

DE ACORDO COM  
O NOVO PROGRAMA

8

8.<sup>a</sup> classe



Livro aprovado pelo  
Ministério  
da Educação



Vália Aléxieva

# Física

 **PLURAL**  
EDITORES  
GRUPO PORTO EDITORA

**LIVRO DO ALUNO**

# 8

8.<sup>a</sup> classe



Vália Aléxieva

# Física

# APRESENTAÇÃO

## Caro aluno

Com este livro começa a tua caminhada pelos segredos maravilhosos de mais uma ciência – a Física! Não irás encontrar aqui muitas respostas, antes pelo contrário, colocarás muitas questões cujas respostas tu próprio terás de encontrar!

Já ouviste por certo que a Física é uma disciplina difícil de aprender, que não se entende nada porque tem uma linguagem difícil de compreender, que não traz nada de útil...

Precisamente para não iniciares as tuas aulas de Física com este espírito, concebemos este livro, tentando mostrar o quanto a Física é uma ciência fascinante, que explica tudo o que acontece à nossa volta!

Temos a certeza de que assim que dedicares uma parte do teu tempo a conheceres o livro, vais sentir-te motivado para o estudo da Física.

Foi com este propósito que adoptámos uma linguagem o mais simples possível, que tornará os conteúdos programáticos fáceis de entender – para aprender Física o fundamental é compreender! Só assim poderás aplicar os teus conhecimentos para explicar situações concretas e resolver problemas do dia-a-dia.

O livro integra os conteúdos do novo programa de 8.<sup>a</sup> classe do Ensino Secundário Geral, organizados em quatro unidades. A matéria exposta tem por objectivo despertar o teu interesse através de:

- ✓ Demonstrações e exemplos concretos da vida quotidiana, apresentando várias curiosidades;
- ✓ Partindo das ideias que já tens sobre alguns fenómenos e lembrando, sempre que necessário, que a ciência é construída pelo Homem;
- ✓ Realização de experiências e das observações propostas na aula, em casa ou no laboratório;
- ✓ Avaliação dos conhecimentos que acabaste de adquirir através das aplicações propostas no fim de cada unidade, que incluem:
  - Resumo das ideias principais através do “Resumindo...”
  - Verificação do saber adquirido através do “Já sei...”
  - Discussão das ideias adquiridas através do “Eu discuto...”
  - Execução de actividades experimentais
  - Resolução de exercícios através do “Aplico...”

# ÍNDICE

## INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA FÍSICA

- 8 1. O QUE É A FÍSICA?
- 9 2. OS RAMOS DA FÍSICA
- 11 3. PORQUÊ ESTUDAR FÍSICA?



## 1. ESTRUTURA DA MATÉRIA

- 14 1. CORPO E MATÉRIA
- 15 1.1. Constituição da matéria
- 16 1.2. Classificação dos materiais
- 20 2. PROPRIEDADES DA MATÉRIA
- 20 2.1. Propriedades gerais da matéria
- 21 2.2. Propriedades específicas da matéria
- 22 2.3. Estados físicos da matéria
- 26 3. FORÇAS DE COESÃO E DE ADESÃO. CAPILARIDADE



## 2. CINEMÁTICA

- 31 1. GRANDEZAS FÍSICAS E SUAS UNIDADES
- 31 1.1. Grandezas físicas fundamentais
- 33 1.2. Grandezas físicas derivadas
- 34 1.3. Sistema Internacional de Unidades (SI)
- 39 2. NOÇÕES FUNDAMENTAIS DE MOVIMENTO
- 39 2.1. Repouso e movimento
- 41 2.2. Velocidade
- 46 3. MOVIMENTO RECTILÍNEO UNIFORME (M.R.U.)
- 46 3.1. O que é o M.R.U.?
- 46 3.2. Leis do M.R.U.
- 47 3.3. Equações do M.R.U.
- 48 3.4. Tabelas e gráficos do M.R.U.
- 52 4. MOVIMENTO VARIADO (M.V.)
- 52 4.1. Movimento acelerado e retardado
- 54 4.2. Movimento rectilíneo uniformemente acelerado (M.R.U.A.)
- 55 4.2.1. Leis do M.R.U.A.
- 55 4.2.2. Equações e gráficos do M.R.U.A.
- 57 4.2.3. Movimento de queda livre
- 58 4.3. Movimento rectilíneo uniformemente retardado (M.R.U.R.)

# INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA FÍSICA

1. O QUE É A FÍSICA?

2. OS RAMOS DA FÍSICA

3. PORQUÊ ESTUDAR FÍSICA?



# INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA FÍSICA

## 1. O que é a Física?

A Física é uma das ciências naturais que surgiram quando o Homem, observando o mundo à sua volta, começou a tentar compreender e explicar os fenómenos naturais que o rodeavam. **O Homem é curioso!**

A palavra Física vem do grego *Physis* que significa *natureza* em português.

A Física é uma ciência experimental. Para descobrir as regras e as leis a que os fenómenos naturais obedecem, a Física, tal como a Química e outras ciências experimentais, utiliza uma determinada metodologia, designada por **método científico** e que consiste em:

- **Observar directamente** os fenómenos, registando e organizando os factos que parecem importantes, estabelecendo relações entre eles. **O cientista é metódico!** Começa a questionar-se sobre os fenómenos, surgindo os porquê.
- **Formular hipóteses**, tentando explicar o fenómeno observado para responder aos «porquê». As hipóteses formuladas são as ideias que poderão solucionar as questões levantadas.
- **Conceber experiências** em condições o mais próximas da Natureza e em maior número possível, para testar essas ideias, ou seja, confirmar as hipóteses formuladas.
- **Elaborar teorias**, enunciando leis (hipóteses confirmadas), expressas matematicamente. Uma teoria explica não só os fenómenos observados, mas também outros até então não compreendidos e leva a ciência à descoberta de novos factos.



Fig. 1 – Os primeiros cientistas.

As actividades experimentais, aliadas às teorias, conduzem os cientistas e os técnicos a descobertas importantes, que ajudam cada vez mais o Homem na exploração e aplicação dos fenómenos naturais visando o bem da Humanidade.

## 2. Os ramos da Física

Desde o início, o Homem observou e tentou explicar os fenómenos que ocorrem na Natureza. Dada a diversidade de fenómenos que existem, a Física dividiu-se em vários ramos que foram criados de modo a agrupar fenómenos que se relacionam entre si. Assim, surgiram os seguintes ramos da Física:

- **Mecânica** – é o ramo da Física que descreve os movimentos dos corpos e estuda as causas que os provocam – o movimento dos astros, a queda de um corpo, a colisão de dois veículos, o movimento de rotação, etc.

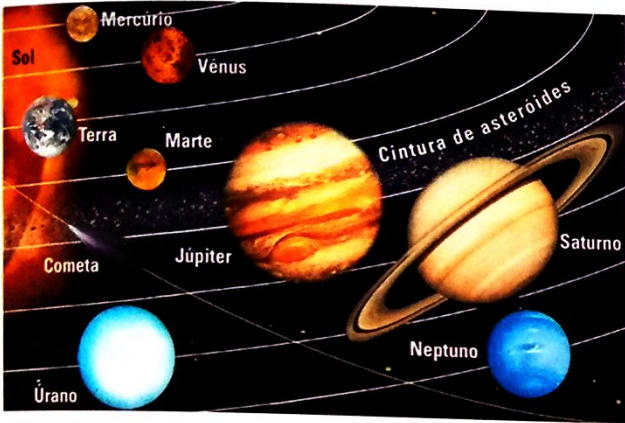


Fig. 2 – Alguns astros do Sistema Solar.



Fig. 3 – Movimento de queda livre de pára-quedistas.

- **Termodinâmica** – este ramo da Física estuda os fenómenos térmicos – a variação da temperatura de um corpo, a troca de calor entre dois corpos, a dilatação de um corpo aquecido, a fusão do gelo, etc.
- **Oscilações e ondas** – aqui estudam-se as propriedades das ondas que se propagam num meio material, tais como as ondas numa corda, na superfície da água, as ondas sonoras, as ondas sísmicas, etc.



Fig. 4 – A frigideira metálica permite a condução de calor para os alimentos. O punho de plástico protege a nossa mão para não se queimar.

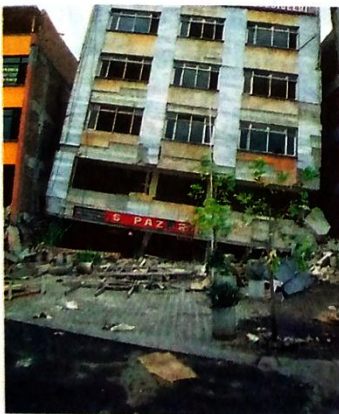


Fig. 5 – As ondas sísmicas propagam-se deixando um rasto de destruição por onde passam.

- **Óptica** – estuda os fenómenos relacionados com a luz – a formação de uma imagem no espelho, a observação de objectos distantes através de binóculos, a separação da luz solar nas cores do arco-íris, etc.



Fig. 6 – A imagem num espelho convexo é sempre menor do que o objecto.



Fig. 7 – O arco-íris na Natureza deve-se à refacção da luz pelas gotas de água da chuva.



Fig. 8 – Quando a luz branca é dispersa pelo prisma óptico, obtém-se um arco-íris artificial.

- **Electromagnetismo** – este é o ramo da Física que inclui os fenómenos eléctricos e magnéticos, tais como as atracções e as repulsões entre corpos electrizados, as propriedades dos materiais magnéticos, do electroímã, o surgimento do relâmpago numa tempestade, o funcionamento dos aparelhos eléctricos, etc.



Fig. 9 – Friccionando uma esferográfica com um pano de lã, ela fica electrizada e atrai pedaços de papel.



Fig. 10 – As descargas eléctricas entre as nuvens carregadas resultam em relâmpagos.

- **Física moderna** – estuda a estrutura do átomo, a radioactividade e as suas aplicações, o uso da energia atómica para produção de electricidade, etc.



Fig. 11 – As primeiras radiações electro-magnéticas a serem usadas em Medicina radiológica foram os raios X.

### 3. Porquê estudar Física?

A Física e a Química, duas ciências naturais distintas, mas muito relacionadas entre si, ajudam-nos a resolver da melhor forma várias questões relacionadas com o nosso bem-estar.

As descobertas feitas pelos físicos e pelos químicos, com a ajuda indispensável dos matemáticos, levaram o Homem a compreender como funciona a maior parte dos fenómenos naturais. As leis descobertas são utilizadas pelos técnicos de várias áreas na criação de tecnologias que melhoram a qualidade da nossa vida. Por exemplo:

- Estudando os movimentos e as forças, os físicos inventaram as máquinas simples, tal como as roldanas e os planos inclinados, usadas na construção de poços de água e de edifícios.
- Descobrimo a energia eléctrica e estudando as suas transformações, começaram a sua produção em várias formas – hidroeléctrica, termoeléctrica, eólica, nuclear.

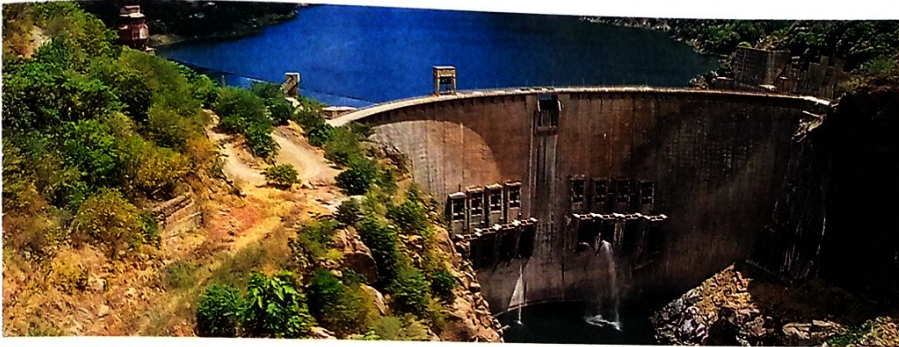


Fig. 12 – Central hidroeléctrica.



Fig. 13 – As ondas de ultra-som são utilizadas nas ecografias.

- A invenção do telefone, do rádio e da televisão são resultado do trabalho desenvolvido nos laboratórios de Física.
- A descoberta da radioactividade levou à criação de várias técnicas de diagnóstico e de terapêutica usadas na medicina moderna (raios X, raios LASER, ultra-som, etc.).

Mas o estudo da Física também é importante para o teu desenvolvimento intelectual. Fazer crescer o teu conhecimento científico vai levar-te à descoberta do desconhecido, que começa por observar, experimentar e criar coisas pequenas em qualquer lugar do mundo e não só nos países ricos.

Assim, podes dar o primeiro passo na conquista do teu sonho – de um dia ser cientista –, contribuindo para um melhor conhecimento e entendimento da Natureza.

**Sabias que nem todas as descobertas científicas foram usadas para o bem da humanidade?**

É o caso da descoberta da energia nuclear que surgiu com a finalidade de produzir bombas atómicas, cuja utilização levou à morte de milhares de pessoas.

Contudo actualmente, o uso pacífico da energia nuclear é de extrema importância devido aos seus efeitos benéficos, principalmente na produção de energia eléctrica.

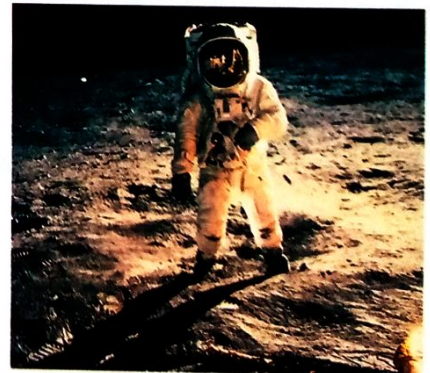


Fig. 14 – A conquista do Espaço é uma questão do futuro!

Nos dias de hoje já se estudam formas de colonizar, semear e colher alimentos em diversos planetas do Sistema Solar.



# 1

# ESTRUTURA DA MATÉRIA

## 1. CORPO E MATÉRIA

1.1. Constituição da matéria

1.2. Classificação dos materiais

## 2. PROPRIEDADES DA MATÉRIA

2.1. Propriedades gerais da matéria

2.2. Propriedades específicas da matéria

2.3. Estados físicos da matéria

## 3. FORÇAS DE COESÃO E DE ADESÃO, CAPILARIDADE

# 1

## ESTRUTURA DA MATÉRIA

### Vou aprender

- Conceito de corpo e de matéria
- As propriedades gerais e específicas da matéria
- As forças de coesão e de adesão
- A capilaridade

## 1. Corpo e matéria

Matéria é um dos termos fundamentais usados pelas ciências naturais.

Apesar de ser difícil de definir, podemos dizer que qualquer coisa que tem existência física real é matéria, ou seja, a **matéria** tem massa e ocupa lugar no espaço. Matéria é o material de que as coisas são feitas.

Matéria é todo o material físico do Universo que tem massa e ocupa espaço.

Assim, a madeira, as rochas, o açúcar, a água, o ar, o teu corpo, um grão de areia, o pássaro são matéria, pois são formados por diferentes materiais.

E o que é um **corpo**?

Repara na caneta que está na tua mão, no livro que está sobre a mesa, na árvore lá fora. Todos eles ocupam espaço, são compostos por matéria e têm limites. Podemos dizer onde começam e onde terminam.

E o ar à tua volta ou a água do oceano?

Eles ocupam espaço e também são compostos por matéria. Mas não têm limites. O ar e a água não são corpos.

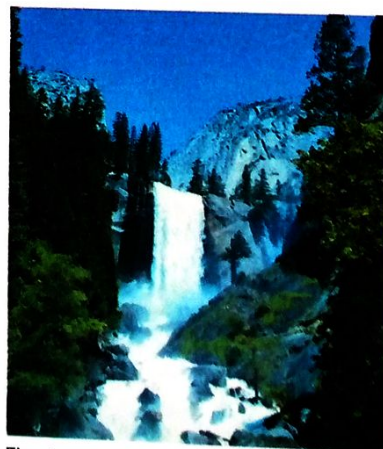


Fig. 1 – A água não é um corpo, mas as árvores e as pedras são corpos.

Um corpo é uma porção delimitada de matéria.

## 1.1. Constituição da matéria

Os filósofos gregos, no século V a.n.e. (antes da nossa era), também se interrogavam sobre a estrutura da matéria. Será que ela é um todo contínuo e compacto, assim como nós a vemos, ou é divisível e composta por pequenas partículas, tão pequenas que não é possível distingui-las a olho nu?

Para perceber melhor como é constituída a matéria, podemos fazer algumas experiências simples, baseadas em factos do dia-a-dia. Por exemplo:

– Adicionando tinta de escrever, ou corante de bolos, a um copo com água, esta espalha-se gradualmente na água, ou seja, a **tinta difunde-se**.

Se a tinta e a água fossem compactas, isso aconteceria? Não! O que nós observamos mostra-nos que tanto a tinta como a água são compostas por partículas em movimento, que se misturam umas nas outras. E isso só é possível se entre as partículas existirem espaços vazios.

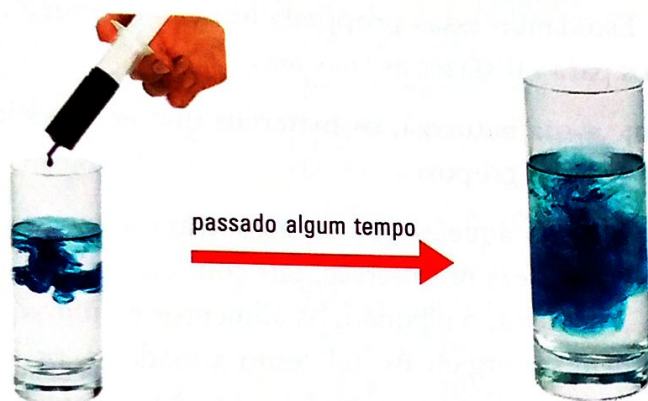


Fig. 2 – Difusão de tinta em água.

– Comprimindo o êmbolo de uma seringa tapada, cheia de ar, este passa a ocupar um **volume menor**.

Neste caso, as partículas do ar, sob a força da pressão exercida sobre elas, comprimem-se, ficando mais próximas umas das outras e diminuindo os espaços existentes entre elas.

– Colocando uma colher de açúcar numa chávena com chá este fica doce. O **açúcar dissolve-se**. As partículas que o constituem misturam-se com as partículas do chá, ocupando os espaços vazios entre elas.

Todos esses fenómenos e muitos outros explicam-se pela **teoria corpuscular**. Segundo esta:

- A **matéria é constituída por corpúsculos** (partículas) muito pequenos, invisíveis a olho nu.
- Os corpúsculos estão **em constante movimento**.
- Entre os corpúsculos existem **espaços vazios**.

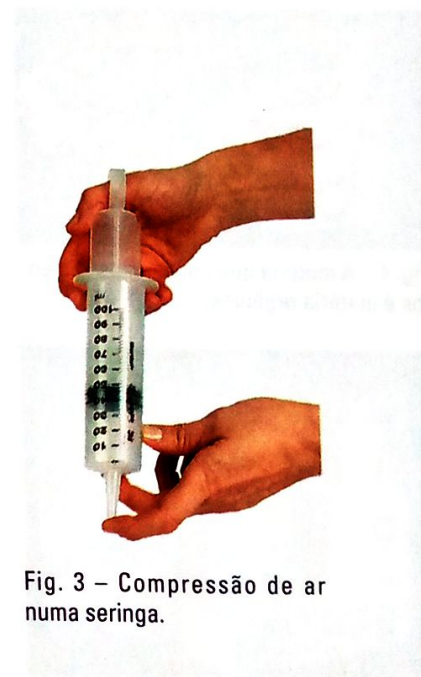


Fig. 3 – Compressão de ar numa seringa.

Hoje sabemos que existe uma diversidade muito grande de corpúsculos, dos quais iremos destacar os **átomos**, as **moléculas** (grupos de átomos) e os **iões** (partículas com carga eléctrica), que são as **unidades estruturais** que constituem a matéria. Combinando-se de múltiplas maneiras entre si, dão origem às diferentes substâncias que compõem todos os materiais à nossa volta.

Apesar das suas dimensões muitíssimo reduzidas, a existência das moléculas e dos átomos é hoje confirmada através de várias **técnicas experimentais**, por exemplo, **microscopia electrónica**.

O estudo da composição e comportamento das unidades estruturais faz parte da Química, por isso elas são denominadas **espécies químicas**.

## 1.2. Classificação dos materiais

Desde tempos remotos que o Homem se apercebeu que a Natureza lhe oferece uma grande variedade de materiais de propriedades diferentes. Estudando essas propriedades, ele aprendeu a usá-los e a modificá-los para satisfazer as suas necessidades.

Conforme a sua natureza, os materiais que nos rodeiam dividem-se em dois grandes grupos:



Fig. 4 – A matéria que constitui os alimentos é matéria orgânica.



Fig. 5 – Os detergentes são materiais artificiais.

- **Naturais** – são aqueles que se encontram à superfície da Terra, os que a Natureza nos oferece, tais como: a água, o ar, as rochas, o solo, a madeira, o algodão, os alimentos e muitos mais. Eles podem ser orgânicos, tal como a madeira, os alimentos, ou inorgânicos, como, por exemplo, as rochas, a areia das praias, o sal de cozinha, etc.
- **Artificiais** – são os materiais produzidos pelo Homem através de transformações industriais dos materiais naturais. Os produtos obtidos têm propriedades modificadas, muitas vezes completamente diferentes. Fazem parte deste grupo os plásticos, as porcelanas, o aço, as tintas artificiais, o *nylon* e o poliéster, os detergentes, a parafina, etc.

O Homem raramente utiliza os materiais naturais tal como os encontra na Natureza. A maior parte deles devem ser tratados e modificados para melhor proveito das suas propriedades.

Por isso a maioria dos materiais naturais são usados como **matéria-prima** para o fabrico de produtos artificiais.

Segundo a sua origem, as matérias-primas podem ser de origem animal, vegetal ou mineral.



Fig. 6 – A lã é uma fibra de origem animal.



Fig. 7 – A seda também é uma fibra de origem animal.



Fig. 8 – O diamante é uma matéria-prima de origem mineral.



Fig. 9 – O algodão é uma fibra de origem vegetal.

Em seguida apresentamos várias matérias-primas com a respectiva origem e algumas das suas aplicações.

MATÉRIA-PRIMA	ORIGEM	APLICAÇÃO
Seda, lã	Animal	Vestuário
Leite		logurtes, queijo, manteiga
Couro		Calçado, malas, carteiras, cintos
Madeira		Móveis, papel
Algodão, linho	Vegetal	Vestuário, cuidados médicos
Cereais, óleos		Produtos alimentares
Borracha natural		Indústria automóvel
Cortiça	Mineral	Calçado, isolamento sonoro e térmico
Petróleo, gás natural		Combustíveis, plástico
Areia		Vidro, construção civil
Minérios, rochas		Metais, tintas

Os materiais que resultam apenas de algumas modificações da matéria-prima, mantendo-se a sua composição, são **materiais manufacturados**.

Fazem parte desse grupo a madeira usada no fabrico de móveis, casas ou instrumentos musicais, os cereais, que depois de moídos dão origem aos vários tipos de farinha, os couros, que depois de tratados são usados na indústria de calçado, etc.

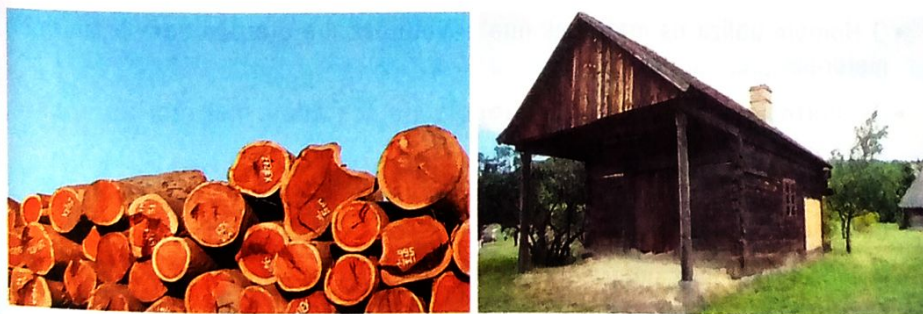


Fig. 10 – A madeira usada na construção de uma casa é um material manufacturado.

Os materiais obtidos através de transformações que modificam a composição da matéria-prima e, daí, as suas propriedades são **materiais sintéticos**. Exemplos de materiais desse grupo são o cimento, as porcelanas, os plásticos, os metais, o vidro e outros.



Fig. 11 – As tintas, os vernizes, os solventes e os detergentes são materiais sintéticos.



Fig. 12 – O plástico é um material sintético obtido do petróleo bruto.

### RESUMINDO...

Tudo o que tem massa e ocupa espaço é **matéria**.

Qualquer porção de matéria que tem limites é um **corpo**.

A matéria é constituída por pequeníssimos **corpúsculos**, que estão em **constante movimento**, existindo **espaços vazios** entre eles.

Os materiais podem ser **naturais** (os que a Natureza nos fornece) ou **artificiais** (produzidos pelo Homem através de transformações dos materiais naturais).

Os materiais que resultam apenas de algumas modificações da matéria-prima, mantendo-se a sua composição, são **materiais manufacturados**.

Os materiais obtidos através de transformações que modificam a composição da matéria-prima são **materiais sintéticos**.

### JÁ SEI...

Copia para o teu caderno e completa as frases com as seguintes palavras-chave:

**artificiais**   **matéria-prima**   **corpúscular**   **animal**   **movimento**  
**manufacturados**   **vegetal**

- Segundo a teoria \_\_\_\_\_ a matéria é constituída por pequenos corpúsculos em constante \_\_\_\_\_.
- O Homem utiliza os materiais que a Natureza lhe oferece para produzir materiais \_\_\_\_\_.
- Os materiais naturais, que depois de tratados mantêm as suas propriedades, chamam-se \_\_\_\_\_.
- Os materiais naturais usados na produção de materiais sintéticos denominam-se \_\_\_\_\_.
- O linho é uma fibra natural de origem \_\_\_\_\_, enquanto a seda é de origem \_\_\_\_\_.

# Aplico

1. De entre os seguintes materiais:

**petróleo gelado carvão aspirina papel sal das salinas nylon vidro fibras naturais farinha de milho**  
selecciona:

**1.1.** os materiais naturais;      **1.2.** os materiais manufacturados;      **1.3.** os materiais sintéticos.

2. A lista seguinte refere-se a alguns materiais naturais, usados como matéria-prima. Classifica-os segundo a sua origem (mineral, vegetal ou animal).

**cereais petróleo seda sal das salinas gás natural couro fibras naturais algas marinhas água leite minérios celulose**

3. Classifica em verdadeiras (V) ou falsas (F) as seguintes afirmações.

(A) A difusão da tinta em água é possível porque entre os corpúsculos da água existem espaços vazios.

(B) A água contida num copo é um corpo porque tem limites.

(C) Os detergentes usados para lavar roupa são materiais naturais.

(D) O algodão é matéria-prima na produção de artigos de vestuário.

4. Com base na teoria corpuscular da matéria, explica os seguintes factos:

**4.1.** quando abrimos um frasco de perfume, o cheiro espalha-se ao nosso redor;

**4.2.** dissolvendo açúcar na água, esta fica doce.

5. Classifica em verdadeiras (V) ou falsas (F) as seguintes frases.

(A) A matéria é constituída por algumas partículas em repouso e outras em movimento.

(B) A matéria é contínua e compacta.

