

GRAF X SPFE

Propostas e Projetos para o Ensino de Física

Prof^a. Anne L. Scarinci

Grupo:

- Alexander Brilhante Coelho
- João Davi Pereira de Carvalho
- Thiago Gomes Garcia

GRAF: Histórico

Em 1983 o professor Luis Carlos de Menezes ministra um curso de extensão para professores que se chama “Física das coisas”.

Os professores se interessam, mas não sabem muito bem como trabalhar com essa proposta.

O projeto nasce como uma tentativa de tornar viável um ensino com essas características.

GRAF: Histórico

Além do professor Menezes, participam do projeto Yassuko Hosuome e João Zanetic, junto com 12 professores de escolas públicas.

- Primeiros anos: formação continuada em minicursos.
- Primeira década: formulação de um livro de apoio à atividade docente.
- Depois da primeira década, começam a escrever o material do aluno.

GRAF: Diagnóstico

- Grande parte dos professores de física não domina os conhecimentos da própria física nem possui preparação didática.
- O ensino de física não favorece a compreensão dos fenômenos, dos aparelhos e dos fatos presentes na vida cotidiana e profissional.
- Concepção transmissiva de ensino.
- Redução da física ao seu instrumental matemático.

GRAF: Objetivos gerais

- Fazer com que a física entre na escola carregada pelo “mundo real” e não pela abstração das equações.
- Promover a formação continuada de professores.
- Desenvolver uma proposta curricular articulada e conceitual, que garanta um ensino ativo e significativo, permitindo ao estudante a compreensão de processos, fenômenos e fatos da vida, sem perder a visão geral dos fundamentos e princípios da física.

GRAF: Material do aluno

- O material do GRAF para os alunos não foi publicado, mas está disponível no site do IFUSP.
- Cada capítulo é chamado de “leitura”, cada leitura contendo 4 páginas: a de abertura, as de investigação e estudo e a de complemento.

GRAF: Material do aluno

A mecânica é dividida em 4 blocos:

Bloco 1: introdução, conservação da quantidade de movimento nas translações e rotações.

Bloco 2: Leis de Newton.

Bloco 3: Conservação da energia.

Bloco 4: Astronomia.

GRAF: Material do aluno

Estrutura do Bloco I:

Leitura 1: *Física, eu?*

Apresentação de temas da física.

Leitura 2: *Pondo as coisas no lugar.*

Classificação das “coisas da mecânica”: Coisas que se deslocam, coisas que giram, coisas que controlam o movimento, coisas que produzem o movimento, coisas que ampliam a nossa força, coisas que permanecem em equilíbrio.

GRAF: Material do aluno

Estrutura do Bloco I:

Leitura 3: *Coisas que se deslocam*

Coisas que voam, coisas que nadam, coisas que andam.

Leitura 4: *A conservação dos movimentos.*

Ideia de conservação, ideia de lei física

Leitura 5: *Trombadas*

Quantidade negativa de movimento, esquema para resolver problemas de física.

GRAF: Material do aluno

Estrutura do Bloco I:

Leitura 6: *Trombadas ainda piores.*

A influência da massa. Definição de quantidade de movimento. Unidades de medida.

Leitura 7: *Como empurrar um planeta?*

Situações que parecem contrariar a conservação da quantidade de movimento.

Leitura 8: *Coisas que giram.*

Sentido das rotações, velocidade angular.

GRAF: Material do aluno

Estrutura do bloco I:

Leitura 9: *Os giros também se conservam.*

Furadeira, enceradeira, helicóptero.

Leitura 10: *Gente que gira.*

Quantidade de movimento angular,
momento de inércia.

GRAF: Material do aluno

Bloco 2: Leis de Newton

Análise da “leitura I I”: *Coisas que controlam o movimento.*

O objetivo geral do capítulo: dar elementos iniciais para a construção do significado da Leis de Newton.

SPFE: Histórico

Em 2007 o programa São Paulo Faz Escola foi criado com o objetivo de implementar um currículo único nas mais de 5 mil escolas da rede pública do estado.

O programa possibilitou que todos os alunos da rede recebessem o mesmo material didático e seguissem o mesmo plano de aula.

SPFE: Histórico

O projeto faz parte das 10 ações do governo para uma escola melhor:

- 1) Implantação do projeto ler e escrever
- 2) Reorganização da progressão continuada
- 3) Currículo e expectativas de aprendizagem
- 4) Recuperação da aprendizagem
- 5) Diversificação curricular do Ensino Médio
- 6) Educação de Jovens e Adultos
- 7) Ensino Fundamental de 9 anos
- 8) Sistemas de Avaliação
- 9) Gestão dos resultados e política de incentivos
- 10) Plano de obras e investimentos

SPFE: Histórico

O grupo de autores da Física são:

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

SPFE: Objetivos gerais

A seleção de conteúdos a serem trabalhados no Nível Médio, embora possa ser variada, deve ter como objetivo a busca de uma formação que habilite os estudantes a traduzir fisicamente o mundo moderno, seus desafios e as possibilidades que o intelecto humano oferece para representar esse mundo. Para tanto são necessários conhecimentos em Física, pois competências e habilidades somente podem ser desenvolvidas em torno de assuntos e problemas concretos, que exigem aprendizagem de leis, conceitos e princípios construídos por meio de um processo cuidadoso de identificação das relações internas do conhecimento científico. *(Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Física, p. 44, 2008)*

SPFE: Material do aluno

- O caderno do aluno é dividido em blocos temáticos e em cada tema são apresentadas situações de aprendizagem relacionando questões do dia-a-dia com as teorias da Física
- As situações de aprendizagens são apresentadas para os alunos a partir de questionários e alguns pequenos textos auxiliares que apresentam parte da teoria Física e descrições de situações, nas quais são aplicadas estas teorias.

SPFE: Material do aluno.

