V^2/(2 \cdot \mu \cdot g)$. Como nesse exemplo o coeficiente de atrito pode ser determinado e seu valor corresponde a 0,8, obtemos as duas equações indicadas.

Mostra-se então que a “regra”, que é uma aproximação, deixa de ser boa para altas velocidades.

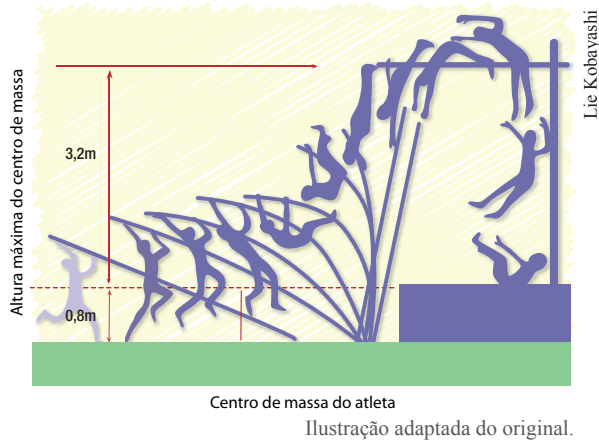
O estudo proposto nessa atividade é introdutório. Já um estudo mais aprofundado sobre frenagem, que amplie a discussão para veículos de transporte de cargas e veículos pesados em geral, levará em conta que a avaliação de uma freada depende ainda de outros fatores, como inclinação do terreno, condições do pavimento, número de pneus do veículo, área de contato dos pneus com o solo, capacidade do solo de permanecer coeso sob a força de atrito aplicada, entre outros.

GRADE DE AVALIAÇÃO

	Competências e habilidades	Indicadores de aprendizagem
Situação de Aprendizagem 1	<ul style="list-style-type: none"> – Utilizar linguagem científica adequada para descrever movimentos em situações cotidianas. – Identificar movimentos no cotidiano, reconhecendo as fontes e transformações de energia envolvidas em suas variações. – Identificar variáveis relevantes, elaborar hipóteses, estabelecer relações e interpretar observações ou resultados de um experimento. – Identificar regularidades, invariantes e transformações na análise experimental de fenômenos físicos. – Elaborar relatórios analíticos de experimentos, apresentando procedimentos, discutindo resultados e fazendo uso da linguagem física apropriada. 	<ul style="list-style-type: none"> – Identificar a presença de fontes e transformações de energia nos movimentos do dia-a-dia, tanto nas translações como nas rotações, nos diversos equipamentos e máquinas e em atividades físicas e esportivas. – Classificar as fontes de energia em categorias segundo critérios preestabelecidos. – Identificar como causa da variação do movimento a transformação de energia de movimento em outras formas de energia. – Identificar energia potencial elástica e energia cinética como componentes da energia mecânica.
Situação de Aprendizagem 2	<ul style="list-style-type: none"> – Utilizar terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas. – Identificar variáveis relevantes e estratégias para resolver uma situação-problema. – Utilizar modelos explicativos na interpretação de fenômenos tecnológicos. – Utilizar instrumentos de cálculos matemáticos na solução de problemas envolvendo conservação de energia. 	<ul style="list-style-type: none"> – Utilizar a conservação da energia mecânica para determinar parâmetros do movimento. – Identificar a energia potencial gravitacional e sua transformação em energia cinética. – Identificar o trabalho da força gravitacional na transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética. – Utilizar a variação da energia cinética na determinação do trabalho de uma força.
Situação de Aprendizagem 3	<ul style="list-style-type: none"> – Utilizar terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas. – Prever, analisar e sistematizar fenômenos ou resultados de experimentos. – Utilizar modelos explicativos para compreender os movimentos de translação. – Construir, ler e interpretar dados e informações apresentados em tabelas e gráficos. – A partir de dados e informações sobre movimentos, avaliar e argumentar sobre riscos envolvidos. – Identificar variáveis relevantes e estratégias para resolver uma situação-problema . – Expressar e elaborar, por meio de diferentes linguagens, relatos, cartas, folhetos, protótipos ou outras formas de comunicação para apresentar pontos de vista, propostas, informações técnicas e projetos. 	<ul style="list-style-type: none"> – Identificar o trabalho da força de atrito na dissipação de energia cinética numa freada. – Determinar distâncias percorridas por veículos, identificando tempo de reação do motorista e o de frenagem. – Identificar distâncias necessárias para a frenagem de veículos. – Estabelecer critérios para manter distância segura numa estrada em função da velocidade.

PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO

1. Fuvest 2008 –



No “salto com vara”, um atleta corre segurando uma vara e, com perícia e treino, consegue projetar seu corpo por cima de uma barra. Para uma estimativa da altura alcançada nesses saltos, é possível considerar que a vara sirva apenas para converter o movimento horizontal do atleta (corrida) em movimento vertical, sem perdas ou acréscimos de energia. Na análise de um desses saltos, foi obtida a sequência de imagens reproduzida acima. Nesse caso, é possível estimar que a velocidade máxima atingida pelo atleta, antes do salto, foi de, aproximadamente:

- a) 4 m/s;
- b) 6 m/s;
- c) 7 m/s;
- d) 8 m/s;**
- e) 9 m/s.

Desconsidere os efeitos do trabalho muscular após o início do salto.

Desprezando o trabalho muscular, a energia cinética do atleta será totalmente transformada em energia potencial gravitacional, após passar por uma transformação intermediária em energia potencial elástica na deformação do bastão. Como as perdas de energia são muito pequenas, podemos utilizar como boa aproximação a conservação da energia mecânica, e, assim, $\frac{0 - m \cdot v^2}{2} = -m \cdot g \cdot \text{altura}$. Usando a variação da altura do centro de massa do atleta conforme indica a figura, $h = 3,2 \text{ m}$ e a aceleração gravitacional $g = 10 \text{ N/kg}$ (ou m/s^2), obtemos a velocidade do atleta $v = 8 \text{ m/s}$.

2. Fuvest 2003 – Uma criança estava no chão. Foi então levantada por sua mãe, que a colocou em um escorregador a uma altura de 2,0 m em relação ao solo. Partindo do repouso, a criança deslizou e chegou novamente ao chão com velocidade igual a 4 m/s. Sendo T o trabalho realizado pela mãe ao suspender o filho, e sendo a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$, a energia dissipada por atrito, ao escorregar, é aproximadamente igual a:

- a) 0,1 T;
- b) 0,2 T;
- c) 0,6 T;**
- d) 0,9 T;
- e) 1,0 T.

A energia mecânica inicial está toda armazenada como energia potencial gravitacional pelo trabalho que a mãe realizou ao levantar



seu filho e vale $E_m = m.g.H = 20.m$ Joules. Já a energia dissipada será calculada pelo trabalho da força de atrito:

$$0 - \frac{m.V^2}{2} = -m.g.H + \tau_{\text{atrito}}$$

$$0 - \frac{m.4^2}{2} = -m.10.2 + \tau_{\text{atrito}}$$

Portanto, o trabalho da força de atrito corresponde a $12.m$ Joules.

A relação entre a energia dissipada por atrito e a energia mecânica total T é

$$R = 12m/20m, \text{ ou seja, } R = 0,6.$$

3. Fazendo a perícia de uma freada: a brecada seca de um carro com cerca de 1 000 kg deixou uma marca de 25 m no asfalto, mas não foi capaz de evitar a colisão com o muro de contenção de um barranco na estrada. O motorista responsável pelas marcas no asfalto afirma que naquele dia ensolarado ele estava viajando a menos de 60 km/h, velocidade máxima permitida naquele trecho da estrada.

A perícia técnica identificou que naquele trecho da pista o coeficiente de atrito do asfalto com o pneu é $\mu = 1$.

Escreva um relatório sobre o incidente, mostrando qual a velocidade mínima que esse motorista estava ao frear o carro. Ao final, apresente sua conclusão sobre a alegação do motorista envolvido no acidente, justificando-a com os aspectos científicos e com os resultados expressos no relatório.

Essa atividade é tipicamente realizada por perícia técnica, que avalia características do pavimento e marcas de freada e, utilizando conceitos físicos, estima a velocidade

de inicial do veículo. O trabalho realizado na frenagem deve ser estimado em 250 000 J, visto que o coeficiente de atrito do asfalto com o pneu é $\mu = 1$. Pela conservação da energia, $0 - \frac{m.V^2}{2} = [-m.g.l]$ distância, o menor valor de velocidade que pode deixar uma marca com 25 m no solo é 22,3 m/s, que corresponde a aproximadamente 80 km/h. O relatório deve concluir que a velocidade do carro era superior ao limite estabelecido. O relatório deve ser avaliado na habilidade de organizar e apresentar os procedimentos científicos na forma de linguagem escrita. Não deve ser avaliado com o rigor de uma perícia técnica. Devemos observar se o objetivo da perícia está claro para o aluno, se o procedimento está devidamente caracterizado (com explicações que possibilitem ao leitor a reprodução dos resultados obtidos pelo aluno), se os dados e cálculos são apresentados de forma organizada e se a velocidade obtida é adequada e coerente com o prognóstico.

4. ENEM 1999 – O quadro a seguir apresenta alguns exemplos de processos, fenômenos ou objetos em que ocorrem transformações de energia. Neste quadro, aparecem as direções de transformação de energia. Por exemplo, o termopar é um dispositivo que transforma energia térmica em energia elétrica.

De \ Em	Elétrica	Química	Mecânica	Térmica
Elétrica	Transformador			Termopar
Química				Reações endotérmicas
Mecânica		Dinamite	Pêndulo	
Térmica				Fusão



Dentre os processos indicados no quadro, ocorre conservação de energia:

- a) em todos os processos;
- b) somente nos processos que envolvem transformações de energia sem dissipação de calor;
- c) somente nos processos que envolvem transformações de energia mecânica;
- d) somente nos processos que não envolvem energia química;
- e) somente nos processos que não envolvem nem energia química, nem energia térmica.

A conservação de energia é um princípio físico inviolável até hoje e as transformações de energia implicam dissipação de parte de um tipo específico de energia em energia térmica. Portanto, a energia é conservada, mas se transforma de um tipo em outro. Sistemas mecânicos muitas vezes podem ser aproximados por sistemas conservativos, quando a relação entre a energia dissipada (transformada em outras formas de energia) e a energia total é desprezível.

5. A potência “perdida” por um carro

Um carro, para se mover, tem de enfrentar a força de resistência do ar, que fica maior conforme aumenta a velocidade. Se calcularmos o trabalho realizado por essa força, saberemos quanta energia o carro “perde” em função da resistência do ar. Também podemos calcular a potência perdida com o vento e compará-la com a potência do carro. Usando a tabela a seguir, calcule:

a energia “perdida” em um trajeto de 100 km para as velocidades de 36 km/h, 72 km/h e 108 km/h.