(C) A agitação dos corpúsculos aumenta com o aumento da temperatura.

(D) As propriedades da matéria dependem da sua estrutura.

6. Os corpúsculos constituintes da matéria...

(A) ... são todos iguais.

(B) ... são do mesmo tamanho.

(C) ... estão em movimento constante.

(D) ... são visíveis a olho nu.

Escolhe a opção que completa correctamente a frase.

7. Colocando um pequeno cristal de permanganato de potássio em água, ao fim de algum tempo obtém-se uma solução de cor violeta. Este facto prova que:

(A) A matéria é contínua/descontínua.

(B) Os corpúsculos que constituem a matéria estão em repouso/movimento.

(C) Entre os corpúsculos há/não há espaços vazios.

Risca as palavras sublinhadas incorrectas de modo que as frases **A**, **B** e **C** se tornem correctas.



8. Considera os seguintes materiais:

**lã plástico vinagre algodão açúcar látex manteiga madeira ovo iogurte**

**8.1.** Classifica-os em naturais, manufacturados e sintéticos.

**8.2.** Indica, para os materiais artificiais, de que matéria-prima são obtidos.

**8.3.** Classifica os materiais naturais segundo a sua origem.

9. Considerando as seguintes matérias-primas:

**carvão madeira rochas cimento leite água da chuva grão de soja couro**

agrupa-as segundo a sua origem (orgânica e não orgânica).

## 2. Propriedades da matéria

### 2.1. Propriedades gerais da matéria

As propriedades gerais da matéria são aquelas que todos os materiais têm em comum. As mais importantes são:

- **Extensão** – todos os materiais ocupam um determinado lugar no espaço. Assim, todo o corpo tem a extensão do lugar que ocupa. Se colocares algumas pedras de gelo num copo cheio de chá, este vai transbordar para dar espaço ao gelo.



Fig. 13 – Copo com gelo e chá.

- **Impenetrabilidade** – duas porções de matéria não podem ocupar um mesmo espaço ao mesmo tempo. Ao colocar uma garrafa cheia de ar, com a abertura virada para baixo, dentro de um recipiente com água, verificas que a água não entra na garrafa, ou seja, o ar ocupa todo o espaço dentro da garrafa e não permite que a água entre.
- **Inércia** – é a tendência de um corpo permanecer no seu estado de movimento ou de repouso. É por isso que um condutor (corpo) é projectado para frente quando o carro pára bruscamente (o corpo tende a continuar em movimento).



Fig. 14 – Aplicando uma força no travão, a velocidade do carro diminui, mas a do corpo do condutor continua a mesma.

- **Massa** – é a quantidade de matéria que um corpo possui. A massa é a medida da inércia. Quanto maior é a massa de um corpo, maior é a sua inércia. A massa de um corpo não depende do lugar onde este se encontra.
- **Peso** – é a força de atracção que a Terra exerce sobre o corpo. É devido ao peso dos corpos que estes caem sempre para a Terra e não escapam para o Espaço, quando são abandonados próximo da sua superfície.

- **Compressibilidade** – é a diminuição do volume de uma porção de matéria sob acção de uma força, por exemplo, pressionando o ar dentro de uma seringa através do êmbolo. A matéria fica comprimida. Quanto maiores forem os espaços vazios entre os corpúsculos da matéria (maiores distâncias entre eles), maior será a sua compressibilidade.

Enchendo três seringas com ar, água corada e areia, respectivamente, e pressionando o êmbolo de cada uma, vamos verificar que o nível de descida deste é maior na seringa cheia de ar (os espaços vazios entre os corpúsculos são maiores) e menor na seringa com areia (menores espaços).



Fig. 15 – O ar é mais compressível que a água e a areia.

- **Divisibilidade** – a matéria pode ser dividida em porções cada vez menores.



Fig. 16 – Ao quebrar um bloco de rocha este vai-se dividindo em porções de rocha cada vez menores.

## 2.2. Propriedades específicas da matéria

As propriedades específicas permitem identificar um determinado material. Podem ser:

- **Propriedades físicas** – aquelas que se relacionam com os fenómenos físicos, por exemplo, estado de agregação, solubilidade dos materiais, dureza, magnetismo, maleabilidade, ponto de fusão, ponto de ebulição, condutibilidade térmica e eléctrica, etc. As propriedades físicas podem ser medidas, ou seja, são propriedades mensuráveis.



Fig. 17 – Grafite: substância sólida, mole, condutora de corrente eléctrica.



Fig. 18 – Açúcar: substância sólida, solúvel em água, não condutora de corrente eléctrica.

As propriedades físicas características de uma substância mais fáceis de determinar são:

- massa volúmica;
- temperatura de fusão ou ponto de fusão;
- temperatura de ebulição ou ponto de ebulição.

Estas três propriedades têm um valor característico para cada substância, o que permite a sua identificação e a determinação do seu grau de pureza.

- **Propriedades organolépticas** – aquelas que impressionam os nossos sentidos, por exemplo, cor e brilho (percebidos pela visão), cheiro (percebido pelo olfacto), sabor (percebido pelo paladar). Estas propriedades não são mensuráveis e a sua percepção depende do sujeito que as observa.

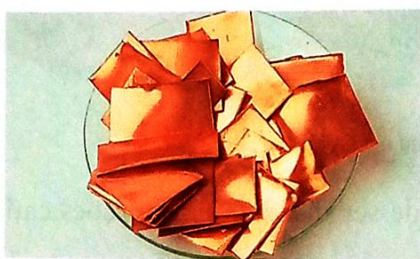


Fig. 19 – Cobre: substância castanho-avermelhada, com brilho metálico e sem cheiro. Fig. 20 – Enxofre: substância amarela, sem brilho e sem cheiro.

- **Propriedades químicas** – aquelas que se relacionam com os fenómenos químicos. A matéria deixa de ser a mesma, transformando-se noutra, com propriedades diferentes. Estas fazem parte do estudo da Química.

### 2.3. Estados físicos da matéria

Na Natureza a matéria existe sob a forma de três estados físicos (estados de agregação ou fases), conforme a organização dos seus corpúsculos, nomeadamente sólido, líquido e gasoso.

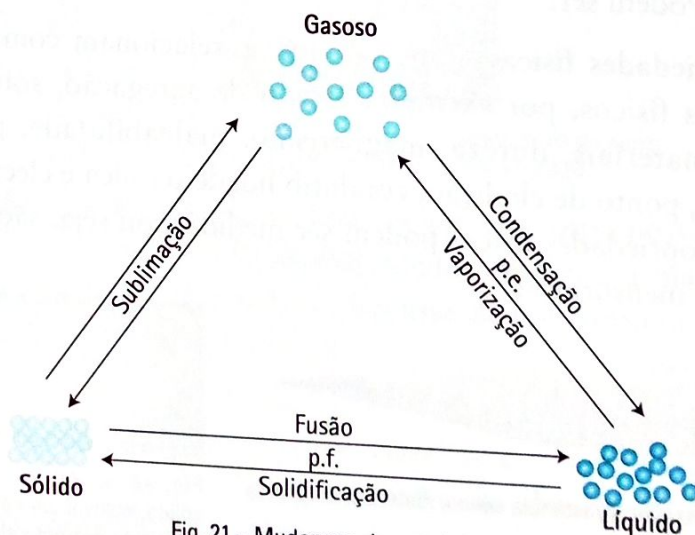


Fig. 21 – Mudanças de estado físico.

Algumas das propriedades características dos diferentes estados físicos da matéria encontram-se na tabela seguinte.

ESTADO SÓLIDO	ESTADO LÍQUIDO	ESTADO GASOSO
As partículas ocupam posições fixas, estando bem organizadas.	As partículas não têm posições fixas, estando pouco organizadas.	As partículas encontram-se desordenadas.
Forças atractivas fortes entre as partículas.	Forças atractivas reduzidas.	Forças atractivas muito fracas.
Distâncias muito reduzidas entre as partículas.	Distâncias pequenas, que limitam os movimentos livres.	Distâncias grandes entre as partículas.
Movimentos de vibração e de rotação.	Movimentos de rotação, vibração e translação (fluidez do líquido).	Movimentos rápidos e desordenados, praticamente livres.
Volume constante e forma própria.	Volume constante e sem forma própria (assume a forma do recipiente).	Volume variável e sem forma própria (o $V_{\text{real}}$ é uma pequena porção do $V_{\text{total}}$ ).
Incompressível.	Difícil de comprimir.	Compressível.

Mas quando é que acontecem as mudanças de estado físico da matéria? Quando é que o gelo (água no estado sólido) passa a água líquida e esta a gelo?

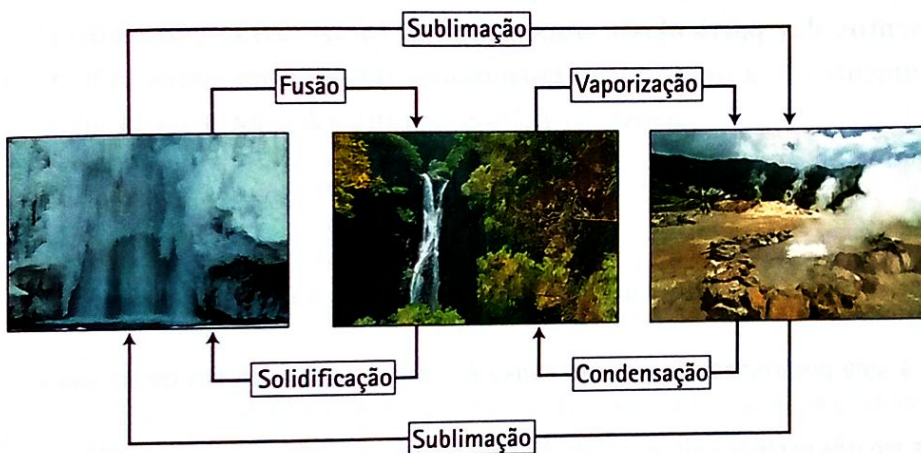


Fig. 22 – As mudanças de estado da água na Natureza.

Todas as mudanças de estado físico podem ocorrer, desde que a forma de agregação das partículas seja alterada devidamente. Para conseguir esta alteração é preciso que as condições de temperatura e/ou pressão sejam modificadas. Assim:

- A transformação **sólido** → **líquido** → **gás** é possível através de aquecimento ou redução da pressão.

Vejamos:

Com o aumento da temperatura aumenta a agitação das partículas (ou corpúsculos) do corpo sólido, aumentam os movimentos destas, diminuem as forças atractivas entre elas, diminuindo o grau da sua organização, e dá-se a **fusão** da substância à temperatura chamada **ponto de fusão (p.f.)**.



Fig. 23 – Alteração da agregação da matéria.

Continuando o aquecimento, aumentam ainda mais as distâncias entre as partículas e o líquido passa ao estado gasoso – **vaporização**, à temperatura chamada **ponto de ebulição (p.e.)**.

Os mesmos processos acontecem quando reduzimos a pressão.

- A transformação gás → líquido → sólido é possível através do processo contrário, o **arrefecimento** (diminuição da temperatura) ou **compressão** (aumento da pressão).

Com a diminuição da temperatura diminui a liberdade dos movimentos das partículas e aumentam as forças atractivas entre elas, aumentando a organização corpuscular da matéria. Assim, a matéria passa do estado gasoso, o menos organizado, para os estados de maior organização corpuscular, o líquido e o sólido, sucessivamente.

### RESUMINDO...

Os materiais possuem **propriedades específicas** que os distinguem uns dos outros e que podem ser **físicas, organolépticas** ou **químicas**.

O **estado físico** da matéria é uma propriedade física cuja causa é a **organização das partículas** que a constituem.

A matéria pode encontrar-se em **três estados físicos: sólido, líquido** ou **gasoso**.

Através de alteração da pressão e da temperatura, a matéria pode **mudar de estado físico**.

### JÁ SEI...

Copia para o teu caderno e completa as frases com as seguintes palavras-chave:

**organização**   **líquido**   **menor**   **reduzidos**   **atractivas**   **forma**   **aumentam**   **sólido**   **gasoso**  
**fortes**   **volume**

- Na Natureza, a uma mesma temperatura, encontram-se materiais no estado \_\_\_\_\_, no estado \_\_\_\_\_ e no estado \_\_\_\_\_.
- Os estados físicos da matéria caracterizam-se pelo grau de \_\_\_\_\_ dos seus corpúsculos. O maior grau de organização determina uma \_\_\_\_\_ liberdade de movimento dos corpúsculos, pois as forças \_\_\_\_\_ entre eles \_\_\_\_\_.
- Devido às forças atractivas \_\_\_\_\_ entre os corpúsculos no estado sólido, os movimentos deles são muito \_\_\_\_\_ e os sólidos têm \_\_\_\_\_ constante e \_\_\_\_\_ própria.

# Aplico

1. Entre as propriedades da matéria indicadas a seguir:

**forma própria** **volume constante** **facilmente compressíveis** **volume variável** **fluidez**

selecciona aquelas que correspondem ao estado líquido.

2. A lista seguinte refere-se a algumas propriedades físicas específicas. Selecciona aquelas que são propriedades dos metais.

**bons condutores eléctricos** **líquidos à temperatura ambiente** **dissolvem-se em água** **têm brilho**  
**quebradiços** **têm cheiro** **bons condutores térmicos**

3. Entre as seguintes afirmações, selecciona a correcta.

(A) Os estados físicos da matéria caracterizam-se pela temperatura a que esta se encontra.

(B) A passagem do estado sólido ao estado líquido caracteriza-se pelo ponto de ebulição.

(C) A matéria no estado gasoso não tem volume próprio porque os seus corpúsculos são muito pequenos.

(D) Quando a água solidifica, os seus corpúsculos passam a ser maiores.

(E) O ponto de solidificação da água é diferente do ponto de ebulição do gelo.

4. Diz quais das seguintes afirmações são falsas, corrigindo-as.

(A) Um líquido solidifica-se quando é aquecido.

(B) A passagem do estado gasoso ao estado sólido é uma sublimação.

(C) Os corpúsculos do vapor de água são mais pequenos do que os da água líquida.

(D) Os gases não têm volume constante porque as forças de atracção entre as suas partículas são muito fracas.

(E) O estado físico a que corresponde maior liberdade de movimento dos corpúsculos é o estado gasoso.

(F) Os sólidos são dificilmente compressíveis porque os seus corpúsculos são maiores que os dos gases.

5. Um balão cheio de ar é colocado numa tina, conforme se vê na figura seguinte.



Tina com água quente



Tina com água à temperatura ambiente



Tina com água fria e gelo

Explica porque aumenta o volume do balão quando é colocado em água quente e porque diminui em água fria com gelo.

### 3. Forças de coesão e de adesão. Capilaridade

Como já vimos, a matéria é composta por diferentes unidades estruturais que interagem entre si devido a várias forças existentes. As mais importantes são:

- **Forças de coesão** – são as forças de atracção exercidas sobre os corpúsculos da mesma espécie química (átomos, moléculas ou iões) que compõem a matéria em estudo. Estas forças unem os corpúsculos do mesmo material.
- **Forças de adesão** – são as forças de atracção exercidas sobre os corpúsculos de espécies químicas diferentes. Ou seja, estas forças tendem a unir os corpúsculos de materiais diferentes.
- **Forças de repulsão** – são as forças que tendem a separar os corpúsculos tanto da mesma espécie química como de espécies diferentes.

Conhecendo a existência dessas forças, torna-se mais fácil explicar muitos dos fenómenos que observas todos os dias e dar resposta a muitas dúvidas que possas ter. Vejamos.

#### Porque é que às mesmas condições de temperatura e pressão alguns materiais são líquidos enquanto outros são gasosos ou sólidos?

Sabendo que entre os corpúsculos constituintes da matéria existem forças de coesão e de repulsão, é fácil compreender que quanto mais fortes forem as forças de atracção, mais organizados serão os corpúsculos. Assim:

- Uma porção de matéria está no **estado sólido** quando as forças de coesão entre as suas partículas são mais fortes que as forças de repulsão. Assim, esta porção de matéria tem forma própria, ou seja, é um corpo (Fig. 24A).
- Nos materiais no **estado líquido** as forças de coesão e de repulsão são praticamente iguais (Fig. 24B).
- Quando a matéria se encontra no **estado gasoso**, as forças de repulsão prevalecem em relação às forças de coesão (Fig. 24C).

#### Porque é que podemos colar pedaços de material igual ou de materiais diferentes?

Utilizando colas próprias podemos colar dois pedaços de papel, madeira, vidro ou porcelana, porque entre a cola e o respectivo material surgem **forças de adesão** que os unem. São as mesmas forças que permitem soldar um fio ou tubo de cobre com solda (forças entre materiais diferentes).

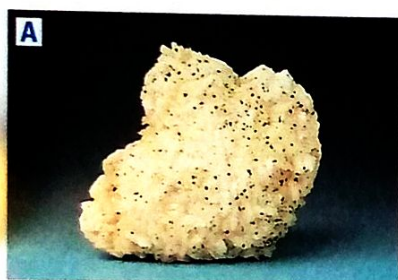


Fig. 24 – (A) Estado sólido; (B) Estado líquido; (C) Estado gasoso.

Mesmo sem ajuda de cola, dois pedaços de vidro humedecidos ficam «colados» e é difícil de serem separados, pois estão ligados através das forças aderentes entre as partículas da água e do vidro.

### Como explicar a resistência que os gases exercem quando comprimidos?

Este facto deve-se às forças de repulsão que as partículas do gás exercem entre si, forças estas que aumentam cada vez mais à medida que diminuem as distâncias entre elas.

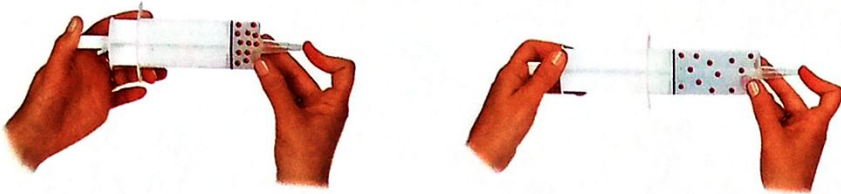


Fig. 25 – Para comprimir o ar contido na seringa, é preciso vencer as forças de repulsão. Deixando de exercer pressão sobre o êmbolo, as forças de repulsão diminuem e o ar expande-se.

### Como se explica a subida do petróleo de iluminação pela torcida de uma lamparina?

Trata-se, neste caso, de um fenómeno chamado **capilaridade** – é a propriedade dos líquidos subirem ou descerem em tubos muito finos ou torcidas de fibras, tal como molhar pedaços de algodão ou tecido (panos).

Quando um líquido entra em contacto com uma superfície sólida, este vai ser sujeito a dois tipos de forças que actuam em sentidos contrários: a força de adesão e a força de coesão.

A força de adesão determina a atracção entre as partículas do líquido e a superfície sólida e actua no sentido de o líquido molhar o sólido. A força de coesão determina a atracção entre as partículas do próprio líquido e actua no sentido oposto.

Assim, se a força de adesão for superior à de coesão, o líquido vai interagir favoravelmente com o sólido, molhando-o.

Se a superfície sólida for um tubo de raio pequeno, como um capilar de vidro, a afinidade com o sólido é tão grande que o líquido sobe pelo capilar.



Fig. 26 – O álcool sobe pela torcida da lamparina, ardendo.

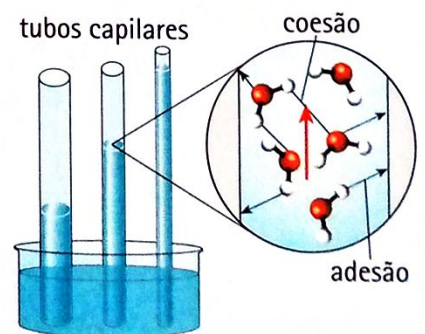


Fig. 27 – Fenómeno de capilaridade num tubo capilar: forças de adesão entre o líquido e o tubo (sólido) e forças de coesão entre as partículas do líquido.



# 2

# CINEMÁTICA

## 1. GRANDEZAS FÍSICAS E SUAS UNIDADES

- 1.1. Grandezas físicas fundamentais
- 1.2. Grandezas físicas derivadas
- 1.3. Sistema Internacional de Unidades (SI)

## 2. NOÇÕES FUNDAMENTAIS DE MOVIMENTO

- 2.1. Repouso e movimento
- 2.2. Velocidade

## 3. MOVIMENTO RECTILÍNEO UNIFORME (M.R.U.)

- 3.1. O que é o M.R.U.?
- 3.2. Leis do M.R.U.
- 3.3. Equações do M.R.U.
- 3.4. Tabelas e gráficos do M.R.U.

## 4. MOVIMENTO VARIADO (M.V.)

- 4.1. Movimento acelerado e retardado
- 4.2. Movimento rectilíneo uniformemente acelerado (M.R.U.A.)
  - 4.2.1. Leis do M.R.U.A.
  - 4.2.2. Equações e gráficos do M.R.U.A.
  - 4.2.3. Movimento de queda livre
- 4.3. Movimento rectilíneo uniformemente retardado (M.R.U.R.)

# 2

## CINEMÁTICA

A **Cinemática** estuda o movimento dos corpos independentemente das causas que o origina.



Fig. 1 – Jovem e bicicleta em movimento.

A **Dinâmica** estuda as causas que provocam o movimento.



Fig. 2 – A força das crianças provoca o movimento da carroça.

A **Estática** estuda as condições de equilíbrio de um corpo em repouso.



Fig. 3 – Para o baloiço estar em equilíbrio, as duas crianças devem exercer a mesma força.

Um dos fenômenos naturais mais comuns é o **movimento**. Nada existe na Natureza que esteja realmente parado.

Assim, no Espaço, as estrelas movem-se dentro das galáxias; os planetas movem-se à volta do Sol, tal como a Terra, uma «nave espacial» natural, se desloca connosco em torno do Sol a uma velocidade de 30 quilómetros por segundo; os feixes de luz atravessam o vácuo com uma velocidade de 300 mil quilómetros por segundo! Mesmo as partículas mais pequenas que constituem a matéria, os átomos, os iões ou as moléculas, também estão em constante movimento, mais ou menos limitado, conforme o seu estado físico.

Por isso diz-se que o **movimento** é uma propriedade geral de todos os corpos materiais e das radiações.

Como já foi referido na Introdução, o ramo da Física que estuda o movimento é a **Mecânica**, historicamente a parte mais antiga desta ciência natural. Ela divide-se em três grandes capítulos:

- Cinemática
- Dinâmica
- Estática

O estudo da Mecânica começa sempre pela Cinemática que, introduzindo os conceitos fundamentais do movimento, permite-nos a sua **descrição**.

Descrever o movimento de um corpo significa prever a sua posição futura, conhecendo a posição que ocupa e a sua velocidade num dado instante.

Em todas as ciências introduzem-se alguns **conceitos básicos** que nos ajudam a compreender e interpretar os fenômenos com ela relacionados.

Para descrever o movimento de um corpo, a Cinemática precisa de saber qual é:

- A **posição do corpo**, ou seja, o lugar onde este se encontra em relação a um referencial escolhido.

- O **referencial do movimento**, que é um corpo de referência ou sistema de corpos a que está ligado um eixo (para movimento retilíneo) ou um sistema de eixos orientados (para movimento curvilíneo).

É neste referencial que se registam as várias posições que, ao longo do tempo, o corpo vai ocupando. Por isso precisamos de um relógio ligado ao referencial.

Para expressarmos estes e muitos outros conceitos, precisamos de certas grandezas físicas e as suas unidades de medida que vamos introduzir à medida que o nosso estudo avança.

## 1. Grandezas físicas e suas unidades

Em Ciências Naturais, o termo **grandeza** significa descrever **qualitativa e quantitativamente** as propriedades observadas no estudo de um fenómeno natural, tal como as relações que existem entre elas.

Através da **medição** nós comparamos uma quantidade da grandeza física com outra quantidade da mesma grandeza (padrão), escolhida como **unidade de medida**.

Verificando quantas vezes a unidade está contida na quantidade da grandeza em medição, atribuímos um número a esta quantidade, acompanhado da respectiva unidade.

Por isso não se pode medir uma quantidade de uma grandeza com a unidade de outra grandeza, por exemplo, medir o comprimento de uma rua em quilogramas ou a massa de um corpo em metros.

### 1.1. Grandezas físicas fundamentais

As grandezas físicas fundamentais, usadas pelas Ciências Físico-Químicas, são sete, mas nós vamos começar pelas primeiras três, essenciais para o estudo da Mecânica: comprimento, tempo e massa.

#### ► Comprimento

Antigamente, o Homem media o comprimento com o auxílio das mãos e dos pés, usando os seus polegares ou palmos (para comprimentos pequenos e médios), os seus passos (para medir distâncias maiores), etc. Mas estas medidas não são uniformes, pois dependem do tamanho físico do indivíduo – os homens têm palmas de mãos e plantas de pés de tamanhos diferentes.

Com a evolução das ciências e o desenvolvimento das tecnologias, foram inventados vários instrumentos e aparelhos que permitem a medição do comprimento de forma uniforme e exacta, usando como **unidade de medida de comprimento** o **metro** (representado pelo símbolo m).



Fig. 4 – O movimento do comboio está registado em relação à estação.

#### Vou aprender

- Grandezas físicas fundamentais: comprimento, massa e tempo
- Grandezas físicas derivadas
- O Sistema Internacional de Unidades

**Qualitativamente:** Para cada propriedade diferente há pelo menos uma grandeza diferente.

**Quantitativamente:** A grandeza física exprime uma propriedade através de um número obtido por medição.



Fig. 5 – Medição de comprimentos na Antiguidade.

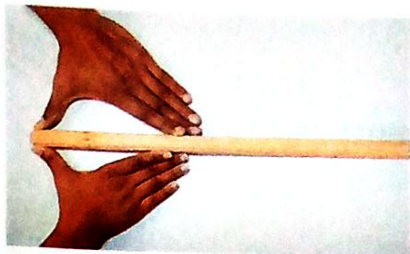


Fig. 6 – Um pau a ser medido por dois palmos diferentes – maior e menor.



Fig. 8 – Relógios.

Outras unidades de medida do tempo muito úteis são o **dia**, o **ano**, o **século**, o **milénio**, sendo:

1 dia = 24 horas

1 ano = 365 dias

1 século = 100 anos

1 milénio = 1000 anos



Fig. 9 – O ponteiro menor indica as horas; o ponteiro médio indica os minutos; o ponteiro maior indica os segundos.

**Como medir um intervalo de tempo usando um relógio?**

Para isso basta anotar os instantes de tempo de início ( $t_i$ ) e de fim ( $t_f$ ) da observação. A diferença entre o tempo final,  $t_f$ , e o tempo inicial,  $t_i$ , é o intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) respectivo:

$$\Delta t = t_f - t_i$$

O metro divide-se em 100 centímetros (cm) ou 1000 milímetros (mm), designados por **submúltiplos do metro**. Por outro lado, o **múltiplo do metro** mais usado é o quilómetro (km), que corresponde a 1000 metros.

O mais simples de todos os **instrumentos** de medida de comprimento é a **régua**, graduada em centímetros e milímetros.

Para medir distâncias maiores, é muito utilizada a **fita métrica**, graduada em metros e centímetros, que pode ter tamanhos diferentes e pode medir comprimentos maiores de 5, 10 ou mais metros de uma só vez.

**Como medir o comprimento de um corpo?**

Para isso coloca-se a origem do instrumento de medição, marcada com zero (0), numa das extremidades do corpo.

O número que corresponde à outra extremidade dá-nos o comprimento do corpo.

