

Módulo

15

# Forças no cotidiano e máquinas simples



O movimento da pessoa na tirolesa resulta da ação de forças e da utilização de máquinas simples.

## Objetos do conhecimento

- Forças no cotidiano
- Máquinas simples

## Habilidades

- Discutir a aplicação, ao longo da história, das máquinas simples e propor soluções e invenções para a realização de tarefas mecânicas cotidianas.
- Identificar alguns tipos de força e sua ação sobre os corpos.

## Para começar

Leia o trecho do texto a seguir.

### Sabia que o arado apareceu há mais de 5 mil anos?

[...]

O arado apareceu há mais de 5 mil anos e foi uma grande revolução na época, quando já se realizavam sulcos para colocar sementes. Foi criado com base na enxada ou pá e, utilizado conjuntamente com a tração animal, significou um dos maiores avanços do conhecimento na Pré-história. Com maior ou menor sorte, estendeu-se a partir do berço da civilização, seguindo as margens do Mediterrâneo e marcando toda uma época em Roma. A maneira de se utilizar o arado, que foi ganhando melhorias em seu design, continua vigente até hoje.

A possibilidade de trabalhar inclinado e a colocação de abas sobre os dentes permitem o aumento da profundidade de trabalho e, portanto, não somente ajudam a semear, mas também fazem com que a terra fique mais fofa.

[...]



Arados podem ter tração animal e são fundamentais para revolver a terra antes do plantio das sementes. Reino Unido, 2024.

BELLOTA AGRISOLUTIONS. Sabia que o arado apareceu há mais de 5 mil anos? [S.l.: s.n.] Disponível em: <https://www.bellotaagrisolutions.com.br/pt-br/voce-sabia/sabia-que-o-arado-apareceu-ha-mais-de-5-mil-anos#>. Acesso em: 25 dez. 2024.

O desenvolvimento tecnológico da humanidade nos últimos 200 anos foi impressionante: automóveis, aviões, foguetes, computadores, comunicação sem fio, entre outros, são avanços recentes. Porém, até hoje, ainda utilizamos equipamentos que foram criados há milhares de anos, como os arados citados acima. Esses equipamentos utilizam princípios físicos relativamente simples, mas que, sem dúvida, tornaram a vida cotidiana mais fácil.

## Para aprender

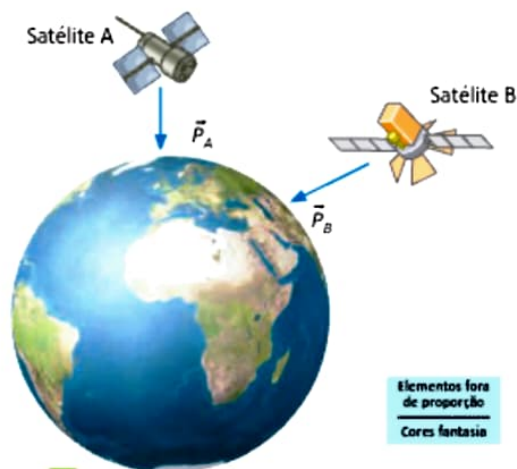
### Tipos de força

Podemos classificar as forças em vários tipos e, conforme já estudado, todas elas afetam o estado de movimento de um corpo.

### Força peso

A massa de um corpo é capaz de atrair a massa de outros corpos e essa atração é maior quanto maior a massa dos corpos e menor a distância entre eles. Essa força de atração é chamada de **força peso**, ou simplesmente peso, sendo representada pelo vetor  $\vec{P}$ , que está sempre direcionado para o centro do corpo em questão.

Como a massa dos astros – Sol, Lua, Terra e outros planetas – é muito grande, corpos pequenos são atraídos para eles; no nosso planeta, essa atração faz um corpo cair quando abandonado próximo ao solo.