	1ª Série	2ª Série	3ª Série
1º Semestre	Movimentos: variações e conservações	Calor, ambiente e usos de energia	Equipamentos elétricos
2º Semestre	Universo, Terra e vida	Som, imagem e comunicação	Matéria e radiação

1ª Série – Tema: Movimentos: variações e conservações

Conteúdos gerais	Conteúdos específicos
<p>1º Bimestre</p> <p>Grandezas do movimento: identificação, caracterização e estimativa de valores</p>	<ul style="list-style-type: none">• Movimentos que se realizam no cotidiano e as grandezas relevantes para sua observação (distância percorrida, percurso, velocidade, massa, tempo etc.);• Características comuns e formas de sistematizar os movimentos (segundo trajetórias, variações de velocidade etc.);• Estimativas e escolha de procedimentos adequados para realização de medidas (por exemplo, uma estimativa do tempo de percurso entre duas cidades por diferentes meios de transporte ou da velocidade média de um entregador de compras);
<p>Quantidade de movimento linear: variação e conservação</p>	<ul style="list-style-type: none">• Modificações nos movimentos como consequência de interações (por exemplo, para que um carro parado passe a se movimentar, é necessária uma interação com o piso);• Causas da variação de movimentos, associadas às intensidades das forças e ao tempo de duração das interações (por exemplo, os dispositivos de segurança)• Conservação da quantidade de movimento e a identificação de forças para fazer análises, previsões e avaliações de situações cotidianas que envolvem movimentos.

para uso no site do programa 'São Paulo faz escola'.
É estintamente vedada sua reprodução parcial e/ou integral por terceiros

Leis de Newton

- As leis de Newton na análise de partes de um sistema de corpos;
- Relação entre as leis de Newton e a lei da conservação da quantidade de movimento;

2º Bimestre

Trabalho e energia mecânica

- Trabalho de uma força como uma medida da variação do movimento, inclusive nas situações envolvendo atrito;
- Formas de energia mecânica e sua associação aos movimentos reais;
- Avaliação dos riscos da alta velocidade em veículo por meio dos parâmetros envolvidos na variação do movimento;

Equilíbrio estático e dinâmico

- Condições necessárias para a manutenção do equilíbrio de objetos, incluindo situações no ar ou na água;
- Processos de amplificação de forças em ferramentas, instrumentos ou máquinas;
- Processos físicos e a conservação do trabalho mecânico;
- Evolução histórica dos processos de utilização do trabalho mecânico (como, por exemplo, na evolução dos meios de transporte ou de máquinas mecânicas) e suas implicações na sociedade.

1ª Série – Tema: Universo, Terra e vida

Conteúdos gerais	Conteúdos específicos
<p>3º Bimestre</p> <p>Universo: elementos que o compõem</p>	<ul style="list-style-type: none">• Os diferentes elementos que compõem o Universo e sua organização a partir de características comuns em relação a massa, distância, tamanho, velocidade, trajetória, formação, agrupamento etc. (planeta, satélite, estrela, galáxia, sistema solar etc.);• Modelos explicativos da origem e da constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações.
<p>Interação gravitacional</p>	<ul style="list-style-type: none">• O modelo explicativo das interações astronômicas: campo gravitacional; a ordem de grandeza das massas na qual a interação gravitacional começa a fazer sentido;• Movimentos próximos da superfície terrestre: lançamentos oblíquos e movimentos orbitais;• Validade das leis da Mecânica (conservação da quantidade de movimento linear e angular) nas interações astronômicas.

4º Bimestre

Sistema Solar

- Transformação da visão de mundo geocêntrica para a heliocêntrica, relacionando-a às mudanças sociais que lhe são contemporâneas, identificando resistências, dificuldades e repercussões que acompanharam essa transformação;
- Campos gravitacionais e relações de conservação na descrição do movimento do sistema planetário, dos cometas, das naves e dos satélites;
- As inter-relações Terra-Lua-Sol.

O Universo, sua origem e compreensão humana

- Teorias e modelos propostos para origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados, no sentido de ampliar a visão de mundo;
- As etapas da evolução estelar (formação, gigante vermelho, anã branca, supernova, buraco negro etc.);
- Estimativas das ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida em geral, e vida humana em particular, temporal e espacialmente no Universo;
- Avaliação científica das hipóteses de vida fora da Terra;
- Evolução dos modelos sobre o Universo (matéria, radiação e interações) a partir de aspectos da evolução dos modelos da ciência;
- Algumas especificidades do modelo cosmológico atual (espaço curvo, universo inflacionário, *Big Bang* etc.).

GRAF: Material do Professor

Objetivos:

- Promover a formação continuada em serviço de professores de física do segundo grau
- Desenvolver uma proposta curricular articulada e conceitual, que garanta um ensino ativo e significativo, permitindo ao estudante a compreensão de processos, fenômenos e fatos da vida, sem perder a visão geral dos fundamentos e princípios da física;
- Mostrar à física do cotidiano dando condições de acesso a compreensão conceitual.

GRAF: Material do Professor

As metas eram e ainda são, por um lado, tornar significativo esse aprendizado científico mesmo para alunos cujo futuro profissional não dependa diretamente da Física; por outro lado, dar a todos os alunos condições de acesso a uma compreensão conceitual e formal consistente, essencial para sua cultura e para uma possível carreira universitária.

O caráter prático-transformador e o caráter teórico-universalista da Física não são traços antagônicos mas, isto sim, dinamicamente complementares. Compreender este enfoque permitiu evitar tanto o tratamento “tecnicista” como o tratamento “formalista” e, procurando partir sempre que possível de elementos vivenciais e mesmo cotidianos, formulam-se os princípios gerais da Física com a consistência garantida pela percepção de sua utilidade e de sua universalidade.

A Física, instrumento para a compreensão do mundo em que vivemos, possui também uma beleza conceitual ou teórica, que por si só poderia tornar seu aprendizado agradável.

GRAF: Material do Professor

Divisão de Assuntos do livro do professor

Como a proposta era uma inovação na época em que foi desenvolvida, a ordem dos assuntos que deveriam ser tratados em cada ano também era diferente do que conhecemos nos dias de hoje.

Um exemplo disso é começar mecânica sem a conhecida cinemática (M.U e M.U.V.).