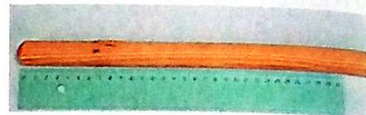


Fig. 7 – O mesmo pau a ser medido com uma régua.

### ► Tempo

Para o estudo correcto de um fenómeno é fundamental a anotação do tempo exacto do seu acontecimento (instante de tempo) ou a medição correcta do tempo da sua duração (intervalo de tempo).

O primeiro relógio que o Homem usou foi o Sol. Através das passagens sucessivas do Sol sobre o mesmo meridiano (o mesmo lugar da Terra) é determinada a duração de um dia solar.

Mas a maioria dos fenómenos que o Homem observa na Natureza duram muito menos que um dia. Por isso a **unidade de tempo** escolhida como padrão de medição do tempo é o **segundo** (símbolo s).

O segundo é o tempo equivalente a  $\frac{1}{86\,400}$  do dia solar médio.

Para a medição do tempo no nosso quotidiano usam-se também o **minuto** (símbolo min) e a **hora** (símbolo h), sendo:

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min} \quad \text{e} \quad 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

Os dispositivos mais usados para registar instantes de tempo e medir intervalos de tempo são dois, nomeadamente:

- **Relógios** – qualquer dispositivo que através da determinação de intervalos regulares permite medir o tempo. Os primeiros relógios eram o solar, o de água, o de areia, etc.

A leitura de um relógio actual indica as horas, os minutos e os segundos e permite-nos também ler o intervalo de tempo decorrido desde a meia-noite ou o meio-dia, pois está dividido em 12 intervalos iguais de um círculo, tendo no topo o número 12.

- **Cronómetros** – dispositivo que indica o intervalo de tempo decorrido a partir do momento em que o mesmo foi accionado.

## ► Massa

Massa é outra das grandezas físicas que caracteriza uma das propriedades gerais da matéria (a propriedade «massa»).

Na Antiguidade, o Homem, apercebendo-se da uniformidade de pesos dos materiais semelhantes, por exemplo, grãos e sementes, usava como unidades «mão cheia», «potes» ou «cestos». Os Egípcios, que inventaram a balança cerca de 5 mil anos a.n.e., usavam «pesos» pequenos em forma de animais, como touros ou leões.

Mais tarde, os Romanos, influenciados pelos Gregos, introduziram a «onça» como unidade menor e a «libra» como unidade maior, medidas ainda hoje utilizadas em Inglaterra e nos Estados Unidos, mas de valores diferentes.

A partir de meados do século XVIII a unidade de medida de massa, adoptada gradualmente pelo mundo inteiro, é o quilograma (símbolo kg). Os seus submúltiplos mais comuns são o grama (g) e o miligrama (mg), sendo  $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$  e  $1 \text{ g} = 1000 \text{ mg}$ . O múltiplo mais usado é a tonelada (t), que equivale a 1000 kg.

O instrumento de medição da massa, usado até aos dias de hoje, é a balança. Existem vários tipos de balanças, da mais simples à mais sofisticada, cuja forma varia conforme a sua utilização e a precisão de medição pretendida (no comércio, nas áreas de saúde, laboratórios de investigação científica, para efeitos fiscais, etc.).



Fig. 10 – Balança de dois pratos.

1 tonelada (t) = 1000 kg

**Como medir a massa de um corpo usando uma balança de dois pratos?**

Para isso coloca-se o corpo num dos pratos e equilibra-se utilizando massas calibradas (gramas e quilogramas) colocadas no outro prato. A soma das massas corresponde à massa do corpo em medição.

## 1.2. Grandezas físicas derivadas

As grandezas físicas derivadas definem-se a partir das grandezas fundamentais. São obtidas aplicando equações matemáticas de definição. Vamos considerar duas delas.

**Área** – A unidade de medida da área que corresponde à superfície de um quadrado com 1 metro de lado é denominada metro quadrado (símbolo  $\text{m}^2$ ).

Segundo a definição da área de uma figura regular,  $A = a \times b$ , em que  $a$  e  $b$  são os lados da figura (quadrado ou rectângulo), cujo comprimento é medido em metros (m), obtém-se:

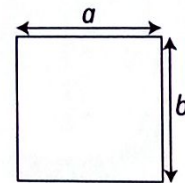
$$\text{m} \times \text{m} = \text{m}^2$$

Assim, considerando um quadrado com 10 unidades de comprimento de cada lado, este terá  $10 \times 10 = 100$  unidades de área, ou seja:

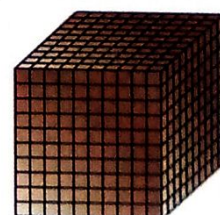
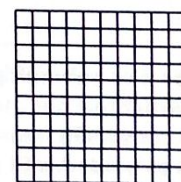
$$10 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 100 \text{ m}^2$$

**Volume** – A unidade de medida do volume que corresponde ao espaço ocupado por um cubo com um metro de aresta é denominada metro cúbico (símbolo  $\text{m}^3$ ). Segundo a definição de volume de uma figura regular:

$$V = a \times b \times c$$



A área é uma grandeza bidimensional (tem duas dimensões).



O volume é uma **grandeza tridimensional** (tem três dimensões).

em que  $a$ ,  $b$  e  $c$  são as arestas da figura, medidas em metros (m), obtém-se:

$$m \times m \times m = m^3$$

Se considerarmos um cubo com 10 unidades de comprimento (10 metros) de cada aresta, este terá volume igual a:

$$10 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 1000 \text{ m}^3$$

### 1.3. Sistema Internacional de Unidades (SI)

O uso de diferentes padrões de medida entre as nações e muitas vezes dentro do mesmo país acabou por gerar muitos problemas, principalmente no comércio e na administração dos estados.

A sua resolução vem com a criação de um sistema de medidas, proposto pela Academia de Ciências de França em 1789, chamado **Sistema Métrico Decimal**.

Este sistema define o metro como a décima milionésima parte da distância entre o Pólo Norte e o equador.

Assim, o metro torna-se uma unidade-padrão «natural», constante e universal. O seu primeiro protótipo, uma barra de platina regular, ainda hoje é guardado no **Instituto Internacional de Pesos e Medidas** em Paris (Fig. 11).

Este sistema estabeleceu também as unidades-padrão de massa (quilograma) e volume (litro), que foram calculadas a partir do metro, baseando-se no decímetro cúbico.

Um litro passou a equivaler ao volume de um cubo com 10 centímetros de aresta (1 decímetro cúbico,  $\text{dm}^3$ ).

Um quilograma equivale à massa de  $1 \text{ dm}^3$  (1 litro) de água pura a  $4^\circ\text{C}$ , temperatura em que esta atinge a maior densidade.

O sistema métrico decimal acabou por ser substituído pelo **Sistema Internacional de Unidades (SI)**, mais complexo e sofisticado, estabelecido pela Conferência Geral de Pesos e Medidas em 1954, em Paris.

Segundo este, a cada grandeza física corresponde uma só unidade, com os seus múltiplos e submúltiplos e os respectivos símbolos.



Fig. 11 – Protótipo do metro.



Fig. 12 – Protótipo do quilograma.

Os **múltiplos** e os **submúltiplos** decimais formam-se por meio de factores de conversão numéricos pelos quais as unidades SI são multiplicadas.

MÚLTIPLOS		
Nome	Símbolo	Factor
deca	da	$10^1$
hecto	h	$10^2$
quilo	k	$10^3$
mega	M	$10^6$
giga	G	$10^9$
tera	T	$10^{12}$

SUBMÚLTIPLOS		
Nome	Símbolo	Factor
deci	d	$10^{-1}$
centi	c	$10^{-2}$
mili	m	$10^{-3}$
micro	$\mu$	$10^{-6}$
nano	n	$10^{-9}$
pico	p	$10^{-12}$

Todas as grandezas físicas estão organizadas em grandezas de base (fundamentais) e grandezas derivadas.

GRANDEZA DE BASE (FUNDAMENTAL)		UNIDADE SI	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
Comprimento	$l$	metro	m
Massa	$m$	quilograma	kg
Tempo	$t$	segundo	s

GRANDEZA DERIVADA		UNIDADE SI	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
Área	$A$	metro quadrado	$m^2$
Volume	$V$	metro cúbico	$m^3$

### RESUMINDO...

As grandezas físicas **descrevem as propriedades físicas**.

**Medindo** uma grandeza física, nós **comparamo-la com uma unidade de medida**, característica apenas para esta grandeza.

O **resultado da medição** expressa-se através de um número, acompanhado pela unidade de medida respectiva.

Existem **grandezas fundamentais**, como o **comprimento**, o **tempo** e a **massa**, e **grandezas derivadas** (das fundamentais), como a **área** e o **volume**.

Todas as grandezas físicas e as suas unidades de medida, mundialmente reconhecidas, estão organizadas num sistema, o **Sistema Internacional de Unidades**, SI.

### JÁ SEI...

Copia para o teu caderno e completa as frases com as seguintes palavras-chave:

**metros** **segundo** **submúltiplo** **metro quadrado** **centímetros** **minutos**

**quilómetros** **centi** **múltiplo** **grandeza derivada**  **$10^3$**

- O comprimento da tua caneta mede-se em \_\_\_\_\_, enquanto o comprimento da sala de aulas mede-se em \_\_\_\_\_.
- A distância entre duas cidades mede-se em \_\_\_\_\_.
- A duração de uma aula mede-se em \_\_\_\_\_, enquanto um piscar de olhos dura um \_\_\_\_\_.
- Enquanto o quilómetro é um \_\_\_\_\_ do metro, o centímetro é seu \_\_\_\_\_.
- A área é uma \_\_\_\_\_, cuja unidade de medida é o \_\_\_\_\_.
- O factor de conversão que corresponde ao múltiplo quilo é \_\_\_\_\_.
- $10^{-2}$  é factor de conversão que corresponde ao submúltiplo \_\_\_\_\_.

## ACTIVIDADE EXPERIMENTAL N.º 1 (TRABALHO EM GRUPO)

### Medição de comprimentos e determinação de áreas e volumes de corpos regulares

**Material necessário:** Dois livros diferentes e uma régua.

**Modo de proceder:**

1. Medir, com a régua, o comprimento, a largura e a altura de cada livro, registando os valores obtidos no teu caderno.
2. Aplicando as fórmulas respectivas, calcular:
  - 2.1. a área da face menor do livro;
  - 2.2. a área da face maior do livro;
  - 2.3. o volume que cada livro ocupa.
3. Comparando os resultados obtidos, discutir com os colegas e tirar conclusões sobre:
  - 3.1. Qual é o livro que ocupa maior área quando colocado na mesa?
  - 3.2. Qual é o livro que ocupa maior volume dentro da pasta?
  - 3.3. Qual é o livro que tem maior massa?

### COMO FAZER...

#### Leitura de escalas e medições de comprimento em mapas

Quando pretendemos representar um objecto qualquer de dimensões maiores que uma folha de papel nessa mesma folha, temos de reduzi-lo de modo que o mesmo objecto caiba na tal folha. Para isso fazemos uma redução das dimensões reais do objecto.

O mesmo se passa com um mapa onde as dimensões reais de uma área geográfica (aldeia, bairro, cidade, província, país, continente, etc.) estão reduzidas milhares ou até milhões de vezes, conforme a escala utilizada.

**Escala é a relação que existe entre as dimensões reais e as dimensões reduzidas de um objecto ou área geográfica.**

Existem dois tipos de escalas:

**Escala numérica**, representada por uma fracção em que o numerador corresponde a 1 cm medido no mapa e o denominador indica quantas vezes foi feita a redução das dimensões reais.

Por exemplo:

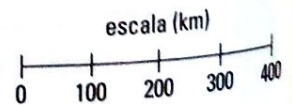
Num mapa de escala 1 : 5 000 000, a dimensão real foi reduzida 5 milhões de vezes, ou seja, a cada centímetro do mapa corresponde uma distância de 5 000 000 cm, 50 000 m ou 50 km.

Assim, se a distância entre duas localidades no mapa mede 2 cm, na realidade ela é  $2 \times 50 \text{ km} = 100 \text{ km}$ .

**Escala gráfica**, representada por segmentos de recta com divisões de 1 cm acompanhado do respectivo valor em km.

Por exemplo:

Num mapa de escala: cada 1 cm = 100 km de distância real.



**Actividade:**

Para o seguinte mapa, fazer a leitura de distâncias entre várias localidades usando a respectiva escala.


# 3

## 3. DINÂMICA

- 70 **1. FORÇA**
- 70 1.1. Conceito de força
- 73 1.2. Elementos de uma força
- 74 1.3. Força resultante
- 75 1.4. Algumas forças de natureza mecânica
  
- 81 **2. AS LEIS DE NEWTON**
- 81 2.1. Primeira lei de Newton ou lei da inércia
- 84 2.2. Segunda lei de Newton ou lei fundamental da dinâmica
- 85 2.3. Terceira lei de Newton ou lei da acção-reacção



# 4

## 4. TRABALHO E ENERGIA

- 94 **1. TRABALHO**
- 94 1.1. Trabalho mecânico
- 97 1.2. Potência
  
- 101 **2. ENERGIA**
- 101 2.1. O que é a energia?
- 103 2.2. Tipos de energia
- 105 2.3. Transformação e transferência de energia
- 106 2.4. Conservação de energia



# Aplico

1. Tendo em consideração o Sistema Métrico Decimal e o Sistema Internacional de Unidades, diz:
  - 1.1. Quantos metros quadrados contém um quilómetro quadrado?
  - 1.2. Quantos miligramas contém 1 kg?
  - 1.3. Quantos  $\text{cm}^3$  contém 1 litro (L)?
  - 1.4. Quantos litros contém  $1 \text{ m}^3$ ?
  - 1.5. Qual é a massa de  $1 \text{ m}^3$  de água? E de 1 mL?

## Resolução:

1.1. Sendo o km um múltiplo do m com factor de conversão  $10^3$ , temos:

$$1 \text{ km} = 1 \times 10^3 \text{ m}$$

$$1 \text{ km}^2 = 1 \text{ km} \times 1 \text{ km} = 1 \times 10^3 \text{ m} \times 1 \times 10^3 \text{ m} = 1 \times 10^6 \text{ m}^2$$

1.2. Sendo o kg um múltiplo do g, cujo factor de conversão é  $10^3$ , e o miligrama, mg, um submúltiplo do g com factor de conversão  $10^{-3}$  (o grama é 1000 vezes maior que o miligrama), temos:

$$1 \text{ kg} = 1 \times 10^3 \text{ g}; 1 \text{ g} = 1 \times 10^3 \text{ mg, donde:}$$

$$1 \text{ kg} = 1 \times 10^3 \times 1 \times 10^3 = 1 \times 10^6 \text{ mg}$$

1.3. Segundo a definição do litro,  $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$ . Sendo  $1 \text{ dm} = 10 \text{ cm}$ ,

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \times 10^3 \text{ cm}^3, \text{ donde: } 1 \text{ L} = 1 \times 10^3 \text{ cm}^3$$

1.4. Em analogia com 1.3. e como  $1 \text{ m}^3 = 10 \times 10 \times 10 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ dm}^3$ ,

$$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ L}$$

1.5. Segundo a definição do quilograma, 1 kg equivale a  $1 \text{ dm}^3$ .

Sendo  $1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ dm}^3$ ,  $1 \text{ m}^3$  será equivalente a  $10^3 \text{ kg} = 1 \text{ t}$ .

2. Um terreno tem 10 m de largura e 30 m de comprimento. Qual é a sua área?
3. Quantos litros de água cabem num tanque cúbico com 2 m de aresta?

## Resolução:

3. Tratando-se do volume de um cubo, aplicamos a fórmula respectiva:

$$V = a \times b \times c = 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 8 \text{ m}^3$$

4. Em seguida representam-se os resultados de várias medições. Faz a conversão das suas unidades de medida para unidades SI.

4.1. Medições de comprimento:

i) 32 km

ii) 3,5 cm

iii) 112 mm

iv) 0,045 km

v) 3150 cm

vi) 0,25 mm

vii) 206,3 km

viii) 0,5 cm

ix) 10,6 mm

4.2. Medições de tempo:

i) 3 h

ii) 4,5 min

iii) 0,5 h

iv) 30 min

v) 1 h 25 min 30 s

vi)  $\frac{1}{4}$  h

4.3. Medições de massa:

i) 2,5 t

ii) 2500 g

iii) 1200 mg

iv) 0,5 t

v) 480 g

vi) 250 mg

vii) 348,2 t

viii) 0,58 g

ix) 0,500 mg

5. O comprimento de uma piscina olímpica é de 0,050 km.
- 5.1. Qual é o seu comprimento em metros (m)?
  - 5.2. Sabendo que ela tem 25 m de largura e 2 m de profundidade, calcula:
    - 5.2.1. a área da sua superfície;
    - 5.2.2. o volume de água que contém quando está totalmente cheia.
6. Um tanque tem 50 cm × 50 cm de base e 50 cm de altura.
- 6.1. Qual é o seu volume?
  - 6.2. Qual a massa de água que o enche completamente?
7. Entre as seguintes afirmações, selecciona a correcta.
- (A) Uma grandeza física pode descrever várias propriedades físicas.
  - (B) Apesar de serem muito usadas, as unidades litro e tonelada não são unidades de medida do SI.
  - (C) O volume é uma grandeza física fundamental porque não depende de outras grandezas.
  - (D) Se uma caneta mede 161 mm, ela é 16,1 vezes maior que o centímetro e o seu comprimento é de 0,161 m.
  - (E) Uma escala representa a relação matemática que existe entre as dimensões reais e reduzidas de um objecto.
8. Um carro saiu de Maputo rumo a Xai-Xai às 5 h e 30 min, chegando ao destino às 9 h. Depois de uma paragem de 1 h e 20 min, o mesmo voltou para Maputo, fazendo o trajecto em 4 h.
- 8.1. Quanto tempo durou a viagem de ida?
  - 8.2. A que horas o carro saiu de Xai-Xai?
  - 8.3. Qual é a hora de chegada a Maputo?

**Resolução:**

8.1. O intervalo de tempo correspondente à viagem é calculado a partir dos instantes de tempo de partida ( $t_i$ ) e de chegada ( $t_f$ ):

$$\Delta t_{\text{viagem}} = t_f - t_i = 9 \text{ h} - 5 \text{ h } 30 \text{ min} = 8 \text{ h } 60 \text{ min} - 5 \text{ h } 30 \text{ min} = 3 \text{ h } 30 \text{ min}$$

8.2.  $t_{\text{saida}} = t_{\text{chegada}} + t_{\text{paragem}} = 9 \text{ h} + 1 \text{ h } 20 \text{ min} = 10 \text{ h } 20 \text{ min}$

8.3. Sendo o intervalo de tempo da volta de 4 h,  $\Delta t_{\text{volta}} = t_f - t_i$ , donde:

$$t_f = \Delta t_{\text{volta}} + t_i = 4 \text{ h} + 10 \text{ h } 20 \text{ min} = 14 \text{ h } 20 \text{ min}$$

9. Um avião partiu de Joanesburgo às 19 h e aterrou em Paris às 5 h e 30 min do dia seguinte. Das 7 h e 15 min até às 15 h e 20 min o mesmo avião foi preparado para o próximo voo, que levantou 2 h mais tarde.
- 9.1. Quanto tempo o avião ficou no ar?
  - 9.2. Quanto tempo permaneceu em terra entre os dois voos?
10. Nos Jogos Olímpicos de 2008 em Pequim uma nadadora iniciou a sua prova de estilo livre às 10 h 16 min 20 s e terminou às 10 h 20 min 55 s, fazendo 8 piscinas (comprimentos). Sabendo que uma piscina olímpica tem 50 m de comprimento, responde às seguintes questões:
- 10.1. Quantos metros fez a nadadora?
  - 10.2. Quanto tempo levou para fazer a respectiva prova?
11. Numa prova de corrida, modalidade estafeta 4 × 100 m, que começou pelas 21 h 15 min 10 s, o último atleta da equipa vencedora alcançou a linha de chegada às 21 h 18 min 23 s.
- 11.1. Qual é a distância que cada um dos atletas percorreu?
  - 11.2. Que distância percorreram os atletas da equipa no total?
  - 11.3. Quanto tempo levaram os atletas para concluírem a prova?
  - 11.4. Qual é o tempo de corrida, em média, por atleta?

## 2. Noções fundamentais de movimento

### 2.1. Repouso e movimento

Como já referimos, para descrever o movimento de um corpo precisamos de saber as posições que ele ocupa,  $s_x$ , em relação a um referencial ao longo do tempo, ou seja, em instantes de tempo diferentes,  $t_x$ .

Um corpo está em movimento quando a sua posição varia, no decorrer do tempo, em relação ao outro, tomado como referencial.



Fig. 13 – Menina a andar de balanço.

Tanto o balanço como a criança estão em movimento em relação à Terra, às árvores ou a uma casa.

Mas a criança não está em movimento em relação ao balanço. Ela está em repouso.

Quando a posição de um corpo não varia, no decorrer do tempo, em relação ao referencial, ele está em repouso.

Outro conceito importante na descrição do movimento é a trajetória. Sempre que um corpo está em movimento, ocupando várias posições, descreve uma trajetória.

A trajetória de um corpo em movimento é a linha imaginária definida pelas sucessivas posições que o corpo ocupa no decorrer do tempo relativamente a um referencial.



Fig. 15 – Dentro da piscina o nadador descreve uma trajetória retilínea.



Fig. 16 – O atleta acabou de descrever uma trajetória curvilínea.

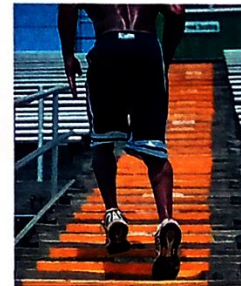


Fig. 17 – A correr pela escada acima, o atleta descreve uma trajetória retilínea.

Dependendo do referencial, a trajetória pode ser retilínea ou curvilínea (parabólica, circular, elíptica), determinando o tipo de movimento.

Assim, os movimentos classificam-se em **movimentos retilíneos** e **movimentos curvilíneos**.

#### Vou aprender

- Noção de repouso e movimento
- Conceito de velocidade
- Aplicação do significado físico da velocidade na resolução de exercícios

Os conceitos de movimento e de repouso são relativos!

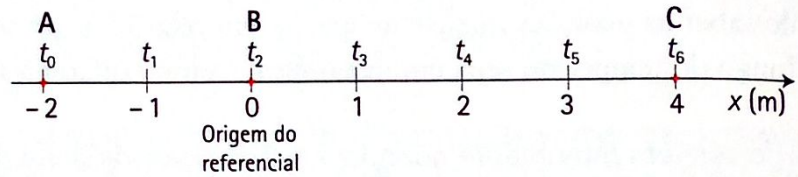


Fig. 14 – Quando o jogador corre com a bola nas mãos, ela está em repouso em relação ao jogador.

- A seta assinala o sentido positivo do movimento.
- Se o sentido for da esquerda para a direita, todas as posições à esquerda de 0 (origem do referencial) são negativas, enquanto as da direita são positivas.
- Conforme o eixo, a coordenada da posição  $s$  pode ser  $x$ ,  $y$  ou  $z$ .

### Movimento retilíneo

Para a descrição do movimento retilíneo usamos como referencial um eixo orientado no sentido do movimento sobre a linha em que se dá o movimento, que pode ser  $Ox$ ,  $Oy$  ou  $Oz$ .



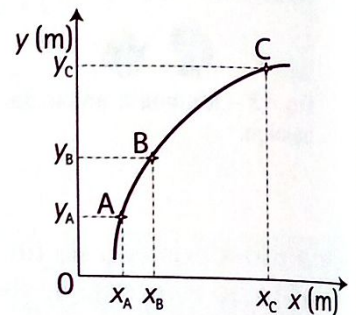
Vamos considerar o movimento de uma formiga sobre uma parede que parte da posição A, passa pela posição B e vai até à posição C, todas elas situadas sobre uma linha recta. Escolhendo como referencial o eixo  $Ox$ , temos:

$$s_i = x_A = -2 \text{ m} \quad \text{e} \quad s_f = x_C = 4 \text{ m}$$

### Movimento curvilíneo

Para a descrição do movimento curvilíneo num plano, usamos como referencial dois eixos coordenados  $Ox$  e  $Oy$ , perpendiculares entre si e com origem comum, o ponto O.

Vamos considerar o movimento da mesma formiga, mas descrevendo uma trajectória parabólica.



Qualquer posição que a formiga ocupa tem duas coordenadas - uma sobre o eixo  $Ox$  e outra sobre o eixo  $Oy$ :

$$s_A (x_A, y_A); s_B (x_B, y_B); s_C (x_C, y_C)$$

Quando conhecemos a trajectória, podemos determinar a posição em cada instante e daí calcular a distância percorrida. Vejamos:

No caso da trajectória retilínea, se a formiga não muda o sentido do movimento, a distância percorrida por ela,  $\Delta s$ , será:

$$\Delta s = s_f - s_i = 4 - (-2) = 4 + 2 = 6 \text{ m}$$

No caso da trajectória curvilínea, o cálculo da distância percorrida pela formiga é mais complicado e vai ser estudado mais tarde.

A distância percorrida ou espaço percorrido por um corpo é a medida do percurso feito por ele sobre a trajectória, por isso o seu valor depende da trajectória.

Quanto maior for o comprimento total da trajectória, maior é a distância percorrida.

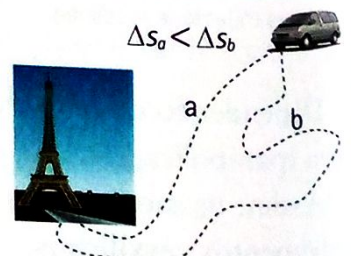


Fig. 19 - A distância percorrida depende da trajectória.



Fig. 18 - Quando é atirada para o cesto, a bola de basquete descreve uma trajectória parabólica.

#### Elementos de descrição de um movimento:

$t_0$  ou  $\tau_i$  - instante inicial, que corresponde ao início da contagem dos tempos,  $t_0 = 0 \text{ s}$ ;

$t_f$  - instante final, que corresponde ao fim da observação, em (s);

$\Delta t$  - intervalo de tempo em que ocorreu a observação, em (s);

$s_0$  ou  $s_i$  - posição inicial, de onde começa o movimento, em (m);

$s_f$  - posição final, onde acaba o movimento observado, em (m);

$\Delta s$  - distância percorrida ou espaço percorrido durante o movimento, em (m).

## 2.2. Velocidade

Observando o movimento de corpos diferentes, geralmente comparamos qual deles é mais rápido ou mais lento, isto é, qual deles percorre a mesma distância em menos tempo.



Fig. 21 – O barco percorre uma determinada distância muito mais rapidamente que o alpinista.

Para comparar a rapidez de dois movimentos temos de medir duas grandezas físicas: a distância e o tempo.

O quociente entre elas define uma outra grandeza física, a velocidade média. **i**

$$\text{velocidade média} = \frac{\text{distância percorrida}}{\text{tempo}}$$

O símbolo da velocidade é  $v$ . Assim:  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  (2.1)

A unidade SI da distância percorrida é o metro (m), enquanto a do tempo é o segundo (s).

Assim, a **unidade SI da velocidade será o metro por segundo (m/s)**.

$$\frac{\text{m}}{\text{s}} = \text{m/s} = \text{m s}^{-1}$$

Contudo, a unidade mais comum de velocidade é o quilómetro por hora (km/h).