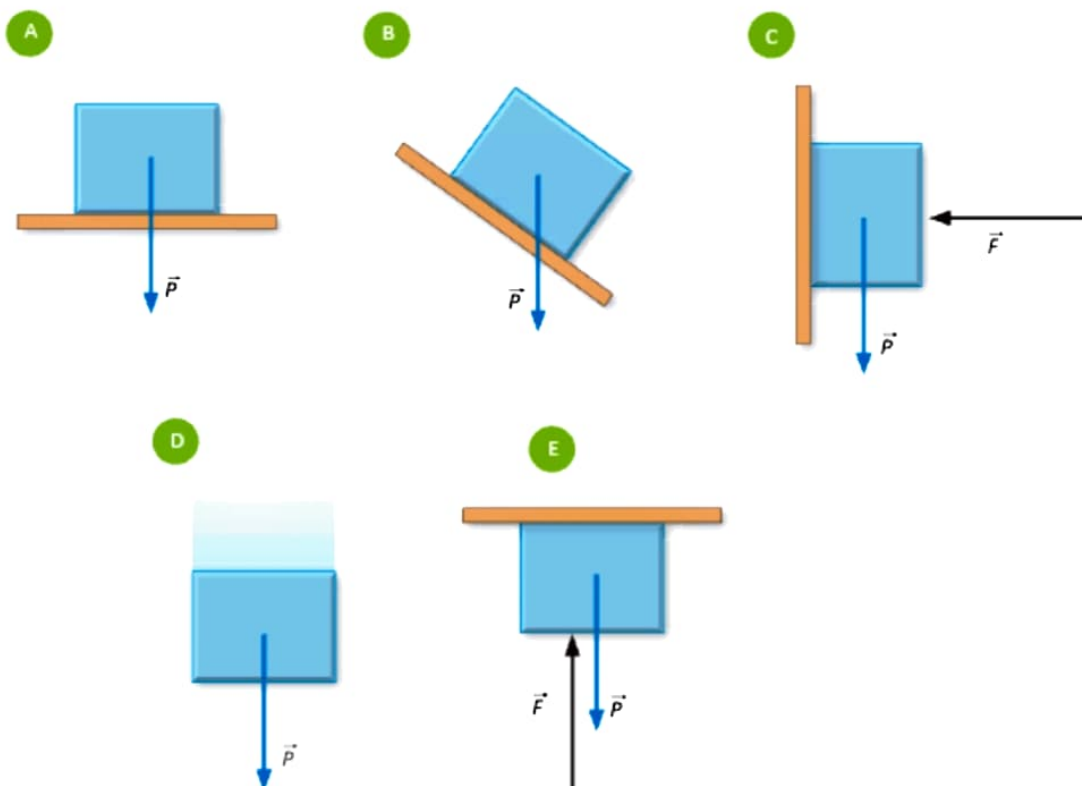


Esquema da força peso ( $\vec{P}$ ) agindo sobre os satélites em relação à Terra.



Considerando os corpos na superfície da Terra ou próximos a ela, a força peso sempre aponta para baixo, em direção ao centro do planeta. Veja alguns exemplos de representação dessa força.

Elementos fora  
de proporção  
Cores fantasia

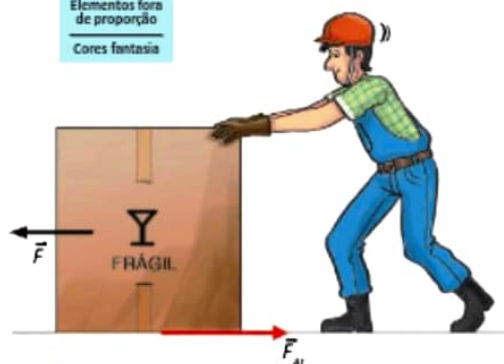


Esquemas da força peso ( $\vec{P}$ ) em um objeto sobre uma superfície horizontal (A), sobre uma superfície inclinada (B), comprimido por uma força  $\vec{F}$  contra a parede (C), em queda (D) e comprimido por uma força  $\vec{F}$  contra o teto (E).

Recorde-se ainda de que o peso depende da massa do corpo e da aceleração da gravidade do corpo celeste ( $F = m \cdot a$ ). Na Terra, a aceleração da gravidade é de  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Um corpo com  $10 \text{ kg}$  teria, portanto, um peso de  $98 \text{ N}$ .

## Força de atrito

Elementos fora  
de proporção  
Cores fantasia



A força de atrito ( $\vec{F}_{At}$ ) atua contra a tendência de movimento da força  $\vec{F}$  sobre a caixa.

Provavelmente, você já observou alguém esfregando as mãos para se aquecer. O que leva a esse aquecimento é a força de atrito ( $\vec{F}_{At}$ ). Essa força converte a energia de movimento do corpo – a energia cinética – em outros tipos de energia; no caso das mãos sendo friccionadas, é convertida em energia térmica.

A força de atrito sempre atua paralelamente à superfície de contato e contra a tendência de movimento. Ela pode ser percebida, além do exemplo anterior, quando um objeto é deslocado, e notamos sua ação na dificuldade em movê-lo ou pelo fato de que ele tende a parar sozinho.

Você deve se lembrar de que estudamos sobre o atrito no módulo anterior e vimos que ele é maior quando a superfície de contato é áspera. Os pneus dos automóveis, por exemplo, possuem sulcos que aumentam o atrito com o solo e evitam derrapagens. À medida que o pneu sofre desgaste e fica "careca", o atrito diminui e o risco de derrapagens aumenta muito.