GRAF: Material do Professor

Mecânica

- **Parte 1 – Movimento: Conservação e Variação**
- **Parte 2 – Condições de Equilíbrio**
- **Parte 3 – Ferramentas e Mecanismos**
- **Parte 4 – Descrição Matemática dos Movimentos**

GRAF: Material do Professor

Física Térmica e Óptica

Física Térmica

- Parte 1 - Substâncias, Propriedades e Processos Térmicos
- Parte 2 – Máquinas Térmicas e Processos Naturais

Óptica

- Parte 1 – Processos Luminosos: Interação Luz-Matéria
- Parte 2 – Sistemas Ópticos que Possibilitam a Visão das Coisas

GRAF: Material do Professor

Eletromagnetismo

- Parte 1 – Fusíveis, Lâmpadas, Chuveiros e Fios de Ligação: Aparelhos Resistivos
- Parte 2 – Motores Elétricos e Instrumentos de Medidas com Ponteiros
- Parte 3 – Dínamo de Bicicleta, Gerador de Usina, Motor Gerador, Pilha e Bateria: Fontes de energia Elétrica
- Parte 4 – Rádio, TV, Gravador e Toca-discos: Elementos de Sistemas de Comunicação e Informação
- Parte 5 – Diodo e Transmissor: Materiais Semicondutores
- Parte 6 – Componentes Elétricos e Eletrônicos

PLANO DE CURSO

Parte 1 – Movimento: Conservação e Variação

COISAS

Jogo de bilhar, avião e foguete, tiro de canhão e colisão de veículos, ...

Veículo partindo, freando e fazendo curva.

Carrossel, furadeira, helicóptero, ...

Roda livre, pião, ...

Hidroelétrica, combustível, brinquedo de corda, ...

Arrancada e freada de um veículo.

Motor

Bate estaca, ...

Esmeril, furadeira, ...

CONCEITOS

Conservação da quantidade de movimento linear no sistema.

Variação da quantidade de movimento linear de um objeto do sistema.
Força (Leis de Newton).

Conservação da quantidade de movimento angular no sistema.

Variação da quantidade de movimento angular de um objeto do sistema.
Torque.

Conservação da energia no sistema.

Variação da energia de parte do sistema.
Trabalho de uma força.

Potência.

Energia mecânica.

Variação da energia cinética de rotação de parte do sistema.

Parte 2 – Condições de Equilíbrio

COISAS

Objetos suspensos,
maçanetas, balanças, ...

Balanças,
dinamômetros, ...

Atração de objetos pela
Terra, pela Lua e por
outros planetas.

CONCEITOS

Equilíbrio de forças e
torques.

Massa e peso.

Força gravitacional e
campo gravitacional.

Parte 3 – Ferramentas e mecanismos que ampliam a força aplicada

COISAS

Chave de boca, de
fenda, alicate, ...

CONCEITOS

Vantagem mecânica.

Parte 4 – Descrição matemática dos movimentos

COISAS

Mapas e outras
representações das
localizações e de suas
mudanças.

Trecho retilíneo do
movimento.

CONCEITOS

Vetores posição e
deslocamento, velocidade
e aceleração.

Cinemática escalar do
Metrô.

SPFE: Material do Professor

O Caderno do Professor é um material distribuído para professores de 5^a a 8^a série do Ensino Fundamental e do Ensino Médio.

Composto por 76 cadernos organizados por bimestre, por série e por matéria, ele indica com clareza o conteúdo a ser ministrado aos alunos da rede pública estadual.

É complementar ao material didático que já estava disponível para todas as escolas.

SPFE: Material do Professor

- Blocos temáticos
- Situações de aprendizagem
- Descrições das atividades
- Textos teóricos (linguagem direta)

TEMA 1 – GRANDEZAS DO MOVIMENTO: IDENTIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ESTIMATIVA DE VALORES

A organização social do homem moderno acentuou a importância do movimento na sociedade. As aglomerações humanas em cidades, metrópoles e megalópoles acabam por exigir que os produtos, a energia, a água sejam deslocados dos centros de produção, e trazidos até os centros de consumo, ao mesmo tempo em que o lixo e resíduos precisam ser retirados. Assim o transporte toma papel fundamental na organização da sociedade moderna, enquanto o deslocamento do homem passa a ser imprescindível. Nesse contexto, o estudo do movimento toma grande relevância social e destaca-se para além de sua importância em Física. Máquinas e equipamentos são concebidos e construídos a partir dos princípios da Mecânica, seja no que tange ao movimento de suas partes, seja no que tange ao transporte de partículas, informações e energia, como no interior de seus componentes eletromagnéticos. Podemos afirmar que o movimento está presente em todos os campos de estudo da Física, sendo que a própria concepção científica de Universo vincula a existência do espaço e do tempo à matéria, de forma que se torna impossível pensá-los sem o conceito de movimento. No entanto, o movimento tem sido abordado no Ensino Médio, de forma geral, partindo de conceitos físicos muitas vezes demasiadamente abstratos para estabelecer um diálogo inicial com o aluno, como o conceito de velocidade média e o de aceleração, que são muitas vezes estudados partindo de problemas fictícios que tratam apenas da descrição cinemática de um movimento hipotético e irreal.

Apresentação da proposta

AULA 1	AULA 2	AULA 3	AULA 4
Situação de Aprendizagem 1	Situação de Aprendizagem 2 e Encaminhamento complementar	Situação de Aprendizagem 3 e Encaminhamento complementar	Encaminhamento complementar e exercícios

Neste tema, busca-se reconhecer os movimentos presentes em nosso dia-a-dia, identificar sua função e organizá-los, de forma a diferenciar os que se destinam ao deslocamento (transporte) e os que se destinam à rotação (como o giro das pás de um ventilador ou de um liquidificador), dentre estes últimos, aqueles realizados para ampliar nossa força, como o giro de uma chave de fenda ou o deslocamento por meio de uma alavanca ou roldana, e os que estão relacionados ao equilíbrio das coisas como o movimento da bicicleta que auxilia o ciclista a andar sem as mãos no guidão.

As Situações de Aprendizagem se desenvolvem em duas etapas: a primeira trata da identificação, caracterização e organização dos diferentes movimentos realizados no cotidiano. A segunda, do estudo conceitual e formal das grandezas que caracterizam o movimento como velocidade, deslocamento, intervalo de tempo, trajetórias e percurso, estudo este realizado por meio de estimativas e medidas experimentais dessas grandezas e pelo uso das relações entre elas na solução de problemas.