Velocidade		Força de resistência
10 m/s	36 km/h	80 N
20 m/s	72 km/h	320 N
30 m/s	108 km/h	720 N

Adaptado de: Leituras de Física do Gref – Mecânica. n. 23, p. 97. Disponível em <<http://www.if.usp.br/gref/mecanica.htm>>. Acesso em: 16 mar. 2009.

A energia mecânica “perdida” é a energia transformada pelo trabalho da força de resistência do ar, $T = F \cdot \text{deslocamento}$. O deslocamento é de 100 km, corresponde a $1 \cdot 10^5$ m. Como a força de resistência do ar depende da velocidade, o trabalho será diferente para cada velocidade. Os resultados são apresentados na tabela a seguir:

Velocidade (m/s)	Força de resistência (N)	Trabalho no trecho de 100 km
10	80	$8 \cdot 10^6 \text{ J} = 8 \text{ MJ}$
20	320	$32 \cdot 10^6 \text{ J} = 32 \text{ MJ}$
30	720	$72 \cdot 10^6 \text{ J} = 72 \text{ MJ}$

Este exercício é interessante para mostrar como, ao aumentar a velocidade em três vezes, de 36 km/h para 108 km/h, a energia dissipada pela resistência do ar aumenta em nove vezes.



Grade de correção das questões

A **questão 1** avalia a habilidade de utilizar um modelo explicativo de movimento para compreender a conservação da energia mecânica em movimentos de translação e utilizar terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas.

A **questão 2** avalia a habilidade de utilizar um modelo explicativo de movimento para compreender a variação da energia mecânica em movimentos de translação e utilizar terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas.

A **questão 3** avalia a habilidade de utilizar um modelo explicativo para compreender a variação

da energia cinética em movimentos de translação e de redigir um relatório utilizando terminologia científica adequada para descrever situações que envolvem variação de movimento.

A **questão 4** avalia a habilidade de identificar o modelo da conservação da energia para compreender as diferentes transformações de energia em processos naturais e tecnológicos.

A **questão 5** avalia a habilidade de reconhecer e identificar, em movimentos presentes no cotidiano, a conservação e a variação da energia, além de reconhecer as alterações no movimento e identificar formas de controle de movimentos.

TEMA 2 – EQUILÍBRIO ESTÁTICO E DINÂMICO

As situações de equilíbrio relativas aos movimentos devem ser analisadas sob dois aspectos: equilíbrio de translação e equilíbrio de rotação. Neste momento abordaremos o equilíbrio de translação. Tal abordagem será realizada por meio das leis de Newton e da análise dos diagramas de forças. O estudo do equilíbrio de rotação será aprofundado no 3º bimestre; por ora, optamos por uma introdução ao equilíbrio de rotação por meio da análise do torque¹.

Normalmente, o estudo das ferramentas, máquinas e equipamentos que utilizamos para ampliar forças é tratado por meio do conceito de trabalho de uma força. À primeira vista, a automação e o aumento de potência e de eficiência dos sistemas de produção podem ser tomados como uma meta em relação à evolução de máquinas. Contudo, uma análise mais crítica e solidária sobre a evolução das máquinas mecânicas evidencia que essas metas devem ser questionadas, principalmente no que tange aos impactos que causam na sociedade.

Apresentação da proposta

Este tema tem início com uma atividade de reflexão que parte da comparação entre o trabalho animal e o trabalho das máquinas. Espera-se a identificação da evolução das máquinas ao longo do tempo em relação aos aspectos técnicos, históricos e sociais. É importante reconhecer que todos esses aspectos influenciam diretamente nosso dia a dia e precisam ser entendidos em suas inter-relações para que possamos atuar de forma crítica e solidária e propor intervenções que não sejam meramente pragmáticas, ao buscar soluções de problemas ligados à evolução das máquinas e dos sistemas de produção cada vez mais potentes e automatizados.

O equilíbrio de translação será discutido a partir de atividade experimental de construção e utilização de um dinamômetro. Acreditamos que para avaliar este tipo de equilíbrio, a construção de um dinamômetro e a realização de medidas de força são apropriadas, pois se trata de um instrumento que indica adequadamente a força em ambas as situações de equilíbrio estático ou dinâmico. A análise de sistemas físicos, realizada por diagramas de forças, indica situações de equilíbrio, como um objeto pendurado ou algo flutuando na água, e serão abordados nesse tema. Em continuidade ao estudo do equilíbrio de translação, trataremos do equilíbrio de rotação de forma introdutória, discutindo o conceito de torque.

Situações típicas do cotidiano, como gangorras, balanças de braço etc., propiciarão o contexto para o estudo do torque em sistemas em equilíbrio de rotação. Também nesse tema, vamos nos dedicar a entender o funcionamento de ferramentas e equipamentos que ampliam forças. Para isso, utilizaremos o conceito de trabalho que será aprofundado ao evidenciar fisicamente os princípios de funcionamento dos mecanismos de amplificação de força, como o giro de uma chave de fenda ou o deslocamento por meio de uma alavanca ou roldana.

A Situação de Aprendizagem 4 ressalta aspectos da evolução tecnológica das máquinas que realizam trabalho mecânico. É proposto um debate sobre a evolução tecnológica, suas implicações sociais e os impactos ambientais. O estudo das situações de equilíbrio de translação é discutido na Situação de Aprendizagem 5 por meio dos diagramas de força e da construção de um dinamômetro. Em seguida, na Situação de Aprendizagem 6, passamos a discutir o equi-

¹ Também conhecido em materiais didáticos de Ensino Médio como momento de uma força.



brio de rotação por meio do conceito de torque e da construção de uma balança de braços. A Situação de Aprendizagem 7 finaliza o tema,

discutindo ferramentas, equipamentos e instrumentos que utilizam o trabalho mecânico para a amplificação de força.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 A EVOLUÇÃO DAS MÁQUINAS MECÂNICAS

Esta Situação de Aprendizagem propõe a discussão sobre os impactos tecnológicos, sociais e históricos da evolução do trabalho mecânico. É importante estabelecer comparações entre o trabalho animal e o trabalho mecânico, evidenciando que atualmente nos acostumamos com motores e máquinas com potências muito superiores às dos animais.

Construindo máquinas com potências que jamais poderiam ser alcançadas usando o trabalho animal, quebramos a barreira do som com aviões e carros, exploramos o fundo do oceano, e lançamos foguetes que conquistaram o espaço. No entanto, essa evolução vem acompanhada de uma desenfreada transformação do ambiente. Hoje, há máquinas que são pequenas indústrias de processamento de madeira: derrubam as árvo-

res, recolhem-nas, cortam e embalam o produto como tábuas e selecionam os resíduos do processamento, tudo num único equipamento móvel. Promovem maior degradação ambiental num tempo menor; fenômeno semelhante ocorre com máquinas utilizadas na extração de minérios.

Em todos esses casos, promovemos grandes impactos ambientais, muitos deles irreversíveis. Nesse sentido, a atividade proposta busca avaliar de forma crítica os avanços trazidos pela tecnologia, seus impactos sociais e ambientais, trazendo para o debate dos alunos a necessidade de tomar posições que levem em consideração não apenas o pragmatismo tecnológico: é preciso identificar vantagens e desvantagens dos processos tecnológicos, posicionando-se criticamente em relação a eles.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: evolução histórica dos processos de utilização do trabalho mecânico (por exemplo, na evolução dos meios de transportes ou de máquinas mecânicas) e suas implicações na sociedade.

Competências e habilidades: reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social; analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação ao avanço tecnológico das máquinas; reconhecer a tecnologia como resultado de uma construção humana, identificando a evolução das máquinas que realizam o trabalho mecânico.

Estratégias: trabalho em grupo, preparação para o debate e debate entre grupos; fechamento em grande grupo.

Recursos: roteiro 4 de atividade em grupo visando à identificação da evolução das máquinas que realizam trabalho mecânico e à avaliação dos riscos e benefícios trazidos por esse processo evolutivo.

Avaliação: avaliar o entendimento dos alunos sobre a evolução das máquinas que realizam trabalho mecânico e a avaliação dos riscos e benefícios trazidos por esse processo evolutivo; o cartaz ou mural deve ser avaliado quanto à sua capacidade de síntese.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

O roteiro 4 propõe um trabalho individual até o item 2; a partir do item 3, a turma deverá ser organizada em três grupos. Faça essa divisão previamente e proponha o trabalho.

Figura 5.

Adaptado de: *Trabalho, trabalho, trabalho!* Leituras do Gref. Mecânica. Leitura 22, p.85. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/pagina01.html>>.



Animal/equipamento	Potência típica (W)	Máquina térmica	Potência típica (W)
Homem	40	Bomba de vapor de Sarvey (1 702)	746
Boi	380	Máquina de Watt (1 778)	30 000
Cavalo	746	Carro popular 1.0	42 000
Roda-d'água (300 a.C.)	2 200	Carro pequeno 2.0	98 000
Moinho de vento (1 600)	10 500	Ferrari	370 000
Usina solar	20 000	Máquina a vapor naval (1 900)	6 000 000
Turbina d'água (1 850)	600 000	Máquina a vapor terrestre (1 900)	9 000 000
Gerador eólico	3 000 000	Usina termelétrica a vapor (1 970)	1 100 000.000
Usina hidrelétrica	6 000 000 000	Usina nuclear (1 974)	1 300 000 000

Adaptado de: GOLDEMBERG, José. LUCON, Osvaldo. *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*. 3 ed. São Paulo: Edusp, 2008.

Tabela 3.

No século passado, o transporte urbano ainda era feito por tração animal. Hoje, os veículos e máquinas são muito mais eficientes e utilizam motores à combustão e tração mecânica.

1. Comparando os dados da tabela acima, usando a tração animal, quantos cavalos seriam “utilizados” num carro 1.0? Quantos cavalos equivaleriam à potência de uma Ferrari?
2. A tabela 3 indica que as máquinas a vapor utilizadas em navios ou as utilizadas em indústrias apresentam potências características de cerca de 6 MW, equivalente a aproximadamente _____ cavalos, e 9 MW, correspondente a _____ cavalos. Qual seria o tamanho do pátio de uma indústria, na qual cavalos andariam em círculos concêntricos para alcançar, com trabalho animal, uma potência equivalente à da máquina a vapor?
3. Reúnam-se em três grupos.
 - a) Um grupo deve discutir as vantagens da amplificação da força humana pelas máquinas e os problemas causados por elas. Reflitam, por exemplo, sobre as usinas hidrelétricas: elas abastecem grandes regiões do país com energia elétrica, mas são causa de desmatamento, de assoreamento e da poluição originada da exploração ambiental.
 - b) Outro grupo deve discutir sobre as vantagens das conquistas do ser humano, as quais são frutos dessas máquinas. Reflitam sobre temas, como: a conquista do espaço (foguetes, estação espacial), a conquista dos mares (submarinos nucleares), os transportes aéreos, as usinas nucleares, a exploração de minérios em grandes escavações. O grupo também deverá discutir os problemas advindos dessa conquista, como a poluição espacial, os riscos de acidentes nucleares e o vazamento de grandes quantidades de materiais radioativos, o prejuízo ambiental, o desmatamento, o assoreamento e a poluição ambiental causados pela exploração mineral etc.