## Força de resistência do ar

Você se recorda do experimento de Galileu sobre a queda dos corpos? Muitas pessoas acham estranho que a aceleração dos corpos em queda livre seja sempre a mesma, independentemente de sua massa. No cotidiano, a queda mais lenta de objetos mais leves ocorre devido à força de resistência do ar. As moléculas do ar oferecem resistência à queda, reduzindo a aceleração dos corpos. Esse efeito explica o funcionamento dos paraquedas: quando o paraquedista pula do avião, ele começa a cair, ganhando cada vez mais velocidade por causa da força peso que age sobre ele. Em determinado momento, o paraquedas se abre, e ele começa a perder velocidade, ou seja, começa a ficar mais lento. Isso ocorre porque a força que o ar exerce sobre o paraquedas é contrária ao movimento do paraquedista.



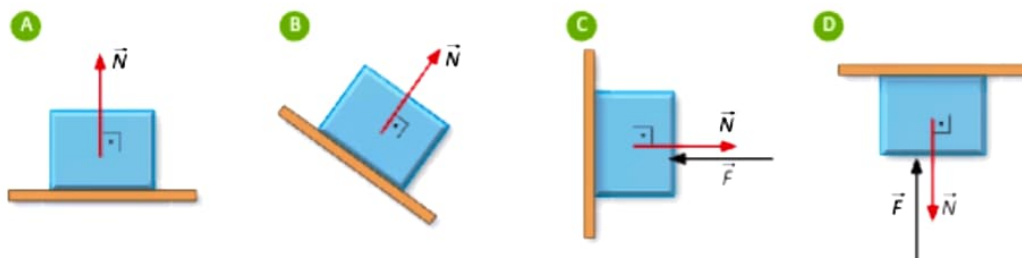
Capacetes aerodinâmicos e roupas justas ajudam a reduzir a resistência do ar para os ciclistas profissionais.



A força de resistência do ar reduz a velocidade do paraquedista durante a queda.

## Força normal

Quando um objeto está apoiado em uma superfície, age sobre ele a força normal de apoio, ou simplesmente força normal ( $\vec{N}$ ). Essa força é sempre perpendicular à superfície em que o corpo está apoiado.



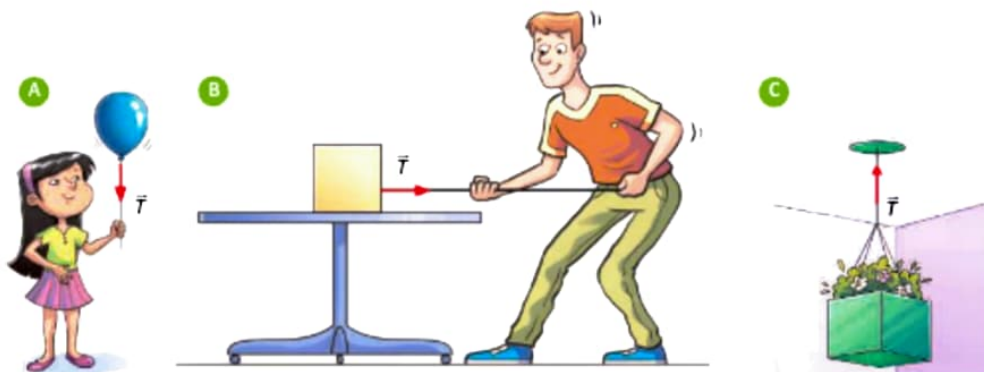
Esquemas da força normal ( $\vec{N}$ ) em um objeto sobre uma superfície horizontal (A), sobre uma superfície inclinada (B), comprimido por uma força  $\vec{F}$  contra a parede (C) e comprimido por uma força  $\vec{F}$  contra o teto (D).

Elementos fora  
de proporção  
Cores fantasia

## Força de tração

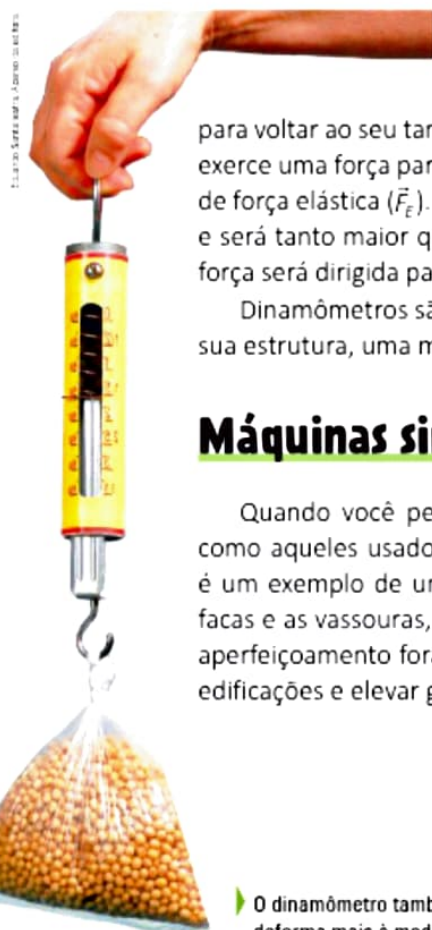
É a força aplicada em um corpo por meio de um fio, corda ou cabo. Ela sempre atua na direção do fio que está puxando o objeto. É geralmente representada pelo vetor  $\vec{T}$ .