Para convertermos km/h em m/s basta aplicar os factores de conversão, estabelecidos pelo SI. Como:

$1 \text{ km} = 10^3 \text{ m} = 1000 \text{ m}$  e  $1 \text{ h} = 60 \text{ min} \times 60 \text{ s} = 3600 \text{ s}$ , tem-se:

$$1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 0,28 \text{ m/s}$$

Na conversão de m/s em km/h procede-se ao contrário:

$1 \text{ m} = 10^{-3} \text{ km} = 0,001 \text{ km}$  e  $1 \text{ s} = 1/3600 \text{ h}$

Assim:

$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{0,001 \text{ km}}{1/3600 \text{ h}} = \frac{0,001 \times 3600}{1} \text{ km/h} = 3,6 \text{ km/h}$$

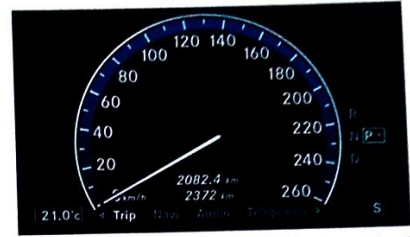


Fig. 20 – O velocímetro de um automóvel marca o valor numérico da “velocidade real” em cada instante, isto é, a rapidez com que este muda a sua posição no tempo.



De facto, a grandeza aqui definida é a rapidez média de um movimento. Em Física, velocidade e rapidez média são grandezas diferentes, mas é com o tempo que perceberás a diferença.

A velocidade é uma **grandeza derivada**, pois depende de duas grandezas fundamentais, e obtém-se a partir da equação de definição.



Como converter km/h em m/s?  
E m/s em km/h?

km/h é uma unidade múltipla do m/s.

## RESUMINDO...

Se um corpo muda de posição em relação a outro, tomado como referencial, ele está em **movimento**; o mesmo corpo está em **repouso** se a sua posição se mantém inalterada.

Os conceitos de movimento e de repouso são **relativos**: dependem do **referencial** escolhido.

A **trajectória** é uma linha imaginária descrita por um corpo em movimento, relativamente a um dado referencial.

De acordo com a forma da trajectória, os movimentos podem ser **rectilíneos** ou **curvilíneos**.

A distância percorrida **depende da trajectória** que o corpo descreve; quanto maior for o comprimento total desta, maior é a **distância percorrida**.

Se um corpo descreve um movimento rectilíneo sem **inversão do sentido** do movimento, a distância percorrida por ele pode ser calculada através da fórmula:  $\Delta s = s_f - s_i$ .

A **velocidade** (símbolo  $v$ ) é o quociente entre a distância percorrida e o intervalo de tempo que demorou a percorrê-la. A unidade SI é o metro por segundo (m/s).

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

## JÁ SEI...

Copia para o teu caderno e completa as frases com as seguintes palavras-chave:

**sofá** **movimento** **repouso** **borboleta a voar** **rectilínea** **curvilíneo**

- Uma pessoa, sentada no sofá a ver televisão, repara numa borboleta a voar.
  - (A) A pessoa está em repouso em relação ao \_\_\_\_\_.
  - (B) A pessoa está em movimento em relação à \_\_\_\_\_.
  - (C) A borboleta está em \_\_\_\_\_ em relação à pessoa.
  - (D) A pessoa, junto com a Terra, está em movimento \_\_\_\_\_ à volta do Sol.
  
- Dois carros seguem numa estrada recta, um ao lado do outro, com a mesma velocidade.
  - (A) Os carros estão em \_\_\_\_\_ em relação à Terra.
  - (B) Os carros estão em \_\_\_\_\_ um em relação ao outro.
  - (C) A trajectória que os carros descrevem é \_\_\_\_\_.
  
- Uma criança anda de carrossel, sentada num carrinho.
  - (A) A criança está em \_\_\_\_\_ em relação aos pais que a observam de fora.
  - (B) A criança está em \_\_\_\_\_ em relação a outra criança sentada à frente.

## ACTIVIDADE EXPERIMENTAL N.º 2 (TRABALHO EM GRUPO)

### Determinação da velocidade média de uma corrida

#### Material necessário:

Cronómetro, giz, fita métrica.

#### Modo de proceder:

1. Procurar, no pátio, um espaço para correr em linha recta.



2. Marcar, com o giz, uma linha recta, sobre a qual os alunos vão correr, assinalando o seu início e a meta final.
3. Dividir o percurso em parcelas de comprimento igual, por exemplo, de 10 m, ficando um aluno no fim de cada parcela.
4. O aluno que vai controlar o tempo (com um cronómetro) fica na linha de partida, acompanhado por um ajudante, e dá o sinal de partida.
5. Cada vez que o corredor passe por um dos alunos das parcelas, estes avisam o controlador do tempo, que por sua vez diz em voz alta o instante de tempo correspondente, anotado pelo ajudante.
6. Terminada a corrida, os alunos registam os valores obtidos nos seus cadernos, preenchendo uma tabela – distância percorrida (m) – tempo (s) – velocidade (m/s).

Distância percorrida, $\Delta s$ (m)	Tempo, $t$ (s)	Velocidade, $v$ (m/s)

Nota: O percurso pode ser feito por dois ou mais alunos, comparando no final quem é o mais rápido.

#### Análise dos dados recolhidos:

Discutindo com os colegas do grupo, tira conclusões sobre as seguintes questões:

1. Em qual das parcelas o corredor foi mais rápido? E mais lento? Justifica com base nos valores obtidos.
2. Qual é a velocidade média do aluno para todo o percurso?
3. Qual dos corredores foi mais rápido? Porquê?

# Aplico

1. Numa corrida de 110 metros barreiras, os atletas partem da mesma linha.
  - 1.1. Qual é a distância que eles percorrem durante a prova?
  - 1.2. Se a linha de partida é a mesma, a linha de chegada também será a mesma?
2. Selecciona a opção que completa correctamente a seguinte frase.  
Se um corpo está em movimento em relação a um referencial, podemos afirmar que...
  - (A) ... está em movimento em relação a qualquer outro referencial.
  - (B) ... a trajectória descrita é a mesma independentemente do referencial.
  - (C) ... pode estar em repouso em relação a outro referencial.
3. O queniano Samuel Wanjiru venceu a maratona nos Jogos Olímpicos de 2008 em Pequim com um novo recorde olímpico de 2 h 6 min 32 s. Sabendo que a prova da maratona é disputada em uma distância de 42,195 km:
  - 3.1. Calcula a velocidade média com que a atleta fez a prova, expressa em km/h.
  - 3.2. Converte o resultado em unidades SI.

## Resolução:

- 3.1. Para expressar a velocidade em km/h precisamos de converter o tempo em horas, ou seja, expressar os 6 minutos em horas e os 32 segundos em horas. Aplicando a regra de três simples, vem:

$$\begin{array}{l} 60 \text{ min são } 1 \text{ h} \\ 6 \text{ min} \text{ — } x \text{ h} \end{array}$$

$$x = \frac{6}{60} = 0,1 \text{ h}$$

ou seja, 6 min = 0,1 h

$$\begin{array}{l} 1 \text{ h tem } 60 \times 60 = 3600 \text{ s} \\ y \text{ h} \text{ — } 32 \text{ s} \end{array}$$

$$y = \frac{32}{3600} = 0,009 \text{ h}$$

ou seja, 32 s = 0,009 h

Assim, o intervalo de tempo, expresso em horas, é:  $\Delta t = 2 + 0,1 + 0,009 = 2,109 \text{ h}$

Finalmente, aplicando a fórmula da velocidade, tem-se:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{42,195 \text{ km}}{2,109 \text{ h}} = 20,0 \text{ km/h}$$

- 3.2. Para converter o resultado em unidades SI, basta aplicar os factores de conversão de km para m e de h para s. Assim:

$$v = \frac{20,0 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{20,0 \times 10^3 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 5,6 \text{ m/s}$$

Outra maneira de resolver esta alínea é aplicando a regra de três simples, como se segue:

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$$

$$42,195 \text{ km} = x \text{ m} \implies x = 42,195 \times 10^3 \text{ m}$$

$$\text{Por outro lado, } 2,109 \text{ h} = 2,109 \times 3600 = 7592,4 \text{ s} = 7,5924 \times 10^3 \text{ s}$$

$$\text{Assim: } v = \frac{42,195 \times 10^3}{7,5924 \times 10^3} = 5,6 \text{ m/s}$$

4. O João fez uma viagem de autocarro entre duas cidades, A e B, que distam 280 km, em 3 horas e meia.
  - 4.1. Calcula a velocidade média com que ele viajou.
  - 4.2. Na volta, viajando com a mesma velocidade média, o autocarro passou pela localidade C, demorando 2 horas no percurso de B para C.

- 4.2.1. A que distância de B se encontra C?
- 4.2.2. Sabendo que ele levou mais 1 hora até chegar à cidade A, calcula a velocidade média com que ele viajou entre C e A.
- 4.2.3. Se o limite de velocidade numa auto-estrada é de 120 km/h, podemos garantir que o João não excedeu este limite? Justifica.
5. Federica Pellegrini, nadadora italiana, especialista nos 200 metros livres, nos Jogos Olímpicos de 2008 em Pequim fez um tempo recorde de 1 min 55 s na prova de 200 m livres, sagrando-se campeã olímpica.
- 5.1. Sabendo que o comprimento de uma piscina olímpica é de 50 m, quantas piscinas (comprimentos) fez a nadadora?
- 5.2. Qual a velocidade média com que ela fez o percurso total de 200 m? Expressa o resultado em m/s e em km/h.
- 5.3. Sabendo que ela fez o terceiro comprimento em 30 s, calcula a velocidade média respectiva a este comprimento. Neste percurso ela foi mais lenta ou mais rápida em relação à distância total?
6. Na tabela seguinte está representado o movimento de um caracol sobre uma linha recta.

s (cm)	0	5	8	12
t (min)	0	1,5	3,0	4,5

- 6.1. Calcula a velocidade com que o caracol se movimenta nos três intervalos de tempo.
- 6.2. Em qual dos intervalos o caracol é mais rápido? Porquê?

### Resolução:

6.1. Começamos com o cálculo de  $\Delta s$  e  $\Delta t$ , respectivamente. Segundo os dados da tabela, foram observados três intervalos de tempo, nos quais foram percorridas as seguintes distâncias:

$$\Delta t_1 = 1,5 - 0 = 1,5 \text{ min}$$

$$\Delta s_1 = 5 - 0 = 5 \text{ cm, donde:}$$

$$v_1 = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{5}{1,5} = 3,3 \text{ cm/min}$$

$$\Delta t_2 = 3,0 - 1,5 = 1,5 \text{ min}$$

$$\Delta s_2 = 8 - 5 = 3 \text{ cm, donde:}$$

$$v_2 = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{3}{1,5} = 2,0 \text{ cm/min}$$

$$\Delta t_3 = 4,5 - 3,0 = 1,5 \text{ min}$$

$$\Delta s_3 = 12 - 8 = 4 \text{ cm, donde:}$$

$$v_3 = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{4}{1,5} = 2,7 \text{ cm/min}$$

6.2. O caracol é mais rápido no intervalo de tempo de 0 min a 1,5 min, pois a sua velocidade é maior.

7. As tabelas abaixo referem-se aos movimentos de dois corpos, A e B, que descrevem movimentos rectilíneos.

CORPO A				
s (km)	0	12	24	36
t (h)	0	3	6	9

CORPO B					
s (m)	0	15	30	60	75
t (s)	0	2,5	5,0	7,5	10

- 7.1. Calcula a velocidade média dos dois corpos para o intervalo de tempo total.
- 7.2. Expressa a velocidade do corpo A em unidades SI.
- 7.3. Converte a velocidade do corpo B em km/h.
- 7.4. Qual dos dois corpos é mais rápido? Porquê?
- 7.5. Qual é a distância que o corpo A percorre em 10 h?
- 7.6. Quanto tempo leva o corpo B a percorrer 100 m?

**Vou aprender**

- A caracterizar um movimento rectilíneo uniforme (M.R.U.)
- As leis do M.R.U.
- A representação sob a forma de tabelas e gráficos do M.R.U.

**Definição de M.R.U.**

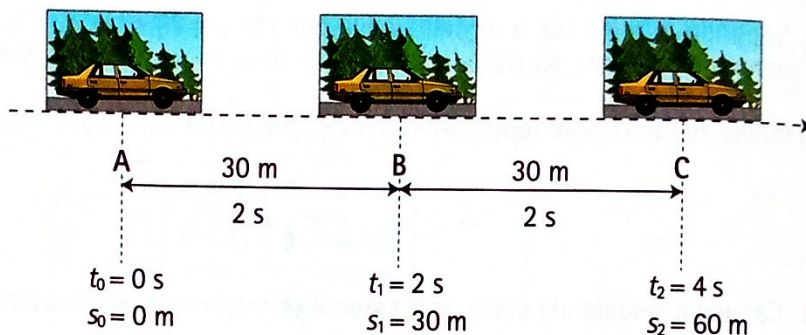
Quando um corpo percorre, sobre uma recta, espaços iguais em intervalos de tempo iguais sem inversão de sentido está em M.R.U.

### 3. Movimento rectilíneo uniforme (M.R.U.)

#### 3.1. O que é o M.R.U.?

Este é o tipo de movimento mais simples, em que o corpo móvel descreve uma trajectória rectilínea, percorrendo distâncias iguais em intervalos de tempos iguais sem inversão de sentido.

Consideremos um carro em movimento numa estrada rectilínea, que ocupa sucessivamente as posições A, B e C, percorrendo 30 metros em 2 segundos.



Para os dois intervalos de tempo representados, temos:

De A para B:  $\Delta t_1 = t_1 - t_0 = 2 - 0 = 2 \text{ s}$   
 $\Delta s_1 = s_1 - s_0 = 30 - 0 = 30 \text{ m}$

De B para C:  $\Delta t_2 = t_2 - t_1 = 4 - 2 = 2 \text{ s}$   
 $\Delta s_2 = s_2 - s_1 = 60 - 30 = 30 \text{ m}$

Assim, a velocidade correspondente a cada intervalo de tempo será, respectivamente:

$$v_1 = \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1} = \frac{30 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 15 \text{ m/s} \quad v_2 = \frac{\Delta s_2}{\Delta t_2} = \frac{30 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 15 \text{ m/s}$$

Ou seja,  $v_1 = v_2 = 15 \text{ m/s} = \text{const.}$  **i**

#### 3.2. Leis do M.R.U.

A partir do exemplo anterior podemos deduzir duas das leis do M.R.U.:

**Lei dos espaços (lei do movimento uniforme)**

Num M.R.U. os espaços percorridos são directamente proporcionais aos intervalos de tempo gastos.

**Lei das velocidades**

Num M.R.U. a velocidade não muda, é constante.

$$v = \text{const.} \quad (2.2)$$



Um movimento é uniforme quando a sua velocidade não muda, ou seja, é constante.

Durante um movimento uniforme não há inversão do sentido do movimento; o corpo não pára.

**Leis do M.R.U.**

Lei dos espaços:  $\Delta s \propto \Delta t$

Lei das velocidades:  $v = \text{const.}$

### 3.3. Equações do M.R.U.

A partir das leis do M.R.U. podemos deduzir equações matemáticas que nos permitem calcular directamente a posição em que um corpo móvel se encontra ou o espaço (distância) percorrido durante o movimento. Vejamos:

**Equação das posições** (equação do movimento uniforme) – dá-nos a posição em função do tempo,  $s = s(t)$ .

Para obter esta equação parte-se da lei dos espaços:

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_f - s_i}{t_f - t_i} = \frac{s - s_0}{t - t_0} = \text{const.}$$


onde:

–  $s_0$  e  $t_0$  são a posição e o tempo no início do movimento;

–  $s$  e  $t$  são a posição e o tempo no instante em estudo.

Sabendo que:  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s - s_0}{t - t_0}$

e  $t_0 = 0$  s, vem

$s - s_0 = v t$ , donde:  $s = s_0 + v t$  (2.3) 

Se aplicarmos esta equação ao movimento referido na página anterior, onde  $s_0 = 0$  m e  $v = 15$  m/s, vamos obter:

$$s = 15 t$$

ou seja, podemos obter qualquer posição que o carro pode ocupar em função do tempo.

**Equação dos espaços** – informa-nos sobre as distâncias percorridas em função do tempo,  $\Delta s = \Delta s(t)$ .


Segundo a expressão matemática da velocidade:

$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ , logo:  $\Delta s = v \Delta t$  (2.4) 


Aplicando novamente esta equação para o movimento do nosso exemplo, vem:

$$\Delta s = 15 \Delta t$$

A partir dessa equação podemos calcular a distância (espaço) percorrida pelo carro em qualquer intervalo de tempo.

 Se o movimento começar da origem do referencial, ou seja,  $s_0 = 0$  m, tem-se:

$$s = v t$$

 Se conhecermos as duas posições (final e inicial) e a velocidade do corpo, podemos calcular o tempo em que o móvel atinge a posição final ou o intervalo de tempo que o mesmo leva para percorrer uma distância.

#### Equações de M.R.U.

Equação das posições

$$s = s_0 + v t \quad (2.3)$$

Equação dos espaços

$$\Delta s = v \Delta t \quad (2.4)$$

### 3.4. Tabelas e gráficos do M.R.U.

Em vez de equações matemáticas, muitas vezes usamos tabelas e gráficos, que nos permitem visualizar e, daí, descrever melhor um movimento.



Analisando os dados da tabela podemos concluir:

- Qual é a posição inicial do corpo.
- Qual é o intervalo de tempo em que o movimento foi estudado.
- Qual é o espaço que o corpo percorre em cada intervalo de tempo.



Como construir um gráfico posição-tempo?

O eixo horizontal,  $Ox$ , corresponde ao tempo,  $t$

O eixo vertical,  $Oy$ , corresponde às posições,  $s$ .

#### Tabela posição-tempo

Uma das tabelas mais usadas é a **tabela posição-tempo**. Esta tabela contém os valores das posições que um corpo em movimento ocupa em certos instantes.

Assim, a tabela que corresponde ao movimento por nós considerado em 3.1. será:

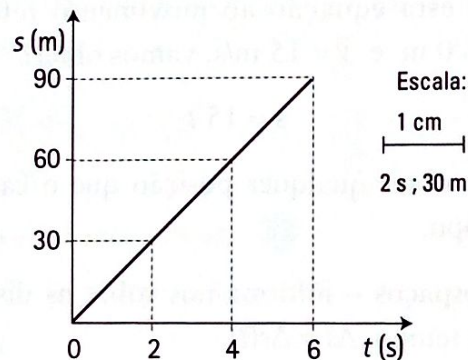
Tempo (s)	0	2	4	6
Posição (m)	0	30	60	90

#### Gráfico posição-tempo ( $s/t$ )

A partir de uma tabela posição-tempo podemos construir um **gráfico posição-tempo**.

Para isso traçamos um sistema de dois eixos ortogonais, onde, numa escala, escolhida previamente, marcamos os valores do tempo e das posições.

Escolhendo uma escala em que 1 cm corresponde a 2 s e 30 m, obtém-se:



O gráfico  $s/t$  correspondente ao M.R.U. é um segmento de recta.

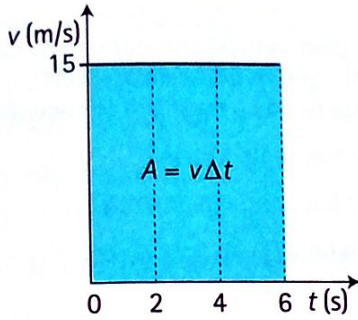
#### Gráfico velocidade-tempo ( $v/t$ )

Outro tipo de gráfico muito útil é o **gráfico velocidade-tempo**. Este representa a variação da velocidade em função do tempo.

Para o movimento do exemplo considerado em 3.1. tem-se:

Tempo (s)	0	2	4	6
Velocidade (m/s)	15	15	15	15

Assim, o gráfico respectivo será: **i**



Analisando a figura do gráfico, fica claro que a sua área corresponde à distância percorrida  $\Delta s$ .

$$A_{\text{rectângulo}} = \Delta s = v \Delta t$$

**i** – O gráfico velocidade-tempo do M.R.U. é sempre uma recta paralela ao eixo  $Ox$ , pois  $v = \text{const.}$   
 – A área da figura formada pelo gráfico  $v/t$  corresponde à distância percorrida pelo móvel.

**?** Como construir um gráfico velocidade-tempo?  
 O eixo horizontal,  $Ox$ , corresponde ao tempo,  $t$ .  
 O eixo vertical,  $Oy$ , corresponde à velocidade,  $v$ .

**RESUMINDO...**

No M.R.U. um corpo móvel percorre, sobre uma recta, espaços iguais em intervalos de tempo iguais sem inversão de sentido.

Durante um M.R.U. a velocidade do corpo móvel não muda,  $v = \text{const.}$  (lei das velocidades).

No M.R.U. os espaços percorridos são directamente proporcionais aos intervalos de tempo gastos (lei dos espaços).

As equações do M.R.U. permitem-nos calcular as posições que o corpo ocupa em determinados instantes de tempo (equação das posições) ou o espaço percorrido durante um certo intervalo de tempo (equação dos espaços).

$$s = s_0 + vt \quad \text{e} \quad \Delta s = v \Delta t$$

Um movimento pode ser representado pelas respectivas equações matemáticas, por tabelas e através de gráficos  $s/t$  e  $v/t$ .

**JÁ SEI...**

Copia para o teu caderno e completa as frases com as seguintes palavras-chave:

- intervalos de tempo
- rectilínea
- iguais
- sentido
- $v/t$
- área
- M.R.U.
- recta

Quando um caracol se movimenta sobre uma linha recta com  $v = \text{const.}$ , ele:

- Percorre espaços \_\_\_\_\_ em \_\_\_\_\_ iguais.
- Está animado de \_\_\_\_\_.
- Não pode mudar de \_\_\_\_\_.
- O gráfico  $s/t$  que descreve o seu movimento é uma linha \_\_\_\_\_.
- Descreve uma trajectória \_\_\_\_\_.
- Percorre uma distância que pode ser calculada através da \_\_\_\_\_ do gráfico \_\_\_\_\_.

# Aplico

1. A Maria, encontrando-se a 10 m de sua casa, parte com uma velocidade constante de 2,0 m/s em direcção à escola, andando sempre em linha recta. Sabendo que, a partir deste ponto, a Maria levou 15 min para chegar à escola e que esta fica situada na mesma rua da casa, responde às seguintes questões:
- 1.1. Qual é a equação das posições correspondente ao movimento da Maria?
  - 1.2. A que distância da casa ela se encontra 8 min depois do início do movimento?
  - 1.3. Qual é a distância que a Maria percorreu até chegar à escola?

### Resolução:

1.1. Segundo os dados,  $s_0 = 10$  m,  $v = 2,0$  m/s.

Assim, aplicando a equação (2.3), temos:  $s = s_0 + vt$ , donde:  $s = 10 + 2,0 t$ .

1.2. Substituindo na equação das posições  $t = 8$  min, expressos em segundos, vem:

$$t = 8 \text{ min} = 8 \times 60 = 480 \text{ s} \implies s = 10 + 2,0 t = 10 + 2,0 \times 480 = 970 \text{ m}$$

1.3. Substituindo pelo tempo que a Maria levou para chegar à escola, vamos obter a posição final (onde a escola se encontra em relação a casa):

$$t = 15 \text{ min} = 15 \times 60 = 900 \text{ s} \implies s = 10 + 2,0 t = 10 + 2,0 \times 900 = 1810 \text{ m}$$

Assim,  $\Delta s = s - s_0 = 1810 - 10 = 1800$  m

2. Um comboio, deslocando-se entre duas localidades, A e B, a 45 km/h, está animado de M.R.U.
- 2.1. Sabendo que a distância entre as localidades é de 6 km, calcula o tempo que o comboio leva para percorrer esta distância.
  - 2.2. Se ele passou pela localidade A às 6 h e 45 min, a que horas o mesmo passou pela localidade B?
3. As tabelas abaixo referem-se aos movimentos de dois corpos, A e B, que descrevem movimentos rectilíneos.

CORPO A					CORPO B				
$s$ (km)	0	10	20	30	$s$ (m)	10	15	20	25
$t$ (h)	0	3	6	9	$t$ (s)	0	2	5	9

- 3.1. Qual dos dois corpos está animado de M.R.U.? Justifica.

### Resolução:

3.1. Pela análise da tabela do corpo A, vê-se que ele está animado de M.R.U.

Para confirmar esta afirmação, podemos calcular os espaços percorridos e os intervalos de tempo respectivos, obtendo-se:

$$\Delta s = 10 - 0 = 20 - 10 = 30 - 20 = 10 \text{ m, ou seja, os espaços percorridos são iguais.}$$

$$\Delta t = 3 - 0 = 6 - 3 = 9 - 6 = 3 \text{ s, ou seja, os intervalos de tempo são iguais.}$$

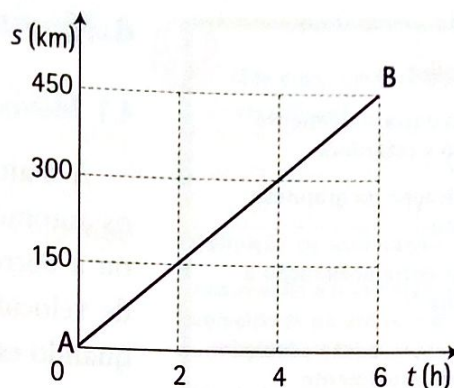
Quanto ao corpo B, este percorre espaços iguais, pois:  $\Delta s = 15 - 10 = 20 - 15 = 25 - 20 = 5$  m,

mas os intervalos de tempo não são iguais:  $\Delta t_1 = 2 - 0 = 2$  s;  $\Delta t_2 = 5 - 2 = 3$  s;  $\Delta t_3 = 9 - 5 = 4$  s.  
Logo o movimento do corpo B não é uniforme.

- 3.2. Calcula a velocidade do corpo A em unidades SI.
- 3.3. Qual é a posição inicial do corpo B? Justifica.
- 3.4. Calcula a distância percorrida pelo corpo A no intervalo de tempo de 3 a 9 segundos.
- 3.5. Em qual dos intervalos de tempo o corpo B é mais rápido? E mais lento?
- 3.6. Constrói o gráfico  $s/t$  referente ao movimento do corpo A.

4. Um autocarro saiu da cidade A para a cidade B, deslocando-se de acordo com o gráfico ao lado.

- 4.1. Classifica o movimento, justificando.
- 4.2. Qual é a distância entre as duas cidades?
- 4.3. Qual é a velocidade do automóvel?
- 4.4. Quanto tempo o motorista levou a percorrer a distância de 400 km?
- 4.5. Constrói o gráfico  $v/t$  correspondente ao movimento.



**Resolução:**

4.1. O movimento é M.R.U., pois o gráfico  $s/t$  é uma linha recta, ou seja, percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais.

