



Caro(a) aluno(a),

Os conhecimentos produzidos pela humanidade ao longo da história encontram-se registrados em textos orais e escritos, nas artes, nas ciências. Os conteúdos escolares são planejados de modo a ajudá-lo a compreender parte desses conhecimentos na expectativa de que você possa, a partir deles, construir novos conhecimentos, criar formas solidárias de convivência, respeitar valores, preservar o meio ambiente e o planeta.

No caso de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, as aulas e as atividades escolares são fundamentais para que você possa compreender como os conhecimentos de Física, Química e Biologia se apresentam no cotidiano: na investigação dos materiais, das substâncias, da vida e do cosmo, na agropecuária, na medicina, na extração e no processamento de minérios, na produção de energia e de alimentos, entre tantas outras aplicações.

O objetivo das Situações de Aprendizagem é apresentar esses conhecimentos de forma contextualizada para que sua aprendizagem seja construída como parte de sua vida cotidiana e do mundo ao seu redor. Logo, as atividades propostas não devem ser consideradas apenas como exercícios de memorização de um conjunto de símbolos e nomes desconexos do mundo que nos cerca.

Portanto, estudar as Ciências da Natureza e suas Tecnologias é também valorizar o ser humano. As aulas o ajudarão a compreender que por meio do conhecimento é possível transformar e aprimorar o que já existe, buscando criar condições para a melhoria da qualidade de vida.

Aprender exige esforço e dedicação, mas também envolve curiosidade e criatividade, que estimulam a troca de ideias e conhecimentos. Por isso, sugerimos que você participe das aulas, fique atento às explicações do professor, faça anotações, procure respostas e dê sua opinião. Se as tarefas inicialmente lhe parecerem





excessivas, sugerimos que você priorize algumas delas e faça um pouco por dia para que os exercícios não se acumulem.

Assuma o compromisso de finalizar as tarefas, uma vez começadas. Não tenha receio de expor ao professor e aos colegas suas dúvidas e dificuldades, porque a troca de ideias é fundamental para a construção do conhecimento. Errar também faz parte do aprendizado. Portanto, peça ajuda ao professor e aos colegas sempre que considerar a tarefa muito difícil.

Elabore uma agenda para fazer seus trabalhos e atividades. Escolha um lugar adequado, onde você não se distraia quando estiver fazendo as tarefas. Estabeleça objetivos e comece pelos trabalhos mais exigentes. Faça breves intervalos durante o estudo para não ficar exausto.

Esperamos que, assim, você se sinta realizado e recompensado e possa refletir sobre o quanto aprendeu com este Caderno.

Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas – CENP
Secretaria da Educação do Estado de São Paulo
Equipe Técnica de Ciências da Natureza





Para começo de conversa

As Situações de Aprendizagem propostas neste Caderno tratam de questões do nosso dia a dia que envolvem movimentos e suas variações. As teorias da Física, envolvendo a lei de conservação da quantidade de movimento linear e as leis de Newton, serão importantes para você compreender as relações no estudo dos movimentos.

Bom trabalho!

TEMA 1:

GRANDEZAS DO MOVIMENTO: IDENTIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ESTIMATIVA DE VALORES



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

1. Faça uma lista dos principais movimentos que você realizou hoje e de todas as coisas cujo movimento chamou sua atenção desde quando acordou.

2. O que foi necessário para realizar cada um desses movimentos (combustível, alimento, uma rampa, ter pernas, ter rodas etc.)?

* Adaptado de GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Leituras de Física: Mecânica 1*. Pondo as coisas no lugar. São Paulo: GREF-USP/MEC-FNDE, 1998. p. 5. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec1.pdf>> e <<http://cenp.edunet.sp.gov.br/fisica/gref/MECANICA/mec2.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2009.



3. Qual foi a finalidade de cada movimento?

a) Dentre eles, quais movimentos tiveram a finalidade de deslocamento?

b) Quais movimentos produziram giro?

c) O que foi utilizado para controlar os movimentos?

d) É possível ampliar a força ao realizar movimentos?

e) Em grupo, converse e identifique as semelhanças e as diferenças dos movimentos realizados, o que é necessário para produzi-los e para controlá-los. Anote as conclusões do grupo.



4. Classifique tudo o que você levantou junto com seu grupo e anote na tabela o que: desloca-se; gira; produz movimentos; controla movimentos; amplia força aplicada; permanece em equilíbrio.



Veja o exemplo apresentado na figura e identifique nela, em cada destaque, a sua classificação. Depois preencha a tabela a seguir. Observe que algumas coisas podem aparecer em duas ou mais colunas, como o pedal que controla o movimento, amplia a força aplicada e também gira.

Movimento		Forças		Equilíbrio	
Deslocam-se	Giram	Produzem movimento	Controlam movimento	Ampliam forças	Permanecem em equilíbrio

A tabela acima apresenta uma visão do que será abordado no curso de Física, que tem início com o estudo dos deslocamentos e giros, passa pela identificação das causas que produzem e controlam os movimentos, prossegue com enfoque nos instrumentos que ampliam as forças, e termina com o estudo das condições que possibilitam o equilíbrio. Durante todo o estudo do movimento ao longo deste Caderno, consulte constantemente essa tabela para verificar se você está entendendo como a Física explica os movimentos.



LIÇÃO DE CASA



Pesquise em livros, na internet e também pergunte a motoristas como são as placas que informam velocidade, tempo e distância na estrada e na cidade. Identifique suas principais características e as informações que elas apresentam ao motorista.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2
IDENTIFICANDO AS VARIÁVEIS RELEVANTES
DE UM MOVIMENTO

1. Desenhe pelo menos cinco diferentes placas de sinalização de rodovias ou de vias urbanas. Aponte quais indicam distância, quais indicam tempo e quais indicam limite de velocidade.

2. O que significam as placas que indicam distâncias, por exemplo: lombada a 300 m, restaurante a 3 km, próxima cidade a 22 km etc.? A lombada, o restaurante e a cidade estão longe ou perto?



3. O que significam as placas que indicam tempo, por exemplo: posto a 5 min, restaurante a 15 min etc.?

4. Será que todos chegam a essas localidades no tempo indicado? Explique.

5. Pode-se demorar um tempo muito menor que esse? Explique.

6. Para que servem as placas que indicam limite de velocidade?

7. Por que a velocidade dos veículos é expressa em unidade de distância dividida por unidade de tempo, como km/h ou m/s ou cm/s?



8. Ao lado de uma placa na estrada que indica o limite de velocidade de 90 km/h, há outra placa que mostra que a cidade de São Jorge dos Cascais está a 33 km. Agora responda:

a) ao avistar essas placas, respeitando o limite de velocidade, qual é o menor tempo que um motorista pode demorar para chegar até a cidade?

b) caso 1: se um veículo demorar 25 min para chegar à cidade, ele poderá ser multado por excesso de velocidade?

c) caso 2: se um veículo demorar 20 min para chegar à cidade, ele poderá ser multado por excesso de velocidade?

d) caso 3: se um veículo demorar 15 min para chegar à cidade, ele poderá ser multado por excesso de velocidade?

e) agora determine a velocidade de cada um dos veículos apresentados nesses três casos:

$$v_1 = \text{_____ km/h}; v_2 = \text{_____ km/h}; v_3 = \text{_____ km/h}.$$

f) complete a tabela abaixo expressando os valores das velocidades obtidas nas três diferentes unidades de medida indicadas:

V_{limite}	90 km/h	25 m/s	1,5 km/min
v_1	km/h	m/s	km/min
v_2	km/h	m/s	km/min
v_3	km/h	m/s	km/min



Leitura e Análise de Texto

A estimativa da velocidade de um veículo na estrada e na cidade

Marcelo de Carvalho Bonetti

A velocidade média de um veículo pode ser calculada partindo da medida da distância entre dois pontos estratégicos (uma árvore próxima à pista, o início de uma ponte, o final de uma curva, a distância entre duas placas indicativas de posição etc.). Isso possibilita determinar o tempo mínimo em que um veículo pode percorrer esse trajeto usando a velocidade máxima permitida. Nas estradas, os policiais ainda utilizam esse procedimento para determinar se um veículo ultrapassou o limite de velocidade: se um veículo percorrer o trajeto em um tempo maior ou igual ao calculado, ele está dentro dos limites de velocidade; mas se percorrer o trajeto em um tempo menor, ele infringiu o limite de velocidade e deverá ser multado. O policial usará a distância percorrida entre dois pontos e a medida de tempo registrada para determinar a velocidade média do infrator, dividindo a distância percorrida pelo tempo medido.