- c) O terceiro grupo deve discutir as vantagens e as desvantagens da substituição do trabalho humano pelo trabalho mecânico das máquinas como ocorre nas linhas de montagens das indústrias ou nos campos de cultivo, com as semeadoras e colheitadeiras automatizadas.

Ao final, os três grupos devem debater as vantagens e as desvantagens dos avanços tecnológicos das máquinas mecânicas utilizadas pelo homem e produzir um cartaz ou mural que apresente a síntese de suas conclusões.

Encaminhando a ação

O **item 1** compara o trabalho animal e o trabalho mecânico e, nessa comparação, temos que a potência equivalente a de um carro 1.0 corresponde a cerca de 56 cavalos. Já para se equiparar a uma Ferrari seriam necessários cerca de 500 cavalos. A questão importante a ser discutida aqui é que o trabalho mecânico é realizado por máquinas que conseguem concentrar grande potência nos pequenos motores que equipam os veículos.

O **item 2** concretiza a inviabilidade de se obter por trabalho animal potências como as obtidas por trabalho mecânico nas máquinas modernas. Uma máquina de 6 MW corresponderia a cerca de 8000 cavalos e a de 9MW, a 12000 cavalos. Pense agora numa usina nuclear com potência de 1,5 milhão de cavalos! É difícil imaginar como esse número de animais poderia ser disponibilizado para obter tal potência.

Nesse momento, é interessante que você esclareça o motivo de se utilizar o conceito de potência e não o de energia ao comparar o trabalho realizado por diferentes máquinas e animais. Ressalte que é preciso comparar o tempo necessário para se obter a energia, uma vez que mesmo um pequeno motor pode fornecer grande energia se funcionar por um longo período de tempo, mas, se for preciso que essa energia seja obtida rapidamente, é necessária uma potência maior, por isso o conceito adequado é o de potência.

O **item 3** propõe reflexões sobre diferentes pontos de vista acerca da evolução tecnológica. O primeiro grupo discutirá, como a amplificação da força humana pelas máquinas permite a manutenção de aglomerações urbanas, como grandes cidades, metrópoles etc. Ele pode trazer também questões como a evolução dos sistemas de produção, fábricas automatizadas, industrialização dos alimentos, além da questão da dimensão das usinas hidrelétricas, que permitem abastecer grandes regiões do país com energia elétrica. Por outro lado, discutirá os impactos ambientais e os problemas urbanos trazidos pela grande produtividade dessas máquinas e seus desdobramentos. Alguns exemplos são os problemas resultantes da construção de grandes centrais hidrelétricas, como o alagamento de grandes regiões; das aglomerações humanas, como o descarte do lixo; e do crescimento desorganizado dos centros urbanos, como a captação e o tratamento de água.

O segundo grupo discutirá realizações humanas que só são possíveis pela evolução de máquinas e equipamentos, como a conquista do espaço (foguetes, estação espacial), a conquista dos mares (submarinos nucleares), os transportes aéreos, as usinas nucleares, a exploração de minérios em gigantescas escavações, a exploração de petróleo em plataformas submarinas etc. Por outro lado, discutirá a poluição espacial (os restos de foguetes, pequenas peças que se desprendem e permanecem em órbita, os satélites artificiais obsoletos etc.), os riscos de acidentes com material radioativo (como o ocorrido em



Goiânia (GO) ou como os naufrágios de submarinos nucleares); a exploração desenfreada dos recursos naturais (minérios e petróleo, por exemplo) e suas consequências, como desmatamento, assoreamento e outros prejuízos ambientais.

O terceiro grupo deve discutir as vantagens da substituição do trabalho humano pelo trabalho mecânico em casos como o uso de robôs para a realização de atividades perigosas ou insalubres. Por outro lado, discutirá os problemas sociais ligados à substituição do trabalho humano pelo trabalho mecânico, tendo como consequência as ondas de desemprego na indústria e no campo.

O conceito de potência pode ser aprofundado, também, relacionando energia e tempo, explorando seu significado, as unidades de medida etc. Outras questões que contribuam para a reflexão sobre a responsabilidade social no desenvolvimento tecnológico podem ser exploradas, como o desmatamento da Floresta Amazônica por madeireiras, trazendo para o debate o questionamento sobre a evolução de máquinas de corte de árvores: *Elas devem evoluir para máquinas que consigam derrubar mais florestas num menor tempo?* Esse tipo de questão pode ser debatida em grupo, como foi realizado no 1º bimestre no tribunal de pequenas causas físicas.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 5 AVALIANDO SITUAÇÕES DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO

Nas situações em que há equilíbrio, a força resultante sobre o objeto deve ser nula, não havendo aceleração. O equilíbrio é denominado estático se a velocidade do objeto é nula, como numa ponte ou numa casa, e dinâmico se o objeto está em movimento com velocidade constante e diferente de zero, como um avião, um helicóptero ou um barco. Para avaliar as situações de equilíbrio, vamos recorrer ao diagrama de forças estudado juntamente com as leis de Newton sobre o movimento.

Esta Situação de Aprendizagem propõe a construção de um dinamômetro, que indica a força atuante nos sistemas por meio da comparação com a força elástica. Utilizando situações de equilíbrio os alunos farão a calibração e as medidas com o equipamento. Ao final, com a imersão de objetos em líquidos, a medida do dinamômetro será alterada, dando ensejo, então, para a discussão sobre “peso aparente” por meio da inserção de uma nova força: o empuxo.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: condições necessárias para a manutenção do equilíbrio de translação de objetos, incluindo situações no ar ou na água.

Competências e habilidades: ler e interpretar textos e procedimentos experimentais e elaborar comunicação escrita ou oral para relatar experimentos; identificar variáveis relevantes na análise da situação-problema e reconhecer possíveis estratégias experimentais para resolvê-la; elaborar hipóteses e interpretar resultados; realizar, de maneira cuidadosa e consistente, os procedimentos experimentais, reconhecendo as condições necessárias para estabelecer o equilíbrio estático de forças.

Estratégias: atividade experimental de construção, calibração e utilização de equipamento para medir forças em situações de equilíbrio.

Recursos: roteiro 5 de atividade em grupo, que aborda a construção, a calibração e a utilização de dinamômetro; materiais para construção do dinamômetro: rolhas, arame, cano plástico, mola, pedaço de madeira, papel quadriculado e parafusos.

Avaliação: avaliar a participação dos alunos na atividade, seu interesse, motivação, capacidade de colaboração, argumentação e síntese; avaliar o entendimento dos alunos sobre as condições necessárias para estabelecer o equilíbrio de translação num sistema físico.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Organize a turma em grupos e trabalhe com o roteiro 5.

Roteiro 5 – Avaliando situações de equilíbrio

Para avaliar situações de equilíbrio estático, vamos construir um equipamento que se baseia no equilíbrio entre a força elástica e outras forças. O dinamômetro é bastante conhecido como balança de peixeiro ou balança de dedo e é utilizado para medir força e avaliar a massa dos objetos, em unidades como o quilograma.



Lie Kobayashi

Figura 6.



Materiais

Vamos utilizar rolhas, arame, cano plástico, mola, um pedaço de madeira, papel quadriculado e parafusos. Vamos montá-los como indica a figura.

Cada vez que acrescentamos massa ao dinamômetro, ocorre um novo equilíbrio estático entre a força elástica da mola e a força gravitacional exercida pela massa pendurada.

Para calibrar o dinamômetro, vamos acrescentar-lhe peso e realizar marcações no papel milimetrado que indiquem a força correspondente. Podemos usar moedas ou outros objetos cuja massa seja conhecida. Cada 1 g de massa corresponde a 0,01 N de força.

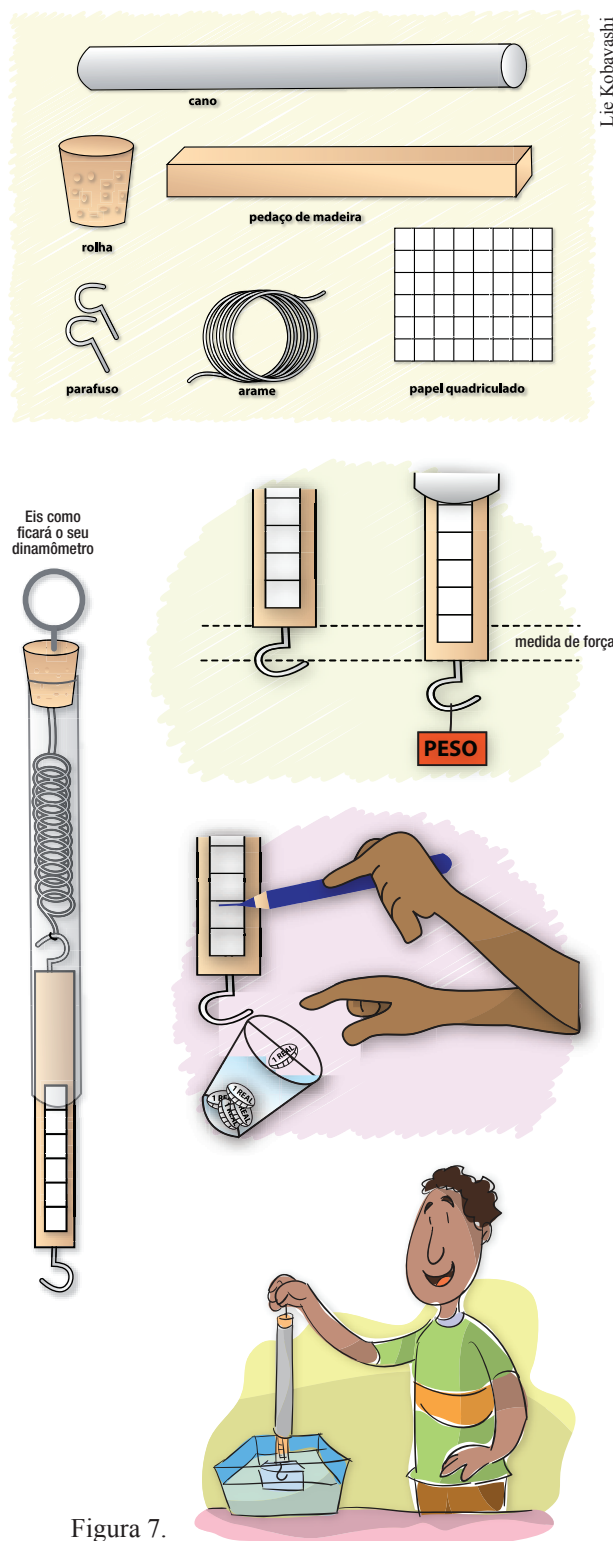
Construa o gráfico da força exercida em função da massa, determine a equação que pode representar a curva de calibração do seu dinamômetro.