4.2. Segundo os valores marcados no eixo das posições,  $\Delta s = s_B - s_A = 450 - 0 = 450$  km.

4.3. Aplicando a fórmula:  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Leftrightarrow v = \frac{450 \text{ km}}{6 \text{ h}} = 75 \text{ km/h}$

4.4. Se percorre 450 km em 6 h

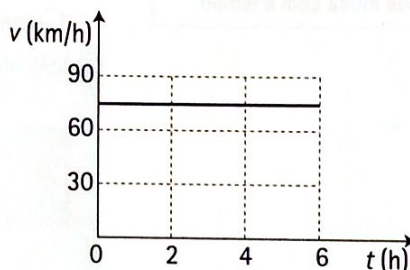
$$400 \text{ km vai percorrer em } x \text{ h, donde: } x = t = \frac{400 \times 6}{450} = 5,33 \text{ h}$$

$$\text{Ou, ainda, partindo da equação: } v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{400}{75} = 5,33 \text{ h}$$

4.5. Sabendo que se trata de M.R.U. com  $v = 75 \text{ km/h} = \text{const.}$ , podemos preencher a seguinte tabela:

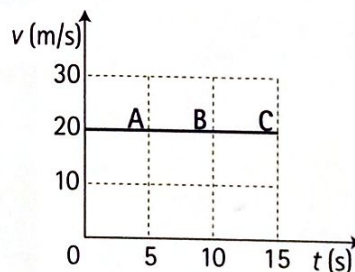
Tempo (h)	0	2	4	6
Velocidade (km/h)	75	75	75	75

Para construir o gráfico  $v/t$ , escolhemos um sistema de dois eixos  $Ox$  e  $Oy$ , fazendo corresponder os valores do tempo no eixo  $Ox$  e os valores da velocidade no eixo  $Oy$ .



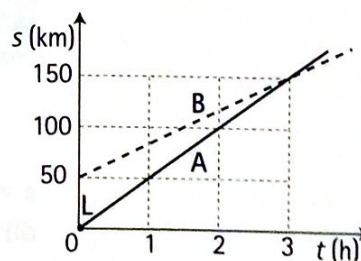
5. Considera o gráfico referente ao movimento de um corpo que se desloca em linha recta entre os pontos A, B e C.

- 5.1. Indica o tipo de movimento do corpo, justificando.
- 5.2. Qual é a velocidade com que ele se desloca?
- 5.3. Calcula a distância que ele percorreu entre A e B e entre B e C e a distância total entre A e C.



6. Dois carros, A e B, seguem a mesma estrada com M.R.U. No instante  $t = 0$  h o carro A passa por uma localidade L. Considerando o gráfico ao lado, determina:

- 6.1. A posição do carro B no instante inicial.
- 6.2. O valor da velocidade de cada carro.
- 6.3. A que distância da localidade L um dos carros ultrapassa o outro. Justifica.



**Vou aprender**

- Distinção entre movimento acelerado e retardado
- Caracterização da grandeza aceleração
- Distinção entre aceleração e velocidade
- Caracterização e interpretação das leis do movimento retilíneo uniformemente acelerado (M.R.U.A.)
- Construção e interpretação de gráficos  $v/t$  para o M.R.U.A.
- Diferenciação entre M.R.U. e M.R.U.A.
- Descrição do movimento de queda livre dos corpos
- Caracterização e interpretação das leis do movimento retilíneo uniformemente retardado (M.R.U.R.)



Um movimento é variado quando a sua velocidade muda com o tempo.

## 4. Movimento variado (M.V.)

### 4.1. Movimento acelerado e retardado

A maioria dos corpos móveis à nossa volta, como, por exemplo, os automóveis, os comboios, os aviões ou mesmo as pessoas a andar ou a correr, estão animados de movimento variado, pois diminuem de velocidade para fazerem uma curva ou aumentam de velocidade quando estão a descer.



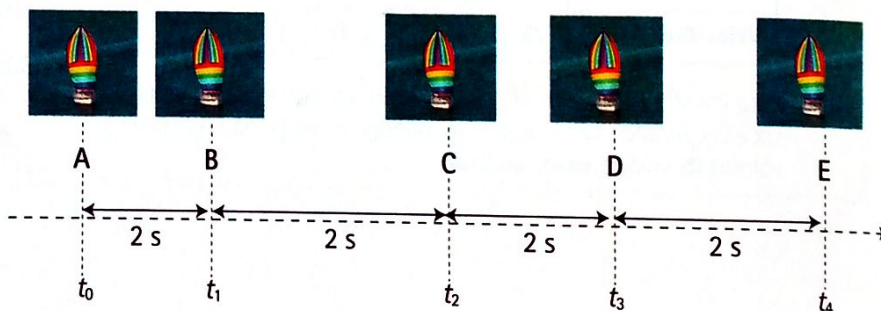
Fig. 22 – Jovem de bicicleta a descer.



Fig. 23 – Automóvel a fazer uma curva.

O movimento variado é o tipo de movimento mais frequente, em que o corpo móvel percorre distâncias diferentes em intervalos de tempos iguais. A velocidade varia durante o movimento, aumentando ou diminuindo. **i**

Consideremos um barco à vela em movimento no mar, que ocupa sucessivamente as posições A, B, C, D e E.



A tabela a seguir mostra a velocidade do barco, movido pelo vento.

Posição do barco	A	B	C	D	E
Tempo (s)	0	2	4	6	8
Velocidade (m/s)	2	4	7	5	6

Analisando a tabela, fica claro que, em intervalos de tempo iguais, a velocidade do barco muda, aumentando (de A a B; de B a C; de D a E) ou diminuindo (de C a D), conforme a força do vento.

Se calcularmos a variação da velocidade para um certo intervalo de tempo, por exemplo, de A a B:

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_B - v_A}{t_B - t_A}$$

vamos obter uma nova grandeza, denominada **aceleração**, cujo símbolo é  $a$ :

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} \quad (2.5)$$

onde:

$v_0$  e  $t_0$  são a velocidade e o tempo no início do movimento;  
 $v$  e  $t$  são a velocidade e o tempo no instante em estudo.

Quando a velocidade do corpo aumenta com o tempo ( $\Delta v > 0$ ), o movimento diz-se **acelerado** e, quando diminui ( $\Delta v < 0$ ), diz-se **retardado**.

Já estudámos na subunidade anterior que quando um corpo se move com velocidade constante e sem inversão de sentido tem movimento uniforme. Contudo, existem outros tipos de movimentos, como o movimento acelerado e retardado, que provavelmente são aqueles com os quais estás mais familiarizado. Nestes movimentos a velocidade varia, aumentando ou diminuindo. Vejamos os seguintes exemplos que ilustram alguns movimentos variados:



Fig. 24 – Corrida de Fórmula 1: os carros variam a sua velocidade ao longo da prova.



Fig. 25 – Prova de windsurf. os atletas aproveitam o vento para aumentarem a sua velocidade.



Fig. 26 – Montanha-russa: a velocidade varia de acordo com as subidas e as descidas.

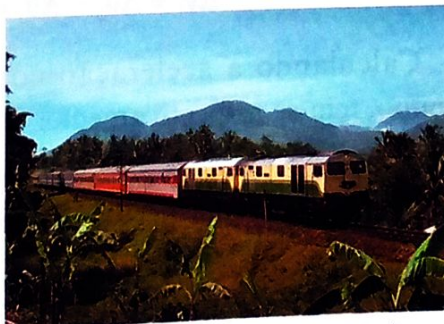


Fig. 27 – Viagem de comboio: ao longo do percurso a velocidade varia.



Mas como caracterizar a variação da velocidade?

#### Definição de aceleração

Accleração é a variação da velocidade de um corpo móvel por unidade de tempo.

#### Unidade de medida da aceleração

$$\frac{\text{m/s}}{\text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s} \times \text{s}} = \text{m/s}^2$$

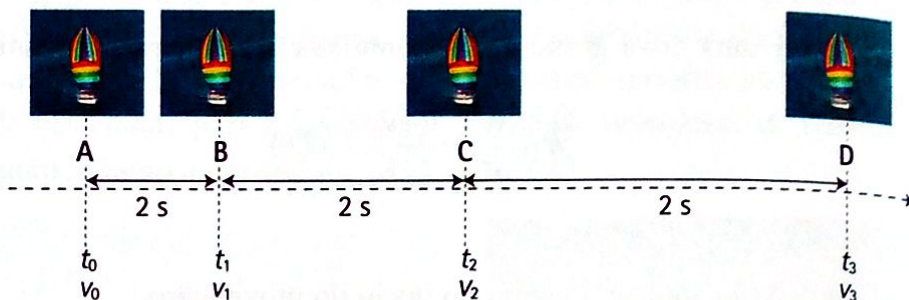
Como verificaste, existe uma grande variedade de movimentos variados. Vamos começar o nosso estudo pelo movimento variado mais simples, o movimento retilíneo uniformemente acelerado.

**Definição do M.R.U.A.**

Quando a **velocidade** de um corpo, em movimento sobre uma recta, **aumenta uniformemente** em intervalos de tempo iguais ( $\Delta v = \text{const.}$ ), ele está em M.R.U.A.

**4.2. Movimento rectilíneo uniformemente acelerado (M.R.U.A.)**

Consideremos novamente o movimento do barco à vela, que ocupa as posições A, B, C e D ao longo do tempo.



Na tabela a seguir está representada a variação da velocidade do barco, que parte do repouso.

Posição do barco	A	B	C	D
Tempo (s)	0	2	4	6
Velocidade (m/s)	0	1	2	3

Para os três intervalos de tempo representados, temos:

De A a B:

$$\Delta t_1 = t_1 - t_0 = 2 - 0 = 2 \text{ s}$$

$$\Delta v_1 = v_1 - v_0 = 1 - 0 = 1 \text{ m/s}$$

De B a C:

$$\Delta t_2 = t_2 - t_1 = 4 - 2 = 2 \text{ s}$$

$$\Delta v_2 = v_2 - v_1 = 2 - 1 = 1 \text{ m/s}$$

De C a D:

$$\Delta t_3 = t_3 - t_2 = 6 - 4 = 2 \text{ s}$$

$$\Delta v_3 = v_3 - v_2 = 3 - 2 = 1 \text{ m/s}$$

**Conclusão:**

$$\Delta v_1 = \Delta v_2 = \Delta v_3 = 1 \text{ m/s} = \text{const.}$$

Calculando a aceleração correspondente a cada intervalo de tempo, tem-se respectivamente:

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

$$a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = \frac{1 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

$$a_3 = \frac{\Delta v_3}{\Delta t_3} = \frac{1 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

ou seja,  $a_1 = a_2 = a_3 = 0,5 \text{ m/s}^2 = \text{const.}$  **i**



A aceleração de um corpo é  $0,5 \text{ m/s}^2$  quando a sua velocidade aumenta  $0,5 \text{ m/s}$  em cada segundo.

## 4.2.1. Leis do M.R.U.A.

A partir desse exemplo podemos deduzir as duas leis do M.R.U.A.

## Lei das velocidades

Num M.R.U.A. as variações de velocidade,  $\Delta v$ , são directamente proporcionais aos intervalos de tempo respectivos.

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \text{const.}$$

## Lei das acelerações

Num M.R.U.A. a aceleração não muda, é constante.

$$a = \text{const.} \quad (2.6) \quad \text{i}$$

## 4.2.2. Equações e gráficos do M.R.U.A.

Do mesmo modo que no M.R.U., podemos deduzir equações matemáticas, que nos permitem calcular directamente a velocidade do corpo móvel num dado instante de tempo, a posição que ele ocupa nesse instante ou o espaço (distância) percorrido durante o movimento. Vejamos:

Equação das velocidades – dá-nos a velocidade em função do tempo,  $v = v(t)$ .

Partindo da lei das velocidades, tem-se:

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \text{const.}$$

onde:

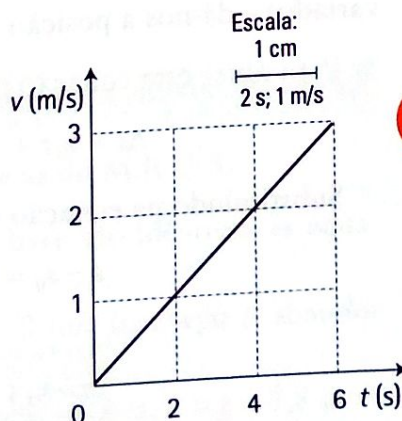
$v_0$  e  $t_0$  são a velocidade e o tempo no início do movimento;  
 $v$  e  $t$  são a velocidade e o tempo no instante em estudo.

Sabendo que:  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0}$  e  $t_0 = 0$  s, vem:

$$v - v_0 = a t, \text{ donde: } v = v_0 + a t \quad (2.7) \quad \text{i}$$

Para o exemplo da página anterior, onde  $v_0 = 0$  m/s e  $a = 0,5$  m/s<sup>2</sup>, temos:  $v = 0,5 t$ .

A partir da equação das velocidades ou baseando-nos nos dados da tabela, referentes a um dado movimento, podemos calcular a velocidade do barco em qualquer instante de tempo e construir o gráfico velocidade-tempo.



## Leis do M.R.U.A.

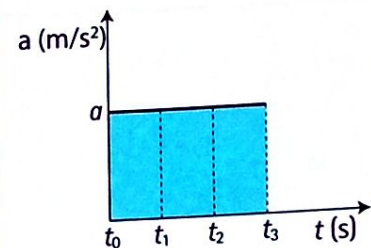
Lei das velocidades:  $\Delta v \propto \Delta t$

Lei das acelerações:  $a = \text{const.}$



– O gráfico aceleração-tempo do M.R.U.A. é sempre uma recta paralela ao eixo  $Ox$ , pois  $a = \text{const.}$

Gráfico aceleração-tempo ( $a/t$ )



## Equação do M.R.U.A.

Equação das velocidades

$$v = v_0 + a t \quad (2.7)$$



Se o movimento começar do repouso, ou seja,  $v_0 = 0$  m/s, tem-se:

$$v = a t$$



Como construir um gráfico velocidade-tempo?

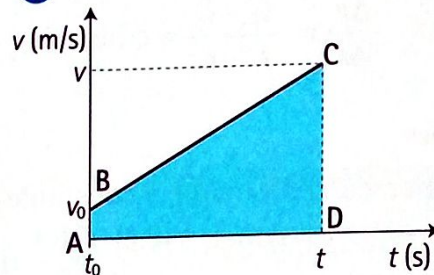
O eixo horizontal,  $Ox$ , corresponde ao tempo,  $t$ .

O eixo vertical,  $Oy$ , corresponde à velocidade,  $v$ .

O gráfico velocidade-tempo tem grande importância para o estudo do M.R.U.V. porque através dele podemos deduzir a equação dos espaços.

**Equação dos espaços** – informa-nos sobre as distâncias percorridas em função do tempo,  $\Delta s = \Delta s(t)$ .

Tal como no M.R.U., podemos calcular a distância (espaço) percorrida pelo corpo móvel através da área limitada no gráfico  $v/t$  (a figura sombreada). **i**



em que:

$v_0$  e  $t_0$  são a velocidade e o tempo no início do movimento;

$v$  e  $t$  são a velocidade e o tempo no instante em estudo.

Neste caso a área limitada é um trapézio ABCD com:

$$A_{\text{trapézio}} = \frac{b+B}{2} \times h$$

onde:

$b$  é a base menor do trapézio,  $b = AB = v_0$ ;

$B$  é a base maior do trapézio,  $B = DC = v$ ;

$h$  é a altura do trapézio,  $h = t - t_0 = t$  ( $t_0 = 0$  s).

Assim, para o espaço percorrido, temos:  $\Delta s = \frac{v_0 + v}{2} \times t$ .

Mas, segundo a equação das velocidades  $v = v_0 + a t$ , e substituindo na equação acima, vem:

$$\Delta s = \frac{v_0 + v_0 + a t}{2} \times t = \left( \frac{2v_0 + a t}{2} \right) \times t = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\Delta s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (2.8)$$

**Equação das posições** (equação do movimento uniformemente variado) – dá-nos a posição em função do tempo,  $s = s(t)$ .

Para obter esta equação parte-se da equação dos espaços:

$$\Delta s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2, \text{ onde } \Delta s = s - s_0$$

Substituindo na equação dos espaços, obtém-se:

$$s - s_0 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \text{ donde:}$$

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (2.9)$$



– O gráfico velocidade-tempo do M.R.U.A. é sempre uma recta.

– A área da figura formada pelo gráfico  $v/t$  corresponde à distância percorrida pelo móvel.

**Equações do M.R.U.A.**

Equação dos espaços

$$\Delta s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (2.8)$$

Equação das posições

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (2.9)$$

Esta equação pode aplicar-se em todos os casos particulares de M.R.U.A., tais como:

- o corpo móvel parte da origem das posições,  $s_0 = 0$  m;
- o corpo móvel parte de repouso,  $v_0 = 0$  m/s; **i**
- o movimento de queda livre.

### 4.2.3. Movimento de queda livre

Este tipo de movimento é um caso particular de M.R.U.A., em que um corpo, abandonado de uma certa altura, está sujeito, exclusivamente, à atracção da Terra. **i**



Fig. 28 – Um corpo em queda livre.

Uma vez que a aceleração é igual para todos os corpos em queda livre para a Terra e resulta da acção da gravidade terrestre, ela é denominada **aceleração de gravidade**. Representa-se pelo símbolo  $g$ .

O seu valor numérico, determinado experimentalmente, varia com a altitude do lugar da Terra.

Para todos os lugares da Terra ao nível do mar, o valor de  $g$  é  $9,8$  m/s<sup>2</sup> ou aproximadamente  $10$  m/s<sup>2</sup>.

O valor da aceleração de gravidade na Lua é  $1,6$  m/s<sup>2</sup>, ou seja, na Terra os corpos caem mais rapidamente do que na Lua.

Este tipo de movimento foi estudado por Galileu Galilei, que estabeleceu a seguinte lei:

**O movimento de queda livre é rectilíneo e uniformemente acelerado.**

Por isso, as suas leis são as mesmas que as do M.R.U.A.

As equações do movimento de queda livre são idênticas às equações do M.R.U.A., onde:

- a velocidade inicial do corpo é  $v_0 = 0$  m/s (o corpo é abandonado, ou seja, parte de repouso);
- o corpo cai com aceleração de gravidade, ou seja,  $a = g = 9,8$  m/s<sup>2</sup>.

**i** Se o movimento começar da origem do referencial, ou seja,  $s_0 = 0$  m, tem-se:

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Se o movimento começar da origem do referencial ( $s_0 = 0$  m) e a partir de repouso ( $v_0 = 0$  m/s), tem-se:

$$s = \frac{1}{2} a t^2$$

**i** Todos os corpos abandonados no ar caem para a Terra descrevendo uma trajectória rectilínea.

<b>Equações do movimento de queda livre</b>	
Equação da velocidade	
$v = 9,8t$	(2.10)
Equação dos espaços	
$h = 4,9t^2$	(2.11)
Equação das posições	
$s = s_0 + 4,9t^2$	(2.12)

Substituindo esses valores, obtêm-se as seguintes equações:

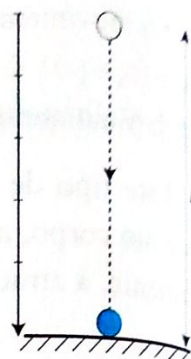
• Equação das velocidades

$$v = v_0 + a t \rightarrow v = g t = 9,8t$$

• Equação dos espaços ( $\Delta s = h$ )

$$\Delta s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \rightarrow h = \frac{1}{2} g t^2 = 4,9t^2$$

onde  $h$  é a altura de onde foi abandonado o corpo.



• Equação das posições

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$s = s_0 + \frac{1}{2} g t^2 \Leftrightarrow s = s_0 + 4,9t^2$$

**Definição do M.R.U.R.**

Quando a **velocidade** de um corpo, em movimento sobre uma recta, **diminui** uniformemente em intervalos de tempo iguais ( $\Delta v = \text{const.}$ ), ele está em M.R.U.R.

**4.3. Movimento rectilíneo uniformemente retardado (M.R.U.R.)**

Como já foi referido, durante este movimento a velocidade do corpo móvel diminui com o tempo, ou seja,  $v_{\text{final}}$  é menor que  $v_{\text{inicial}}$ .

Assim, se o movimento se dá no sentido positivo da trajectória, a aceleração terá valores negativos,  $a < 0$ .

Nesses casos o valor da aceleração nas equações das velocidades das posições e dos espaços percorridos será acompanhado por um sinal negativo.

No gráfico **aceleração-tempo** os valores da aceleração também são negativos, enquanto o **gráfico velocidade-tempo** revela a diminuição da velocidade:

**Equações do M.R.U.R.**

Equação da velocidade

$$v = v_0 - a t \quad (2.13)$$

Equação dos espaços

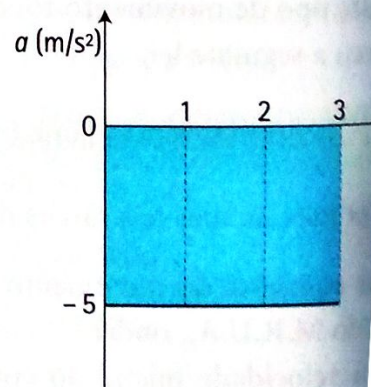
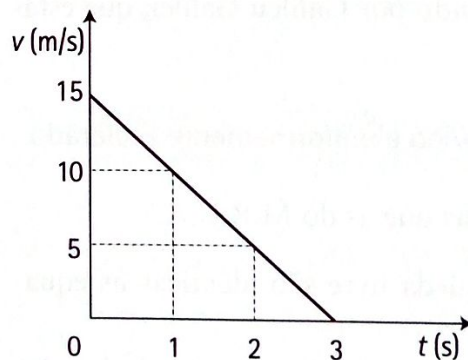
$$\Delta s = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 \quad (2.14)$$

Equação das posições

$$s = s_0 + v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 \quad (2.15)$$



A aceleração de um corpo é  $-5 \text{ m/s}^2$  quando a sua velocidade diminui  $5 \text{ m/s}$  em cada segundo.



## RESUMINDO...

No M.R.U.V. um corpo móvel percorre, sobre uma recta, espaços diferentes em intervalos de tempo iguais.

Durante um M.R.U.V. a aceleração do corpo móvel não muda,  $a = \text{const.}$  (lei das acelerações).

No M.R.U.V. a variação da velocidade é directamente proporcional ao intervalo de tempo gasto (lei das velocidades).

Quando a velocidade aumenta ao longo do tempo, o movimento é **acelerado** e quando diminui é **retardado**.

O gráfico  $a/t$  do M.R.U.V. é uma linha recta paralela ao eixo  $Ox$ , pois  $a = \text{const.}$

O movimento de um corpo, abandonado no ar e sujeito apenas à atracção gravitacional da Terra, está em movimento de queda livre, com  $a = g = \text{const.}$

O **movimento de queda livre** é um caso particular do M.R.U.A.

As grandezas físicas e as respectivas unidades de medida utilizadas na descrição do M.R.U.V. são:

GRANDEZAS FÍSICAS		UNIDADES DE MEDIDA DO SI	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
posição	$s$	metro	$m$
tempo	$t$	segundo	$s$
velocidade	$v$	metro por segundo	$m/s$
aceleração	$a$	metro por segundo ao quadrado	$m/s^2$

## JÁ SEI...

Copia para o teu caderno e completa as frases com as seguintes palavras-chave:

movimento variado hora 20 km diminui capacete travagem recta aceleração  
 projectados eixo regras intervalos de tempo segurança M.R.U.V. acidentes condutores  $v/t$   
 M.R.U.A. varia

- Se um carro percorre espaços diferentes em \_\_\_\_\_ iguais, ele está animado de \_\_\_\_\_.
- Quando um automóvel está em M.R.U.R., a sua aceleração não \_\_\_\_\_ no tempo; a sua velocidade é que \_\_\_\_\_.
- Quando um carro se desloca com uma velocidade de 20 km/h, ele percorre, em média, \_\_\_\_\_ em cada \_\_\_\_\_.
- Muitos \_\_\_\_\_ podem ser evitados desde que os \_\_\_\_\_ respeitem as \_\_\_\_\_ de segurança.
- O gráfico  $a/t$  de um avião em M.R.U.A. é uma linha \_\_\_\_\_, paralela ao \_\_\_\_\_ dos tempos.
- Os cintos de \_\_\_\_\_ protegem os passageiros de serem \_\_\_\_\_ para a frente no caso de \_\_\_\_\_ brusca.
- Se um corpo estiver em \_\_\_\_\_, a distância por ele percorrida pode ser calculada através da área do gráfico \_\_\_\_\_.
- O movimento de queda livre é um \_\_\_\_\_.
- Quando um coco cai na Terra, a sua \_\_\_\_\_ mantém-se constante.
- O uso de \_\_\_\_\_ protege os \_\_\_\_\_ de veículos motorizados em caso de \_\_\_\_\_.

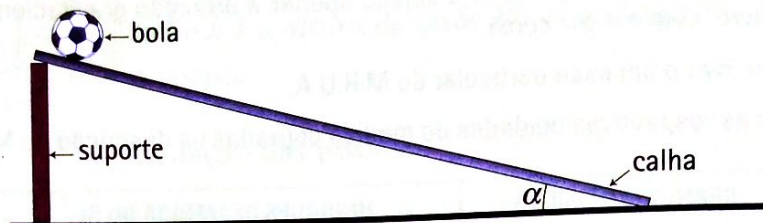
## ACTIVIDADE EXPERIMENTAL N.º 3 (TRABALHO EM GRUPO)

### Determinação experimental de um movimento rectilíneo

**Material necessário:** Calha de alumínio ou outro material qualquer de 2 m de comprimento, uma bola, cronómetro digital, régua, cola, papel milimétrico, um suporte para a calha.

**Montagem:**

1. Montar um plano inclinado, conforme a figura, escolhendo um ângulo de inclinação da calha, suficiente para observar o movimento da bola.



2. Cortar tiras de papel milimétrico e colar ao longo das calhas, marcando intervalos regulares de 40 em 40 cm.

**Modo de proceder:**

1. Um aluno deixa a bola rolar pela calha do ponto mais alto, onde está marcada a posição inicial do movimento,  $s_0$ .
2. Outro aluno, com a ajuda do cronómetro e acompanhado por um ajudante, inicia ao mesmo tempo a contagem dos tempos e diz em voz alta o instante de tempo que corresponde à passagem da bola por cada posição marcada.
3. O ajudante aponta os instantes numa tabela como a representada abaixo.
4. Repetir a experiência no mínimo cinco vezes, para obter um valor médio mais fiável para os instantes de tempo correspondentes a cada posição.

Posição	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 5	Valores médios	
						$t_m$ (s)	$v_m$ (cm/s)
$s$ (cm)	$t_1$ (s)	$t_2$ (s)	$t_3$ (s)	$t_4$ (s)	$t_5$ (s)	$t_m$ (s)	$v_m$ (cm/s)
0	0	0	0	0	0	0	$v_0 = 0$
40							$v_1 =$
80							$v_2 =$
120							$v_3 =$
160							$v_4 =$
200							$v_5 =$

**Cálculos e gráficos:**

1. Calcular o valor médio do instante de tempo correspondente a cada posição, aplicando a fórmula:

$$t_m = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5}$$

2. Calcular o valor médio da velocidade a partir da fórmula:  $v_m = \frac{s - s_0}{\Delta t}$ , usando os valores de  $t_m$  correspondentes a cada posição e  $s_0 = 0$  m.