Elementos fora  
de proporção  
Cores fantasia



Esquemas da força de tração ( $\vec{T}$ ) exercida por um fio em um balão (A), em um bloco puxado sobre uma mesa (B) e em um bloco preso ao teto (C).

## Força elástica



Quando um corpo com bastante elasticidade é deformado – esticado ou comprimido –, ele tende a voltar ao seu formato original. Ao puxarmos uma mola, por exemplo, ela se estica e exerce uma força sobre a nossa mão para voltar ao seu tamanho original. O contrário também ocorre quando comprimimos a mola: ela exerce uma força para retornar ao seu tamanho original. Essa força exercida pela mola é chamada de força elástica ( $\vec{F}_e$ ). Ela atuará sempre no sentido de fazer a mola voltar ao seu tamanho original e será tanto maior quanto maior for a deformação da mola. Assim, se a mola estiver esticada, a força será dirigida para “dentro” da mola; e, se estiver comprimida, para “fora” dela.

Dinamômetros são instrumentos usados para medir a intensidade de uma força e contêm, em sua estrutura, uma mola, que se deforma proporcionalmente à força aplicada.

## Máquinas simples

Quando você pensa em uma máquina, provavelmente imagina equipamentos complexos, como aqueles usados na indústria, automóveis ou até mesmo robôs. No entanto, uma tesoura é um exemplo de uma máquina simples. Essas máquinas, como os parafusos, as alavancas, as facas e as vassouras, foram desenvolvidas para facilitar as tarefas do cotidiano. Sua criação e seu aperfeiçoamento foram fundamentais para atividades como arar a terra na agricultura, construir edificações e elevar grandes objetos, entre outras tarefas.

► O dinamômetro também é utilizado para pesar objetos. Ele contém uma mola em seu interior que se deforma mais à medida que a massa do objeto colocado aumenta.



São exemplos de máquinas simples o plano inclinado, as alavancas e as polias (ou roldanas).



Diversas máquinas simples, como polias de embarcações a vela, foram criadas há centenas de anos e continuam sendo usadas, com poucas modificações, até hoje.

## Plano inclinado

Planos inclinados são rampas que facilitam o deslocamento de um objeto entre locais com alturas diferentes. Quanto menos inclinada a rampa, menor a força necessária para mover o objeto, em comparação com uma rampa mais inclinada. Observe a figura a seguir: se quisermos empurrar uma caixa pesada para dentro de um caminhão, por exemplo, será mais fácil utilizar a rampa menos inclinada e mais longa, porém maior, do que a rampa pequena e curta.



A força necessária para empurrar a caixa pela rampa menos inclinada é menor do que pela mais inclinada. Porém, a distância percorrida na rampa menos inclinada é maior.

Embora seja mais fácil utilizar uma rampa menos inclinada, a energia necessária para realizar a tarefa permanece a mesma em ambos os casos. Isso ocorre porque a energia necessária depende do produto da força aplicada e da distância percorrida. Se a força for menor (rampa menos inclinada), a distância, em contrapartida, será maior do que ao usar uma rampa mais inclinada. Em todos os casos, ao utilizar um plano inclinado, a força necessária para erguer o objeto é sempre menor do que se o levantássemos diretamente na vertical. Ladeiras, tobogãs e toboáguas são outros exemplos de plano inclinado.

### Gotas de saber

#### Planos inclinados disfarçados

Você já observou um parafuso bem de pertinho? Observe um na figura ao lado.

Os parafusos têm uma estrutura helicoidal (em forma de hélice, ou seja, que dá voltas em torno de um eixo), que é um plano inclinado. Dessa maneira, a força necessária para que um parafuso perfure uma superfície em materiais, como madeira, é relativamente pequena. No entanto, o parafuso precisa ser rotacionado várias vezes para completar a tarefa, de modo semelhante a subir uma rampa suave, mas bem longa.

Instrumentos cortantes, como facas e machados, também são exemplos de planos inclinados e, por isso, conseguem penetrar facilmente nos objetos com pouca força. Esse tipo de plano inclinado é chamado de cunha.