Tente o seguinte: pendure um objeto qualquer em seu dinamômetro para determinar o seu peso.

Depois pegue o objeto e coloque-o dentro de uma vasilha com água, pendurado pelo dinamômetro, como indica a figura.

O que você percebe? Será que o objeto ficou mais leve? Ou não? Que coisa maravilhosa, extraordinária e diferente ocorre quando o objeto é mergulhado na água?

Atividade adaptada de: *Leituras de Física* do Gref – Mecânica, leitura 14, p. 56. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/pagina01.html>>.



Lie Kobayashi

Encaminhando a ação

Os materiais necessários à construção do dinamômetro são facilmente localizáveis em lojas de material de construção e sua montagem é bastante simples, bastando seguir a figura. Monte um dinamômetro antes da aula para avaliar as dificuldades que os alunos poderão encontrar e para organizar as orientações em função das especificidades dos materiais utilizados em cada montagem, como a constante da mola, o tamanho do tubo etc.

Em relação à calibração, você deve escolher o melhor padrão a ser utilizado. Um padrão bastante útil é a moeda corrente. Foram efetuadas medidas de massa das moedas brasileiras em uso e você pode verificar a massa média para cada tipo de moeda nas tabelas a seguir. É necessário, no entanto, observar o ano de produção da moeda, pois moedas anteriores ao ano de 2002 apresentam massas distintas das atuais em virtude das mudanças em sua composição, promovidas pela Casa da Moeda².

Moeda	R\$ 1 (cores: bronze e prata)	R\$ 0,50 grossa	R\$ 0,50 fina	R\$ 0,25 (cor: bronze)	R\$ 0,25 (cor: prata)
Massa média	6,9 g	7,8 g	3,9 g	7,6 g	4,8 g

Moeda	R\$ 0,10 (cor: bronze)	R\$ 0,10 (cor: prata)	R\$ 0,05 (cor: cobre)	R\$ 0,05 (cor: prata)
Massa média	4,8 g	3,6 g	4,1 g	3,3 g

O procedimento será o mesmo descrito na atividade. É importante que os alunos construam os diagramas de força numa situação de equilíbrio.

² Outras informações e características técnicas das moedas podem ser obtidas diretamente no *site* do Banco Central do Brasil: <<http://www.bcb.gov.br/?MOEDAREAL>>.

³ Essa discussão pode ser encontrada em muitos livros de Física, e uma sugestão aos alunos pode ser a de consultar diferentes livros-texto sobre o princípio de Arquimedes, que explicam a flutuação de grandes navios com casco de aço e outras situações interessantes.

Em relação ao peso medido, é interessante lembrar que a mola não pode ser esticada demasiadamente sob risco de sofrer deformação permanente ou alterar a constante elástica aferida na calibração. Assim, o peso a ser medido deve ser compatível com o instrumento construído. Este objeto deve ser impermeável ou não ter suas características alteradas pela água, uma vez que deverá ser mergulhado nela.

O diagrama de forças é imprescindível para a discussão do “peso aparente” que o objeto passará a ter ao ser imerso na água — esse peso será indicado pelo dinamômetro. O surgimento da força de empuxo precisa ser evidenciado para se contrapor à ideia de que os objetos são mais leves dentro da água. O peso do objeto não varia.

Em continuidade à Situação de Aprendizagem, você deve abordar o equilíbrio dinâmico, em que as mesmas regras e os mesmos critérios são utilizados no equilíbrio estático. No entanto, para os alunos, isso não é imediato — é preciso que seja trabalhado como situação análoga. Exercícios devem ser propostos para que a analogia adquira significado, por exemplo, discutindo o diagrama de forças de um balão, avião, pássaro voando etc., todos eles com velocidade constante.

A discussão sobre o equilíbrio em fluidos deve ser sistematizada utilizando a análise por diagramas de forças, as leis de Newton sobre o movimento e a concepção de empuxo. O estudo do empuxo pode ser explorado a partir do peso do líquido deslocado (no entanto, o entendimento físico do empuxo necessita do aprofundamento do conceito de pressão e de seu gradiente num líquido sob ação do campo gravitacional.)³ Faça e proponha exercícios sobre situações em equilíbrio estático e dinâmico, e de determinação do peso aparente e do empuxo; esse tipo de atividade é encontrado em livros didáticos.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 6 O TORQUE EM SITUAÇÕES DE EQUILÍBRIO

Nas situações em que há equilíbrio de rotação, o torque resultante sobre o objeto deve ser nulo. O torque (ou momento de uma força) é obtido do produto entre o braço (distância entre o ponto de apoio e o ponto em que a força é aplicada) e a intensidade da componente da força que é perpendicular a ele.

Em casos em que a somatória dos torques não é nula, haverá aceleração angular e o objeto inicia ou altera seu movimento de rotação. Por exemplo, nas rodas dos carros, enquanto há aceleração, o torque resultante não é nulo, mas,

quando a roda está em repouso ou quando a velocidade angular é constante, a somatória dos torques aplicados será nula, de forma análoga ao que vimos no equilíbrio de translação. Será discutido o equilíbrio de rotação por meio do estudo de uma balança de braços, mas os mesmos princípios valem para quaisquer corpos extensos, como uma ponte ou uma casa.

Nesta Situação de Aprendizagem, construiremos uma balança de braços, que é um equipamento que compara massas e permanece em equilíbrio se o torque resultante for nulo.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: condições necessárias para a manutenção do equilíbrio de rotação de objetos em equilíbrio estático; momento de uma força.

Competências e habilidades: ler e interpretar textos e procedimentos experimentais e elaborar comunicação escrita ou oral para relatar experimentos; identificar variáveis relevantes na análise de situação-problema e reconhecer possíveis estratégias experimentais para resolvê-la; elaborar hipóteses e interpretar resultados; realizar de maneira cuidadosa e consistente os procedimentos experimentais.

Estratégias: atividade experimental de construção e utilização de uma balança de braço para comparar torques em situações de equilíbrio estático.

Recursos: roteiro 6 de atividade em grupo; materiais para a construção e utilização de balança de braços.

Avaliação: avaliar a participação dos alunos na atividade: interesse, motivação, capacidade de colaboração, argumentação e síntese; avaliar o entendimento dos alunos sobre as condições necessárias para estabelecer o equilíbrio de rotação num sistema físico; avaliar se o relatório explicita o experimento realizado, apresenta os dados em tabelas e se chega na expressão do torque que relaciona massa e distância.



Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Organize a turma em grupos e proponha o trabalho com o roteiro 6.

Roteiro 6 – Momento de uma força, ajudando a entender o equilíbrio

O que fazemos para comparar massas?

Quando desejamos saber entre duas massas qual delas é maior, como podemos identificar e quantificar a razão entre as massas?

Uma forma bastante simples é construir uma balança de braços. Para isso, usaremos uma régua rígida de plástico, madeira ou metal, barbante, copinhos plásticos, cliques de papel e um punhado de moedas iguais (podem ser também bolinhas de gude ou arruelas).

Com um prego, um parafuso ou uma broca, faça um furo, por onde possa passar o barbante, bem no meio da régua, mas próximo à borda. Em seguida, vamos pendurá-la no tampo da carteira ou em outro suporte que você encontrar. Ela deve ficar como está indicado na figura a seguir.

Use os cliques e os copinhos como suporte para pendurar massas na balança. Eles devem ficar móveis, podendo se deslocar pela régua. Use a escala graduada da régua, mas próxima à borda, para medir a distância entre cada copinho e o centro da régua, onde está o barbante.

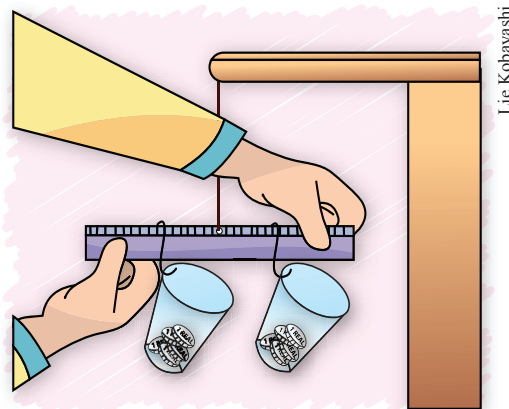


Figura 8.

1. Pendure massas iguais (moedas, arruelas ou bolinhas de gude) a distâncias iguais do barbante que segura a balança. O que acontece? Repita o procedimento ao menos três vezes, aumentando ou diminuindo a distância.
2. Pendure massas iguais em distâncias diferentes. O que acontece?
3. Pendure massas diferentes em distâncias iguais. O que acontece?
4. Pendure de um lado da balança uma massa a uma determinada distância (por exemplo, uma moeda a 10 cm) e, do outro lado, coloque o dobro da massa (duas moedas), numa distância que seja a metade da distância que foi usada do outro lado (5 cm). O que acontece?
5. Pendure de um lado da balança três moedas a 10 cm do centro, e do outro lado, usando dois copinhos, pendure uma moeda a 20 cm e outras duas moedas a 5 cm do centro. Explique por que a balança ficou equilibrada.



6. Monte os diagramas de força das situações estudadas, indicando nele as distâncias das forças ao centro da balança. Faça um diagrama para cada item.
7. Escreva um relatório da atividade e explique que regra que deve ser seguida para deixar a balança em equilíbrio utilizando massas diferentes dos dois lados da balança.

Encaminhando a ação

Em relação à construção da balança de braços, os materiais são de fácil aquisição em papelerias e sua montagem é bastante simples, bastando seguir a figura.

O **item 1** trata do equilíbrio do torque utilizando forças iguais a distâncias iguais, produzindo torques cujo resultante é zero. O importante é que o aluno perceba que em qualquer distância adotada, desde que sejam massas iguais e distâncias iguais, ocorrerá uma situação de equilíbrio de rotação.

O **item 2** trata de uma situação em que não há equilíbrio. Como as forças-peso são iguais, mas as distâncias são diferentes, os torques não se anulam e a balança penderá para o lado que tem maior torque, aquele cuja distância ao centro for maior.

O **item 3** trata de uma situação em que não há equilíbrio. Como as distâncias são iguais, mas as forças-peso são diferentes, os torques não se anulam e a balança penderá para o lado que tem maior torque, aquele cuja força-peso é maior.