Já nas cidades usam-se as lombadas eletrônicas. Elas possuem dois sensores de pressão localizados no asfalto, que determinam a distância percorrida pela roda do veículo, e um marcador digital de tempo, que identifica os infratores. O tempo é medido entre o disparo e o travamento do marcador por meio dos sensores de pressão fixados no chão, ajustados para acionar quando um veículo motorizado passa sobre eles (motos pequenas e bicicletas muitas vezes não disparam o sensor). Há ainda lombadas eletrônicas que, além de medir, também indicam ao motorista a velocidade média do veículo em um painel eletrônico luminoso.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

1. Quais são as semelhanças entre a determinação de velocidade em uma estrada, por policiais, e em uma lombada eletrônica?

2. Se um policial determinar que um carro pode demorar 27 s para percorrer um trajeto e identificar um carro que demore 22 s, ele deverá multá-lo por excesso de velocidade? Justifique.

3. Se um carro permanecer todo o tempo com uma mesma velocidade, a velocidade determinada por esses dois modos (policial e lombada eletrônica) pode ser diferente da indicada no velocímetro. Explique.

4. Qual desses dois modos de determinar a velocidade média do carro pode apresentar resultados que se diferenciem mais do valor indicado no velocímetro do carro? Explique em quais situações elas serão diferentes da indicada no velocímetro.



Leitura e Análise de Texto

A velocidade instantânea

Marcelo de Carvalho Bonetti

Quando usamos uma distância grande para estabelecer a velocidade média, podemos ter uma grande precisão tanto na medida do deslocamento como na medida de tempo, mas o resultado final pode ser muito diferente das velocidades efetivamente desenvolvidas durante o movimento.

Por exemplo: um veículo que está acima da velocidade-limite é avisado por sinal de farol, dado pelo condutor de um veículo no sentido oposto, de que há policiais realizando o controle de velocidade. Ele então reduz drasticamente a velocidade, de tal forma que o tempo para percorrer o restante do percurso aumente o suficiente para que ele não seja multado.

Nesse caso, ele deixará de ser multado porque a velocidade média calculada será menor que a velocidade do carro quando o motorista foi prevenido; dessa forma, a velocidade média não corresponde a uma boa aproximação das velocidades que o veículo realmente desenvolveu.

Assim, para diminuir a diferença entre essas velocidades, buscamos diminuir o intervalo de tempo e conseqüentemente diminuimos o tamanho dos espaços utilizados para medir a velocidade. Na cronometragem do policial, a distância empregada chega a quilômetros, já na lombada eletrônica, as medidas caem para alguns metros, chegando a milímetros em radares eletrônicos e, em radares a *laser*, são ainda menores que milímetros.

Como o intervalo de tempo é cada vez menor, a velocidade é denominada velocidade instantânea, ou seja, medir a velocidade usando intervalos de tempo muito curtos garante que as variações sejam pequenas e a velocidade medida corresponda à velocidade efetivamente desenvolvida pelo veículo em um certo instante.

Entretanto, isso pode trazer dificuldades para realizar as medidas de tempo e de distância com precisão, já que elas são muito pequenas. Por exemplo, a 60 km/h um veículo percorre 1 km em 1 min ou 16,6 m em 1 s, ou ainda 1 m em 0,06 s.

As imprecisões nas medidas de distância e tempo podem gerar complicações, por exemplo: o tempo de reação para acionar o cronômetro e também para parar o cronômetro (que em média corresponde a 0,025 s, cada), nesse caso com velocidade de 60 km/h, causa uma imprecisão de quase 100% se usarmos a distância de 1 metro; cai para cerca de 50% se usarmos 16,6 m e chega a 0,3% se usarmos 1 km.

Hoje, na maior parte das estradas, a velocidade instantânea dos veículos é medida com radar eletrônico por efeito *Doppler*, determinando a velocidade pela variação da medida da frequência de uma onda eletromagnética emitida pelo radar e refletida pelo veículo em movimento. Nas cidades, esses tipos de radares foram apelidados de “pardais”, por ficarem presos a postes de iluminação. Há também os equipamentos portáteis, menores do que uma garrafa de refrigerante.

Para medir a velocidade instantânea, os velocímetros dos veículos traduzem o número de giros que os pneus dão em certo intervalo de tempo em uma medida de velocidade. Como a distância percorrida pelo veículo a cada volta da roda depende do raio do pneu, quando alguém troca a roda ou os pneus por outros de medidas diferentes, a indicação apresentada no velocímetro não corresponde à velocidade do veículo. Nesse caso, o velocímetro precisará ser calibrado novamente e sua indicação ajustada à velocidade do veículo.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

1. Por que é mais difícil medir a velocidade média utilizando distâncias pequenas?

2. Qual é a diferença entre velocidade média e velocidade instantânea?

3. Qual é a distância percorrida a cada volta do pneu com diâmetro de 55 cm?

4. Qual será a velocidade desenvolvida por um veículo equipado com esse pneu se o pneu der 600 voltas por minuto?



LIÇÃO DE CASA



1. Pesquise em livros, na internet e faça uma entrevista com um mecânico, identificando como o giro dos pneus se conecta com o indicador do velocímetro. Pergunte quais são as diferenças entre os velocímetros mecânicos e os velocímetros eletrônicos.
2. Reúnam-se em grupo e façam pesquisas sobre os limites máximos de velocidade. Para isso, consulte o Código Nacional de Trânsito e *sites* em que há informações sobre as estradas e sobre as regras de trânsito nos perímetros urbanos.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3

ESTIMANDO VALORES DE GRANDEZAS DOS MOVIMENTOS



Desafio!

Vamos descobrir qual é a velocidade dos veículos que trafegam perto da escola?



PESQUISA DE CAMPO

1. Com seus colegas, elabore um procedimento para determinar a velocidade de um veículo. O que medir e como? Com que equipamentos serão feitas as medidas? Quantos veículos terão sua velocidade determinada? Cada grupo deve apresentar sua proposta para a classe.

2. Com a ajuda de um colega, desenvolva as atividades previstas no procedimento escolhido pela classe. Use o instrumento escolhido (fita métrica, trena, passo etc.) para medir a distância entre os dois pontos determinados, como, por exemplo, de uma esquina à outra de um quarteirão. **Atenção:** façam isso sobre a calçada, para não correr risco de atropelamento.

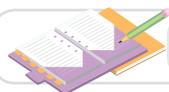
Distância percorrida: _____ metros.

3. Agora, marque na tabela a seguir o tipo de veículo (carro, moto, caminhão, bicicleta etc.) e o tempo em segundos.

Veículo (tipo)	Tempo (s)	Velocidade (m/s)	Velocidade (km/h)

4. Calcule a velocidade média de cada um dos veículos e registre na tabela da página anterior. Transforme em km/h os valores obtidos em m/s e coloque-os na tabela.

5. Qual é a velocidade dos veículos que trafegam perto da escola?



VOCÊ APRENDEU?



1. Elabore um relatório sobre como foi realizada a determinação da velocidade dos veículos nas proximidades da escola, descrevendo os seguintes itens:

- objetivo da experiência: o que o grupo queria medir;
- procedimento adotado para realizá-la e instrumentos utilizados: como vocês fizeram as medidas e como determinaram a velocidade dos veículos;
- conclusões: velocidades que foram determinadas por seu grupo e pelos de seus colegas e a velocidade média dos veículos que trafegam perto da escola.

Entregue o relatório realizado pelo grupo ao professor, na data agendada por ele.

Tome nota!

Data para entrega do relatório: ____ / ____ / ____.

2. Explique o que aconteceria com a indicação de um velocímetro se o proprietário de um carro trocasse a roda original por uma roda com o dobro do raio original e responda: qual seria a velocidade real do carro quando o velocímetro marcasse 60 km/h?