Foto: Shutterstock

## Alavancas

As alavancas estão presentes em diversos objetos do cotidiano, como tesouras, vassouras e gangorras. Para entendermos como essas máquinas simples funcionam, é fundamental conhecer dois princípios da Física: o equilíbrio dos corpos e o momento de uma força.

**Rotação:** giro em torno de um eixo fixo.



Esquema das forças que atuam em uma pessoa em pé e parada.

### Corpo em equilíbrio e momento de uma força

No módulo anterior, estudamos que um corpo está em repouso quando as forças que atuam sobre ele se anulam, o que gera uma força resultante nula. Por exemplo, uma pessoa em pé está em repouso e equilibrada devido à força resultante nula.

Mas, em algumas situações, mesmo que a soma das forças que atuam sobre o corpo seja nula, ele não permanecerá em equilíbrio. Dependendo do ponto de aplicação da força, ela pode causar **rotação** no corpo. O efeito (ou tendência) de rotação que uma força pode exercer em um corpo é denominado **momento de uma força** ou **torque**.

Em termos práticos, é o torque que faz uma maçaneta girar, por exemplo. Você já reparou que, em geral, as maçanetas de portas estão em uma mesma posição, perto da abertura da porta?

Essa posição é escolhida porque dessa maneira é necessária uma força menor para abrir a porta, comparando com maçanetas colocadas no meio da porta ou perto das dobradiças. Você pode testar isso tentando empurrar uma porta aplicando a força na posição da maçaneta, no meio da porta ou perto da dobradiça. Assim, quanto mais longe da parte em que a porta rotaciona (ou seja, na dobradiça), menor a força necessária para promover o giro, pois o momento da força é maior.

Elementos fora de proporção  
Cores fantasia



A posição da maçaneta determina a força necessária para abrir a porta.

Elementos fora de proporção  
Cores fantasia



Esquema de uma porta vista de cima, com a atuação de forças em pontos distintos.

Portanto, o momento de uma força será maior quanto maior for a distância entre o ponto de rotação e o ponto em que se aplica a força. Dessa maneira, essa grandeza física depende das variáveis força ( $F$ ) e tamanho do braço ( $b$ ), que é a distância entre o ponto de atuação da força e o eixo de rotação. Quanto maior a distância entre o ponto de aplicação da força e o eixo de rotação, menor a força necessária para o giro ocorrer. No exemplo ao lado, a força 1, aplicada em uma distância equivalente à metade do braço da alavanca, deve ser, no mínimo, o dobro da intensidade da força 2, aplicada na maçaneta, para que a porta faça o movimento indicado.



As alavancas são máquinas simples que utilizam o princípio do momento de forças. Uma gangorra, por exemplo, é formada por uma barra que rotaciona em torno de um eixo. Para que a gangorra fique equilibrada, o momento de forças de um dos braços tem que ser exatamente igual ao do outro braço.

A gangorra vai rotacionar se o momento de força de um dos braços for maior que o do outro, o que pode ocorrer se uma pessoa for mais pesada que a outra ou se uma força for aplicada, por exemplo, empurrando o solo com os pés.

Acredita-se que as alavancas foram as primeiras ferramentas utilizadas pelo ser humano já na Pré-História para mover grandes objetos, sem a necessidade de reunir um grande grupo de pessoas para executar essa tarefa. A alavanca é composta de uma barra rígida que pode girar em torno de um ponto de apoio, produzindo desequilíbrio entre forças nela aplicadas.



A gangorra gira em seu eixo se uma pessoa, por exemplo, empurrar o chão com os pés.

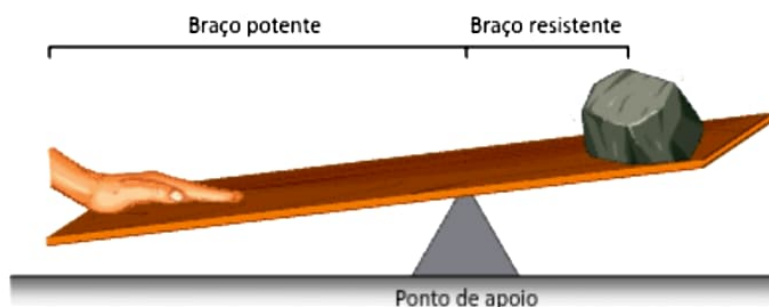


Elementos fora de proporção  
Cores fantasia

É muito provável que na construção das pirâmides tenham sido usadas alavancas para mover grandes blocos de pedra.

Os elementos de uma alavanca são definidos pela posição da força que vai impulsionar o movimento, pelo objeto a ser movimentado e por seu ponto de apoio.