Os **itens 4 e 5** tratam de situações em equilíbrio de rotação, com forças-peso e distâncias cujo torque resultante é nulo. Nelas, os alunos são direcionados a relacionar a massa com a distância. Essa relação será fundamental para o entendimento da concepção de momento de uma força a ser explorada no diagrama de forças.

No **item 6**, o essencial é a construção dos diagramas de força, com a indicação das distâncias. Você deverá explorar o conceito de momento de uma força, mostrando que os produtos da força por distância são iguais nos dois lados da balança nos casos em que há equilíbrio, e são diferentes nos casos em que não há equilíbrio.

No **item 7**, o essencial é que os alunos apresentem o conceito de momento de uma força, explicitando que, em situações de equilíbrio, a soma de todos os momentos em cada um dos dois lados da balança é igual.

O relatório deve ser entendido como um exercício da habilidade de organizar e apresentar os procedimentos científicos em linguagem escrita. Nesse momento, não deve ser avaliado com o rigor que um relatório científico deve ter em relação à precisão de medidas, propagação de erros ou normas.

Devemos observar se o objetivo está claro para o aluno, se o procedimento realizado está devidamente caracterizado com explicações que possibilitem ao leitor a reprodução do experimento, se os dados são apresentados de forma organizada e se o aluno consegue determinar uma regra que promova equilíbrio de rotação na balança de braços.

Caso você entenda que não há tempo suficiente para a elaboração do relatório durante a aula, o aluno poderá realizá-lo como atividade extraclasse. Nesse caso, estipule o prazo de



entrega para uma das próximas aulas, sem que isso prejudique a atividade.

Continuando a atividade, você deve abordar formalmente o torque como momento de uma força e pode realizar medidas com o dinamômetro (construído na Situação de Aprendizagem 5) na balança de braços. Pode discutir o funcionamento das balanças de comparação com braços de diferentes tamanhos, como, por exemplo, a balança utilizada em consultórios médicos. Mostre como gangorras utilizam o torque para

divertir as crianças. Faça alguns exercícios sobre situações em equilíbrio de rotação, que podem ser facilmente encontrados em qualquer livro didático.

Na atividade **Aprendendo a Aprender** que discute a força para abrir uma porta, pode-se sugerir que entre a mão e a porta se coloque um objeto deformável, como uma esponja, para verificar que a força aplicada tem de ser maior quanto mais perto da dobradiça estiver o ponto de aplicação.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 7 AMPLIAÇÃO DE FORÇAS: AUMENTANDO O DESLOCAMENTO NA REALIZAÇÃO DE TRABALHO

Em nosso dia a dia, convivemos com tantos amplificadores de força que mal nos damos conta. Escadas, rampas, facas, saca-rolhas, maçanetas, chaves de portas e de cadeados, interruptores de luz, ferramentas em geral (chaves de fenda, chaves de boca, chaves inglesas e alicates), apontador de lápis, tesoura, estilete.

Em todos esses objetos, e em muitos outros instrumentos, ferramentas e utensílios, há um mesmo processo físico: o de realizar igual trabalho com menor intensidade de força, em troca do aumento do deslocamento, o que normalmente chamamos de amplificação da força.

Nesta Situação de Aprendizagem, propomos estudar esse processo de amplificação de força, tratando-o do ponto de vista da conservação da energia, usando quatro categorias de máquinas simples:

1. Planos inclinados;
2. Alavancas;
3. Rodas e eixos;
4. Roldanas.

Com essas categorias, damos conta dos principais amplificadores de força que usamos no cotidiano, excetuando-se máquinas e equipamentos mais sofisticados.

É importante que os alunos tenham contato com ferramentas e objetos identificados nesta Situação de Aprendizagem. Para isso, você pode organizar um conjunto deles e levar no dia da atividade, ou então pedir a cada aluno que traga algumas ferramentas ou utensílios domésticos que sejam utilizados para amplificar a força e apresentar à sala.



Tempo previsto: 3 aulas.

Conteúdo e temas: processos de amplificação de forças em ferramentas, instrumentos ou máquinas.

Competências e habilidades: utilizar terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas; interpretar situação-problema e utilizar modelos explicativos de equilíbrio estático para sua solução; utilizar a linguagem matemática na apresentação do desenvolvimento e solução de problemas que envolvem amplificação de força.

Estratégias: discussões em pequenos grupos com fechamento da classificação em grande grupo; intervenção e exposição do professor.

Recursos: roteiro 7 de atividade em grupo, visando à identificação da amplificação da força, realizando a troca de força por deslocamento para realizar o mesmo trabalho.

Avaliação: avaliar a variedade e a qualidade das manifestações dos alunos no desenvolvimento da atividade; avaliar o entendimento dos alunos sobre o princípio de funcionamento da amplificação da força, ou seja, aumento do deslocamento para aplicar uma força menor e executar o mesmo trabalho.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

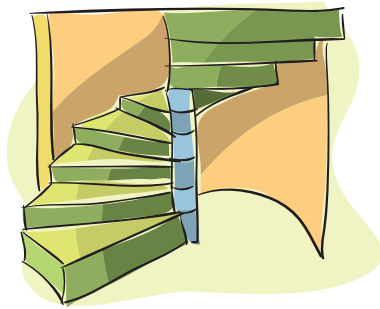
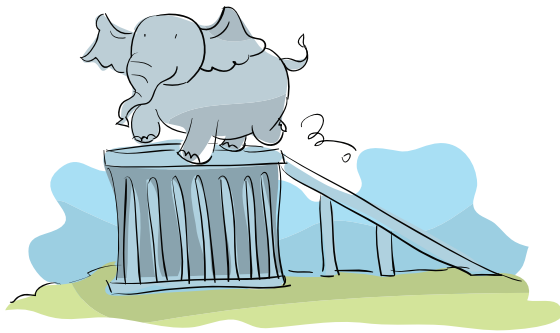
Organize a sala em pequenos grupos, distribua diferentes categorias de máquinas simples entre eles e trabalhe com o roteiro 7.

Roteiro 7 – Trocando força por deslocamento para realizar o mesmo trabalho

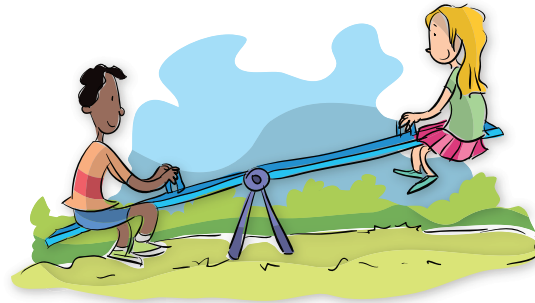
Você já parou para pensar no que faz para aumentar sua força? Pense no que se faz nos casos apresentados nas questões 1, 2, 3, 4 e 5.

1. Depois de colocar um parafuso e girá-lo até prender, o que você faz para aumentar sua força e conseguir girá-lo até ficar bem apertado?
2. Ao colocar um carro quebrado sobre o caminhão guincho, ou colocar uma motocicleta na caçamba de uma caminhonete, é possível realizar essa tarefa sem a ajuda da rampa? Você acha que uma rampa amplia sua força?
3. Como uma só pessoa consegue levantar o motor de um carro na oficina mecânica usando uma talha com várias roldanas móveis? Você acha que as roldanas podem ampliar sua força?
4. Os alicates têm cabos mais compridos que seus bicos. Como isso amplia a nossa força na hora de segurar, amassar ou de cortar os objetos?
5. Classifique as imagens a seguir nos seguintes grupos de coisas que amplificam nossa força: I. Planos inclinados; II. Alavancas; III. Rodas e eixos; IV. Roldanas.





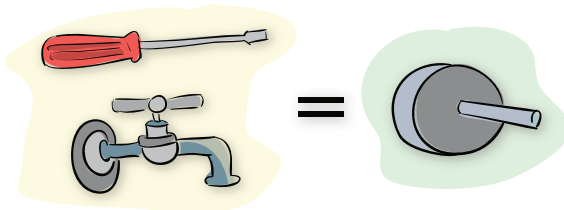
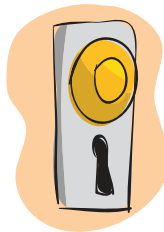
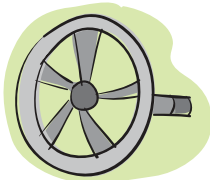
Planos inclinados



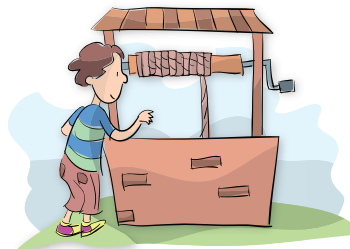
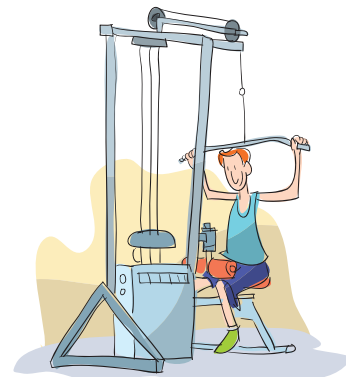
Lie Kobayashi



Alavancas



Rodas e eixos



Roldanas

Figura 9.

Atividade adaptada de: *Como facilitar um trabalho. Leituras do Gref. Mecânica*, n. 26, p.102. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/pagina01.html>>.



Encaminhando a ação

A questão de abertura é um tipo de levantamento em que os alunos trarão elementos, como o uso de ferramentas, máquinas e equipamentos, mas também aparecerão exercícios para os músculos, dietas, biotônicos, entre outros. Vamos nos fixar apenas nas máquinas simples.

Os **itens 1, 2, 3 e 4** fazem os levantamentos das coisas que serão classificadas respectivamente nos grupos 3. Rodas e eixos; 1. Planos inclinados; 4. Roldanas; e 2. Alavancas, cujos exemplos são apresentados a seguir:

- ▶ Em planos inclinados (1), estão presentes rampas, escadas, saca-rolhas, planos inclinados em geral e também as cunhas e ferramentas de corte que utilizam a cunha, como tesouras, facas etc.
- ▶ Em alavancas (2), estão presentes balanças, gangorras, braços articulados, carrinhos de mão, pinças e ferramentas que formam pinças, como alicates, tesouras, sistemas de freio de veículos etc., bastões e raquetes, como os utilizados em jogos esportivos.
- ▶ Em rodas e eixos (3), encontram-se chaves em geral, objetos nos quais podemos identificar um eixo menor acoplado a outro maior, como a maçaneta redonda de uma porta, a direção de um carro, a chave, a “borboleta” da torneira, manivelas etc.
- ▶ Em roldanas (4), estão presentes talhas lineares e talhas exponenciais, muito utilizadas em veleiros e outras embarcações náuticas, em ferramentas, como a talha para levantar o motor dos veículos em oficinas mecânicas, roldanas utilizadas em elevadores, portas, aparelhos de musculação etc.