3. Carroças com tração animal desenvolvem velocidade menor do que um automóvel moderno, que por sua vez é menos rápido que um avião a jato. Estime e pesquise sobre as velocidades dos movimentos indicados e, em seu caderno, coloque-os em ordem crescente de velocidade máxima:

pessoa caminhando – bala de revólver – flecha – lesma – golfinho nadando – tartaruga – Terra deslocando-se ao redor do Sol – corredor olímpico – satélite artificial geostacionário – bola de futebol – som no ar – som na água – a luz – bicicleta – pardal voando – paraquedas – avião a jato – avião supersônico – foguete – estação orbital.



Desafio!

Descubra como os aparelhos de GPS (Sistema de Posicionamento Global, por satélites) calculam e indicam a velocidade e a posição instantaneamente.



PESQUISA INDIVIDUAL

Vamos ampliar a ideia de velocidade, percebendo que ela pode ser utilizada para identificar qualquer rapidez ou taxa de variação temporal. Um exemplo é motoristas determinarem o consumo de combustível em relação ao tempo que dura um tanque.

1. Elabore um procedimento para determinar a rapidez em que ocorre o crescimento de cabelos, unhas, altura ou a variação temporal do peso de uma pessoa durante uma dieta alimentar. O que medir e como? Com que equipamentos serão feitas as medidas? Determine as velocidades ou taxas de crescimento.
2. Elabore um procedimento para determinar a rapidez do consumo de produtos que você usa em sua casa, como sabonete, xampu, creme dental, arroz, pó de café etc. O que medir e como? Com que equipamentos serão feitas as medidas? Determine as taxas de consumo.



LIÇÃO DE CASA



1. Identifique na figura ao lado os movimentos e suas características. Aponte e anote o que se desloca, gira, produz movimentos, controla os movimentos, amplia a força aplicada ou permanece em equilíbrio.



© Extreme Sports Photo/Alamy-Otherimages

2. Determine a velocidade média para as seguintes situações.
 - a) Em uma estrada, um carro passa pela placa que indica a posição 15 km e após 3 min e 20 s passa pela placa que indica a posição 9 km.

- b) Um avião comercial demora 45 min para ir do aeroporto de Congonhas, em São Paulo, ao aeroporto Santos Dummont, no Rio de Janeiro. Use um mapa para determinar a distância entre os aeroportos, ou consulte uma tabela de distâncias entre aeroportos que pode ser encontrada em algumas agendas ou na internet.

- c) Um velocista corre 100 m em 9,9 s.



TEMA 2:

QUANTIDADE DE MOVIMENTO LINEAR: VARIAÇÃO E CONSERVAÇÃO



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 ALTERANDO OS MOVIMENTOS

1. O que é necessário para uma bola de futebol parada começar a se mover? E as bolas de vôlei, tênis e pingue-pongue: nesses jogos, como as bolas começam a se movimentar?

2. Por que jogos com raquetes utilizam bolas pequenas e leves em vez de bolas grandes e pesadas?

3. Como é possível em um jogo de tênis a bolinha chegar a ter velocidade de 180 km/h, conforme indicam os medidores de velocidade utilizados no momento do saque do tenista em competições? É possível que o jogador seja tão rápido assim com os braços?





4. O que é necessário para um veículo parado começar a se mover? Pense em uma bicicleta, um carro, um avião e um barco. Todos esses veículos começam a se movimentar pelo mesmo processo?

5. Por que é mais fácil empurrar uma bicicleta do que empurrar um carro, um ônibus ou um caminhão?

6. O que é preciso para um veículo como a bicicleta fazer uma curva modificando a trajetória e a direção do movimento? Com um carro ocorre o mesmo? E com um avião?

7. O que promove o movimento da pedra que rola de um barranco, da bola que desce a ladeira, do pingo de chuva que cai do céu?

8. Existe algum tipo de movimento que pode ser iniciado ou alterado sem que o objeto interaja com alguma outra coisa?





9. Faça uma lista com situações ou objetos que modificam o movimento (ou começam a mover, ou param de se mover, ou mudam a trajetória, a velocidade etc.). Tente explicar o que causa as alterações nos movimentos, classificando-as nos três tipos de interações listados abaixo:

a) em situações nas quais há transferência parcial ou total da quantidade de movimento de um objeto para o outro. Um exemplo pode ser a colisão de um carro com outro parado.

b) em situações nas quais há contínua compensação de quantidade de movimento entre objetos. Um exemplo pode ser o avanço de um foguete que, ao expelir os gases resultantes da combustão em uma direção, movimenta-se para a direção contrária.

c) em situações em que ambos os processos acima possam estar combinados.



Leitura e Análise de Texto

Domingo no parque

Marcelo de Carvalho Bonetti

Às 13 horas Joãozinho chega ao parque com sua irmã, levando R\$ 20,00. Compra dois cachorros-quentes (a R\$ 3,00 cada) na barraca de Carlinhos (que tem R\$ 30,00 em caixa) e às 13h20min compra 2 sorvetes, a R\$ 1,50 cada, no carrinho de Tonhão (que tinha R\$ 50,00 no bolso). Às 13h30min Tonhão passa com seu carrinho em frente à barraca de Carlinhos e compra um cachorro-quente.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.



1. Construa a sequência da tabela abaixo e complete a quantidade de reais de cada personagem em cada evento, de modo que seja possível recontar toda essa história apenas olhando para a tabela:

Acontecimento	Joãozinho	Carlinhos	Tonhão	Total
Antes	R\$ 20,00	R\$ 30,00	R\$ 50,00	
13h	R\$ 14,00			
13h20min				
13h30min				

2. O conjunto total de reais, somados os de Joãozinho, Carlinhos e Tonhão, é alterado durante a história?

3. A quantidade de reais que cada um deles tem ao longo da história é alterada?

4. Joãozinho, Carlinhos e Tonhão podem ser considerados um “sistema isolado”, ou seja, um conjunto de pessoas que interage somente entre si se não houve outras negociações entre 13h e 13h30min?

5. Se transações com outras pessoas ocorressem, seus reais deveriam ser considerados desde o início para que a conservação continuasse válida?

6. Compare essa história com a conservação da quantidade de movimento.



Atenção!

As formas de produzir movimentos, por transferência e por compensação, mostram-nos que os movimentos nunca acontecem sozinhos, mas sempre em conjunto. Assim são todos os movimentos que ocorrem na terra, na água, no ar e em todo o Universo. Isso pode parecer estranho, mas toda, absolutamente toda a quantidade de movimento do Universo se conserva.



Leitura e Análise de Texto

O movimento se conserva

Marcelo de Carvalho Bonetti

A conservação da quantidade de movimento é um princípio geral da Física que analisa o sistema físico por inteiro. A conservação significa que a variação do movimento em uma das partes do sistema necessariamente implica uma variação em outra parte do sistema.

É por isso que, quando estamos parados e passamos a andar para a frente, algo vai começar a andar para trás; se fazemos uma curva à direita, algo deverá se mover para a esquerda; se jogamos algo para baixo, algo precisa ir para cima; enfim, os movimentos precisam se conservar, mas isso não parece corresponder ao que acontece na nossa vida, não é?

Estamos tão acostumados a fazer automaticamente as coisas, que deixamos de perceber o que é necessário para conseguir realizá-las. Por exemplo, ficar em pé é bastante complicado; as crianças demoram bastante para aprender a andar, mas, depois de alguns anos já fazem isso com muita facilidade. No entanto, basta aceitar o desafio de ficar em pé sobre o esquite, os patins ou mesmo uma superfície lisa e cheia de óleo ou uma pista de patinação no gelo, para ver que não é tão fácil assim ficar em pé.

Também é patinando no gelo que reparamos que é bem difícil começar a andar para a frente, e mais difícil ainda parar. Basta ver as pessoas caindo para todos os lados enquanto aprendem a patinar.

Pense em que coisas e ações são necessárias para alterar o movimento das bolas, dos jogadores ou então dos carros nas competições. Você imagina como as bolas ou os atletas modificam suas trajetórias, indo de um lado para o outro das quadras, nos jogos e esportes competitivos?