- **Ponto de apoio ou fulcro:** é o apoio da alavanca, sobre o qual ela vai rotacionar.
- **Braço potente:** é a distância entre o ponto onde se aplica a força para mover o objeto, ou força potente, e o ponto de apoio.
- **Braço resistente:** é a distância entre o local onde se encontra o objeto que será movimentado, que oferecerá resistência ao movimento, e o ponto de apoio.



Esquema dos elementos de uma alavanca.



Existem três tipos de alavanca, de acordo com a posição do ponto de apoio em relação aos braços.



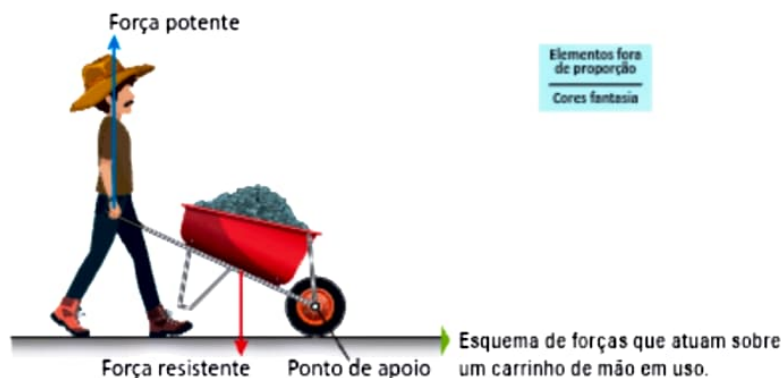
Esquema de uma alavanca interfixa.

## Alavanca interfixa

Observe que, na gangorra que usamos como exemplo, o ponto de apoio está entre a posição do objeto que resiste ao movimento e o ponto em que é aplicada a força para movimentá-lo. Esse tipo de alavanca é denominado **interfixa**. Quanto maior o tamanho do braço potente, comparado ao braço resistente, menor a força necessária para mover o objeto. Se o braço potente for muito maior que o resistente, uma pequena força pode mover pesos muito grandes. Tesouras e alicates também são exemplos de alavancas interfixas.

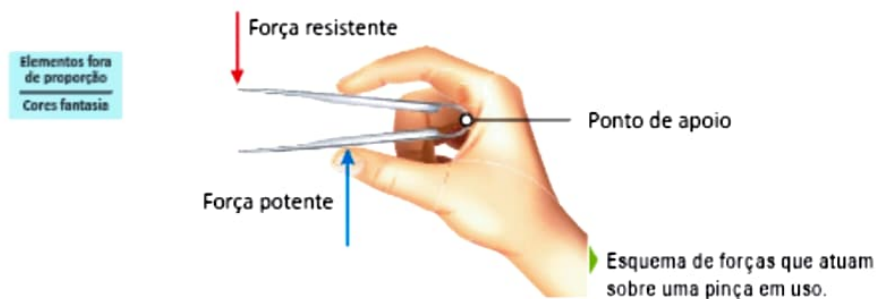
## Alavanca inter-resistente

Nesse tipo de alavanca, a força resistente fica entre o ponto de apoio e o local de aplicação da força potente. O carrinho de mão é um exemplo desse tipo de alavanca. Como nessa alavanca o braço potente é sempre maior que o braço resistente, a força aplicada é sempre menor que a força resistente, sendo esta sua vantagem. Com isso, podemos sustentar um peso grande, como o conteúdo do carrinho de mão, com menos esforço. Outros exemplos desse tipo de alavanca são o quebra-nozes e o abridor de garrafas.



## Alavanca interpotente

Nesse tipo de alavanca, a força potente é aplicada entre o ponto de aplicação da força resistente e o ponto de apoio. Perceba que o braço resistente é maior que o braço potente e, assim, a vantagem desse tipo de alavanca não é usar uma força menor, mas ampliar o movimento do braço resistente: um pequeno movimento feito pelo braço potente provoca um grande movimento do braço resistente. A pinça é uma alavanca desse tipo.



## Roldanas ou polias

Como fazer para retirar água de um poço caseiro com um balde puxando-o apenas por uma corda? Foi ao enfrentar situações como essa que o ser humano desenvolveu um sistema capaz de reduzir o esforço para puxar e elevar objetos pesados denominado roldana ou polia.

A roldana (ou polia) é uma roda na qual se coloca uma corda ou um cabo de aço. Essa roda fica presa a um eixo, em torno do qual ela pode girar. Por vezes, o centro em que se localiza o eixo de rotação da roldana está preso a um teto ou uma parede, formando o que chamamos de roldana fixa. Mas existe outra configuração em que a roldana está em um sistema de corda e não está afixada em uma estrutura, formando o que chamamos de roldana móvel.