A Situação de Aprendizagem 1 trata do levantamento e caracterização dos movimentos, como estratégia para o desenvolvimento do grande tema Movimentos: variações e conservações. A Situação de Aprendizagem 2 complementa a primeira com a identificação das variáveis que caracterizam o movimento, como a velocidade média, deslocamento e tempo, enquanto a Situação de Aprendizagem 3 finaliza o tema Grandezas do movimento: identificação, caracterização e estimativa de valores, estabelecendo medidas e cálculos relativos a determinação dessas grandezas que caracterizam o movimento.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 – LEVANTAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS DO COTIDIANO

Tempo previsto: 1 aula.

Conteúdos/tópicos: movimentos que se realizam no cotidiano e grandezas relevantes para sua observação (distância percorrida, percurso, velocidade, massa, tempo etc.).

Competências e habilidades: utilizar terminologia científica adequada para descrever movimentos de situações cotidianas. Identificar a presença de movimentos no cotidiano. Classificar os movimentos identificando as grandezas que os caracterizam. Planejar o estudo dos movimentos contemplando as classificações efetuadas.

Estratégias: atividade de organização de conhecimentos prévios a partir de discussão em pequenos grupos, com proposta de sistematização em grande grupo.

Recursos: roteiro 1 de atividade em grupo visando identificação e classificação dos movimentos e dos elementos e grandezas que os caracterizam.

Avaliação: avaliar a variedade e a qualidade das manifestações dos alunos sobre as grandezas e os elementos dos movimentos e sobre as formas de organizá-los em grupos a partir de suas características.

Objetivo/contexto

Esta primeira Situação de Aprendizagem tem início com um exercício de sensibilização que consta de levantamento dos movimentos realizados pelo aluno durante um dia e a identificação de seus objetivos. A partir do reconhecimento das finalidades e das causas que levaram a execução desses movimentos, que levaram a execução desses movimentos, que levaram a execução desses movimentos, estes são classificados, o que resulta em um planejamento do curso para o bimestre. A relevância deste procedimento está no fato de o estudo dos movimentos se iniciar com elementos do mundo do aluno e contar com a participação do aluno na organização das coisas que serão estudadas.

Para iniciar a discussão sobre o movimento no nosso dia-a-dia, convide os estudantes a refletir sobre transporte, esportes, atividades de lazer para instigá-los a pensar sobre a importância do movimento em nossa vida.

Também é interessante colocar como questão para debate: o que seria a vida se não existisse movimento?

A atividade a seguir é indicada para ser realizada em grupo. Enquanto os estudantes pensam e conversam sobre as questões propostas, distribua aos grupos o Roteiro 1.

Roteiro 1: Reconhecendo os movimentos no dia-a-dia

Todos os dias, precisamos sair de casa e nos dirigir a bairros ou ao centro da cidade. Para isso, tomamos ônibus, trem, metrô ou saímos de carro e chegamos nos lugares mais rapidamente, ou vamos de bicicleta ou a pé quando não precisamos ir tão longe nem tão rápido. Para bater um suco no liquidificador ou

para se refrescar com um ventilador também fazemos girar suas pás. O movimento sempre está presente em nosso dia-a-dia.

- 1 Faça uma lista dos movimentos que você realizou hoje e das coisas que você viu em movimento desde quando acordou.
- 2 Pense que coisas foram necessárias para realizar esses movimentos e qual foi a sua finalidade. Em grupo, conversem e identifiquem as semelhanças e as diferenças dos movimentos realizados, o que é necessário para produzir esses movimentos e para controlá-los. Anotem no caderno e, em seguida, respondam às questões:
 - a) Que movimentos tiveram a finalidade de deslocamento?
 - b) Que movimentos produzem o giro?
 - c) Que coisas foram utilizadas para controlar os movimentos?

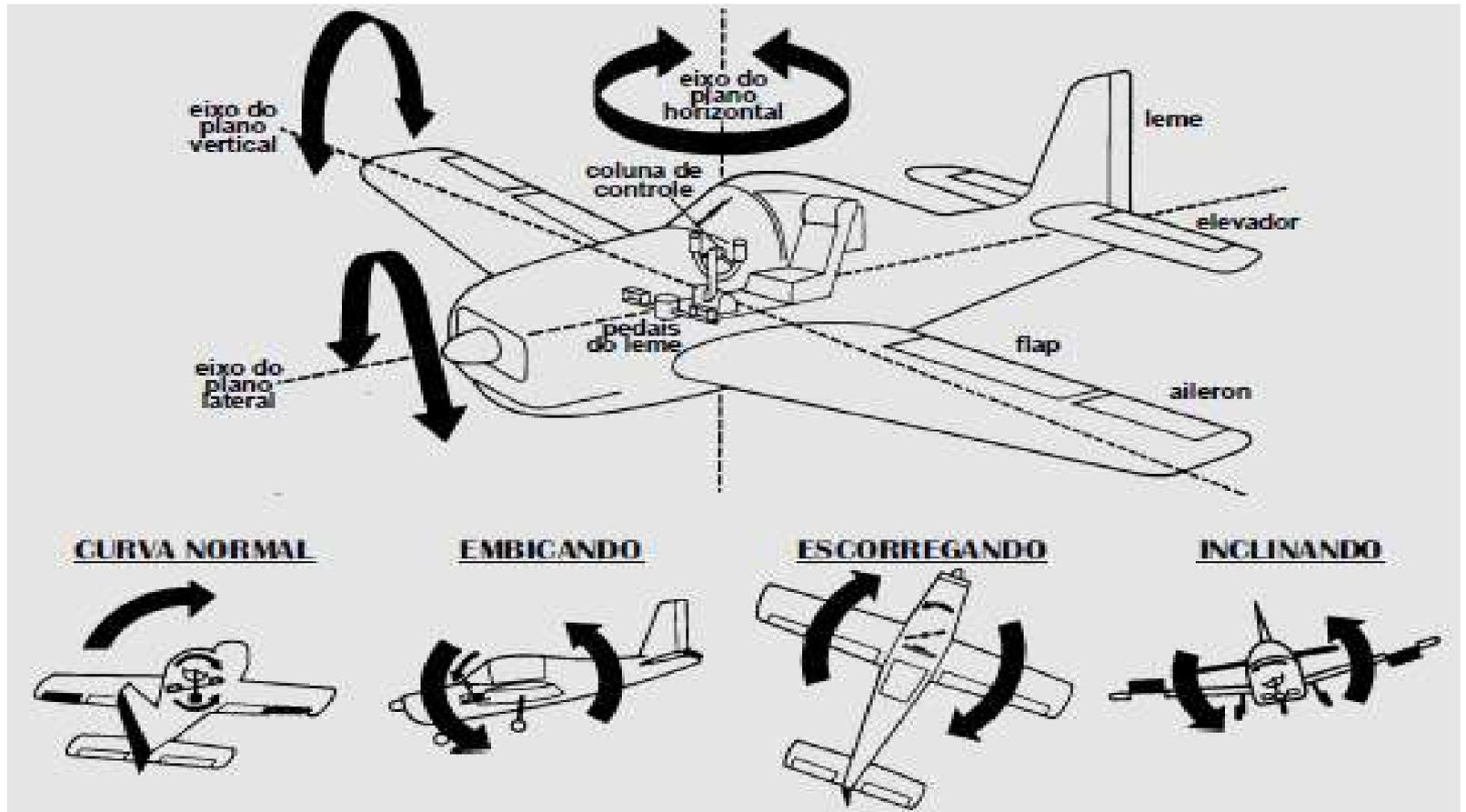
d) É possível ampliar a força usando os movimentos? Veja figura abaixo.