### ACTIVIDADE EXPERIMENTAL N.º 3 (CONTINUAÇÃO)

3. Calcular as velocidades instantâneas, utilizando os valores de  $v_m$  de cada intervalo de tempo, recorrendo à fórmula  $v_{inst.} = \frac{v_0 + v_m}{2}$ , onde  $v_0 = 0$  m/s (a bola parte do repouso). Com os dados obtidos, preencher a seguinte tabela:

$v_m$ (cm/s)	Fórmula	$v_{instantânea}$ (cm/s)
$v_1(0, 40) =$	$v_{inst. 1} = \frac{0 + v_1}{2}$	$v_{inst. 1} =$
$v_2(0, 80) =$	$v_{inst. 2} = \frac{0 + v_2}{2}$	$v_{inst. 2} =$
$v_3(0, 120) =$	$v_{inst. 3} = \frac{0 + v_3}{2}$	$v_{inst. 3} =$
$v_4(0, 160) =$	$v_{inst. 4} = \frac{0 + v_4}{2}$	$v_{inst. 4} =$
$v_5(0, 200) =$	$v_{inst. 5} = \frac{0 + v_5}{2}$	$v_{inst. 5} =$

4. Com os valores de velocidade instantânea e da posição para cada instante, completar a tabela, calculando o valor da aceleração para cada intervalo de tempo  $[t_1, t_2]$ ,  $[t_2, t_3]$ ,  $[t_3, t_4]$ ,  $[t_4, t_5]$ .

Tempo (s)	Posição (cm)	Velocidade (cm/s)	Aceleração (cm/s <sup>2</sup> )
$t_0 = 0$	$s_0 = 0$	$v_0 = 0$	—
$t_1 =$	$s_1 = 40$	$v_{inst. 1} =$	$a_1 =$
$t_2 =$	$s_2 = 80$	$v_{inst. 2} =$	$a_2 =$
$t_3 =$	$s_3 = 120$	$v_{inst. 3} =$	$a_3 =$
$t_4 =$	$s_4 = 160$	$v_{inst. 4} =$	$a_4 =$
$t_5 =$	$s_5 = 200$	$v_{inst. 5} =$	$a_5 =$

5. Numa folha de papel milimétrico construir os gráficos  $s/t$ ,  $v/t$  e  $a/t$  com os valores da tabela anterior.

#### Análise dos dados recolhidos:

Discutindo com os colegas do grupo, tira conclusões sobre as seguintes questões:

1. A velocidade da bola durante o percurso é constante? Justifica.
2. Escreve as equações das posições, dos espaços e das velocidades para o movimento da bola.
3. A partir da equação das velocidades calcula a aceleração da bola. O valor obtido está em conformidade com o valor encontrado na tabela anterior?
4. A aceleração da bola é constante ou não? Justifica.
5. Classifica o movimento da bola, mencionando:
  - 5.1. O tipo de movimento (M.R.U., M.R.U.A. ou M.R.U.R.). Justifica.
  - 5.2. O estado inicial da bola (repouso ou movimento). Justifica.
  - 5.3. O tempo total para percorrer a distância total.

## SEGURANÇA RODOVIÁRIA

### Sensibilização ao tema:

A sociedade moderna depende cada vez mais dos meios de transporte. Mas o aumento da intensidade do tráfego (rodoviário, marítimo e aéreo) tem os seus aspectos negativos sobre a qualidade da vida das pessoas, tais como:

- congestionamento das principais vias de transporte;
- maior consumo de combustíveis fósseis;
- maior poluição atmosférica e sonora;
- efeitos psicológicos negativos, como aumento do *stress* das pessoas;
- aumento dos acidentes de viação, etc.

### Sabias que...

A maioria dos acidentes de viação deve-se a falhas humanas e não mecânicas?

Apenas 6% dos acidentes têm como causa o mau estado das vias?

Cada dia que passa torna-se mais urgente tomar medidas para a segurança e prevenção de uma vida mais saudável para que a qualidade da vida de cada um de nós possa aumentar. Entre essas medidas podemos destacar:

- melhoria das condições de segurança dos automóveis do lado da indústria automóvel;
- procura de novas fontes de energia para os vários meios de transporte;
- aumento da consciência humana sobre a importância de respeitar as normas e regras de segurança rodoviária.

### Discussão:

Face aos vários meios de transporte existentes, as causas de acidentes e os meios da sua prevenção, discute na sala de aulas os seguintes aspectos:

#### Principais causas de acidentes de viação:

- Velocidade excessiva
- Ultrapassagens perigosas
- Desrespeito pela sinalização
- Violação das regras de prioridade
- Condução sob efeito de álcool
- Uso de telemóvel durante a condução
- Mau estado das estradas
- Má visibilidade durante chuvas e nevoeiros

#### Como prevenir acidentes rodoviários?

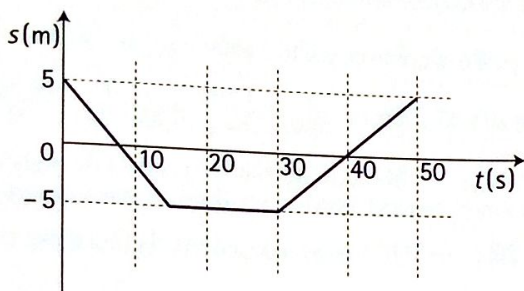
##### Para isso basta...

- Respeitar o código de estrada
- Não consumir álcool enquanto conduz ou se for conduzir
- Usar sempre o cinto de segurança
- Usar sempre capacete quando conduzir motorizadas
- Não utilizar o telemóvel a conduzir
- Manter o seu carro em boas condições através de revisões periódicas (pneus, luzes, travões, etc.)
- Descansar periodicamente em viagens longas

1. Que meios de transporte conheces?
2. Já assististe a algum acidente de viação? Quais foram as causas?
3. Como poderia prevenir-se o acidente?
4. Porque é que o uso de cinto de segurança é tão importante?
5. O que fazer quando, estando a conduzir, começa uma chuva intensa?
6. Onde deves atravessar uma estrada?
7. Porque é que os pneus gastos ou "carecas" são perigosos?

# Aplico

1. O gráfico a seguir refere-se às posições que o Pedro ocupou em função do tempo durante o seu movimento.



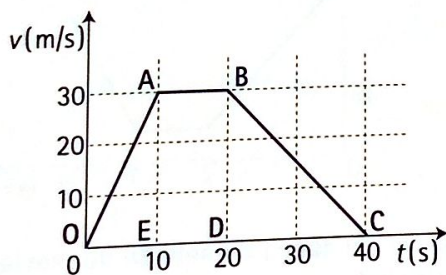
1.1. Este gráfico pode representar uma das seguintes situações. Qual?

- (A) Saindo da casa, o Pedro desceu a rua em linha recta, atravessou a linha férrea e subiu a seguir por uma rampa.
- (B) O Pedro saiu de casa, parou para descansar e seguiu em frente, no mesmo sentido, percorrendo um espaço maior.
- (C) O Pedro saiu de casa, parou na escola e cumprimentou um amigo e voltou para casa pelo mesmo caminho.

1.2. Analisando o gráfico, completa as seguintes frases.

- (A) A posição da casa é \_\_\_\_\_.
- (B) Nos primeiros 15 s o Pedro deslocou-se no sentido \_\_\_\_\_ da trajectória.
- (C) O Pedro esteve parado durante \_\_\_\_\_ na posição \_\_\_\_\_.
- (D) A distância de casa à escola é de \_\_\_\_\_.

2. Durante o seu movimento numa estrada rectilínea, um veículo muda a sua velocidade conforme mostra o gráfico.



- 2.1. Qual é o valor da velocidade nos instantes  $t=30$  s e  $t=40$  s?
- 2.2. Qual é a velocidade máxima que o veículo atingiu, expressa em km/h?
- 2.3. Durante quanto tempo ele manteve essa velocidade?
- 2.4. Qual o valor da aceleração média nos primeiros 10 s? E nos últimos 20 s?
- 2.5. Classifica o movimento do veículo nos intervalos de tempo  $[0; 10]$  s,  $[10; 20]$  s e  $[20; 40]$  s, justificando.
- 2.6. Calcula, graficamente, a distância percorrida pelo veículo nos 40 s do movimento.

**Resolução:**

- 2.1. Segundo os dados do gráfico, para  $t = 30 \text{ s} \Rightarrow v = 15 \text{ m/s}$  e para  $t = 40 \text{ s} \Rightarrow v = 0 \text{ m/s}$ .
- 2.2. A velocidade máxima atingida é de  $30 \text{ m/s}$ . Assim,  $v = 30 \text{ m/s} = 30 \times 10^{-3} \text{ km/s} = 30 \times 10^{-3} \times 3600 = 108 \text{ km/h}$
- 2.3. O veículo manteve a velocidade máxima durante  $10 \text{ s}$ , pois  $20 - 10 = 10 \text{ s}$ .
- 2.4. Sendo  $a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$ , para o intervalo de  $0$  a  $10 \text{ s}$  tem-se:  $a_{0,10} = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{30 - 0}{10 - 0} = 3 \text{ m/s}^2$ .  
 E para o intervalo de  $20$  a  $40 \text{ s}$ , tem-se:  $a_{20,40} = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{0 - 30}{40 - 20} = \frac{-30}{20} = -1,5 \text{ m/s}^2$ .
- 2.5. No intervalo de  $[0; 10] \text{ s} \rightarrow$  M.R.U.A. no sentido positivo da trajectória, pois a velocidade aumenta uniformemente ( $a = 3 \text{ m/s}^2 = \text{const.}$ ); tanto a velocidade como a aceleração têm valores positivos.  
 No intervalo de  $[10; 20] \text{ s} \rightarrow$  M.R.U. no sentido positivo da trajectória, pois a velocidade é constante e tem valores positivos.  
 No intervalo de  $[20; 40] \text{ s} \rightarrow$  M.R.U.R. no sentido positivo da trajectória, pois a velocidade diminui uniformemente ( $a = -1,5 \text{ m/s}^2$ ); a velocidade tem valores positivos, mas a aceleração é negativa.
- 2.6. A distância percorrida é igual à soma das áreas das figuras correspondentes aos intervalos de tempo em que o movimento é de um único tipo, ou seja:

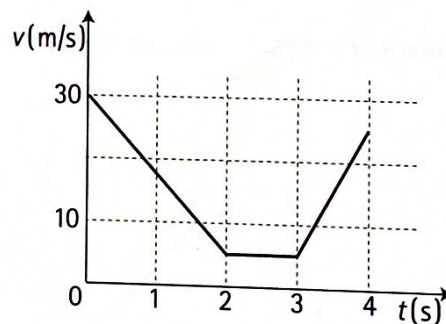
$$\Delta s_{\text{total}} = A_{\Delta OAE} + A_{\square ABDE} + A_{\Delta BCD} = \frac{10 \times 30}{2} + 10 \times 30 + \frac{20 \times 30}{2} = 150 + 300 + 300 = 750 \text{ m}$$

Ou ainda:

$$\Delta s_{\text{total}} = A_{\Delta OAE} + A_{\square ABCE} = \frac{10 \times 30}{2} + \frac{30 + 10}{2} \times 30 = 150 + 600 = 750 \text{ m}$$

Recordar:  $A_{\text{triângulo}} = \frac{a \times b}{2}$  e  $A_{\text{trapézio}} = \frac{a + b}{2} \times h$

3. Analisando o gráfico a seguir, escolhe, das expressões sublinhadas, as que tornam verdadeiras as frases de A a D.



- (A) De  $0 \text{ s}$  a  $4 \text{ s}$  houve/não houve mudança de sentido do movimento, porque a velocidade tem sempre um valor positivo/negativo.
- (B) No intervalo de tempo de  $0 \text{ s}$  a  $2 \text{ s}$  o movimento do corpo foi retardado/acelerado no sentido positivo/negativo da trajectória com aceleração média de  $12,5 \text{ m s}^{-2}/-12,5 \text{ m s}^{-2}$ .
- (C) No instante  $2 \text{ s}$  o corpo parou/não parou.
- (D) No intervalo de tempo de  $3 \text{ s}$  a  $4 \text{ s}$  o corpo deslocou-se com movimento retardado/acelerado no sentido positivo/negativo da trajectória com aceleração média de  $20 \text{ m s}^{-2}/-20 \text{ m s}^{-2}$ .
4. As seguintes afirmações referem-se ao M.R.U.V. Classifica-as em verdadeiras e falsas.
- (A) A aceleração é constante.
- (B) As variações de velocidade são diferentes em intervalos de tempo iguais.
- (C) A trajectória é sempre rectilínea.

- (D) A velocidade e a aceleração têm sempre o mesmo sinal.  
 (E) A velocidade e a aceleração têm sinais opostos se o movimento for retardado.

5. Um automóvel, deslocando-se numa estrada rectilínea, começou a travar a partir de uma velocidade de 30 m/s, conforme os valores da seguinte tabela.

Tempo decorrido (s)	0	10	20	30	40	50	60
Velocidade (m/s)	30	25	20	15	10	5	0

- 5.1. Em que sentido se dá o movimento? Justifica.  
 5.2. Qual é a variação da velocidade nos 60 s de movimento?  
 5.3. Calcula o valor da aceleração média do automóvel para o intervalo de tempo de 0 s a 60 s.  
 5.4. Que tipo de movimento experimentou o automóvel no intervalo de tempo considerado?

6. Um carro, partindo do repouso, percorre 150 m em 5 s. Sabendo que o mesmo se desloca com M.R.U.A.:

- 6.1. Determina a sua aceleração.  
 6.2. Determina as velocidades do carro nos instantes  $t = 2$  s e  $t = 4$  s.  
 6.3. Calcula a distância percorrida pelo carro durante os primeiros três segundos.

**Resolução:**

6.1.

Dados:

M.R.U.A.

$v_0 = 0$  m/s

$\Delta t = 5$  s

$\Delta s = 150$  m

$a = ?$

Fórmulas resolventes:

$$\Delta s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Substituição e cálculos:

$$150 = 0 \times 5 + \frac{1}{2} a \times 5^2$$

$$a = 12 \text{ m/s}^2$$

6.2.

Dados:

M.R.U.A.

$v_0 = 0$  m/s

$a = 12$  m/s<sup>2</sup>

$t = 2$  s

$t = 4$  s

$v_{2s} = ?$

$v_{4s} = ?$

Fórmulas resolventes:

$$v = v_0 + a t$$

Substituição e cálculos:

Para  $t = 2$  s:

$$v_{2s} = 0 + 12 \times 2 = 24 \text{ m/s}$$

Para  $t = 4$  s:

$$v_{4s} = 0 + 12 \times 4 = 48 \text{ m/s}$$

6.3.

Dados:

M.R.U.A.

$v_0 = 0$  m/s

$a = 12$  m/s<sup>2</sup>

$t = 3$  s

$\Delta s_{[0,3]s} = ?$

Fórmulas resolventes:

$$\Delta s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Substituição e cálculos:

Para  $t = 3$  s:

$$\Delta s = 0 \times 3 + \frac{1}{2} \times 12 \times 3^2$$

$$\Delta s = 6 \times 9 = 54 \text{ m}$$

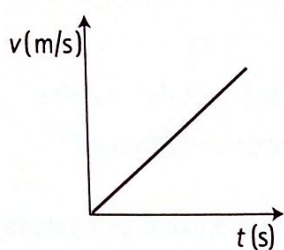
7. Na tabela seguinte estão registadas as velocidades instantâneas de um automóvel que se desloca com aceleração constante.

Tempo decorrido (s)	1	2	3	B	5	7
Velocidade (m/s)	4	8	A	16	C	28

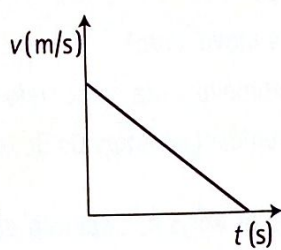
7.1. Completa a tabela, atribuindo valores às letras A, B e C.

7.2. Calcula o valor da aceleração do automóvel.

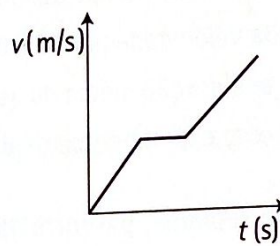
7.3. Qual dos gráficos a seguir poderá representar o referido movimento?



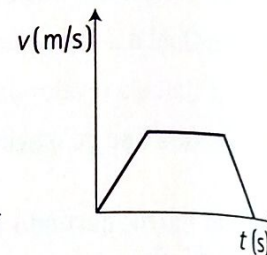
(A)



(B)



(C)



(D)

8. Abandonou-se uma pedra de uma altura de 125 m, num local onde  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

8.1. Quanto tempo levou a pedra para atingir o solo?

8.2. Com que velocidade chegou ao solo?

8.3. Que tipo de movimento possui a pedra durante a queda? Justifica.

9. Num lugar da Terra, onde  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , é abandonado um corpo, que leva 4 s para atingir o solo. Calcula para este corpo:

9.1. a altura da queda;

9.2. a distância que o corpo percorreu nos primeiros dois segundos;

9.3. a velocidade do corpo nos instantes 1 s e 4 s.

10. Considera as seguintes situações:

(A) Um corpo, lançado de baixo para cima, que sobe até parar, caindo em seguida.

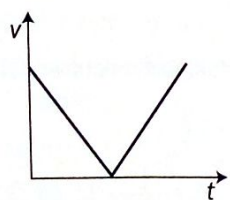
(B) Um carro que trava uniformemente, pára e continua acelerando uniformemente, no mesmo sentido.

(C) Um carro em movimento uniforme, que começa a acelerar no mesmo sentido.

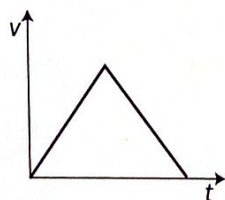
(D) Um carro a acelerar uniformemente e sem mudar de sentido começa a travar uniformemente.

(E) Um corpo em queda livre que cai sobre a Terra.

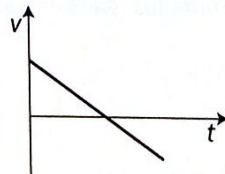
Para cada uma das situações faz corresponder um dos gráficos I, II, III, IV e V.



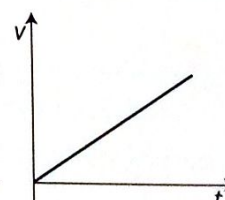
I



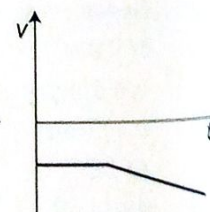
II



III



IV



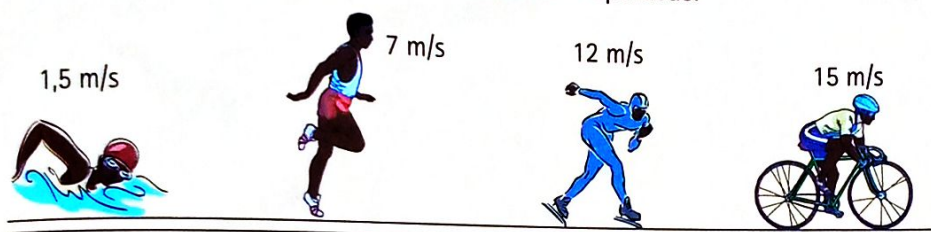
V

11. Classifica o tipo de trajectória descrita nos seguintes movimentos.
- (A) Movimento aparente das estrelas.
  - (B) Sulcos deixados na neve pelos esquiadores.
  - (C) Corpo em queda livre.
  - (D) Movimento dos planetas do Sistema Solar em torno do Sol.
  - (E) Bala lançada de um canhão.

12. O João é um atleta de corta-mato que está a treinar para os campeonatos nacionais. O tempo que o João demorou a efectuar cada percurso foi medido com um cronómetro. Os valores obtidos estão indicados no seguinte quadro.

Percurso efectuado	Espaço percorrido (m)	Tempo (s)	Velocidade média (m/s)
Ao longo dos campos	2000	400	A
Na colina	1200	400	B
No pinhal	2000	500	C

- 12.1. Indica a velocidade média do João em cada percurso, determinando os valores de A, B e C.  
 12.2. Qual foi o espaço total percorrido pelo João?  
 12.3. Que tempo demorou o João ao longo de todo o percurso?
13. A figura representa uma corrida de várias modalidades desportivas.

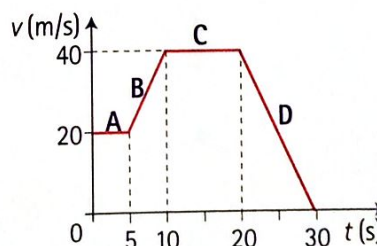


Determina qual dos desportistas demora menos tempo a percorrer o espaço de 1500 m.

14. Um carro move-se com aceleração constante. No quadro seguinte, indicam-se os valores da velocidade do carro, no decorrer do tempo.

Tempo (s)	1	2	3	4	A	6
Velocidade (m/s)	4	8	B	16	20	C

- 14.1. Determina o valor da aceleração do carro.  
 14.2. Completa o quadro calculando os valores de A, B e C.
15. Um carro move-se numa trajectória rectilínea inicialmente com o valor de velocidade de 6 m/s. Depois, acelera uniformemente e atinge o valor de velocidade de 12 m/s ao fim de 3 s.
- 15.1. Constrói o gráfico  $v/t$  que descreve o movimento do carro.  
 15.2. Determina o espaço total percorrido pelo carro ao fim de 3 s.  
 15.3. Determina o valor da aceleração média do carro.
16. O gráfico que se segue traduz o movimento de um dado corpo que descreve uma trajectória rectilínea.
- 16.1. Indica o tipo de movimento do corpo nos trajectos correspondentes aos troços A, B, C e D.  
 16.2. Calcula o valor da aceleração média do corpo nos intervalos de tempo: 5 s a 10 s e 20 s a 30 s.  
 16.3. Determina o espaço percorrido pelo corpo em todo o percurso.





# 3

# DINÂMICA

## 1. FORÇA

- 1.1. Conceito de força
- 1.2. Elementos de uma força
- 1.3. Força resultante
- 1.4. Algumas forças de natureza mecânica

## 2. AS LEIS DE NEWTON

- 2.1. Primeira lei de Newton ou lei da inércia
- 2.2. Segunda lei de Newton ou lei fundamental da dinâmica
- 2.3. Terceira lei de Newton ou lei da acção-reacção

# 3

## DINÂMICA

Como já sabes, o movimento está presente em tudo o que nos rodeia. Mas como acontecem os movimentos? Quais são as causas que os provocam?

Intuitivamente tu sabes a resposta: são as forças que actuam sobre os corpos.

Mas o que é uma «força»? Qual é a sua natureza? Qual é a sua importância no acontecimento de vários fenómenos que observamos diariamente, tais como as alterações do estado de repouso ou de movimento de um corpo, o equilíbrio dos corpos, as deformações, etc.?

As respostas a essas e muitas mais perguntas vão ser dadas nesta unidade.

### Vou aprender

- Conceito de força
- Efeitos de uma força (alteração do estado de repouso ou movimento; deformação de um corpo, etc.)
- Elementos de uma força (ponto de aplicação, direcção, sentido, intensidade)
- Representação gráfica da resultante de forças colineares

## 1. Força

### 1.1. Conceito de força

A «força» é usada por todos nós diariamente e com muita frequência.

Quando empurras uma porta ou levantas um balde de água, tu aplicas uma força. E, para manter o balde levantado, aplicas outra força.



Fig. 1 – A deformação de um balão ocorre quando aplicamos sobre ele uma força.



Fig. 2 – Quando estás a segurar o saco das compras estás a aplicar forças.

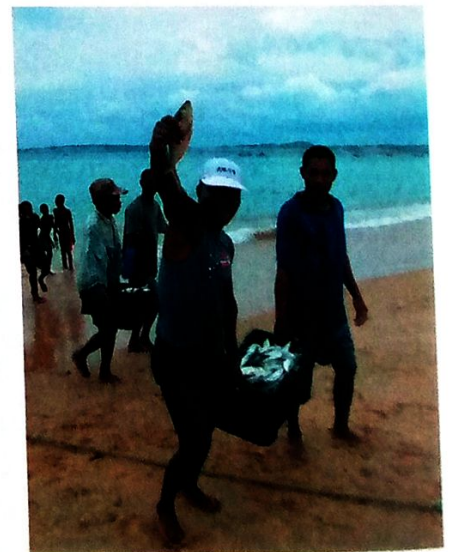


Fig. 3 – Quando transportam o peixe, os pescadores aplicam forças.

O coco cai do coqueiro para a Terra porque esta exerce uma força sobre ele.

Um carro arranca porque o motor desenvolve uma força motora. E quando esmagamos uma folha de papel nós deformamo-la aplicando força.



Fig. 5 – Um carro a arrancar.

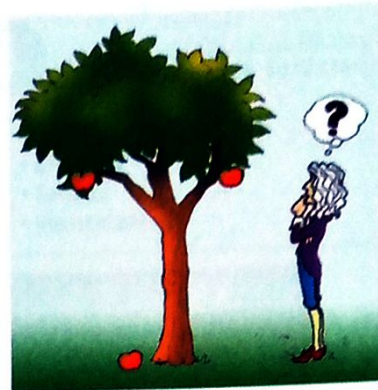


Fig. 4 – Uma fruta a cair de uma árvore devido à força que a Terra exerce sobre ela.

Mas, como é que tu sabes, se a força não se vê? Ela não tem cor nem cheiro, não é feita de nenhuma matéria, não podes tocar nela. Como é que podes ter a certeza que ela existe? **i**

É através dos efeitos que as forças provocam quando actuam sobre os corpos que nós temos conhecimento da sua existência. Assim:

- a porta fecha movendo-se;
- o balde de água já não está no chão; agora ele ocupa uma nova posição;
- o coco caiu mudando também de posição;
- o carro saiu do repouso e entrou em movimento;
- a folha de papel ficou deformada.

Analisando todos esses casos, podemos concluir que as forças surgem quando um corpo interage com outro.

A força é o resultado da interacção entre os corpos.

Dos exemplos que consideramos até agora, fica claro que as forças não têm a mesma natureza. Geralmente, no nosso dia-a-dia, associamos força a esforço muscular. Mas ela pode ter natureza diversa, tal como:

- força mecânica;
- força gravítica;
- força eléctrica;
- força magnética.

**i** O Homem tem noção da existência de uma força pelos efeitos que ela provoca.

**?** Como definir uma força?

As forças gravíticas fazem com que os planetas do Sistema Solar girem à volta do Sol.

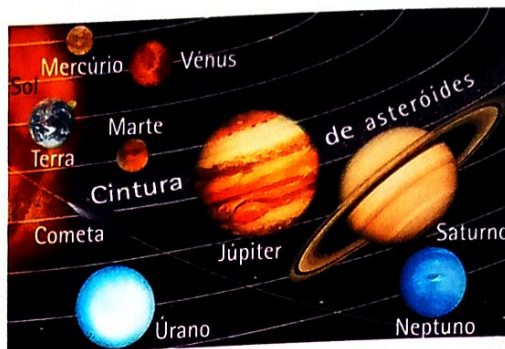


Fig. 6 – Astros do Sistema Solar.

As forças eléctricas fazem com que os pedacinhos de papel sejam atraídos pelo pente.



Fig. 7 – Um pente a atrair pedaços de papel.



Fig. 8 – Íman a atrair ferro.

As forças magnéticas fazem com que o ferro seja atraído pelo íman (Fig. 8).

Quanto à classificação das forças entre os corpos em interacção, as forças podem ser:

- forças à distância;
- forças de contacto.

Deformando uma mola ou chutando uma bola, nós exercemos sobre elas uma força de contacto.

As forças gravíticas, eléctricas e magnéticas são **forças à distância**, pois manifestam-se quando os corpos estão a uma certa distância entre si.

Quando as forças resultam da interacção entre corpos em contacto, elas denominam-se **forças de contacto**.

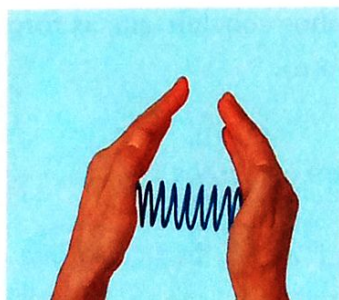


Fig. 9 – Mola a ser deformada.