Assim, contemplamos as diversas máquinas simples que estão presentes no dia a dia. Em todos os casos, o princípio de amplificação de força se baseia no aumento do deslocamento para realizar um mesmo trabalho e, portanto, o emprego de uma força proporcionalmente menor.

Nesse momento, você deve realizar uma intervenção, tratando de identificar e demonstrar aos alunos, em cada um desses grupos, como se realiza o mesmo trabalho trocando força por deslocamento. Deve ser realçado que realmente há o aumento da força aplicada por meio desse processo.

Em todos os casos, para realizar um mesmo trabalho ($\mathcal{T} = \text{Força} \cdot \text{deslocamento}$), quanto maior o deslocamento, menor a força, e vice-versa. Para entender esse processo físico de amplificação de força, o exemplo da alavanca é bastante didático.

Na Figura 10, o ponto de apoio da alavanca identifica o ponto que separa a figura em dois arcos: D_1 , de raio b_1 , e D_2 , de raio b_2 . Os dois arcos correspondem a ângulos de mesmo valor θ , com vértice no ponto de apoio. Como os ângulos inscritos são iguais, $\theta = (D_2/b_2) = (D_1/b_1)$, a relação entre D_1 e D_2 é a mesma relação entre b_1 e b_2 . O trabalho realizado por uma força F_2 aplicada do lado direito da alavanca corresponde a $\mathcal{T} = F_2 \cdot D_2$ e o trabalho de uma a força F_1 do lado esquerdo da alavanca corresponde a $\mathcal{T} = F_1 \cdot D_1$. Como não há significativa transformação da energia mecânica em outra forma de energia, pelo princípio da conservação da energia temos então que $F_1 \cdot D_1 = \mathcal{T} = F_2 \cdot D_2$ e, por isso, quanto maior o deslocamento, menor a força e vice-versa.

O **item 5** possibilita a classificação de objetos e elementos do cotidiano, que são utilizados como amplificadores de força em situações reais nas quatro categorias apresentadas nesta Situação de Aprendizagem. Há também alguns elementos que não são amplificadores de força e, portanto, não devem ser classificados. Cada grupo deverá apresentar aos colegas a sua classi-

ficação. À medida que os elementos forem apresentados, devem ser escritos na lousa. Ao final, faça a classificação em grande grupo.

O formalismo envolvido nessas máquinas simples pode ser aprofundado. Você pode bus-

car nos materiais didáticos atividades e exercícios que complementem sua explanação sobre alavancas, roldanas, talhas lineares e exponenciais, planos inclinados e cunhas, rodas, eixos e manivelas.

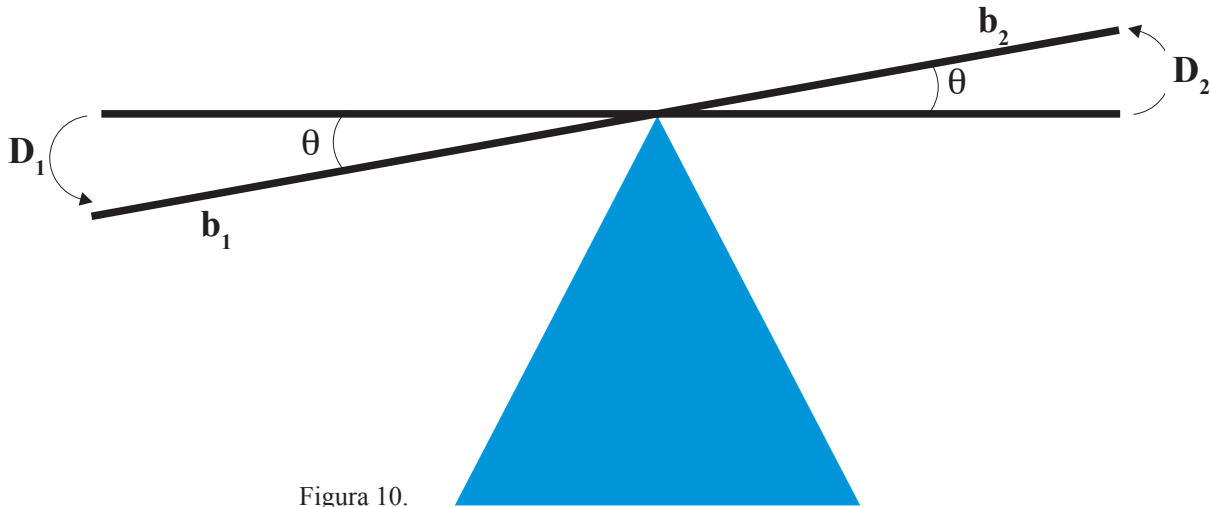


Figura 10.

GRADE DE AVALIAÇÃO

	Competências e habilidades	Indicadores de aprendizagem
Situação de Aprendizagem 4	<ul style="list-style-type: none"> – Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social. – Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação ao avanço tecnológico das máquinas. – Reconhecer a tecnologia como resultado de uma construção humana, identificando a evolução das máquinas que realizam o trabalho mecânico. 	<ul style="list-style-type: none"> – Identificar os avanços trazidos pela tecnologia, seus impactos sociais e ambientais. – Posicionar-se criticamente frente às vantagens e às desvantagens dos processos tecnológicos e de sua evolução.



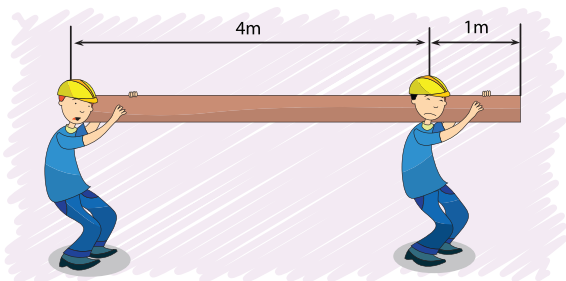
Situação de Aprendizagem 5	<ul style="list-style-type: none">– Ler e interpretar textos e procedimentos experimentais e elaborar comunicação escrita ou oral para relatar experimentos.– Identificar variáveis relevantes na análise de situação-problema e reconhecer possíveis estratégias experimentais para resolvê-la.– Elaborar hipóteses e interpretar resultados.– Realizar de maneira cuidadosa e consistente os procedimentos experimentais, reconhecendo as condições necessárias para estabelecer o equilíbrio estático de forças.	<ul style="list-style-type: none">– Construir diagramas de forças para situações de equilíbrio de translação.– Utilizar o dinamômetro para realizar medidas de força.– Identificar situações em equilíbrio de translação estático e dinâmico.– Identificar e medir a força de empuxo ao imergir um objeto num fluido.
Situação de Aprendizagem 6	<ul style="list-style-type: none">– Ler e interpretar textos e procedimentos experimentais e elaborar comunicação escrita ou oral para relatar experimentos.– Identificar variáveis relevantes na análise de situação-problema e reconhecer possíveis estratégias experimentais para resolvê-la.– Elaborar hipóteses e interpretar resultados.– Realizar de maneira cuidadosa e consistente os procedimentos experimentais, reconhecendo as condições necessárias para estabelecer o equilíbrio estático de rotação.	<ul style="list-style-type: none">– Reconhecer equilíbrio de rotação numa balança de braços.– Identificar situações em equilíbrio de rotação.– Determinar o momento de cada força aplicada num sistema em equilíbrio de rotação.
Situação de Aprendizagem 7	<ul style="list-style-type: none">– Utilizar terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas.– Interpretar situação-problema e utilizar modelos explicativos de equilíbrio estático para sua solução.– Utilizar a linguagem matemática na apresentação do desenvolvimento e solução de problemas que envolvem amplificação de força.	<ul style="list-style-type: none">– Identificar forças e deslocamentos na realização do trabalho nas máquinas simples.– Reconhecer, por meio do trabalho das forças envolvidas, a amplificação de forças em máquinas simples.– Classificar amplificadores de força em categorias.



PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO

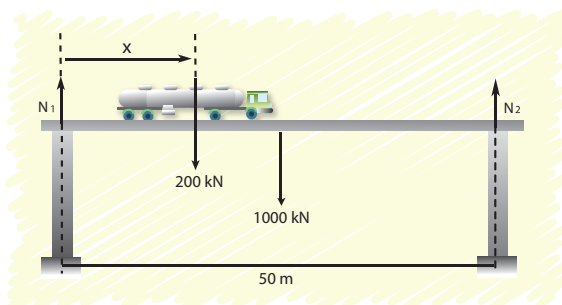
1. Fuvest 1988 – Dois homens estão carregando uma viga de madeira nas posições A e B indicadas na figura. Se a viga é homogênea e pesa 40 kg, qual a carga suportada por cada um?

- a) A = 15 kgf; B = 25 kgf
- b) A = 25 kgf; B = 15 kgf
- c) A = 8 kgf; B = 32 kgf
- d) A = 32 kgf; B = 8 kgf
- e) A = 20 kgf; B = 20 kgf



A viga pesa 40 kgf, e, sendo homogênea, seu centro de massa encontra-se no meio da madeira, a 2,5 m de cada extremidade. Se construímos um diagrama de forças e utilizarmos o centro da madeira para determinar os torques, teremos de um lado a força A exercida a uma distância de 2,5 m e, do outro lado, a força B exercida a uma distância de 1,5 m. Para que ocorra o equilíbrio, os valores dos torques devem ser iguais e, portanto, $A \times 2,5 = B \times 1,5$, ou seja, $A = 0,6 B$. Como $A + B = 40$ kgf (equilíbrio de translação), $0,6 B + B = 40$, portanto, $B = 25$ kgf e $A = 15$ kgf.