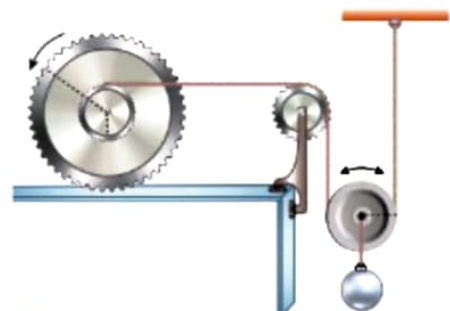
**Roldana fixa:** sua vantagem está na mudança do sentido de realização do esforço, que fica mais confortável; em vez de puxar o objeto pela corda, podemos usar nosso peso a favor da gravidade. Entretanto, a força empregada será a mesma da situação sem a polia.

**Roldana móvel:** nessa configuração, a corda está presa em uma superfície, como o teto, mas a polia, não. Com isso, será necessária uma corda maior para o movimento do peso, o que faz reduzir a força necessária. Assim, uma pessoa pode erguer um peso muito grande sozinha. Cada roldana móvel reduz à metade a força para mover um objeto.

Roldanas fixas e móveis são usadas para puxar baldes em poços, em aparelhos de musculação e em varais de secar roupa.



Roldana do tipo fixa.



Elementos fora de proporção  
Cores fantasia

Observe que a roldana na qual o objeto está preso não possui o eixo fixado, constituindo uma roldana móvel.



Roldanas facilitam o trabalho de movimentar um balde com água em um poço.



Aparelhos de musculação podem combinar roldanas fixas e móveis.





## Para explorar

### Equilíbrio dos corpos

#### Material

- Régua de madeira de 60 cm
- Triângulo
- Colher
- Potes de alumínio
- Areia

#### Procedimento

- Posicione a régua de madeira de 60 cm sobre o triângulo, que deve estar exatamente no meio da régua.
- Coloque os potes de alumínio sobre cada uma das extremidades, de modo que a régua fique equilibrada.



Elementos fora  
de proporção  
Cores fantasia

Esquema do procedimento experimental.

#### Discussão

1. Coloque uma colher de areia em um dos potes. O que aconteceu com a régua nessa situação?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Retire a areia do pote e aproxime o triângulo de apoio de um dos potes. Em seguida, coloque uma colher de areia em cada pote. A régua não ficou equilibrada, apesar de os potes terem a mesma quantidade de areia. Por quê?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Coloque areia em um dos potes até equilibrar a régua. Qual foi a proporção de areia necessária para restabelecer o equilíbrio da régua? Qual dos potes precisou receber mais areia para que ocorresse o equilíbrio? Por quê?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Experimente obter o equilíbrio variando as distâncias dos potes em relação ao ponto de equilíbrio. Anote o que você observou.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## Para solucionar

### Situação-problema

Estudamos neste módulo os planos inclinados e suas diversas utilizações. Uma delas diz respeito à Lei federal nº 13146/2015, que assegura o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à inclusão social e à cidadania. Alguns de seus artigos descrevem as condições de acessibilidade para pessoas com deficiência, como a utilização de rampas.

### Estudo autodirigido

Reúnam-se em grupos de quatro a cinco alunos e pesquisem sobre essa Lei, especificamente sobre a implantação de rampas de acesso: isso é obrigatório para todas as construções novas? As construções já existentes devem ser adaptadas? Em caso positivo, de que forma? Qual é a especificação da rampa com relação à inclinação?

Além disso, verifique, a partir dos dados coletados, se os seguintes espaços apresentam rampas de acessibilidade. Você pode usar o Google Street View para isso.

- Sua escola.
- As calçadas.
- As estações de transporte público, como de trem, metrô e rodoviária.

### Resolução do problema

A partir dos dados coletados, elabore um cartaz explicativo, mostrando a importância das rampas para a acessibilidade de pessoas com deficiência e as especificações designadas para essas construções. Você pode ainda fotografar exemplos de rampa no seu bairro e verificar se atendem a essas especificações.



## Praticando o aprendizado

1. Na representação a seguir, a menina empurra uma caixa para a direita.



Considerando a natureza da força de atrito, quais são a direção e o sentido da força de atrito que atua nessa caixa?

---



---

2. Observe a situação apresentada na imagem a seguir, em que uma pessoa solta os parafusos de uma roda usando uma chave específica.



- a) Indique o princípio físico envolvido na ação mostrada.

---



---

- b) Por que o uso de um extensor na chave, tubo que aumenta seu tamanho, faz com que seja necessária uma força menor para soltar os parafusos?

---



---



- 3.** A figura a seguir mostra uma balança de pratos, que é um tipo de alavanca. Esse tipo de balança foi amplamente utilizado nas operações comerciais até pouco tempo atrás.