Fig. 10 – Os jogadores chutam a bola durante o jogo de futebol.

Pressionando as duas extremidades de uma mola, nós deformamo-la.

Chutando a bola, os futebolistas provocam a deformação. Ao mesmo tempo alteram constantemente a velocidade da bola, aumentando-a ou diminuindo-a, e alteram a direcção e o sentido do seu movimento.

As forças podem causar a **deformação** de um corpo alterando a sua forma e/ou modificar as características do seu movimento.

## 1.2. Elementos de uma força

Durante um jogo de basquete o jogador lança a bola várias vezes para o cesto. A força que ele aplica sobre a bola é sempre a mesma? Claro que não! Então, qual é a diferença? **i**

Cada vez que o jogador toca na bola, ele aplica a sua força num ponto diferente, chamado **ponto de aplicação** da força.

Estando longe do cesto, ele aplica uma força maior e estando perto aplica uma força menor. Ou seja, a **intensidade** da força é diferente.

Por outro lado, se o jogador estiver em frente ao cesto, ele atira a bola numa direcção perpendicular a este. Mas se estiver próximo de uma linha lateral, a direcção em relação ao cesto já não é a mesma. Ou seja, a **direcção** da força com que o jogador lança a bola também é diferente.

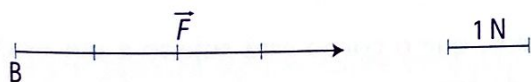
Mas como cada direcção tem dois sentidos, então a força depende também do **sentido**. Por exemplo, a bola pode ser lançada perpendicularmente tanto para o cesto, quer do lado esquerdo, quer do lado direito.

Todas as grandezas físicas que dependem desses elementos denominam-se **grandezas vectoriais**. Os seus símbolos são acompanhados por uma seta. **i**

As forças são grandezas vectoriais de símbolo  $\vec{F}$ , caracterizadas por:

- **Ponto de aplicação** – é o ponto onde a força é aplicada.
- **Direcção** – é a direcção da recta segundo a qual a força actua. A própria recta designa-se por linha de acção da força. Duas forças que actuam sobre a mesma linha de acção denominam-se forças colineares.
- **Sentido** – é a orientação da força numa dada direcção (cada direcção tem dois sentidos).
- **Intensidade** – é o valor da força, expresso por um número, acompanhado pela respectiva unidade de medida.

Graficamente, a intensidade de uma grandeza vectorial é representada através do comprimento do vector, segundo uma escala previamente escolhida. Assim, comparando os vectores, podemos comparar as forças.



A força  $\vec{F}$  tem ponto de aplicação no ponto B, direcção horizontal, sentido da esquerda para a direita e intensidade de 4 N.

A **unidade de medida de força** no Sistema Internacional é o **newton**, de símbolo N, nome atribuído em homenagem ao grande matemático e físico inglês Isaac Newton.

**i** Os elementos que caracterizam uma força são:

- Ponto de aplicação
- Direcção
- Sentido
- Intensidade



Fig. 11 – A força com que a bola é lançada para o cesto depende da posição do jogador.

**i** As grandezas físicas vectoriais representam-se graficamente por vectores.

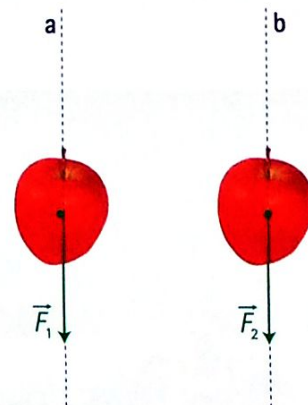


Fig. 12 – As forças  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$  têm a mesma direcção (vertical), mas linhas de acção diferentes (a e b), o mesmo sentido (de cima para baixo) e a mesma intensidade (comprimento igual dos vectores).



Fig. 13 – Isaac Newton (1642-1727), considerado o pai da Mecânica clássica.

Relação entre quilograma-força e newton:

$$1 \text{ kgf} = 9,8 \text{ N}$$

Outra unidade de medida muito usada no dia-a-dia é o **quilograma-força**, símbolo **kgf**, que não pertence ao SI.

A intensidade das forças mecânicas mede-se com **dinamómetros**. Existem vários tipos de **dinamómetros** dos quais o mais usado é o **dinamómetro de mola**.

O seu funcionamento é baseado na deformação (alongamento) de uma mola em hélice, quando esta recebe uma força.

A mola está unida a um cursor que indica, numa escala graduada, o valor da força que é directamente proporcional ao alongamento.

Um corpo de **massa 1 kg** exerce sobre o dinamómetro uma **força de 9,8 N**. Isto significa que o corpo **pesa 1 kgf** ou **9,8 N**. **i**



Fig. 14 – Dinamómetro.



O **peso** de um corpo deve-se à interacção gravitacional entre a Terra e o corpo.

### 1.3. Força resultante

De certeza já observaste muitas situações em que sobre um corpo não actua apenas uma mas várias forças.

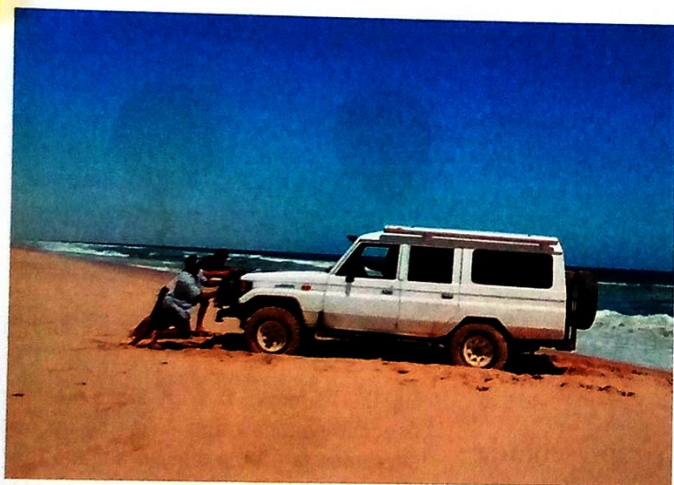


Fig. 15 – Um grupo de pessoas empurram um carro.



Fig. 16 – Dois bois puxam uma carroça.



Como calcular a força resultante?

**Força resultante** é a soma de todas as forças exercidas sobre um corpo.

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

O efeito da **força resultante** sobre um corpo é igual ao efeito produzido pelas várias forças aplicadas nele.

Diz-se, nestes casos, que o corpo está sujeito a um **sistema de forças**. A este sistema de forças corresponde uma única força, denominada **força resultante**,  $\vec{F}_R$ .

Para calcular a força resultante é preciso adicionar as forças que actuam sobre ele, isto é, somar os vectores que representam essas forças.

Vamos considerar apenas os casos em que as forças são colineares, ou seja, actuam sobre a mesma linha de acção. Nestes casos as forças têm a **mesma direcção**.

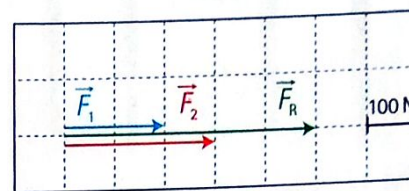
Considerando duas forças,  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$ , são possíveis duas situações:

**As forças têm a mesma direcção e o mesmo sentido**

Neste caso, a  $\vec{F}_R$  tem:

- Direcção – a mesma das forças  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$ ;
- Sentido – o mesmo das forças  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$ ;
- Intensidade – igual à soma das intensidades das forças  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$ .

$$F_R = F_1 + F_2 \quad (3.1)$$



$$F_R = F_1 + F_2 = 200 + 300 = 500 \text{ N}$$

**As forças têm a mesma direcção e sentido oposto**

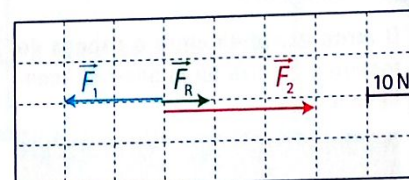


Fig. 17 – Crianças a puxarem uma corda em sentidos opostos.

Neste caso, a  $\vec{F}_R$  tem:

- Direcção – a mesma das forças  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$ ;
- Sentido – o da força com maior intensidade,  $\vec{F}_1$  ou  $\vec{F}_2$ ;
- Intensidade – igual à diferença das intensidades das forças  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$ , subtraindo a força menor à força maior.

$$F_R = F_2 - F_1 \quad (3.2)$$



$$F_R = F_2 - F_1 = 30 - 20 = 10 \text{ N}$$

#### 1.4. Algumas forças de natureza mecânica

##### ► Peso, $\vec{P}$

A força que um planeta exerce sobre qualquer corpo situado próximo da sua superfície denomina-se peso ( $\vec{P}$ ).

As características de  $\vec{P}$  são as seguintes:

- Direcção – vertical;
- Sentido – de cima para baixo.

Peso é uma força à distância.



Fig. 18 – Devido ao peso os corpos em queda caem, pois a Terra atrai para si tudo o que se encontra próximo dela.

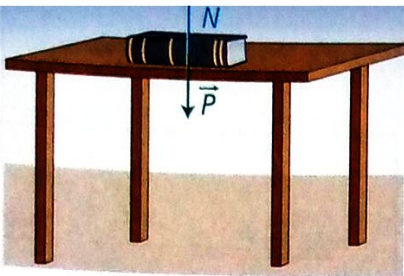


Fig. 19 – Sobre um livro em repouso numa mesa são exercidas duas forças:  $\vec{P}$  e  $\vec{N}$ , iguais em módulo mas de sentidos opostos.

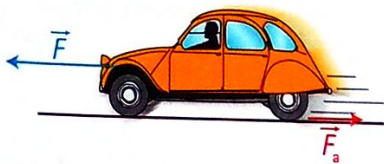


Fig. 20 – Enquanto o carro se desloca para a esquerda sob a acção da força  $\vec{F}$ , a força de atrito actua para a direita, fazendo diminuir a sua velocidade.

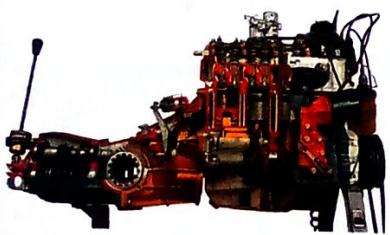
#### Atrito útil...

O atrito existente entre a cabeça do fósforo e a caixa torna possível acender o fósforo.



#### Atrito indesejável...

Para diminuir o atrito entre as peças de um motor recorre-se à lubrificação, evitando assim o desgaste das mesmas.



### ► Força de reacção normal, $\vec{N}$

A força que qualquer superfície exerce sobre os corpos nela apoiados denomina-se força de reacção normal ou força normal.

A força normal é uma força de contacto, que se manifesta sempre que um corpo se encontra sobre uma superfície, esteja ele em movimento ou em repouso.

A força normal,  $\vec{N}$ , tem as seguintes características:

- Direcção – perpendicular à superfície de apoio;
- Sentido – para fora da superfície.

### ► Força de atrito, $\vec{F}_a$

A força que resulta da interacção entre um corpo e a superfície ou o meio em que este se desloca denomina-se força de atrito ou simplesmente atrito.

A  $\vec{F}_a$  tem as seguintes características:

- Direcção – paralela à superfície de contacto;
- Sentido – oposto ao do movimento.

A força de atrito é uma força de contacto que se manifesta apenas quando um corpo, apoiado numa superfície, está em movimento ou em iminência de movimento.

O atrito é muitas vezes útil, mas também pode ser prejudicial. **i**

Se não existisse atrito, o Homem deslizava e não conseguia andar. Por isso é difícil andar na lama descalço sem cair!

Quanto maior for o atrito entre a sola do sapato e a superfície, maior é a segurança com que se caminha.

Se o atrito for indesejável, podemos tomar medidas para diminuir o seu efeito prejudicial.

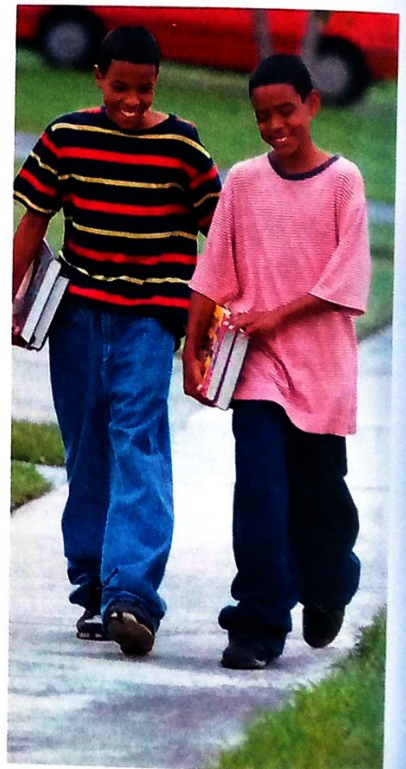


Fig. 21 – Só conseguimos andar porque existe atrito.

## ► Força de tracção, $\vec{T}$

A força exercida sobre um corpo quando este é puxado ou pendurado através de um fio, corda, barra, etc., denomina-se força de tracção.

As características de  $\vec{T}$  são as seguintes:

- Direcção – a do fio;
- Sentido – para fora do corpo.

A força de tracção também é uma força de contacto. Ela manifesta-se apenas quando o corpo é puxado ou pendurado.

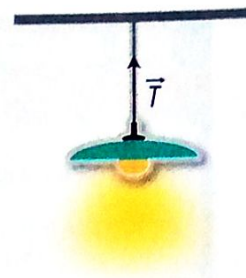


Fig. 22 – Sobre o candeeiro pendurado exerce-se uma força de tracção vertical, de baixo para cima.

### RESUMINDO...

As forças devem-se à **interacção** entre os corpos.

As forças podem **alterar o estado** em que se encontra um corpo, colocando-o em movimento ou fazendo-o parar.

As forças podem **mudar a posição** de um corpo.

As forças podem **deformar** um corpo.

Devido à distância entre os corpos em interacção, as forças podem ser **de contacto** ou **à distância**.

As forças têm **natureza diversa**.

A força é uma **grandeza vectorial** e como tal tem **ponto de aplicação, direcção, sentido e intensidade**.

Quando um corpo está sujeito a um sistema de forças, existe uma **força resultante** cujo efeito é igual ao efeito provocado por todas as forças.

A **medição** das forças efectua-se com dinamómetros.

A unidade de medida da força no SI é o **newton (N)**.

Algumas forças de natureza mecânica são: o peso ( $\vec{P}$ ), a força de reacção normal ( $\vec{N}$ ), a força de atrito ( $\vec{F}_a$ ) e a força de tracção ( $\vec{T}$ ).

### JÁ SEI...

Copia para o teu caderno e completa as frases com as seguintes palavras-chave:

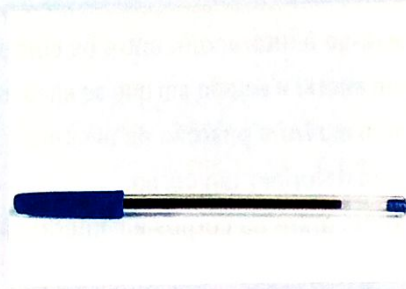
alterar unidade vectoriais newton dinamómetros elementos mola aplicação deformação  
 direcção sentido(s) linha de acção orientação interacções intensidade número  
 quilograma-força

- As forças traduzem \_\_\_\_\_ entre os corpos. Elas podem \_\_\_\_\_ as características do movimento de um corpo e/ou causar-lhe \_\_\_\_\_.
- As forças são grandezas físicas \_\_\_\_\_. Por isso caracterizam-se através de quatro \_\_\_\_\_: ponto de \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_.
- A recta segundo a qual a força actua chama-se \_\_\_\_\_. A sua direcção determina a \_\_\_\_\_ da força. Cada direcção tem dois \_\_\_\_\_, sendo este definido através da \_\_\_\_\_ da força.
- O valor da força, expresso através de um \_\_\_\_\_ e acompanhado por uma \_\_\_\_\_ de medida, é denominado \_\_\_\_\_ da força. A unidade de medida de força no SI é o \_\_\_\_\_, mas o \_\_\_\_\_ é outra unidade muito usada.
- A intensidade das forças mecânicas mede-se com \_\_\_\_\_, dos quais o mais usado é o modelo de \_\_\_\_\_.

## ACTIVIDADE EXPERIMENTAL N.º 4 (TRABALHO EM GRUPO)

## Verificação experimental dos efeitos de uma força

**Material necessário:** Berlinde, elástico, carrinho de brincar, esferográfica, penas leves ou pedacinhos de papel.

**Modo de proceder:**

1. Empurrar o berlinde sobre uma superfície horizontal segundo uma linha recta.
2. Deixar cair o berlinde de uma certa altura em relação à Terra.
3. Esticar o elástico.
4. Deslocar o carrinho sobre uma superfície horizontal em linha recta e em seguida virar para a esquerda.
5. Esfregar a esferográfica no cabelo e em seguida aproximá-la das penas (ou pedacinhos de papel) sem tocar nelas.

**Observações:**

Anotar as observações no quadro seguinte.

FORÇA APLICADA SOBRE	EFEITO PROVOCADO PELA FORÇA	INTERACÇÃO EXISTENTE
Berlinde sobre a superfície		
Berlinde em queda		
Elástico		
Carrinho de brincar		
Penas (ou pedacinhos de papel)		

**Conclusões:**

Tirar uma conclusão generalizada sobre os efeitos que uma força pode provocar.

## EU DISCUTO...

## ATRITO ÚTIL E ATRITO INDESEJÁVEL

## Sensibilização ao tema:

Como já sabes, as forças de atrito devem-se à interacção entre os corpos em movimento e a superfície ou o meio material em que se deslocam, actuando sempre no sentido oposto ao do movimento.

Existem forças de atrito quando um corpo se desloca sobre uma superfície sólida, mas também em líquidos, como na água ou até nos gases, como no ar.



Um avião no ar deve vencer a resistência que o ar opõe ao seu movimento.



A água oferece resistência aos corpos que nela se movimentam.

Por isso a intensidade do atrito depende das características das superfícies em contacto. Superfícies polidas oferecem menor atrito e vice-versa: quanto mais rugosa é uma superfície, maior será a força de atrito que esta oferece ao movimento.

No mundo em que vivemos experimentamos os efeitos do atrito constantemente.

Muitas vezes esses efeitos são úteis, até indispensáveis, por isso o Homem tenta aumentar o atrito. Outras vezes são prejudiciais, tornando o atrito indesejável. Neste caso tomamos medidas para o reduzir.

## Discussão:

1. Analisando as situações a seguir apresentadas, divide-as em dois grupos: um em que o atrito é útil e outro em que o atrito é indesejável.

- 1.1. Pessoa a caminhar numa estrada de terra batida.
- 1.2. Nadador em competição numa piscina.
- 1.3. Violinista a tocar violino.
- 1.4. Corrida de bicicletas.
- 1.5. Jogar futebol.
- 1.6. Movimento das peças de um motor.
- 1.7. Pára-queda em queda com pára-quadras aberto.
- 1.8. Um barco em movimento no mar.
- 1.9. Acender um fósforo.
- 1.10. Movimento de um automóvel na areia.

## Sabias que...

Nos países nórdicos durante o Inverno os carros devem usar correntes nos pneus?

Uma nave espacial no regresso à Terra pode arder ao atravessar a atmosfera terrestre?

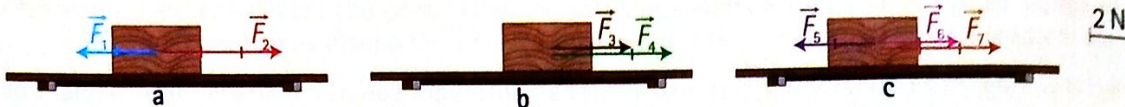
2. Debate com os teus colegas o efeito dos seguintes factores sobre a intensidade do atrito nas situações acima referidas, explicando se este aumenta ou diminui.

- Chuva (situações 1.1, 1.5, 1.7 e 1.10);
- Caixa de fósforos gasta (situação 1.9);
- Uso de toucas e capacetes (situações 1.2 e 1.4);
- Lubrificação deficiente (situação 1.6);
- Uso de arco com cordas gastas (situação 1.3);
- Uso de almofada de ar (situação 1.8).

3. Com a ajuda do professor, discute com os teus colegas as medidas a tomar para diminuir os efeitos prejudiciais do atrito indesejável nas situações acima referidas.

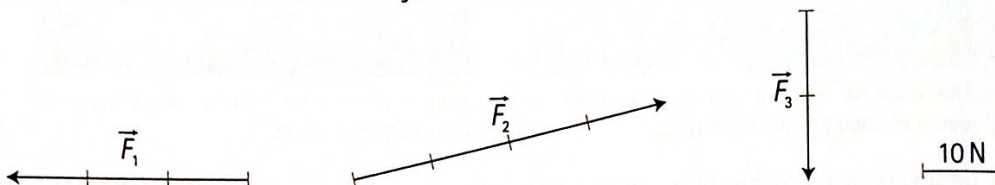
# Aplico

1. Observa as figuras que representam três blocos de madeira em movimento sobre a mesa, sujeitos à acção de um sistema de forças.



Para cada situação a, b e c:

- 1.1. Representa a resultante das forças.
  - 1.2. Calcula a intensidade da resultante das forças.
2. As figuras que se seguem representam graficamente várias forças. Para cada uma dessas forças indica o módulo ou a intensidade, a direcção e o sentido, tendo em atenção a escala.

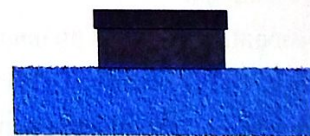


3. Analisando as situações seguintes, completa a tabela.

SITUAÇÕES	TIPO DE FORÇA	EFEITO
Distender uma mola.	Contacto	
Bater numa bola de ténis com a raquete.		Alteração da direcção, do sentido e velocidade da bola.
Aproximar um pente electrizado aos cabelos.		
Chutar uma bola de futebol.		
Aproximar um íman de limalha de ferro.		

4. Uma caixa de peso 450 N é arrastada, horizontalmente, para a esquerda, sobre um pavimento rugoso, com uma força de intensidade 800 N. A intensidade da força de atrito é de 200 N.

- 4.1. A que se deve a existência da força de atrito entre a superfície da caixa e o pavimento?
- 4.2. Representa vectorialmente, utilizando uma escala à tua escolha, todas as forças que actuam na caixa, nomeadamente:
  - a força que provoca o movimento da caixa;
  - a força de atrito;
  - a força gravítica que actua na caixa;
  - a reacção normal exercida pela superfície sobre a caixa.



- 4.3. Classifica essas forças como forças de contacto e forças à distância.
  - 4.4. Quais os agentes em interacção para cada força?
  - 4.5. Calcula a resultante das forças exercidas sobre a caixa.
5. Analisando o efeito do atrito em cada uma das situações seguintes, classifica-as conforme o atrito for uma força útil ou uma força prejudicial.
- (A) Alpinista a escalar uma montanha, utilizando botas próprias.
  - (B) Uma prancha de *surf* a deslizar na água.
  - (C) Pára-quedista com pára-quedas aberto em movimento para a Terra.
  - (D) Bola de *bowling* a deslizar ao longo da pista.
  - (E) Jogar vólei de praia após chover.
  - (F) Tocar chizambiza friccionando a varinha sobre o arco de madeira.

Desde muito cedo o Homem questionou-se sobre o mecanismo do movimento dos corpos, mas até ao século XVII predominavam as crenças em milagres e feitiços, colocando em primeiro plano o sobrenatural e o divino.

Com a Renascença começou a época de desenvolvimento das Ciências Naturais baseado nas experiências dos cientistas, mas os princípios e as teorias que explicam o movimento eram desconhecidos.



Fig. 23 – Galileu Galilei, astrónomo italiano (1564-1642).

Os primeiros estudos do Universo, nos seus diferentes aspectos, devem-se ao famoso astrónomo italiano Galileu Galilei. As suas conclusões defendiam o sistema heliocêntrico de Copérnico, segundo o qual o Sol é o centro do Universo e todos os astros, incluindo a Terra, giram em torno do mesmo.

Mas os cientistas não conseguiam explicar porque é que os astros ficam nas suas órbitas sem cair, nem porque os corpos caídos sempre aterram.

O primeiro que encontra respostas para estas perguntas, mudando totalmente as ideias sobre o mundo, é Newton. As suas leis do movimento definem o papel das forças externas sobre os corpos em repouso ou em M.R.U.

### 2.1. Primeira lei de Newton ou lei da inércia

Na verdade foi Galileu quem, antes de Newton, ao realizar várias experiências, que tu também podes fazer, descobriu a inércia.

Certamente já reparaste que qualquer objecto ao rolar sobre uma superfície pára depois de algum tempo.

Galileu também reparou que, de cada vez que empurrava uma bola sobre um plano horizontal, ela parava depois de percorrer uma certa distância. **i**

Na sua experiência, para diminuir a força de atrito, Galileu poliu o plano e verificou que a bola percorreu maior espaço, apesar de ser empurrada com a mesma força. Quanto mais polida se encontrava a superfície, maior era o espaço que a bola percorria.

Assim, concluiu que, se não existisse atrito, a bola continuaria sempre em movimento rectilíneo e com a mesma velocidade, verificando-se o **princípio da inércia**.

#### Vou aprender

Leis de Newton:

- 1.ª lei de Newton – Princípio da inércia
- 2.ª lei de Newton – Lei fundamental da dinâmica
- 3.ª lei de Newton – Princípio da acção-reacção



Fig. 24 – Galileu a ser julgado pelo Tribunal da Inquisição romana. Foi condenado a abjurar publicamente as suas ideias.



Porque é que a bola pára?



Existe uma força entre a bola e a superfície que actua no sentido oposto ao do movimento, a força de atrito.

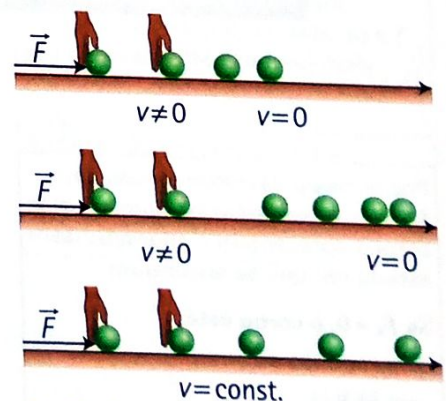


Fig. 25 – Experiência de Galileu.

**ACTIVIDADE EXPERIMENTAL N.º 5 (TRABALHO EM GRUPO)****Verificação experimental da inércia dos corpos**

**Material necessário:** Berlinde ou outra bola qualquer, tábua de madeira com 1 m de comprimento, pedaço de vidro com o mesmo tamanho que a tábua.

**Modo de proceder:**

1. Colocar a tábua e o vidro numa superfície horizontal.
2. De uma das extremidades da tábua, lançar a bola, aplicando uma força suficiente para que ela percorra metade da tábua.
3. Repetir a experiência sobre o pedaço do vidro, aplicando a mesma força sobre a bola.

**Observações:**

Registar as observações sobre o movimento da bola preenchendo os quadros seguintes.

MOVIMENTO SOBRE A TÁBUA	OBSERVAÇÕES
O movimento da bola mudou em alguma coisa durante o percurso?	
O que é que aconteceu com a sua velocidade?	

MOVIMENTO SOBRE O VIDRO	OBSERVAÇÕES
O movimento da bola é idêntico ao verificado sobre a tábua?	
A distância percorrida é menor ou maior (em relação à distância percorrida sobre a tábua)?	