2. Fuvest 1998 – Um caminhão pesando 200 kN atravessa com velocidade constante uma ponte que pesa 1 000 kN e é suportada por dois pilares distantes 50 m entre si. O gráfico que melhor representa as forças de reação N_1 e N_2 nos dois pilares em função da distância x do centro de massa do caminhão ao centro do primeiro pilar é:

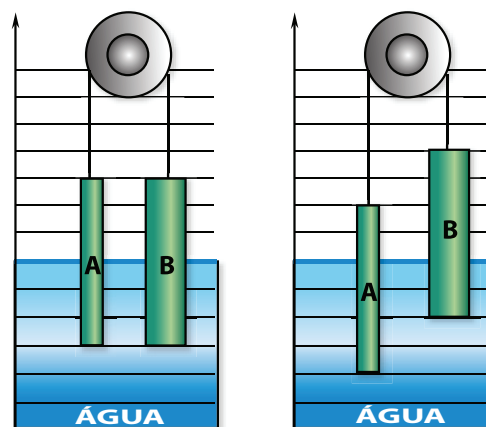
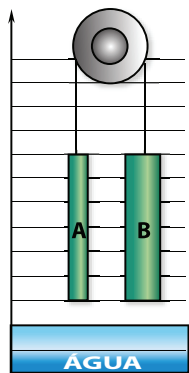


- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

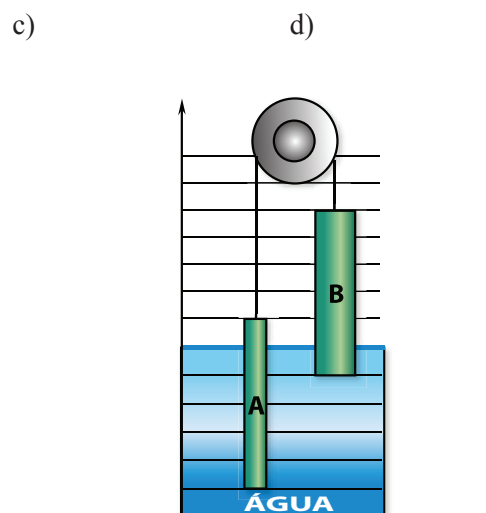
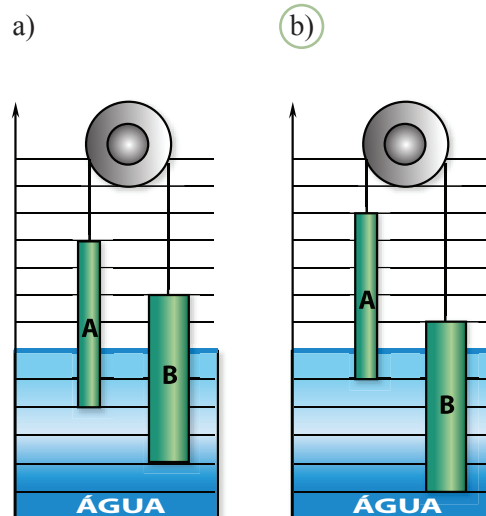


Quando a ponte se encontra livre de veículos, os pilares exercem forças iguais correspondentes a 500 kN. No momento em que o caminhão passar sobre o primeiro pilar, este exercerá uma força de 700 kN (500 + 200). O mesmo ocorre com o segundo pilar quando o caminhão estiver sobre ele. Enquanto o caminhão trafega do primeiro pilar em direção ao segundo, a força exercida pelo primeiro decresce de 700 kN para 500 kN, enquanto a força exercida pelo segundo aumenta de 500 kN para 700 kN, de forma gradual. O gráfico que corresponde a essa situação é o gráfico apresentado na alternativa (C). Veja que a soma das forças exercidas pelos pilares corresponde, em todos os momentos, a 1 200 kN, que é a soma do peso da ponte com o peso do caminhão. Portanto, está garantido o equilíbrio de translação. Essa questão também pode ser resolvida por equilíbrio de rotação, calculando os torques.

3. Fuvest 2003 – Considere dois objetos cilíndricos maciços A e B, de mesma altura e mesma massa e com seções transversais de áreas, respectivamente, S_A e $S_B = 2.S_A$. Os blocos, suspensos verticalmente por fios que passam por uma polia sem atrito, estão em equilíbrio acima do nível da água de uma piscina, conforme mostra a figura ao lado. A seguir, o nível da água da piscina sobe até que os cilindros, cujas densidades têm valor superior à da água, fiquem em nova posição de equilíbrio, parcialmente imersos. A figura que melhor representa esta nova posição de equilíbrio é:



Lie Kobayashi



Os dois objetos cilíndricos têm a mesma massa, logo eles têm o mesmo peso, e, por isso, apesar de formas distintas, permanecem em equilíbrio enquanto estão fora do líquido. Ao ser imerso na água, para que as forças de empuxo sejam iguais e uma nova situação de equilíbrio ocorra, o volume de líquido deslocado deve ser o mesmo para ambos os objetos. Como o volume dos dois corpos é diferente, então aquele com menor área ficará mais imerso que o outro, de forma que ambos desloquem o mesmo volume de água. A área é $S_B = 2 S_A$, portanto, o corpo A, em relação ao corpo B, terá o dobro da profundidade imersa no líquido. Assim, ambos deslocarão a mesma quantidade de líquido. $S_B \cdot h = 2 \cdot S_A \cdot h = S_A \cdot 2h$. A figura que ilustra essa situação é a correspondente à alternativa (b).

4. Na tabela abaixo, apresentam-se alguns meios de transporte e a energia que consomem para transportar uma pessoa, por quilômetro rodado:

Meio de transporte	Energia consumida para transportar uma pessoa (em kJ*/km)
bicicleta	65
pessoa caminhando	230
ônibus	240
carro com 5 pessoas	500
carro com uma pessoa	2 250

* 1 kJ (quilojoule) corresponde a 1 000 Joules, uma unidade de medida de energia.

Com base nos dados apresentados nessa tabela, responda às questões.

Extraído de: ENCCEJA – Livro do Estudante do Ensino Fundamental, Ciências, p. 44.

- Qual dos meios é o mais eficiente? Qual o menos eficiente?
- Compare uma bicicleta e um carro transportando apenas um passageiro. Quais as vantagens e desvantagens que você vê em cada um?
- O mais eficiente é sempre o melhor? Por quê?
- Com base nesse critério, você diria que um veículo é mais eficiente quando é mais veloz?

As repostas são abertas e devem apresentar os seguintes elementos:

a) Tomando a eficiência como a relação apresentada entre energia e deslocamento, a bicicleta é o veículo mais eficiente, com 65 kJ/km.

b) Vantagens e desvantagens da bicicleta: é muito mais eficiente do ponto de vista energético, não polui o ambiente, dependendo do trajeto evita ficar parada no trânsito (podendo até ser mais rápida), mas pode ser mais cansativa e oferecer menos segurança. Automóvel com um passageiro: mais rápido (dependendo do trajeto), pode ser menos cansativo, mais seguro e confortável (também depende das condições de trânsito e outros fatores pessoais), mas é menos eficiente, consome combustível, polui o ambiente, contribui com maior congestionamento de trânsito.

c) Não, como indica a resposta (b). Outros fatores devem ser considerados.



d) Não, pois o mais veloz pode consumir mais energia.

5. Com as ideias contidas no trecho extraído do livro do aluno do Ensino Médio, do Enceja, p. 71, e escreva um pequeno texto de 10 linhas discutindo aspectos da evolução tecnológica do trabalho mecânico e seu impacto ambiental.

Veja o trecho da carta atribuída ao chefe Seattle, da tribo Suquamish, que teria sido endereçada ao presidente norte-americano Franklin Pierce, em 1854, a propósito de uma oferta de compra do território da tribo:

De uma coisa temos certeza: a terra não pertence ao homem branco: o homem branco é que pertence à terra.

Todas as coisas estão relacionadas, como sangue que une uma família.

O que fere a terra, fere também os filhos da terra. O homem não tece a teia da vida: é antes um de seus fios.

O que quer que faça a essa teia, faz a si próprio.

A resposta é aberta. A ideia é propiciar a discussão de que o progresso tecnológico pode ser vital para a sociedade, mas precisa ser

realizado de forma harmoniosa e responsável. “O que quer que faça a essa teia, faz a si próprio.” É importante que não tenhamos uma visão pragmática de sempre buscar a evolução tecnológica, mas ter em conta outros fatores nessa análise, como os aspectos históricos, sociais e ambientais, entre outros. Avanço tecnológico não é sinônimo de evolução da humanidade e, muitas vezes, pode ser exatamente o contrário.

Grade de correção das questões:

As **questões 1 e 2** avaliam a habilidade de utilizar terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas e de equilíbrio de translação e de rotação, e de identificar situações em equilíbrio de translação e de rotação.

A **questão 3** avalia a habilidade de utilizar terminologia científica adequada para descrever equilíbrio de translação, de identificar situações em equilíbrio de translação e de força de empuxo em fluidos.

As **questões 4 e 5** avaliam a habilidade de reconhecer os avanços trazidos pela tecnologia, seus impactos sociais e ambientais, de identificar vantagens e desvantagens dos processos tecnológicos e de sua evolução, de reconhecer e identificar em movimentos presentes no cotidiano a conservação da energia e a variação da energia, que fazem parte do estudo da Mecânica.



PROPOSTA DE SITUAÇÃO DE RECUPERAÇÃO

Em caso de defasagens, para encaminhar os alunos para uma recuperação, é necessário que o professor tenha claro quais as competências e habilidades que eles não desenvolveram adequadamente. É importante construir uma avaliação que explicita, tanto para o professor quanto para o aluno, quais as competências e habilidades atingidas ou não. Os limites para dar continuidade aos estudos no final do 2º bimestre foram reagrupados em quatro grupos de competências e habilidades a serem atingidas:

1. Conservação da energia mecânica

- ▶ Formas de energia mecânica e sua associação aos movimentos reais.
- ▶ Utilizar modelo explicativo de conservação de energia mecânica para determinar parâmetros do movimento.
- ▶ Processos físicos e a conservação do trabalho mecânico.
- ▶ Processos de amplificação de força em ferramentas, instrumentos ou máquinas.
- ▶ Utilizar modelo explicativo de movimento para compreender os processos de amplificação de forças em máquinas simples.
- ▶ Identificar a conservação da energia nos amplificadores de força.

Para preparar a recuperação dessas competências e habilidades, utilize o texto das *Leituras de Física do Gref – Mecânica*, n. 21, 22, 23, 24, 25 e 26, que podem auxiliar em aspectos relativos à conservação do trabalho mecânico. Estão disponíveis no *site* do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP) (<<http://www.if.usp.br/gref/mecanica.htm>>) e também no da

Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas (CENP) (<<http://cenp.edunet.sp.gov.br/index.htm>>). São encontrados em muitas escolas da Rede Estadual, e trazem os subsídios para o professor sistematizar esses conhecimentos.

Veja também a apostila 5 do Pró-Universitário, p. 16-21. Busque selecionar, organizar e relacionar os exercícios das p. 21-22. Com relação aos processos de amplificação de força, utilize as *Leituras de Física do Gref – Mecânica*, n. 26, disponível em <<http://www.if.usp.br/gref/mecanica.htm>>. Selecione exercícios sobre a conservação da energia mecânica disponíveis em materiais didáticos e organize uma lista de estudo para os alunos.

2. Transformação da energia mecânica

- ▶ Trabalhar com a força como uma medida da variação do movimento, inclusive nas situações envolvendo atrito.
- ▶ Utilizar modelo explicativo de variação da energia mecânica para determinar parâmetros do movimento.
- ▶ Avaliar os riscos da alta velocidade em veículo por meio dos parâmetros envolvidos na variação do movimento.