- 3 – Tentem classificar todas as coisas que vocês anotaram em seu grupo: I) as que se deslocam; II) as que giram; III) as que produzem movimentos; IV) as que controlam os movimentos; V) as que ampliam a força aplicada; VI) as que permanecem em equilíbrio.

GRAF: Leitura II

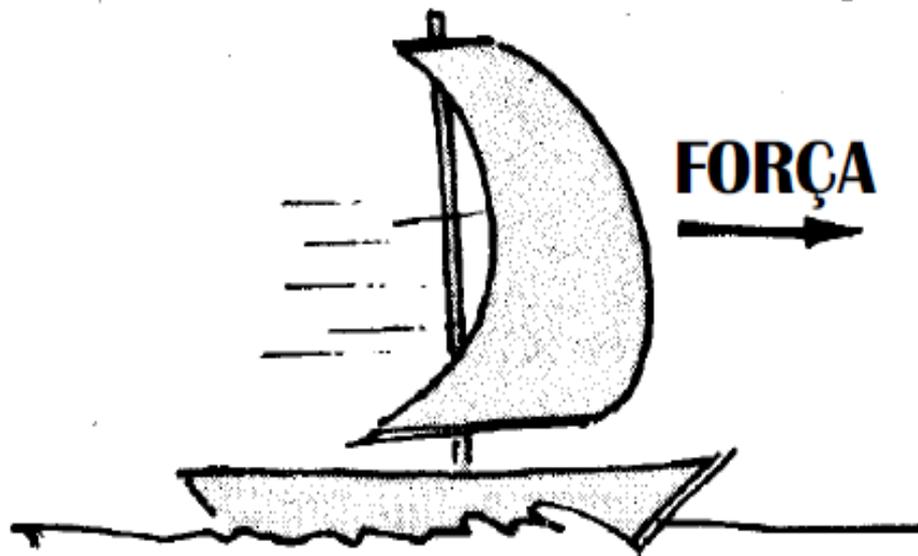
Abertura:



GRAF: Leitura I I

Texto explicativo: *Força e velocidade.*

Exemplo do barco :



GRAF: Leitura I I

Texto explicativo: *Força e velocidade.*

Exemplo do barco: atenção para as interações.

- I - “Um barco, para aumentar sua velocidade, tem de jogar mais água para trás”.
- II - “Quando o vento sopra na vela de um barco está 'forçando-o' para frente”.
- III - “Ele [o barco] empurra a água para frente, e esta, por sua vez, dificulta o movimento”.

GRAF: Leitura I I

Texto explicativo: *Força e velocidade.*

Exemplo do barco: introdução da ideia de vetor

“A flecha indica que o vento aplica uma força na vela para frente. Seu comprimento indica a intensidade da força: uma força maior seria indicada por uma seta mais comprida. Essa forma de apresentar uma quantidade física é chamada vetor”.

GRAF: Leitura I I

Texto explicativo: *Força e velocidade.*

Exemplo do barco: objetivos da notação vetorial.

Forças no mesmo sentido do movimento fazem aumentar a velocidade, forças contrárias ao movimento fazem decrescer a velocidade.

“Tente representar a força que a água faz no barco através de um vetor”.

GRAF: Leitura I I

Texto explicativo: *Força e direção.*

Exemplo do carro:



**Forças aplicadas em
direções diferentes da
do movimento, mudam
a direção do
movimento.**

GRAF: Leitura I I

Texto explicativo: *Força e direção.*

Exemplo do carro

“Para mudar a direção de um movimento, como já dissemos, é preciso uma força. Porém não uma força qualquer. Para que o movimento mude de direção a força deve ser aplicada em uma direção diferente da direção do movimento. É isso que acontece quando o motorista vira a direção de seu carro. (já sei, já sei, escrevi muita direção em um parágrafo só... ”

GRAF: Leitura I I

Apresentação das Leis de Newton:

1ª Lei:

“Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento em uma linha reta, a menos que ele seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas a ele.”

2ª Lei:

“A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida.”

3ª Lei:

“A toda ação há sempre oposta uma reação igual, ou, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes opostas.”

GRAF: Leitura I I

Apresentação das Leis de Newton:

“Que tal dar um lida nos enunciados das três leis de Newton, apresentados abaixo e tentar explicar com suas próprias palavras o que você consegue entender?”

GRAF: Leitura I I

Impressões sobre a “leitura”:

A porta de entrada para a discussão do movimento são os veículos: avião, barco e carro. Aparentemente a aposta dos autores é que, a partir de objetos familiares, os alunos comecem a estabelecer associações entre efeitos e causas, ou seja, entre as mudanças na intensidade e direção da velocidade e as forças. O aluno é primeiro convidado a pensar no efeito, algo que é aparente, imediatamente acessível aos sentidos, e depois nas causas, que são elementos menos acessíveis aos sentidos pois, apesar da aparente concretude do conceito de força, envolvem a construção do significado de “interação”. Todos os exemplos parecem apoiar a construção da ideia de interação.