As coisas que passam a se mover quando inicialmente estão paradas podem ser separadas em dois grupos. Em um deles é preciso ter uma “batida”; nela, a alteração pode ser pensada como a transferência da quantidade de movimento de algo que já estava em movimento para algo parado. O outro grupo pode ser pensado como a compensação da alteração do movimento de um corpo pela variação do movimento do outro, como ocorre nas interações por atrito, quando, por exemplo, um nadador joga água para trás ou, quando em uma arrancada o carro “empurra” o chão para trás.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

1. Por que um jogador de voleibol pode cair para trás ao defender uma cortada do time adversário?

2. Por que os policiais impedem que os veículos transitem em uma pista em que houve derramamento de óleo?

3. Por que os carros “cantam” pneus quando tentam arrancar muito rapidamente?

Tome nota!

Lei da Conservação da Quantidade de Movimento:

Em um sistema isolado, a quantidade de movimento total se conserva.



PARA SABER MAIS

Veja os filmes *Armageddon* e *Impacto profundo*, que discutem soluções que poderíamos adotar para evitar hipotéticas catástrofes astronômicas. Analise se elas estão corretas do ponto de vista da Física, em especial da conservação da quantidade de movimento. Discuta com os colegas da classe e faça em grupo um cartaz que apresente suas conclusões sobre esses filmes.

- *Armageddon (Armageddon)*. Direção: Michael Bay. EUA, 1998. 150 min. 14 anos. Uma chuva de pequenos meteoros atinge a Terra e a Nasa descobre que um asteroide vai colidir com nosso planeta. Na tentativa de evitar o desastre, o governo americano contrata uma equipe de perfuradores de petróleo para alterar a trajetória do asteroide.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 5 A FORÇA DE UMA INTERAÇÃO

Reúna-se em grupo conforme a indicação do professor e, discuta com seus colegas as questões seguintes, resolvendo também os exercícios propostos.

1. O que um motorista faz para parar um veículo em movimento? Certamente, ele aciona o freio, mas a maneira de frear depende do quê?

2. Classifique os tipos de freada em:

a) freada repentina: _____

b) freada suave: _____

c) freio motor: _____

d) outros: _____

3. A fim de parar um carro com massa de 800 kg e velocidade de 17 m/s ($__ \text{ km/h}$), será necessário que uma força varie a quantidade de movimento do veículo $\Delta Q = m \cdot \Delta v$, sendo $\Delta Q = 800 \cdot (0 - 17) = -13\,600 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. Complete a tabela estimando valores para a força F (força de atrito) e, para o tempo da freada, pense nos três tipos de freada.

Freada	Força de atrito (N)	Tempo da freada (s)	ΔQ (N . s)
a	- 3 400	4	- 13 600
b			
c			



a) A variação total da quantidade de movimento é alterada em função do tipo de freada?

b) A unidade de quantidade de movimento $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ é equivalente à unidade $\text{N} \cdot \text{s}$?

c) Compare a força de atrito necessária para realizar cada freada: o que faz aumentar ou diminuir a força?

d) Compare o tempo de cada freada: o que faz aumentar ou diminuir o tempo?

e) Qual freada é mais confortável para o motorista e os passageiros? Por quê?

4. A partir da tabela, escreva uma equação matemática que relacione a Força (F), o intervalo de tempo (Δt) e a variação de quantidade de movimento (ΔQ).

5. Calcule o quanto um *air bag* diminui a força que atua em um motorista durante uma colisão, admitindo que o tempo da interação sem *air bag* seja de 0,05 s e com *air bag* passe a ser 0,5 s.



**Dica!**

As variações da quantidade de movimento em uma parte do sistema também podem ser entendidas pela atuação de uma força, definida como a razão entre a variação da quantidade de movimento e o tempo de interação $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{Q}}{\Delta t}$, o que deixa claro o papel fundamental do tempo de interação quando pensamos na variação da quantidade de movimento, já que em uma mesma variação, quanto menor o tempo, maior será a força de interação.

6. Em julho de 2007, o Contran aprovou a Resolução 245, que obriga os novos veículos a ter equipamento antifurto com bloqueio e rastreamento do veículo para poderem ser comercializados no Brasil. Mas não há resolução que obrigue os veículos a ter *air bag* ou freios “inteligentes”, como o ABS. Realize um debate envolvendo essas prioridades e, escreva ao Contran com o posicionamento do grupo sobre as prioridades a adotar.

**Leitura e Análise de Texto****A força resultante**

A força que imprime uma aceleração sobre o objeto é a força resultante (soma vetorial) de todas as que atuam sobre ele. Se um carro se desloca em uma estrada reta com velocidade constante, o que podemos dizer sobre a força resultante sobre ele nesse momento? Força resultante nula, apesar de haver diversas forças atuando!

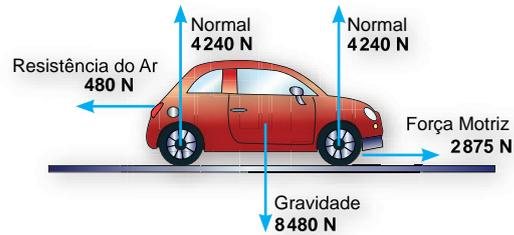
Caso o motorista pise mais ou menos no acelerador (eis o motivo do nome desse pedal), sua velocidade vai mudar nesse momento, indicando que a força resultante sobre o carro deixou de ser nula. Se sua velocidade diminuir, significa que a força resultante

atua no sentido oposto ao seu movimento; caso contrário, a força resultante é na mesma direção do movimento do carro.

O que conta, portanto, não é somente a força motriz que o motor proporciona às rodas, mas também as demais forças. Por isso falamos em força resultante, ou seja, o resultado de todas as forças que estão agindo.

Adaptado de GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Leituras de Física: Mecânica 2. Acelera!* São Paulo: GREF-USP/ MEC-FNDE, 1998. p. 69. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec2.pdf>> e <<http://cenp.edunet.sp.gov.br/fisica/gref/MECANICA/mec18.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2009.

1. A figura ao lado mostra um automóvel se movendo em uma pista horizontal sob a ação de diversas forças. Sobre essa situação:



© Lie A. Kobayashi. Adaptado de GREF.

a) obtenha a força resultante no carro.

b) determine o valor da aceleração dividindo essa força resultante pela massa do carro (848 kg).



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 6 COMPENSANDO OS MOVIMENTOS NA AÇÃO DE FORÇAS INTERNAS

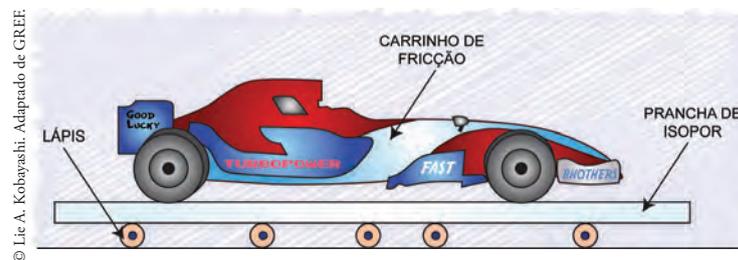
Discuta em grupo as seguintes questões: quando você joga sua mochila para a frente, você vai para trás? Quando você anda para a frente (a pé ou de patins), você provoca o movimento de alguma coisa para trás? Podemos produzir ou alterar nosso movimento quando jogamos alguma coisa para longe?



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Compensando os movimentos na ação de forças internas

Com seus colegas, faça um experimento: use um carrinho movido a mola (ou de fricção), alguns lápis roliços e uma cartolina ou um pedaço de isopor, como está indicado na figura.



1. A seguir, responda: será que o “chão” vai se mover para compensar o movimento do carrinho? Descreva o que ocorre.



2. Repita a atividade acrescentando mais placas de isopor sobre os lápis ou mais pedaços de cartolina, uns em cima dos outros, para aumentar a massa do “chão” por onde o carrinho anda. O que acontece?

3. Repita a atividade sem usar os lápis. Coloque apenas o isopor sobre o chão. O que acontece?

4. Por que, enquanto o carrinho permanece na sua mão com as rodas no ar, mesmo que a roda dele esteja girando, ele não faz força para a frente? Por que o carrinho vai para a frente e o “chão” se move para trás quando você solta o carrinho no chão ou isopor?