Para preparar a recuperação dessas competências e habilidades, utilize o texto da apostila 5 do Pró-Universitário, p. 14-16. Com relação aos riscos da alta velocidade, utilize o texto das *Leituras de Física do Gref – Mecânica*, n. 25, disponível em <<http://www.if.usp.br/gref/mecanica.htm>>. Selecione exercícios sobre a conservação da energia mecânica disponíveis em materiais didáticos e organize uma lista de estudo para os alunos.



3. Situações de equilíbrio

Condições necessárias para a manutenção do equilíbrio de objetos, incluindo situações no ar ou na água:

- ▶ Utilizar terminologia científica adequada para descrever equilíbrios de translação e de rotação.
- ▶ Identificar situações em equilíbrio de translação, inclusive em casos com força de empuxo em fluidos.
- ▶ Identificar situações em equilíbrio de rotação.

Para preparar a recuperação dessas competências e habilidades utilize o texto das *Leituras de Física do Gref – Mecânica*, n. 12 e 14, disponível em <http://www.if.usp.br/gref/mecanica.htm>, e também no da CENP (<http://cenp.edunet.sp.gov.br/index.htm>)

São encontrados em muitas escolas da Rede Estadual, e trazem os subsídios para o professor sistematizar esses conhecimentos.

Veja também a apostila 3 do Pró-Universitário, p. 29-34. Busque selecionar, organizar e relacionar os exercícios disponíveis em materiais didáticos e organize uma lista de estudo para os alunos.

4. Impactos sociais da evolução tecnológica

- ▶ Evolução histórica dos processos de utilização do trabalho mecânico (como na evolução dos meios de transportes ou de máquinas mecânicas) e suas implicações na sociedade.
- ▶ Reconhecer os avanços trazidos pela tecnologia, seus impactos sociais e ambientais.
- ▶ Identificar vantagens e desvantagens dos processos tecnológicos e de sua evolução.

Para preparar o trabalho de recuperação em torno dessas competências e habilidades, pode-se utilizar o *Livro do Estudante do Ensino Médio do Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (Encceja)*, “Ciências da natureza e suas tecnologias”, disponível no site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), p. 222-229. Veja também as indicações no *Livro do Professor* do Encceja.

As questões de interpretação e releitura dos textos dos Roteiros de Atividades abordados na recuperação devem ser elaboradas de forma a permitir a verificação dessas competências e habilidades. Tome como base as propostas usadas nas diversas atividades para elaborar as questões de interpretação para os textos e as atividades que serão trabalhados na recuperação.

RECURSOS PARA AMPLIAR A PERSPECTIVA DO PROFESSOR E DO ALUNO PARA A COMPREENSÃO DO TEMA

Os temas tratados neste Caderno podem ser aprofundados e estendidos com o uso das referências a seguir. A lista é constituída por referências citadas no corpo das Situações de Aprendizagem.

Livro

Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – Gref. Física 1 – Mecânica. 3. ed. São Paulo: Edusp, 1998.

Neste livro, dirigido ao professor de Física, o estudo dos movimentos é desenvolvido com abordagem diferenciada da maioria dos outros livros didáticos. Os temas são apresentados de forma contextualizada, com o rigor formal da Física e enfoque conceitual. Traz exercícios e atividades diversificadas, também diferentes dos da grande maioria dos livros didáticos. Há um grande número de experimentos que utilizam materiais de baixo custo, que podem ser realizados pelos alunos.

O Livro do Professor do Gref inicia as discussões sobre movimento com a organização do plano de curso partindo do levantamento dos conhecimentos dos alunos. A opção adotada pelos autores traz a sequência que começa com o estudo dos invariantes na translação seguindo para os invariantes nas rotações, e com isso busca caracterizar que as variações nos movimentos se dão de forma a conservar a quantidade de movimento total do sistema. As analogias entre as leis das translações e das rotações introduzem, no Ensino Médio, uma discussão consistente sobre a dinâmica dos movimentos de rotação, favorecendo o entendimento dos princípios fundamentais da Física. Finaliza-se a 1ª parte com a conservação da energia, e a relação da força com a variação da energia, determinando e conceituando a potência como grandeza fundamental na análise da variação temporal da energia. A 2ª parte discute as condições físicas presentes em situações de equilíbrio estático e dinâmico, enfocando a ação

do campo gravitacional. A 3ª parte traz a amplificação de forças como consequência das conservações de movimento e de energia, com suas aplicações tecnológicas, por meio da vantagem mecânica. A 4ª parte retoma os movimentos de translação e de rotação com o enfoque na descrição dos movimentos e sua sistematização em linguagem matemática, envolvendo a natureza vetorial das grandezas físicas e análises gráficas sobre os movimentos. Há ainda apêndices e exercícios complementares que tratam de situações específicas e que podem auxiliar o professor.

Sites

Nos *sites* a seguir, podem ser encontrados projetos especiais para escolas, cursos, cartilhas e eventos.

Departamento Nacional de Trânsito (Denatran). Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/eventos/eventos.htm>>. Acesso em: 5 jan. 2009.

Departamento Estadual de Trânsito de São Paulo (Detran-SP). Disponível em: <<http://www.detran.sp.gov.br/educacao/educacao.asp>>. Acesso em: 5 jan. 2009.

Exame nacional para certificação de Competências de Jovens e Adultos (Encceja). Disponível em: <http://www.inep.gov.br/basica/encceja/material_2006.htm>. Acesso em: 5 jan. 2009.

Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – Gref. Disponível em: <http://www.if.usp.br/profis/gref_leituras.html>. Acesso em: 5 jan. 2009.

Núcleo de Pesquisa em Inovações Curriculares (NuPIC). Disponível em: <<http://nupic.incubadora.fapesp.br/portal>>. Acesso em: 5 jan. 2009.



PEC – *Construindo Sempre*. Disponível em: <<http://paje.fe.usp.br/estrutura/pec/>>. Acesso em: 5 jan. 2009.

Pró-Universitário. Disponível em: <<http://naeg.prg.usp.br/puni/disciplinas/fisica/homedefisica/index.htm>>. Acesso em: 5 jan. 2009.

Filmes

Uma verdade inconveniente. Direção: Davis Guggenheim. EUA, 2006. 100 min.
O cineasta mostra os esforços do ex-vice-presidente dos Estados Unidos, Al Gore, a fim de alertar a população mundial em relação ao superaquecimento global.

Syriana – A indústria do petróleo. Direção: Stephen Gaghan. EUA, 2005. 126 min.
Uma crítica à indústria de petróleo e à dependência dos Estados Unidos a ela. O filme mostra um agente da CIA, a Agência de Inteligência norte-americana, no Oriente Médio investigando terroristas. Ele observa a ação da CIA sendo deixada de lado para dar lugar a negociações políticas.

K19 – The Widowmaker. Direção: Kathryn Bigelow. EUA, 2002. 138 min.
Este filme mostra boa parte dos processos de transformações de energia sendo aplicados no mundo tecnológico. Em plena Guerra Fria, o submarino nuclear russo K-19, em sua viagem inaugural em junho de 1961, rumo para as águas norte-americanas numa missão rotineira de es-

pionagem. Descobre-se que seu reator está vazando e precisa ser consertado para evitar um desastre nuclear.

Inimigo do Estado. Direção: Tony Scott. EUA, 1998. 131 min.

Com a evolução da tecnologia, o Estado tem instrumentos de monitoramento de seus cidadãos. Câmeras, microfones, escutas telefônicas, sistemas de computadores interligados, satélites e até aparentemente inofensivos telefones celulares e cartões de crédito são alguns dos aparelhos tecnológicos que podem ser utilizados para se obter informações sobre qualquer cidadão.

Twister. Direção: Jan De Bont. EUA, 1996. 116 min.

Uma tempestade está se prenunciando e dois grupos de cientistas rivais planejam entrar para a história colocando sensores dentro de um tornado. Mas, para colocar os sensores, é necessário ficar o mais próximo possível do tornado para que eles sejam sugados pela tempestade. Em uma das equipes está uma jovem obcecada por tal ideia, pois ela viu o pai ser levado por uma tempestade.

Koyaanisqatsi – Uma vida fora de equilíbrio. Direção: Godfrey Reggio. EUA, 1982. 87 min.
Um documentário que contrasta a tranquila beleza da natureza com a agitação da sociedade urbana contemporânea. Reúne belas imagens a uma premiada e eloquente trilha sonora, discutindo a desenfreada evolução tecnológica. O filme é o primeiro da trilogia Quatsi – Koyaanisqatsi (vida desequilibrada), Powaqatsi (vida em transformação) e Naqoyqatsi (vida em guerra).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

As Situações de Aprendizagem propostas neste Caderno foram pautadas em conteúdos específicos da Física que priorizam o desenvolvimento das capacidades de leitura e de escrita, construídas a partir da reflexão e da tomada de decisão, que propiciam uma argumentação consistente e científica acerca do mundo em que vivemos.

Outra prioridade é a valorização do trabalho em grupo, bem como a resolução de problemas. Dessa forma, procuramos tornar o cotidiano das aulas de Física mais interessante, tanto para o estudante como para você, professor, estimulando a criatividade e a iniciativa de superação de desafios.

Procuramos também preservar o seu espaço, requisitando um grande trabalho de sua parte, seja na organização, na escolha ou no encaminhamento do trabalho prático, tendo como sugestão os procedimentos apresentados neste Caderno.

O maior desafio está na articulação entre as atividades propostas e a formalização que necessita de ação contínua do professor, que é quem conhece as dificuldades específicas dos grupos de alunos e pode adaptar de forma correta essa proposta e implementá-la nas salas de aula. Esse é um dos momentos de criação e de autoria prevista para o professor.

Essa variedade de sugestões de Situações de Aprendizagem e avaliações necessita ser adequada à realidade de cada professor. Por isso, sempre que utilizar e modificar alguma etapa da atividade, anote no próprio Caderno as alterações feitas e os motivos disso. Encaminhe essas anotações para o *site* da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo.

Essas sugestões serão compartilhadas com outros professores e, assim, acreditamos que o material poderá ser mais útil para todos, vindo a tornar-se uma criação coletiva.

Esperamos ter ajudado o seu trabalho minimizando os problemas de interesse, responsabilidade e disciplina dos alunos, frequentemente apontados como causas da dificuldade de aprendizagem.

Este material possibilita que você ofereça um repertório diversificado de atividades para os seus alunos, exigindo que eles desempenhem um papel tão ativo quanto o seu no processo de construção dos conhecimentos.

Com os recursos didáticos e metodológicos aqui sugeridos, juntamente com os que você incrementará em seu planejamento bimestral, será possível promover uma educação mais dialogada e aumentar consideravelmente as possibilidades de aprendizagem.



 *Anotações*

The image shows a spiral-bound notebook page with horizontal ruling lines. The page is mostly blank, with the word 'Anotações' (Notes) written in a cursive font at the top left, accompanied by a small pencil icon. The spiral binding is visible on the right side of the page.