SPFE: Leitura da S.A. 9

✓ A situação descrita a seguir faz parte do tema 3 (leis de Newton)

O aluno no começo da atividade deve preencher uma tabela relacionando as forças com os seus respectivos vetores. Na sequência os alunos devem identificar quais são as forças que possuem a mesma intensidade e quais constituem pares ação e reação.

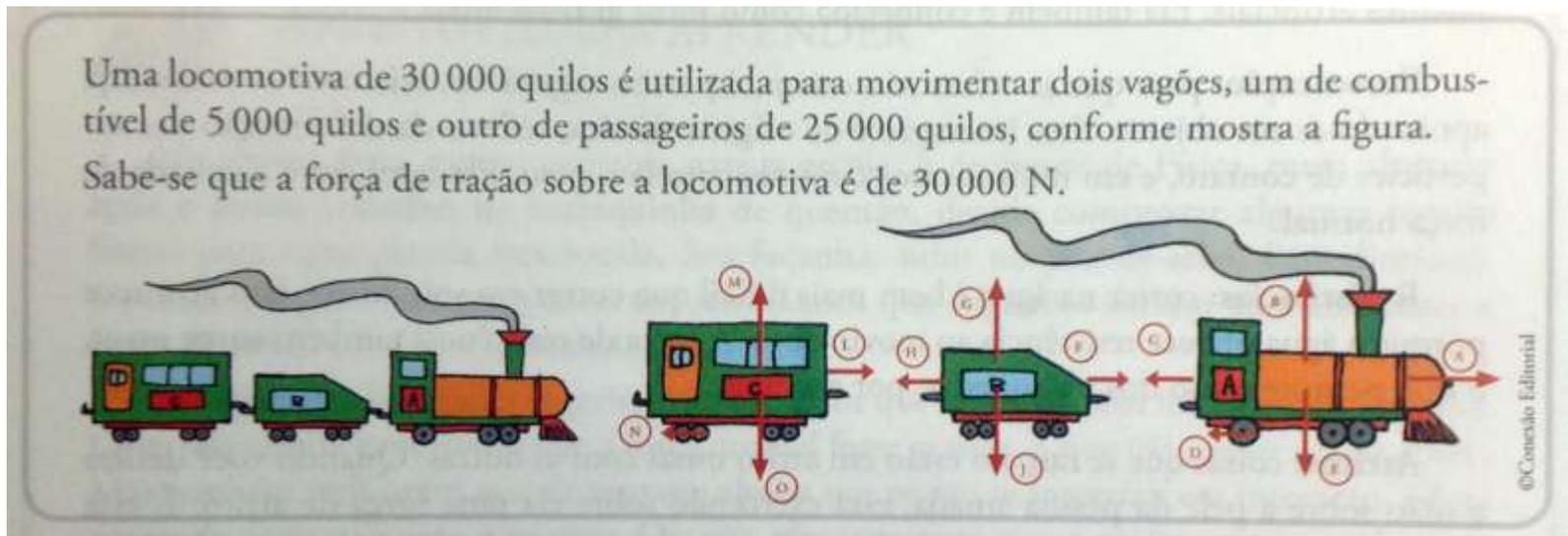
O ladrão ao lado não conseguiu abrir o cofre e decidiu "levar serviço para casa". O diagrama de forças abaixo indica as várias interações presentes nesta delicada operação.

	Força n ^o
Atrito do pé no chão	
Atrito do chão no pé	
Normal do ladrão no cofre	
Normal do cofre no ladrão	
Atrito do cofre no chão	
Atrito do chão no cofre	
Peso do cofre	
Normal do chão no cofre	
Peso do ladrão	
Normal do chão no ladrão	

© Conrado F. F. Filho

SPFE: Leitura da S.A. 9

Uma nova situação é descrita para os alunos e num questionário deve ser respondido



- Encontrar o valor de cada força
- Encontrar o valor da resultante
- Encontrar o valor da aceleração
- Calcular o tempo que leva para atingir a 21 m/s

SPFE: Leitura da S.A. 9

- Texto descritivo (Peso, Sustentações, Resistências e Atritos)
- Questionário baseado no texto
- Texto relacionando uma situação do dia-a-dia com uma explicação um pouco mais teórica da Física. (pau de sebo e o atrito)
- Questionário de "reflexão" sobre o texto
- Texto teórico descrevendo força e variação da quantidade de movimento
- Questionário teórico

GRAF: Leitura do livro do prof.

Uma maneira de evitar esta distorção pedagógica é começar cada assunto da Física pelo desenvolvimento de uma temática e de uma linguagem, comuns ao professor e a seu aluno, contidas no universo de vivência de ambos, e que só o transcenda à medida que se amplie a área comum de compreensão e domínio.

Dá-se início à construção deste saber, em comum, abrindo cada tópico com um levantamento de “coisas” que aluno e professor associem respectivamente com “mecânica” ou “física térmica” ou “óptica” ou “eletromagnetismo”. A geladeira elétrica poderá ser uma “coisa térmica”, a tela de TV uma “coisa óptica”, o toca-discos uma “coisa mecânica” e a ignição do automóvel uma “coisa elétrica”.

Como o aluno participa do levantamento e da classificação, pode o professor ter uma idéia, desde logo, das áreas de conhecimento e de interesse de cada turma. Por sua vez, o aluno já terá um panorama do curso antes de sua divisão em assuntos e temas e já será capaz de situar os vários tópicos para mais tarde articulá-los, familiarizando-se, assim, com esta etapa classificatória da construção científica.

Essa etapa inicial do curso não é, portanto, um simples “aquecimento”; é o assentar das bases de um diálogo (real e/ou simbólico) que sustentará o processo de ensino-aprendizagem.

GRAF: Leitura do livro do prof.

- A explicação começa por fenômenos, ou objetos mais simples, tanto quanto a construção e operação, formando uma base teórica para objetos/fenômenos mais complexos.
- Questões, exercícios e problemas resolvidos, atividades de observação e experimentação são indicados ao longo do texto como parte integrante do programa.

PARTE 1 – MOVIMENTO: CONSERVAÇÃO E VARIAÇÃO

1.1 A Seqüência

Na Tabela 2, é possível identificar situações só com movimentos de translação; outras só com movimentos de rotação e ainda aquelas onde se observam os dois movimentos simultaneamente.