- a) Indique qual tipo de alavanca – inter-resistente, interfixa ou interpotente – é a balança de pratos.
- b) Essa balança usa, em um dos pratos, objetos de massas conhecidas e, no outro, é colocado o que se deseja pesar. Explique por que é importante que os

dois braços da balança tenham o mesmo tamanho para que a medida das massas seja precisa.

---

---

---

---

---

- 4.** Para erguer um piano em um prédio, uma empresa de mudança usou um guindaste com um sistema de três roldanas móveis. O piano, com cerca de 400 kg, tinha um peso de 4000 N.

Calcule a força mínima para que o piano seja sustentado por uma corda que passa por essas três roldanas móveis.

---

---

## Desenvolvendo habilidades

- 1.** A grandeza momento de uma força é caracterizada pela
- rotação de um objeto.
  - tendência de rotação de um objeto.
  - força necessária para girar um objeto.
  - condição de equilíbrio de um objeto.
- 2.** Em uma corrida de automóveis, os pneus dos carros podem ser trocados várias vezes. A troca de pneus desgastados por novos é importante porque
- o desgaste aumenta o atrito com o asfalto, reduzindo o risco de derrapagens.
  - os pneus novos têm menos atrito com o solo, o que permite ao carro ter velocidades maiores.
  - os pneus desgastados têm menos atrito com o solo, o que pode aumentar o risco de derrapagens.
  - o desgaste reduz o atrito com o solo, o que faz o carro derrapar menos nas curvas.
- 3.** Em um jogo de futebol, é comum que a bola, ao bater no chão, quique e mude a direção do seu movimento. Isso ocorre porque o material de que é feita a bola e seu enchimento com ar fazem com que
- ela sofra deformação ao quicar, e a tendência a retomar a forma é a força elástica.
  - a força peso seja anulada, levando a bola a subir contra a gravidade.
  - a resistência do ar diminua, permitindo o aumento de sua velocidade.
  - a tração com o solo não exista, fazendo-a inverter o sentido do seu movimento.

4. Em razão da prevenção de acidentes de trabalho, em padarias artesanais, que têm fornos a lenha, os padeiros utilizam uma grande pá para enfiar e desfiar os pães, evitando que se queimem com o calor do forno.

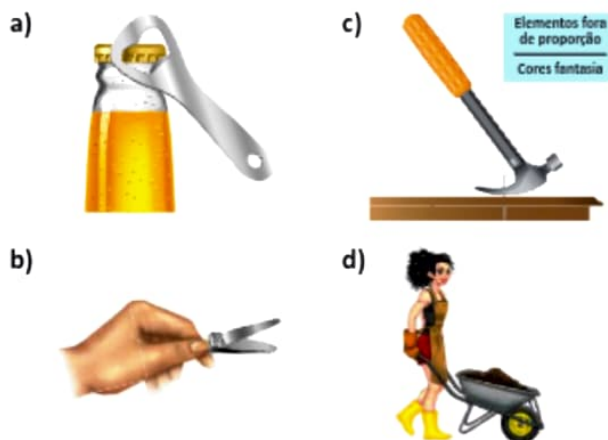


Observe atentamente a posição das mãos do padeiro e assinale a alternativa que indica corretamente o tipo de alavanca envolvida no funcionamento da pá dele.

- a) Inter-resistente, com o ponto de aplicação da força potente na extremidade da pá.

- b) Interpotente, com o ponto de aplicação da força potente no meio da pá.  
c) Interfixa, com a força resistente no meio da pá.  
d) Interfixa, com o ponto de aplicação da força potente no meio da pá.

5. As alavancas podem ser classificadas em três tipos. Entre as alternativas abaixo, assinale a única que apresenta uma alavanca interfixa.



## Para concluir

Você estudou:

- Existem diversos tipos de força e todas mudam o estado de movimento de um corpo.
- Os principais tipos de força são: força peso, força de atrito, força de resistência do ar, força normal, força de tração e força elástica.
- O plano inclinado é uma máquina simples que reduz a força necessária para deslocar um corpo entre alturas diferentes. As alavancas são máquinas simples e podem ser interfixas, inter-resistentes e interpotentes.
- O momento de uma força ou de um torque caracteriza a tendência de um corpo rotacionar e depende da força aplicada e da distância entre o ponto em que ela é aplicada e onde o corpo rotaciona.
- Roldanas podem ser fixas ou móveis, levando à inversão do sentido de aplicação de uma força ou à redução da força necessária para a realização de uma tarefa.

## Mapa conceitual

Para sistematizar os conceitos desenvolvidos neste módulo, preencha o mapa conceitual da **página 397**.



## Flashcards

Para consolidar os principais conteúdos abordados neste módulo, acesse os **flashcards** disponíveis no **Plurall**.