5. Discuta a importância do atrito para você conseguir ficar em pé parado, para começar a andar e para modificar o movimento durante uma caminhada. Anote suas conclusões.

6. Você já ouviu falar que os astronautas fazem a “caminhada espacial” quando eles se movem do lado de fora da nave espacial? Como é possível que o astronauta “ande” do lado de fora da nave espacial?



7. Escreva em seu caderno uma síntese das observações realizadas. Depois conte o que fizeram e o que foi observado, e organize no espaço a seguir os resultados em uma tabela.



Leitura e Análise de Texto

Efeitos da força sobre os elementos do sistema

Marcelo de Carvalho Bonetti

É comum imaginar que para iniciar um movimento só é preciso algo que se movimenta, mesmo que isoladamente, ou que não há necessidade de interagir com algo, como ocorre no voo do Super-Homem ou nos desenhos animados em que a personagem continua andando ou resolve parar, mesmo sem ter o chão sob seus pés para interagir.

As teorias científicas já mostraram que essa visão é ingênua e explicam que empurramos o chão para trás ao andar para a frente, ou que somos lançados para trás ao jogar uma mochila para a frente. Essas coisas ficam mais evidentes em situações pouco comuns, como no recuo do canhão que atira um projétil, ou quando o pneu de moto ou carro joga lama ou pedrisco para trás quando o carro começa a andar para a frente.

O que você faz quando quer aumentar a velocidade de sua bicicleta? O que faz um motorista para aumentar a velocidade de seu carro? O que faz um navegador quando deseja que seu barco a motor viaje mais rapidamente? E para diminuir essas velocidades?

Em todos esses casos, para modificar o movimento é necessário que ocorram interações, com o chão, com o vento, com a água, com o ar. Para modificar a velocidade, é fundamental que esses meios de transporte exerçam certa força no meio em que se deslocam, e vice-versa. O modo de efetuar isso varia de acordo com o meio de transporte, e também quando você muda sua velocidade ao caminhar.

O que você faz para que sua bicicleta consiga realizar uma curva? Como os aviões realizam acrobacias no ar? De que modo um nadador consegue mudar a direção de seu nado?

Para fazer curvas, mesmo mantendo o valor da velocidade constante, também é fundamental aplicar uma força no meio em que se desloca, só que em uma direção diferente do



movimento. Se um motorista que está indo para a frente decide virar à esquerda, ao virar o volante, as rodas forçam o terreno do solo para a direita, e a direção do movimento do veículo é modificada para a esquerda.

Em um avião, por exemplo, é preciso saber como o vento, devido ao deslocamento da aeronave, faz força em cada elemento mecânico que controla seu voo, de modo a produzir a manobra desejada.

Analisar os movimentos por meio das forças nos permite olhar para um único elemento do sistema, e não necessariamente para todos eles, como no estudo da conservação dos movimentos.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

1. Explique qual é a interação necessária para que o carrinho de brinquedo consiga ir rapidamente para a frente quando é colocado diretamente no chão.

2. Explique por que, após ser colocado sobre um isopor, o carrinho desloca-se bem devagar em relação ao chão enquanto o isopor se desloca para trás.

3. Explique o que aconteceria com o isopor se colocássemos sobre ele um carrinho que andasse em círculos.

4. Explique como é possível estudar o movimento de apenas um corpo, como o carrinho em movimento ou o isopor, separadamente.



Veja com seus colegas as cenas iniciais do filme *2001: uma odisséia no espaço*, lançado em 1968 pelo cineasta Stanley Kubrick, cujos personagens retratados vivem em estações orbitais e viajam em espaçonaves. Discuta se essas ficções criadas há 40 anos pelo cineasta são semelhantes ao que fazemos hoje, e se elas podem ser explicadas pelos conhecimentos que foram apresentados neste Caderno.



Desafio!

Descubra como os astronautas fazem para “andar” no espaço, quando estão dentro da espaçonave e quando estão do lado de fora. Pesquise o que foi criado para possibilitar tais movimentos.



LIÇÃO DE CASA



Em novembro de 2008 uma astronauta, ao realizar uma manutenção na parte externa da Estação Espacial Internacional, deixou por acidente que uma bolsa com ferramentas se soltasse de seu corpo. A bolsa, avaliada em cerca de 100 mil dólares, se perdeu no espaço e não pôde ser recuperada.

Procure essa notícia na internet e, utilizando seus conhecimentos em Física, descreva o movimento do corpo da astronauta no momento da perda.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 7 A CONSERVAÇÃO DO MOVIMENTO LINEAR

Discuta em grupo as questões a seguir e resolva os exercícios propostos.

- As tabelas a seguir apresentam algumas quantidades de movimento de dois carros no instante imediatamente anterior e posterior a uma colisão entre eles. Aplicando a lei de conservação da quantidade de movimento, complete as tabelas.

Colisão 1	Carro 1		Carro 2	=	Total
antes	100	+	0	=	100
depois	40	+		=	
Colisão 2	Carro 1		Carro 2	=	Total
antes	100	+	-100	=	
depois	-60	+		=	

Colisão 3	Carro 1		Carro 2		Total
antes	30	+	-100	=	
depois		+	10	=	

2. Faça um desenho para cada uma das colisões representadas nas tabelas anteriores, mostrando os veículos, a direção e o sentido dos movimentos.

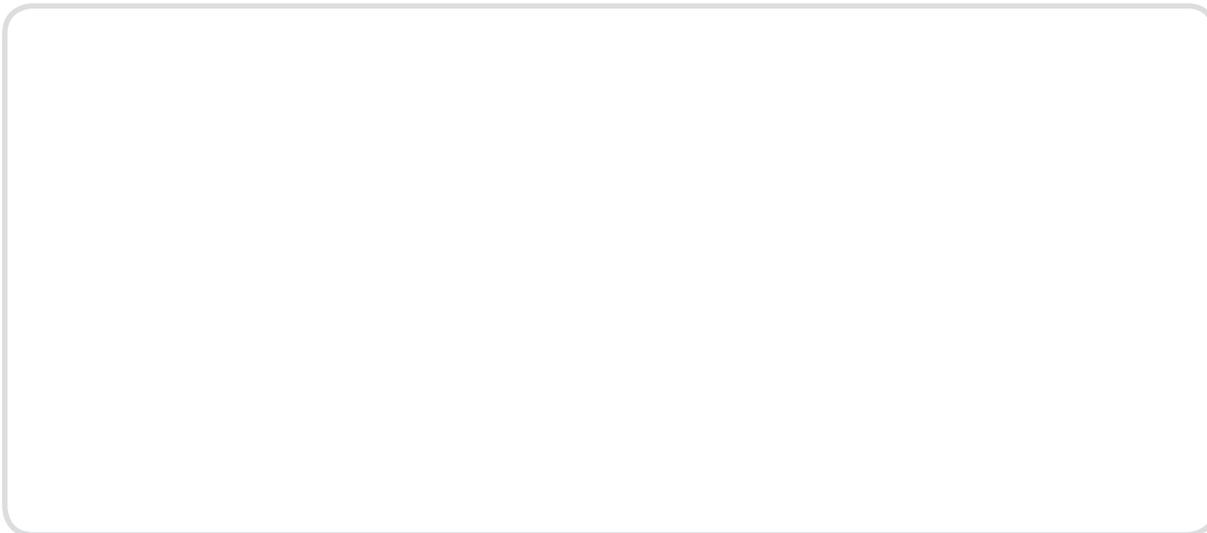
3. Complete a tabela a seguir, que apresenta dados de colisões em uma mesma direção com veículos de massas diferentes. Use conservação da quantidade de movimento para calcular o valor das quantidades de movimento (Q), da velocidade (v) e da massa (m).

Colisão 1	Jamanta		Carro		Total
antes	$m \cdot 20 = Q$	+	$40 \cdot 0 = 0$	=	2000
depois	$100 \cdot v = 1000$	+	$40 \cdot 25 = 1000$	=	

Colisão 2	Jamanta		Carro		Total
antes	$100 \cdot 0 = 0$	+	$40 \cdot 100 = 4000$	=	
depois	$m \cdot 50 = 5000$	+	$40 \cdot v = Q$	=	

Colisão 3	Jamanta		Carro		Total
antes	$100 \cdot (-8) = -800$	+	$40 \cdot 20 = 800$	=	
depois	$100 \cdot 10 = 1000$	+	$m \cdot (-25) = -1000$	=	

4. Faça um desenho para cada uma das colisões, representando os veículos, a direção e o sentido dos movimentos das colisões descritas no exercício anterior.