Inicialmente investigaremos os movimentos de translação com o objetivo de estabelecer um dos princípios da Física: a conservação da quantidade de movimento linear (item 1.2).

A seguir abordaremos os movimentos de rotação, buscando estabelecer outro princípio da Física: a conservação da quantidade de movimento angular (item 1.3).

Finalmente retomaremos os exemplos discutidos nos itens 1.2 e 1.3 e também apresentaremos novos exemplos, procurando as várias formas de transformação e/ou transferência de energia. Discutiremos neste item (1.4) o princípio de conservação de energia.

Há uma estrutura que se repete em cada um dos itens: partindo da análise de alguns movimentos apontaremos para a não variação de uma grandeza física num sistema. Posteriormente fixamos nossa atenção para partes do sistema e analisamos quem é responsável pela variação desta grandeza, que no sistema como um todo se conserva. O quadro, a seguir, associa a grandeza, cuja “soma” se conserva no sistema, ao causador da variação dessa grandeza em partes do sistema.

grandeza cuja soma se conserva no sistema como um todo

quantidade de movimento linear (\vec{Q})

quantidade de movimento angular (\vec{L})

energia (E)

agente da variação da grandeza em partes do sistema

a força é interpretada como a variação, por unidade de tempo, da quantidade de movimento de um objeto do sistema

o torque é interpretado como a variação, por unidade de tempo, da quantidade de movimento angular de um objeto do sistema

a intensidade da força é interpretada como variação, por unidade de deslocamento, da energia de um objeto do sistema

GRAF: Leitura do livro do prof.

Síntese e leis de Newton

Quando tratamos de verificar sob que circunstâncias uma parte (ou objeto) de um sistema tem alterada sua quantidade de movimento, podemos levar em conta tanto a causa que provoca tal variação, no caso a força, bem como o tempo de sua atuação, quanto o efeito por ela provocado no objeto, que é a variação de velocidade.

Estas duas possibilidades de análises da variação da quantidade de movimento de um objeto ou parte do sistema, apresentam aspectos diferentes porém complementares.

Assim escrevemos que $\Delta \vec{Q} = \vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v}$. A partir do desenvolvimento da segunda igualdade da expressão acima, podemos compreender que $\Delta \vec{Q} = \vec{F} \cdot \Delta t$ equivale a $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$, que é a expressão “mais conhecida” que corresponde à 2ª Lei de Newton. Vale lembrar que ele a enunciou da forma como nós o fizemos anteriormente

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{Q}}{\Delta t},$$

ou seja, “A força é a variação da quantidade de movimento por unidade de tempo”.

GRAF: Leitura do livro do prof.

Se fosse possível eliminar a força de atrito em todos os casos de freada analisados, a velocidade e portanto, a quantidade de movimento dos objetos se conservaria, quer dizer, o intervalo de tempo para parar se tornaria infinito.

“A quantidade de movimento de um objeto ou sistema se conserva, se a resultante das forças que nele atuam for zero.” Esta afirmação corresponde ao princípio de conservação da quantidade de movimento. Existem outras formulações semelhantes, como por exemplo:

“Na ausência de forças externas mantém-se o estado de movimento de um objeto” (por manter-se, entende-se a velocidade constante em módulo, direção e sentido).

Esta última formulação é o que se costuma chamar de “Princípio da Inércia” ou 1ª Lei de Newton. Na realidade, sua principal função é definir os

Quando um desportista golpeia uma bola de futebol, vôlei ou tênis, com o pé, mão ou raquete, respectivamente, atua uma força de igual intensidade, direção mas de sentido oposto à força feita para golpear a bola. Tais forças, a que age sobre a bola e a que age sobre o desportista (ou a raquete) sempre aparecem aos pares e são denominadas ação e reação.

GRAF: Leitura do livro do prof.

Exemplos:

1.5. Já analisamos várias situações em que os movimentos surgem acoplados. Quando uma pessoa inicia uma caminhada, num certo sentido, podemos também afirmar que a Terra se movimenta no sentido oposto?



GRAF: Leitura do livro do prof.

1.8. Um menino se surpreende ao machucar o pé chutando uma caixa que ele julgava vazia. Entretanto, havia um tijolo no seu interior. Como as leis de Newton permitem interpretar situações desse tipo?



Resolução:

Uma caixa leve ou elástica não produz deformação sensível no pé porque a força exercida (e, portanto, também a reação) é pequena.

No caso da caixa leve, esta rapidamente adquire velocidade e se desloca junto com o pé. No caso da caixa muito elástica esta se deforma com facilidade aumentando o tempo de colisão e, portanto, diminuindo a força.

$$(\vec{F} = \frac{\Delta \vec{Q}}{\Delta t}, \text{ se } \Delta t \text{ cresce, } \vec{F} \text{ decresce})$$

A presença (inesperada) do tijolo elimina as duas características acima pois o tijolo tem grande massa e é pouco elástico, ou seja, é muito duro. O tijolo resiste ao avanço do pé, por sua inércia e se deforma pouco. O tempo de interação diminui, a força cresce e quem se deforma é o pé.

Se ele soubesse que na caixa havia um tijolo, certamente não agiria da mesma forma. Poderia empurrar a caixa, exercendo uma força contínua durante um tempo maior, diminuindo assim o impacto no pé.

SPFE: Leitura do livro do prof.

- tema 3 – Leis de Newton
- breve descrição teórica
- apresentação da proposta
- sugestão de encaminhamento do assunto
- indicações de textos do GREF, do pró-universitário e outros
- encaminhamento complementar
- propostas de atividades para casa

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 9 – ANÁLISE DAS PARTES DE UM SISTEMA DE CORPOS

Tempo previsto: 1 aula

Conteúdos e temas: as leis de Newton na análise de partes de um sistema de corpos.

Competências: identificar as forças presentes nos sistemas físicos e em suas partes. Determinar valores das grandezas que caracterizam sistemas físicos estáticos e dinâmicos (forças, acelerações etc.).

Estratégias: aula com discussão em grande grupo, resolução de atividades e exercícios em pequenos grupos.

Recursos: roteiro 9 de atividade em grupo com problemas físicos de sistemas de corpos e diagrama de forças.

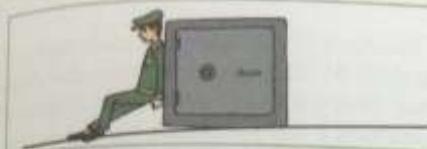
Avaliação: deve-se avaliar a variedade e a qualidade das manifestações dos alunos sobre as questões físicas envolvidas em cada caso apresentado.

Objetivo/contexto

Esta Situação de Aprendizagem tem início com um diagrama de força (ou diagrama de corpo livre) e propõe um levantamento das forças presentes em um sistema físico. Essa identifica-

ção possibilita o entendimento de alterações no movimento, tanto em sistemas dinâmicos como nos estáticos, em função das forças identificadas. A segunda parte propõe a previsão das alterações no movimento como uma possível aplicação das leis de Newton do movimento.

Roteiro 9: Leis de Newton identificando forças e construindo diagramas de corpo livre



O ladrão ao lado não conseguiu abrir o cofre e decidiu "levar serviço para casa". O diagrama de forças abaixo indica as várias interações presentes nesta delicada operação.

Atrito do pé no chão

Atrito do chão no pé

Normal ladrão no cofre

Normal cofre no ladrão

Atrito do cofre no chão

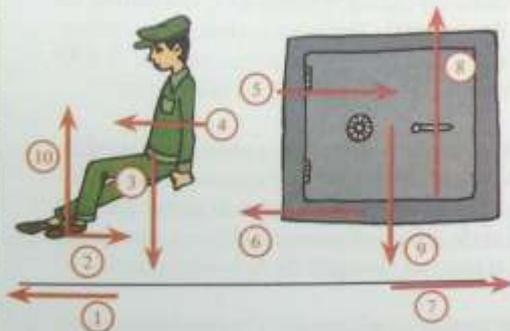
Atrito do chão no cofre

Peso do cofre

Normal do chão no cofre.

Peso do ladrão

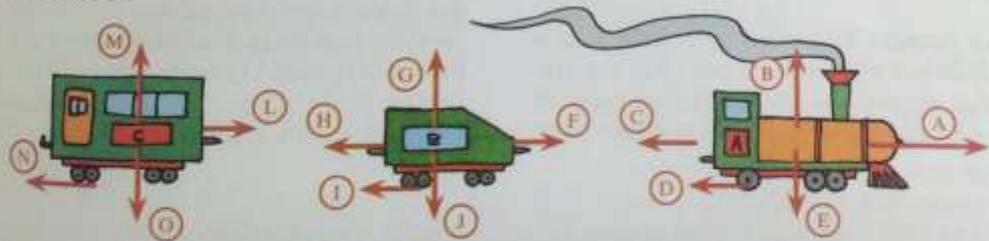
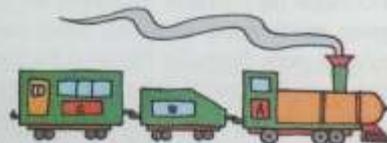
Normal chão no ladrão



- 1) Complete a tabela desse quadro com os números corretos das forças.
- 2) Indique quais as forças que possuem a mesma intensidade.
- 3) Que forças constituem pares de ação e reação?

A situação

Uma locomotiva de 30.000 kg é utilizada para movimentar dois vagões, um de combustível de 5 000 kg e outro de passageiros de 25 000 kg, conforme mostra a figura. Sabe-se que a força de tração sobre a locomotiva é de 30 000 N.



1. Encontre o valor de todas as forças. Considere que o coeficiente de atrito é igual 0,008.
2. Encontre a força resultante.
3. Encontre a aceleração.
4. Calcule o tempo que ele leva para atingir 21 m/s.

Atividades extraídas das *Leituras de Física* do GREF, com adaptação das imagens.

Agora, faça no seu caderno uma tabela que organize os dados e os cálculos de cada força.

Encaminhando a ação

Temos como pressuposto que a aula anterior foi destinada a introduzir as leis de Newton e que nesse momento faremos um aprofundamento e uma sistematização da segunda e da terceira lei. As referências para essa introdução podem ser encontradas nas páginas 42 a 51 do livro Física 1: Mecânica do GREF, editora da Universidade de São Paulo, 2002. Também podem ser encontradas referências para essa aula nas páginas 18 a 45 do módulo 3 de Física do Pró-Universitário⁸.

O professor pode iniciar a aula com a retomada da discussão das leis de Newton do movimento e como se determina a força de atrito, que será necessária para solucionar a situação proposta para o trem na Situação de Aprendizagem 9.

Organize os alunos em grupos de no máximo três alunos; distribua aos grupos o Roteiro 9. Algumas dicas podem ajudar os alunos a realizar a atividade: para achar o peso, use $P = m \cdot g$. Discuta que nem sempre é assim, mas o valor da Normal N deverá ser igual ao do peso neste caso. O atrito nesse caso será calculado pela fórmula $F_{at} = \mu \cdot N$. Diga aos alunos que eles devem achar a força resultante e a aceleração do trem, para depois obter as demais forças, a velocidade e o tempo etc.

Ao término do tempo estipulado para a atividade nos pequenos grupos, peça aos alunos dos grupos que falem sobre os pares de ação e reação identificados na primeira parte

da atividade, e como determinaram a aceleração do trem na segunda parte da atividade. Sistematize essas informações.

Discuta a importância da elaboração dos diagramas de força (também chamados de diagramas de corpo livre) para o entendimento dos movimentos e das interações que promovem a alteração do movimento, e se houver condições, mostre outras atividades sugeridas nas Leituras de Física 18, 19 e 20 do GREF de Mecânica⁹, bem como atividades e exercícios comuns em materiais e livros didáticos do Ensino Médio.

Encaminhamento complementar

O par de ação e reação com o peso estão ausentes nos dois casos apresentados na atividade, pois trata-se da força de atração no centro da Terra. Para elucidar essa questão pode ser feita uma breve apresentação da força peso, de interação da massa com o campo gravitacional, mostrando como determiná-la, indicando que o par de reação está no centro da Terra e que, portanto, se algo é atraído para baixo pela Terra é porque a Terra é atraída para cima por esse objeto.

Para casa

Peça aos alunos que pratiquem exercícios que podem ser respondidos com as leis de Newton, faça listas de exercícios para eles. Há muitos exercícios tanto em livros didáticos de Ensino Médio como em questões para vestibulares e nos materiais aqui indicados.