LIÇÃO DE CASA



Se observamos apenas uma parte do sistema, identificamos a variação do movimento e a força de interação responsável pela variação do movimento. Mas, se tomarmos todas as partes do sistema e identificarmos a resultante de todas as interações, ela terá soma nula. Isso decorre da conservação do movimento.

A variação de um movimento só é possível mediante uma interação com outro corpo que também sofrerá alteração em seu movimento: assim podemos traduzir o princípio da conservação da quantidade de movimento.

Na Física, diferenciamos a quantidade de movimento presente nos deslocamentos e nos giros. A quantidade de movimento presente nos deslocamentos (translação) é chamada de quantidade de movimento linear ou **momento linear**, e a quantidade de movimento presente nos giros (rotação) é chamada de quantidade de movimento angular ou **momento angular**.

Uma roda de bicicleta pode ter momento angular e linear? Explique.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 8

CONHECIMENTO FÍSICO AJUDA A JULGAR AÇÕES DO NOSSO DIA A DIA

Vocês vão simular uma situação de julgamento em um tribunal de “pequenas causas físicas”. Leia os textos e siga as orientações de seu professor.

Autos x00xx0x0x.1

Um borracheiro é acusado de danificar a roda de liga leve Megastreetflatpró de um carro importado, por ter usado uma marreta de ferro de 10 kg para colocar o pneu na roda. Ele alega em sua defesa que com o martelo de borracha não dá para pôr o pneu em uma roda.

Processo x00xx0x0x.2

Um astronauta é acusado de jogar fora um conjunto de propulsão da Agência Nacional de Empurrões Espaciais, devendo indenizar a Agência em 5 zilhões de réis espaciais. A acusação alega que o simples fato de o referido conjunto de propulsão não estar funcionando não é motivo aceitável para o astronauta jogá-lo fora, e que o astronauta deveria ter andado até a nave espacial para consertar o equipamento. A defesa alega que o astronauta não estava na Terra nesse dia, ele estava em órbita e do lado de fora da nave, e que em legítima defesa de sua vida, teve que jogar o equipamento para se mover em direção à nave.

Recesso x00xx0x0x.3

Um pregador profissional de pregos retos em paredes lisas e de pé é acusado de ter deixado um prego frouxo na parede e, com isso, ter danificado um quadro raríssimo, que caiu da parede. A acusação alega que o réu é culpado por ter usado um martelo de borracha para martelar o prego na parede da casa do Sr. Prof. Dr. Diretor do Museu de Quadros Pendurados de São Paulo. A defesa alega que essa acusação é preconceituosa e que os martelos e marretas de qualquer material podem ser usados para pregar pregos de qualquer tamanho em qualquer parede.

Baixos x00xx0x0x.4

A Associação dos Pneus Cantores de São Paulo acusa o cantor Espivarotti de calúnia, por ter afirmado, em entrevista, que os pneus cantores brasileiros ainda não atingiram padrão internacional. Ele (Espivarotti) afirma que consegue cantar pneu mesmo em freadas suaves e manter o som das freadas bruscas por muito mais tempo. A defesa alega que a carteira profissional internacional de cantor permite cantar pneu nas freadas por quanto tempo quiser e que o canto dos pneus não tem nenhuma relação com o tipo de freada, acontecendo até com o freio motor.



SuperAutos x00xx0x0x.5

A Associação Conservadora da Quantidade de Movimento pede ao Super-Homem que indenize a cidade, acusando-o de poluir o ar durante seus voos. A acusação alega que o Super-Homem não pode voar sem empurrar ou puxar alguma coisa. Como não há nenhum objeto ou propulsor ligado ao corpo dele que compense seu movimento, e o campo gravitacional o faz cair, fica evidente que ele dispara superbufas (ou superpuns) no ar, impelindo-o para o alto e avante, o que contribui para poluição do ar da cidade. O réu, de identidade desconhecida e sem residência fixa, não constituiu defesa.

Agora vocês vão promover um debate e, no final da aula, devem pronunciar o veredicto para os casos apresentados (vocês devem escolher um caso por vez). Façam as acusações, defesas e os julgamentos usando os conceitos científicos discutidos nas aulas.

Caso: _____

Acusação: _____

Defesa: _____

Decisão do juiz: _____





LIÇÃO DE CASA



1. Explique por que um canhão se movimenta ao disparar o projétil. Faça um desenho mostrando a situação física e determine a velocidade inicial e máxima do recuo de um canhão de 9 toneladas que dispara uma bala de 45 kg a uma velocidade de 720 km/h.

2. Um esquetista com 50,1 kg joga ao chão um esquite de 700 g, com velocidade de 1 m/s, depois corre e pula com velocidade de 3 m/s, caindo sobre o esquite. Estime a velocidade em que o esquetista passará a se mover junto com seu esquite.

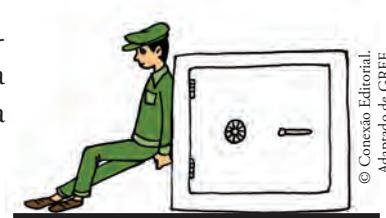
TEMA 3:

LEIS DE NEWTON



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

1. O funcionário da figura ao lado não conseguiu abrir o cofre e decidiu “levar serviço para casa”. O diagrama de forças da figura à direita da tabela indica as várias interações presentes nessa delicada operação.
Complete a tabela com os números corretos das forças.



Força	Força nº
Atrito estático do pé no chão	
Atrito estático do chão no pé	
Normal do ladrão no cofre	
Normal do cofre no ladrão	
Atrito dinâmico do cofre no chão	
Atrito dinâmico do chão no cofre	
Peso do cofre	
Normal do chão no cofre	
Peso do ladrão	
Normal do chão no ladrão	

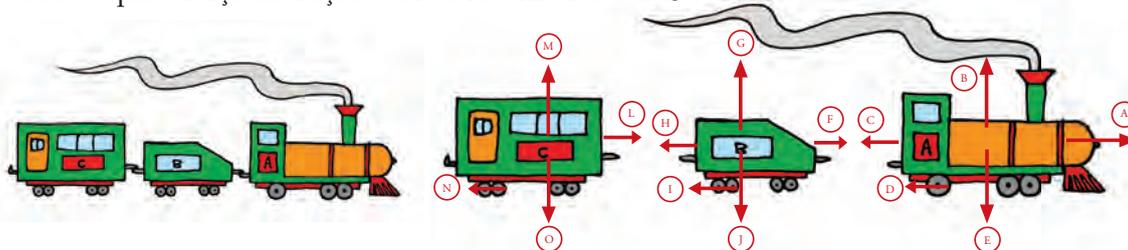
2. Indique quais forças possuem a mesma intensidade.

3. Que forças constituem pares de ação e reação?

* Adaptado de GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. *Leituras de Física: Mecânica 2. Quem com ferro fere...* São Paulo: GREF-USP/MEC-FNDE, 1998. p. 76. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec2.pdf>> e <<http://cenp.edunet.sp.gov.br/fisica/gref/MECANICA/mec19.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2009.

Reúna-se em grupo e analise a seguinte situação:

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



© Conexão Editorial. Adaptado de GREF.

Agora, responda às questões:

4. Encontre o valor de todas as forças. Considere que o coeficiente de atrito é igual 0,008.

5. Encontre a força resultante.

6. Encontre a aceleração.

7. Supondo que o trem partiu do repouso, calcule o tempo que ele leva para atingir 21 m/s.

8. Elabore no seu caderno uma tabela que organize os dados e os cálculos de cada força.



Leitura e Análise de Texto

Algumas forças na mecânica

As formas pelas quais os objetos interagem são muito variadas. Cada interação representa uma força diferente, que depende das condições em que os objetos interagem. Vejamos alguns exemplos.

Peso: o movimento próximo à superfície da Terra é muito influenciado pela força com que a Terra atrai os objetos. Se abandonarmos algo ele cai, a não ser que outra inte-

ração o impeça. Essa força é responsável por manter a atmosfera da Terra, além da órbita da Lua e de satélites artificiais. Ela também é conhecida como **força gravitacional**.

Sustentação: para que as coisas não caiam, é preciso segurá-las, seja com as mãos, seja apoiando-as em objetos. Essa interação é de origem elástica, reflexo da deformação das superfícies de contato, e em muitos casos contrabalança o peso. Ela também é chamada de **força normal**, perpendicular à superfície que se deforma.

Resistências: correr na água é bem mais difícil que correr em solo firme. Isso acontece porque a água oferece resistência ao movimento. A força de resistência também surge no ar, o que permite o uso dos paraquedas, por exemplo, ou exige formas aerodinâmicas quando se deseja minimizar essa resistência.

Atritos: coisas que se raspam estão em atrito umas com as outras. Quando você desliza a mão sobre a pele da pessoa amada, está exercendo sobre ela uma força de atrito. É essa força que permite que um carro freie e também que o carro acelere. Ela também é a responsável por permitir que andemos sobre a terra.

Adaptado de GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Leituras de Física: Mecânica 2. Onde estão as forças?* São Paulo: GREF-USP/MEC-FNDE, 1998. p. 45. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec2.pdf>> e <<http://cenp.edunet.sp.gov.br/fisica/gref/MECANICA/mec19.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2009.

1. Existe algum objeto que não tenha interação com o campo gravitacional e não tenha peso?

2. Explique como é possível existir balões que flutuam no ar em vez de cair, como uma pedra.

3. Um barco navegando no mar está sujeito a quais dessas forças?

4. Indique outras formas de interação, que representem outras forças que você conhece.



Leitura e Análise de Texto

O atrito

Na última festa junina ocorrida em uma escola, foi colocado um pau de sebo no centro da quadra de esportes. O professor de Física pediu a um grupo de alunos que elaborasse um cartaz com sugestões para facilitar a subida até o topo e o colocasse ao lado do mastro.

Em primeiro lugar, os alunos sugeriram que a pessoa se agarrasse com muita força. Com isso estaria garantindo que a força normal fosse maior, o que iria aumentar o atrito. Mas também indicaram que ela tentasse alterar os materiais em interação, talvez passando areia na roupa e na mão. Ou seja, recomendaram que a pessoa de ambas as formas conseguisse um coeficiente de atrito maior.

Uma maneira matemática de resumir essas indicações dos alunos é dada pela seguinte equação: $F_{\text{atrito}} = \mu F_{\text{normal}}$.

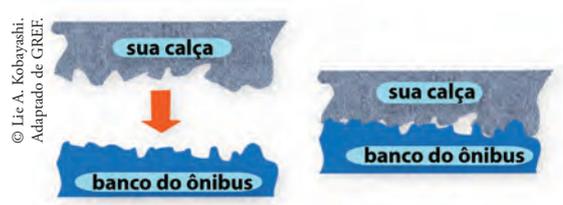
A letra grega μ (mi) indica o coeficiente de atrito entre as superfícies, F normal indica o valor da força normal entre as duas superfícies, quer dizer, a agarrada forte que a pessoa deve dar.

Para explicar o atrito, devemos perceber que mesmo objetos aparentemente lisos, como um vidro, uma mesa envernizada ou a superfície de um automóvel, possuem muitas saliências e “buracos” no nível microscópico. Podemos ver na figura a seguir, em escala muito ampliada, a existência de tais rugosidades.



Quando dois objetos se tocam, ocorrem pontos de contato entre suas rugosidades. Assim podemos construir um modelo que explica a existência do atrito afirmando que, nos pontos de “encaixe”, ocorrem fortes adesões superficiais, semelhantes a uma espécie de “solda” entre os dois materiais. Desse modo, a força de atrito está associada à dificuldade em romper essas soldas quando um corpo é arrastado sobre o outro. Durante o movimento, as soldas se refazem continuamente em novos pontos de contato, de forma que durante o arrastamento exista sempre uma força de resistência ao movimento: é a força de atrito. Usualmente, isso também resulta em desgaste.

Para ter uma ideia de como essas soldas ocorrem, imagine o que acontece quando você se senta no banco de um ônibus. O atrito entre sua calça e o banco poderia ser representado, em nível microscópico, da seguinte forma:



Quando um objeto é colocado sobre uma superfície (um tijolo sobre a mesa, por exemplo), ele tem, na verdade, somente alguns pontos de contato com ela, devido a essas saliências.

O modelo das soldas nos permite entender como os lubrificantes ajudam a diminuir o atrito e o desgaste, ao preencher as reentrâncias existentes entre as superfícies, além de dificultar a formação das soldas.

Adaptado de GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Leituras de Física: Mecânica 2. Batendo, rolando e esfregando...* São Paulo: GREF-USP/MEC-FNDE, 1998. p. 63. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec2.pdf>> e <<http://cenp.edunet.sp.gov.br/fisica/gref/MECANICA/mec16.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2009.

1. Explique por que se deve agarrar bem forte no pau de sebo para subir.

2. Por que os alunos sugerem que se utilize areia para ajudar na subida?

3. Por que o sebo dificulta a subida?

4. Por que é tão difícil separar dois copos de vidro encaixados um no outro se o vidro é tão liso? Para responder à questão utilize o modelo de “solda”.



Leitura e Análise de Texto

Leis de Newton

Marcelo de Carvalho Bonetti

Ao estudar o movimento, o elemento fundamental para ocorrer uma alteração é a interação. Newton estudou as alterações nos movimentos e identificou como ocorrem as interações formalizando o conceito de força e, além disso, construindo uma concepção de espaço e tempo absolutos. Todavia, a grande revolução trazida por ele foi propor que suas três leis eram válidas tanto para os movimentos na Terra como para os movimentos no céu, o que foi um grande avanço para a ciência.

A primeira lei de Newton, da inércia, retrata sua visão de um espaço idêntico em toda parte, homogêneo. Por isso, nele, o movimento só é alterado se houver interações. Assim na ausência de interações (ou no caso das interações compensarem umas às outras, anulando-se), um corpo em repouso permanece em repouso e um corpo em movimento permanece em movimento retilíneo uniforme. A primeira lei também pode ser entendida como outra forma de enunciar a lei de conservação da quantidade de movimento.

A segunda lei determina a força como a razão entre a quantidade de movimento em relação ao tempo, como já vimos, $\Delta Q = \vec{F} \cdot \Delta t$, na forma de representar a segunda lei de Newton, que é mais frequentemente representada por $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$.

A terceira lei, da Ação e Reação, corresponde à interação entre duas partes de um sistema físico com a mesma intensidade sobre ambas as partes. Ou seja, as forças atuando entre as duas partes são exatamente iguais em intensidade e direção, mas em uma a força tem sentido contrário à que age na outra.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

1. Explique por que Newton propôs que o espaço é homogêneo, ou seja, igual em todos os lugares.

2. Compare a Lei da Ação e Reação de Newton com a variação da quantidade de movimento nas partes de um sistema físico, determinadas pela conservação da quantidade de movimento no sistema todo.

3. Converse com seus colegas e identifique qual a diferença na forma como o tempo de interação é apresentado originalmente por Newton na escrita da 2ª lei ($\Delta\vec{Q} = \vec{F} \cdot \Delta t$) e na forma como normalmente é apresentada nos livros do Ensino Médio ($\vec{F} = m \cdot \vec{a}$).



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 10 COMPARANDO AS LEIS DE NEWTON E A LEI DA CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO



Atenção!

Agora vamos comparar as leis de conservação com as leis de Newton. As leis de conservação da quantidade de movimento propiciam a compreensão de um sistema físico como um todo, identificando as variações da quantidade de movimento em suas partes. Já as leis de Newton nos permitem analisar o movimento de cada parte por meio da interação.

Na Situação de Aprendizagem 5, deparamo-nos com um problema que resolvemos pela variação da quantidade de movimento. Vamos revê-lo com a segunda lei de Newton.

A fim de parar um carro com massa de 800 kg e velocidade de 17 m/s (61,2 km/h), será necessário que uma força varie a quantidade de movimento do veículo $\Delta Q = m \cdot \Delta v$, sendo $\Delta Q = 800 \cdot (0 - 17) = -13\,600 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, tendo percebido que $\Delta Q = F \cdot \Delta t$:

Freada	Força de atrito (N)	·	Tempo da freada (s)	=	ΔQ (N · s)
I	-3 400		4		-13 600

1. Agora, use a segunda lei de Newton e determine a força de atrito. Partindo da aceleração do sistema, use a estimativa de 4 s para a freada, a função horária do movimento (função matemática que descreve o movimento ao longo do tempo), e determine a aceleração. Lembre-se de que a velocidade final após 4 s deve ser zero e a força de atrito necessária será igual à que foi determinada anteriormente. Verifique!

Também podemos determinar a variação de uma parte do sistema a partir da determinação da variação da outra, usando as leis de Newton.

Colisão 2	Jamanta	Carro
antes	$100 \cdot 0 = 0$	$40 \cdot 100 = 4\,000$
depois	$100 \cdot 50 = 5\,000$	$40 \cdot v = Q$

2. Use a segunda lei de Newton como foi feito anteriormente para determinar a variação da velocidade da jamanta, estimando o tempo de interação; depois, utilize a terceira lei de Newton e determine a velocidade do carro.

3. Compare os resultados com os obtidos na Situação de Aprendizagem 7. Repare que foi necessário estimar o tempo de interação, pois a lei de Newton é baseada no conceito de força, que só existe durante a interação: na ausência de uma interação, não há força, como vimos anteriormente.



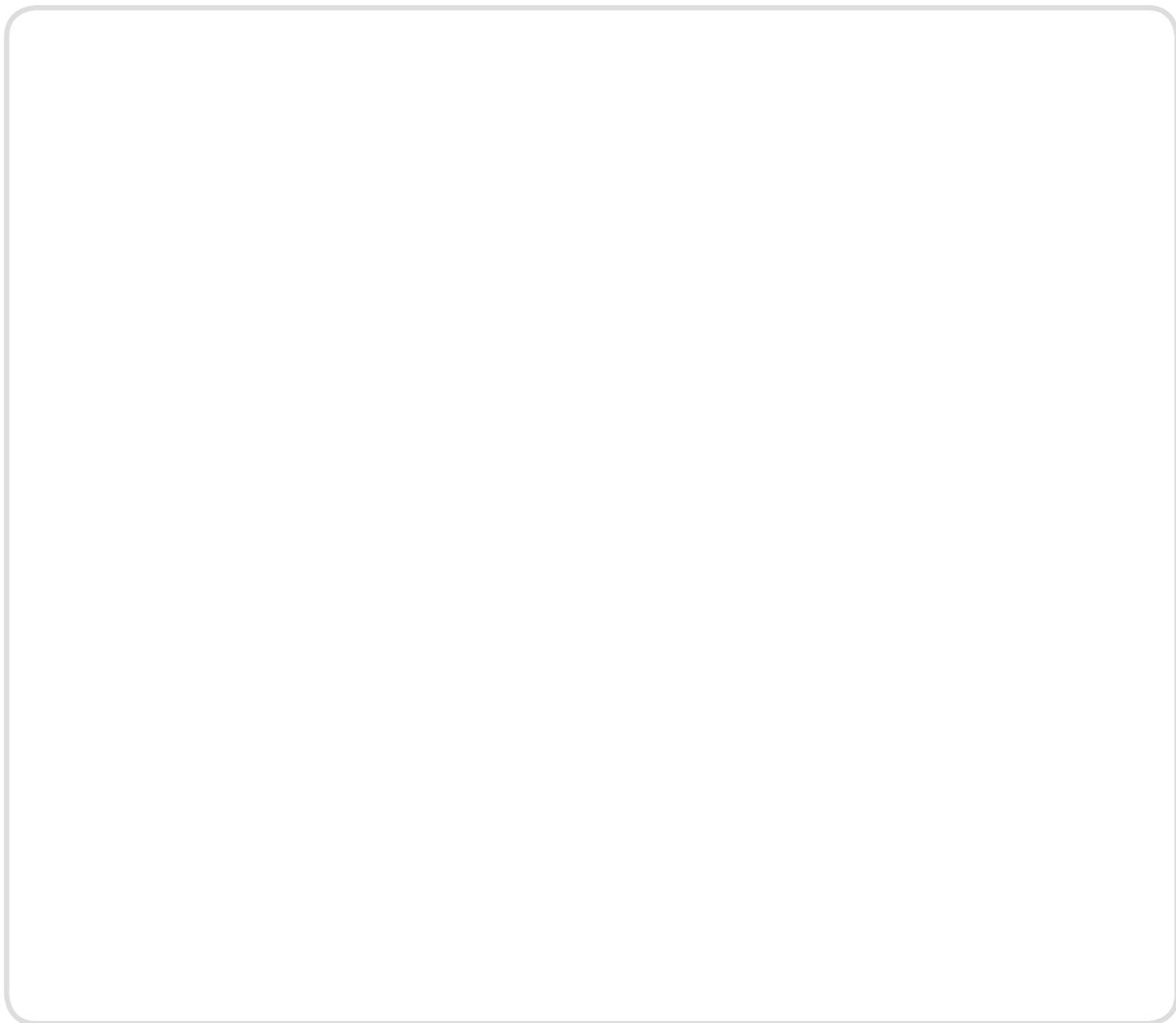
LIÇÃO DE CASA



1. Explique por que uma pessoa que está em um carro parado com um copo de água “até a boca” vai derrubar parte da água quando o carro arrancar.

2. Um carro de 900 kg puxa um trailer de 2 100 kg, sendo ambos acelerados durante a arrancada com uma força resultante de 1800 N, durante 20 s. Determine a velocidade do veículo após 10 s e a velocidade final do veículo após 20 s.

3. Um elevador pode ser simulado por uma roldana fixa no teto, que segura por meio de uma corda duas massas com valores distintos, cada uma pendurada em uma das extremidades da corda. Faça um desenho que represente uma corda de 3 m de comprimento, com 1,9 kg em uma extremidade e 2,1 kg na outra. Monte os diagramas de força e determine a força e a aceleração em cada massa.



PARA SABER MAIS

Os temas tratados neste Caderno podem ser aprofundados e estendidos com o uso das referências a seguir.

Sites (Acessos em: 5 out. 2009)

- ENCCEJA. Ciências da Natureza e suas tecnologias. Ensino Médio. Livro do Estudante. Disponível em: <http://enceja.inep.gov.br/images/pdfs/ciencias_naturais_em_br.pdf>. Material elaborado para a Educação de Jovens e Adultos (EJA) que explora a Física do cotidiano e busca colocar em foco nos textos didáticos os elementos da vida, aprofundando os conhecimentos científicos.



- GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). Disponível em: <http://www.if.usp.br/profis/gref_leituras.html> e <<http://cenp.edunet.sp.gov.br/fisica/gref/>>. Textos sobre Física elaborados em uma linguagem de fácil compreensão, com muitas ilustrações e experimentos de baixo custo. Exploram conceitualmente a Física, discutindo situações de seu cotidiano. É um material bastante interessante para complementar seu aprendizado.
- LUDOTECA. Disponível em: <<http://www.ludoteca.if.usp.br/index.php>>. Apresenta diversos materiais experimentais, aplicativos de Física para computador e simuladores, além de textos sobre a Física.
- NuPIC. Disponível em: <<http://nupic.incubadora.fapesp.br/portal>>. Site do Núcleo de Pesquisa em Inovação Curricular da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP). Contém sequências de ensino, propostas de atividades e objetos virtuais. Na página principal o item PCSP contém material específico para algumas Situações de Aprendizagem dos Cadernos desta coleção.
- PROFIS. Disponível em: <http://www.if.usp.br/profis/sites_fte.html>. Apresenta diversos materiais de ensino da Física e todo material desenvolvido pelo GREF.
- PRÓ-UNIVERSITÁRIO. Disponível em: <<http://naeg.prg.usp.br/puni/disciplinas/fisica/homedefisica/index.htm>>. Programa de apoio aos estudantes do Ensino Médio, ministrado por estudantes de licenciatura da USP. Contém material produzido para ser utilizado com estudantes do Ensino Médio, em sua maioria textos e questões.