**Conclusões:**

Tira conclusões sobre:

1. O movimento da bola sobre a tábua. De que tipo é?
2. O movimento da bola sobre o vidro. Em que difere em relação ao movimento sobre a tábua?
3. O tipo de movimento que a bola teria se não houvesse atrito.
4. O estado da bola se nenhuma força actuasse sobre ela:
  - 4.1. antes de ser empurrada;
  - 4.2. depois de ter iniciado o seu movimento.
5. Os resultados obtidos estão de acordo com os resultados obtidos na experiência de Galileu?

Por outras palavras, a inércia em Física é a "resistência" que todos os corpos apresentam à alteração do estado em que se encontram.

Se  $F_R = 0$ , o corpo está:

- em repouso ou
- em M.R.U.

Os resultados experimentais obtidos por Galileu sobre a inércia foram traduzidos por Newton na 1.ª lei de Newton ou lei da inércia, cujo enunciado é:

Todo o corpo permanece em repouso ou em movimento rectilíneo uniforme desde que não exista nenhuma força aplicada sobre ele ou que a resultante das forças aplicadas seja nula.

Diariamente encontramos inúmeras situações que se devem à inércia. Por isso os conhecimentos que adquirimos sobre ela ajudam-nos a intervir em muitas situações e evitar possíveis acidentes. Vejamos:



Fig. 26 – O arranque brusco de um carro faz com que os passageiros sejam atirados para trás, pois resistem à mudança do seu estado de repouso.

Por isso o uso de apoios de cabeça nos assentos dos carros protege o pescoço e a cabeça de ferimentos graves.

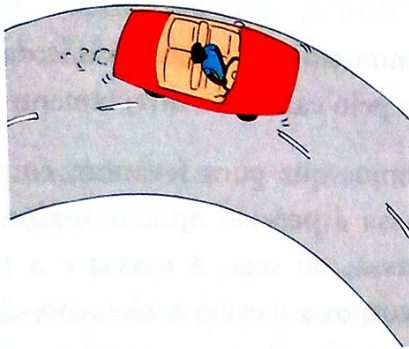


Fig. 27 – Quando o carro faz uma curva para a direita, os corpos dos passageiros inclinam-se para a esquerda, por terem tendência a continuar o seu movimento rectilíneo.

Assim, usando o cinto de segurança é menos provável sermos projectados em caso de acidente.

Mas de que depende a inércia de um corpo? Será que ela é a mesma para todos os corpos?

Pensa num balde de água de 5 kg e outro de 10 kg. Para mudarmos a sua posição, levantando o balde de 5 kg aplicamos uma força menor do que a necessária para levantar o balde de 10 kg.

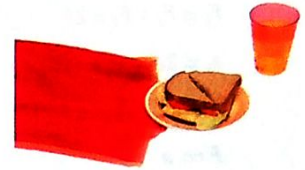
Intuitivamente e por experiência própria tu já sabes a resposta.



Fig. 28 – Levantamento de baldes de água de massas diferentes.



Sabias que podes tirar a toalha de baixo de um prato ou de um copo sem que eles caiam?



Para isso basta puxar a toalha de repente. O prato e o copo permanecerão no seu lugar devido à inércia.



De que depende a inércia de um corpo?

$$F \propto m$$

Maior massa de um corpo exige a aplicação de maior força para mudar o seu estado, ou seja,  $m$  e  $F$  são directamente proporcionais.

A massa de um corpo é uma medida da sua inércia. Assim, corpos de maior massa possuem maior inércia.

## 2.2. Segunda lei de Newton ou lei fundamental da dinâmica

Com certeza já reparaste na diferença que existe quando um carro é empurrado por uma pessoa e quando é empurrado por duas ou mais pessoas, mesmo com forças de igual intensidade.



Fig. 29 – Um carro a ser empurrado por uma pessoa.



Fig. 30 – O mesmo carro a ser empurrado por três pessoas.

$$m_1 = m_2 = \text{const.}$$

$$F_1 = F_2 = F$$

$$F_R = F_1 + F_2 = 2F$$

$$a_2 = 2a_1$$

**Conclusão:**

$$F \propto a$$

No primeiro caso, o carro adquire uma aceleração menor, que aumenta gradualmente conforme o número de pessoas a empurrar (a força resultante aplicada sobre o carro aumenta).

Este exemplo demonstra que a intensidade da força resultante e a aceleração adquirida pelo carro são directamente proporcionais.

Também já referimos que para levantar, empurrar ou parar um corpo de maior massa é preciso aplicar maior força do que num corpo de menor massa, ou seja, a massa e a força aplicada para comunicar aos dois corpos a mesma aceleração são directamente proporcionais.

Então, a intensidade da força  $F$ , aplicada sobre um corpo de massa  $m$  e a aceleração  $a$  que esta massa adquire estão relacionadas entre si.

Quem chegou pela primeira vez a esta relação foi Newton, enunciando assim a lei fundamental da dinâmica (2.ª lei de Newton):

A aceleração,  $a$ , de um corpo móvel de massa  $m$  é directamente proporcional à força  $F$ , que sobre ele actua, tendo  $a$  a direcção e o sentido dessa força.

A expressão matemática da 2.ª lei de Newton é:

$$F = m a \quad (3.3)$$

em que:

$m$  – é a massa do corpo, expressa em kg;

$a$  – é a aceleração que o corpo adquiriu, expressa em  $\text{m/s}^2$ .

A partir da expressão matemática da 2.ª lei de Newton define-se a unidade de medida da grandeza física força:

$$[\text{N}] = \left[ \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

Esta lei explica todos os movimentos que tu já estudaste. Vejamos.

### Definição de newton

1 newton é a força que actuando sobre um corpo de massa 1 kg produz uma aceleração de  $1 \text{ m/s}^2$ .

• Se num corpo de massa  $m$  não for exercida nenhuma força  $F$ , ele não terá aceleração,  $a$ .  
Verifica-se assim o princípio da inércia de Galileu.

• Se num corpo de massa  $m$  for exercida uma força constante,  $F = \text{const.}$ , a sua aceleração também será constante,  $a = \text{const.}$   
Neste caso, o corpo está em M.R.U.V., que pode ser:  
– M.R.U.A., se a força actuar no sentido do movimento do corpo;  
– M.R.U.R., se a força actuar no sentido oposto ao do movimento do corpo.

Se  $F_R = 0$ , então  $a = 0$ .

O corpo está:

- parado ou
- em M.R.U. ( $v = \text{const.}$ ).

Se  $F_R = \text{const.}$ , então  $a = \text{const.}$

O corpo está em M.R.U.V., que pode ser:

- acelerado ( $v$  aumenta) ou
- retardado ( $v$  diminui).

### 2.3. Terceira lei de Newton ou lei da acção-reacção

Quando dois corpos interagem entre si, cada corpo actua sobre o outro, ou seja, existem duas forças que actuam em par, uma em cada corpo.

Newton chamou a estas forças de acção e reacção e enunciou a sua lei da acção-reacção (3.ª lei de Newton):

Qualquer acção de um corpo sobre outro ( $\vec{F}_{\text{acção}}$  ou  $\vec{A}$ ) provoca da parte deste uma reacção ( $\vec{F}_{\text{reacção}}$  ou  $\vec{R}$ ), de módulo igual e com a mesma linha de acção (direcção), mas de sentidos opostos.

$$\vec{A} = -\vec{R} \quad (3.4)$$

As forças do mesmo par acção-reacção (par A/R) podem ser forças de contacto, como no exemplo ao lado, mas também podem ser forças à distância.

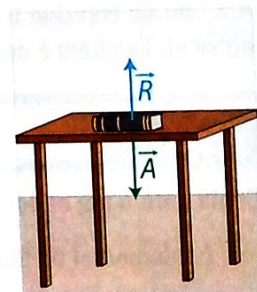
Por exemplo, a Terra actua sobre a Lua ( $\vec{F}_{\text{TL}}$ ), mas a Lua também actua sobre a Terra ( $\vec{F}_{\text{LT}}$ ), ou seja, essas duas forças são forças do mesmo par acção-reacção.

À força de acção que a Terra exerce sobre a Lua deve-se o movimento da Lua à volta da Terra.

Por outro lado, devido à força com que a Lua actua sobre a Terra acontecem as marés, que dependem da posição da Lua em relação ao Sol.

A partir dos exemplos considerados podemos deduzir as características das forças do mesmo par A/R:

- as duas forças têm a mesma natureza, pois são resultado da mesma interacção entre os dois corpos, ou seja, tanto uma como outra podem ser consideradas acção ou reacção;
- as forças do mesmo par A/R nunca são aplicadas no mesmo corpo, ou seja, não têm o mesmo ponto de aplicação;
- as duas forças têm a mesma linha de acção (direcção) e a mesma intensidade;
- as duas forças têm sentidos contrários.



$\vec{A}$  – Acção que o livro exerce sobre a mesa.

$\vec{R}$  – Reacção da mesa sobre o livro.



$$\vec{F}_{\text{TL}} = -\vec{F}_{\text{LT}}$$

$\vec{F}_{\text{TL}}$  – Acção da Terra sobre a Lua.

$\vec{F}_{\text{LT}}$  – Reacção da Lua sobre a Terra.

A 3.ª lei de Newton é menos intuitiva que as leis anteriores, é mais difícil de imaginar. Mas basta pensar em algumas situações que já observaste e tudo fica mais claro.

Vejamos:

**Quando bates com força na mesa sentes dor e quanto mais força aplicas, maior é a dor. Porquê?**

Porque quanto maior for a força de acção com que bates na mesa, maior é a força de reacção com que esta responde, aplicada sobre a tua mão.

**Quando andas num barco a remos, tu aplicas, através do remo, uma força de acção para trás, mas o barco anda para a frente. Porquê?**

Porque a água exerce sobre o remo uma força de reacção, dirigida no sentido contrário, ou seja, para a frente.

Quanto maior for a força de acção que tu aplicas, maior será a força de reacção da água e mais rápido será o movimento do barco.



Porque é que sinto dores se é à mesa que bato?



Fig. 31 – Um barco a remos em movimento.

### RESUMINDO...

Newton, considerado o pai da Mecânica clássica, é o primeiro físico que explica o papel das forças externas sobre os corpos, **enunciando as leis do movimento**.

A **1.ª lei de Newton** refere-se à inércia dos corpos, concluindo que um corpo permanece em repouso ou em M.R.U. eternamente, desde que nenhuma força actue sobre ele ou que a resultante das forças aplicadas seja nula. É conhecida também como a **lei da inércia**.

A **2.ª lei de Newton** relaciona a intensidade de uma força com a massa do corpo sobre o qual essa força actua e a aceleração que o corpo adquire. Devido à sua importância, esta lei é chamada **lei fundamental da dinâmica**:  $F = m a$ .

A **3.ª lei de Newton** traduz a existência de forças de acção-reacção sempre que dois corpos interagem entre si. Também é conhecida como **lei da acção-reacção**:  $\vec{A} = -\vec{R}$ .

### JÁ SEI...

Copia para o teu caderno e completa as frases com as seguintes palavras-chave:

**lei fundamental da dinâmica** **M.R.U.V.** **repouso** **aceleração** **Galileu** **par A/R** **sentidos**  
**princípio da inércia** **lei da acção-reacção** **M.R.U.** **lei da inércia** **constante** **direcção**  
**pontos de aplicação**

- O primeiro cientista que começou estudar o Universo foi \_\_\_\_\_. Entre outras coisas, ele descobriu o \_\_\_\_\_.
- Segundo a \_\_\_\_\_, se a força que actua sobre um corpo for igual a zero ( $\vec{F}_R = 0$ ), ele permanecerá no seu estado de \_\_\_\_\_ ou de \_\_\_\_\_.
- Segundo a \_\_\_\_\_, se a força que actua sobre um corpo de massa  $m$  for igual a zero ( $\vec{F}_R = 0$ ), a sua \_\_\_\_\_ também será zero.
- De acordo com a 2.ª lei de Newton, se a força que actua sobre um corpo de massa  $m$  for constante, ( $\vec{F}_R = \text{const.}$ ), a sua \_\_\_\_\_ também será \_\_\_\_\_ e ele permanecerá em \_\_\_\_\_.
- Quanto maior é a intensidade da resultante das forças que actuam sobre um corpo, maior é a sua \_\_\_\_\_, segundo a \_\_\_\_\_.
- Quando dois corpos, A e B, interagem, as forças exercidas entre eles são do mesmo \_\_\_\_\_, tendo a mesma intensidade e \_\_\_\_\_, mas \_\_\_\_\_ contrários e diferentes \_\_\_\_\_, segundo a \_\_\_\_\_.

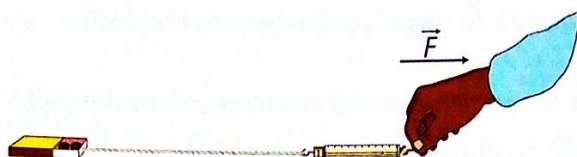
## ACTIVIDADE EXPERIMENTAL N.º 6 (TRABALHO EM GRUPO)

### Verificação experimental da 2.ª lei de Newton

**Material necessário:** Berlindes, linha, caixa de fósforos, dinamómetro.

**Modo de proceder:**

1. Atar a linha à caixa de fósforos, como mostra a figura.



2. Colocar na caixa apenas um berlinde e puxar sobre uma superfície horizontal (mesa) com uma força constante.

3. Anotar o valor da força.

4. Movimentando a caixa com a **mesma velocidade**, acrescentar mais berlindes até encher a caixa e registar os novos valores da força.

5. Repetir a experiência, **mantendo o valor da força**. Registar as observações sobre a velocidade (aumenta/diminui) com que a caixa se movimenta.

**Observações:**

Regista as tuas observações nos quadros seguintes:

N.º DE BERLINDES	VALOR DA FORÇA (N)
1	
3	
5	

N.º DE BERLINDES	VARIAÇÃO DA VELOCIDADE
1	
2	
3	

**Conclusões:**

Analisando os valores dos quadros, tira conclusões sobre:

1. Os efeitos da massa sobre a força aplicada em corpos animados de M.R.U.
2. Os efeitos da massa sobre a velocidade/aceleração com que os corpos se movimentam quando actuados por forças com a mesma intensidade.

# Aplico

1. Classifica as afirmações em verdadeiras ou falsas, **justificando** a tua escolha.

- (A) Segundo a lei da inércia, um corpo não actuado por forças só pode permanecer em repouso.
- (B) Se a resultante das forças que actuam sobre um corpo tiver sentido contrário ao do movimento, a velocidade do corpo diminui.
- (C) Se duplicarmos a intensidade da força resultante aplicada a um corpo, o valor da sua aceleração duplicará também.
- (D) Se uma força aplicada a um corpo de massa  $m$  produz uma aceleração  $a$ , a mesma força aplicada a outro corpo de massa  $\frac{m}{2}$  produzirá uma aceleração  $2a$ .

### Resolução:

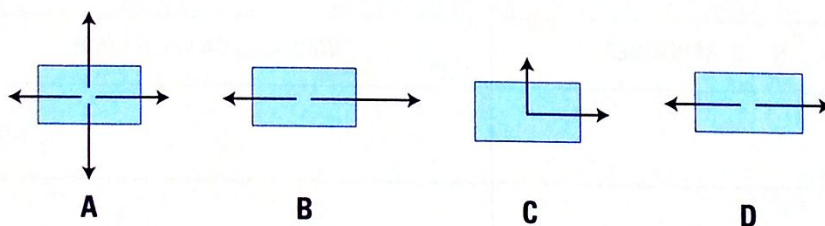
- (A) Segundo a lei da inércia, quando  $F_R = 0$ ,  $a = 0$  também, ou seja, o corpo pode estar em repouso ou animado de M.R.U. (com  $v = \text{const.}$ , donde  $\Delta v = 0$  e  $a = 0$  também). A frase é falsa.
- (B) Quando a resultante das forças aplicadas sobre um corpo actuar no sentido contrário ao do movimento, esta contraria o movimento e a sua velocidade diminui. A frase é verdadeira.
- (C) Segundo a lei fundamental da dinâmica,  $F \propto a$ , logo, aumentando duas vezes a força, aumenta também duas vezes a aceleração. A frase é verdadeira.
- (D) Aplicando a equação matemática da 2.ª lei de Newton,  $F = m a$ , e sendo  $F = \text{const.}$ , podemos escrever:  

$$m = \frac{F}{a}$$
, donde  $m$  é inversamente proporcional a  $a$  ( $m \propto \frac{1}{a}$ ). Assim, diminuindo a massa duas vezes aumenta a aceleração duas vezes. A frase é verdadeira.

2. Considera um corpo em movimento sob acção de várias forças. Diz o que é que acontece com o corpo se todas as forças deixarem de actuar. Justifica a tua escolha.

- (A) Pára imediatamente.
- (B) Pára depois de algum tempo, porque a sua velocidade diminui.
- (C) Continua a mover-se, com M.R.U., com velocidade igual à que o corpo tinha no instante em que as forças deixaram de actuar.

3. Observa os corpos A, B, C e D, sob acção das forças representadas na figura.



3.1. Qual(is) dos corpos pode(m) estar em repouso? Justifica.

3.2. Qual(is) pode(m) estar em M.R.U.? Justifica.

4. Um corpo de 15 kg sob acção de uma força constante,  $F = \text{const.}$ , que actua no sentido do movimento, movimenta-se em linha recta, atingindo uma aceleração de  $3 \text{ m/s}^2$ .

4.1. Qual é o valor da força?

4.2. O movimento do corpo é uniforme ou uniformemente variado?

4.3. A velocidade do corpo aumenta ou diminui durante o movimento? Justifica.

**Resolução:**

4.1.

Dados:

$m = 15 \text{ kg}$

$a = 3 \text{ m/s}^2$

Fórmula resolvente:

$F = m a$

Substituição e cálculo:

Sendo todos os dados expressos em unidades SI, podemos proceder directamente à substituição:

Calcular:

$F = ?$

$F = 15 \times 3 = 45 \text{ kg} \times \text{m/s}^2 = 45 \text{ N}$

4.2. Sendo  $F = \text{const.}$ , então  $a = \text{const.}$ , logo o corpo está em M.R.U.V.

4.3. Como a força actua no sentido do movimento, a velocidade aumenta, ou seja, o movimento é acelerado.

5. Uma pessoa empurra um carrinho de mão de massa 20 kg, aplicando uma força constante de 5 N. Calcula a aceleração do corpo.

**Resolução:**

Dados:

$m = 20 \text{ kg}$

$F = 5 \text{ N}$

Calcular:

$a = ?$

Fórmula resolvente:

$F = m a \Leftrightarrow a = \frac{F}{m}$

Substituição e cálculo:

$a = \frac{5}{20} = 0,25 \text{ m/s}^2$

6. Um automóvel tem massa de 1125 kg. O seu tempo de aceleração de 0 a 100 km/h é de 12,9 s. Sabendo que a massa do motorista é de 90 kg, calcula a:

6.1. aceleração do carro;

6.2. força que actua sobre o carro.

**Resolução:**

Dados:

$m_{\text{carro}} = 1125 \text{ kg}$

$m_{\text{mot}} = 90 \text{ kg}$

$v_0 = 0 \text{ km/h}$

$v = 100 \text{ km/h}$

$\Delta t = 12,9 \text{ s}$

Fórmulas resolventes:

6.1.  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0}$

6.2.  $F = m a$

Substituição e cálculo:

Como as velocidades estão expressas em km/h, temos de convertê-las em m/s. Assim:

$v_0 = 0 \text{ km/h} = 0 \text{ m/s}$

$v = 100 \text{ km/h} = \frac{100 \times 10^3 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 27,8 \text{ m/s}$

6.1.  $a = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{27,8 - 0}{12,9} = 2,2 \text{ m/s}^2$

6.2.  $m_{\text{total}} = m_{\text{carro}} + m_{\text{mot}} = 1125 + 90 = 1215 \text{ kg}$

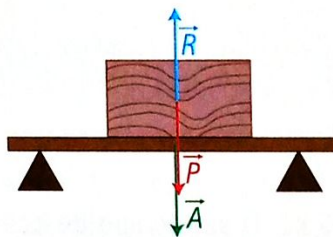
$F = 1215 \times 2,2 = 2673 \text{ N}$

Calcular:

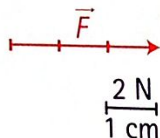
6.1.  $a = ?$

6.2.  $F = ?$

7. Classifica as afirmações seguintes em verdadeiras e falsas, justificando.
- (A) Se um corpo em repouso for actuado por uma força constante, ele ficará com M.R.U.A.  
 (B) Quando a força resultante que actua num corpo for diferente de zero, ele não tem inércia.  
 (C) Se nenhuma força actuar sobre um corpo, ele não tem aceleração.  
 (D) Se a aceleração de um corpo for diferente de zero, a resultante das forças que sobre ele actuam é nula.
8. Sobre um corpo em repouso, de massa igual a 20 kg, aplica-se uma força constante de intensidade 4 N.
- 8.1. Que aceleração adquire o corpo?  
 8.2. Que velocidade terá ao fim de 3 s?  
 8.3. Que tipo de movimento possui o corpo?
9. Considera um corpo de 50 kg, que se desloca em linha recta à velocidade constante de 10 m/s. Num determinado instante, o corpo é actuado por uma força constante,  $\vec{F}$ , de intensidade 40 N, com direcção da trajectória, mas no sentido oposto ao do movimento.
- 9.1. Que tipo de movimento possui o corpo antes da aplicação da força  $\vec{F}$ ?  
 9.2. A velocidade do corpo aumenta ou diminui depois da aplicação da força  $\vec{F}$ ? Porquê?  
 9.3. Calcula a aceleração adquirida pelo corpo depois da aplicação da força  $\vec{F}$ .  
 9.4. Que tipo de movimento possui o corpo depois da aplicação da força  $\vec{F}$ ? Porquê?
10. Considera um bloco sobre uma superfície horizontal. Indica as afirmações verdadeiras e corrige as falsas.



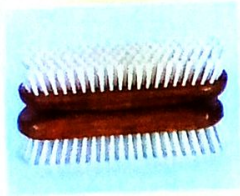
- (A) A força que o bloco exerce sobre a superfície é  $\vec{P}$ .  
 (B) A reacção de  $\vec{P}$  é  $\vec{R}$ .  
 (C) As forças indicadas na figura têm intensidades iguais.  
 (D) As forças  $\vec{P}$  e  $\vec{R}$  são do mesmo par A/R.  
 (E) As forças  $\vec{A}$  e  $\vec{R}$  anulam-se mutuamente.  
 (F) A força exercida pela Terra sobre o bloco é  $\vec{R}$ .
11. Uma força  $\vec{F}$ , como grandeza vectorial que é, pode ser representada por um vector.



Indica no teu caderno, respeitando a escala dada:

- 11.1. Uma força  $\vec{F}_1$ , com a mesma intensidade, direcção e sentido contrário ao de  $\vec{F}$ .  
 11.2. Uma força  $\vec{F}_2$ , perpendicular a  $\vec{F}$  e com a mesma intensidade.  
 11.3. Uma força  $\vec{F}_3$ , com a mesma direcção e sentido de  $\vec{F}$ , mas com o dobro da intensidade.

12. Na figura observas duas escovas, uma sobre a outra, com as superfícies de madeira em contacto.



12.1. Se dermos uma pancada seca na escova inferior, na direcção horizontal e longitudinal, que esperas que aconteça à escova de cima? Enuncia a lei de Newton em que te baseaste para dar a resposta.

12.2. Se colocasses as escovas com as cerdas em contacto, observarias o mesmo? Porquê?

13. O gráfico da figura representa a variação do valor da aceleração de dois corpos, A e B, em função da intensidade da resultante das forças sobre eles actua.

Podemos afirmar que:

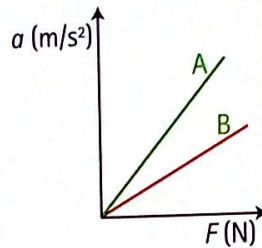
(A) Os corpos A e B possuem a mesma massa.

(B) A massa de B é duas vezes a massa de A.

(C) A massa de A é inferior à massa de B.

(D) O corpo B tem menor massa do que A.

Selecciona a opção correcta.



14. Identifica as situações em que o atrito é útil e em que o atrito é prejudicial.

(A) Um carro em movimento numa estrada.

(B) Um patinador na pista de neve.

(C) Um barco a mover-se na água.

(D) Sapatos num pavimento.

(E) Um pára-quedista em queda livre.

15. Um corpo com a massa de 5 kg desloca-se ao longo de uma superfície rugosa sob a acção de uma força de intensidade 10 N.

Escala:

2 N



15.1. Determina a intensidade da resultante das forças.

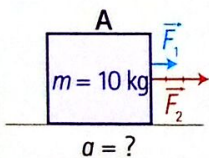
15.2. Representa na figura a força resultante.

15.3. Calcula o valor da aceleração com que o bloco se move.

16. Considera as figuras A, B, C e D representadas, sabendo que, em qualquer uma das situações, o bloco se desloca para a direita. Determina, para cada caso, a grandeza indicada em falta.

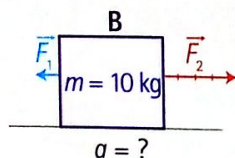
$$F_1 = 10 \text{ N}$$

$$F_2 = 30 \text{ N}$$



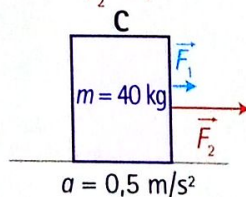
$$F_1 = 10 \text{ N}$$

$$F_2 = 40 \text{ N}$$



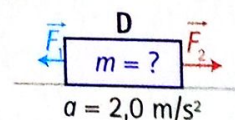
$$F_1 = 5 \text{ N}$$

$$F_2 = ?$$



$$F_1 = 12 \text{ N}$$

$$F_2 = 20 \text{ N}$$





08180-2U  
180

87639  
2858

# 4

# TRABALHO E ENERGIA

## **1. TRABALHO**

**1.1. Trabalho mecânico**

**1.2. Potência**

## **2. ENERGIA**

**2.1. O que é a energia?**

**2.2. Tipos de energia**

**2.3. Transformação e transferência de energia**

**2.4. Conservação de energia**

# 4

## TRABALHO E ENERGIA

### Vou aprender

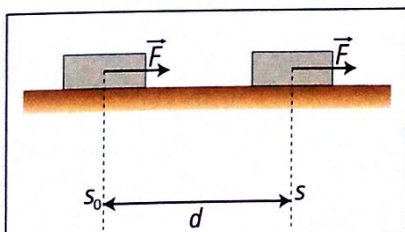
- Conceito de trabalho
- A identificar situações em que um corpo realiza trabalho
- Tipos de trabalho realizado por um corpo
- Conceito de potência



Qual é o trabalho mais difícil?

O trabalho que exige esforço muscular ou aquele que exige esforço intelectual?

Quando uma força aplicada sobre um corpo provoca deslocamento do mesmo, dizemos que esta força realiza trabalho.



$\vec{F}$  – força aplicada,  $\vec{F} = \text{const.}$   
 $s_0$  – posição inicial do corpo  
 $s$  – posição final do corpo  
 $d$  – deslocamento,  $d = s - s_0$

## 1. Trabalho

Diariamente ouvimos e usamos a palavra “trabalho” em situações diferentes e muito distintas. Vejamos algumas situações em que nos referimos a vários tipos de trabalho.

- A tua mãe **trabalha** na quinta atrás da casa.
- Os professores **trabalham** na escola, onde **trabalham** também os funcionários de limpeza.
- O teu tio **trabalha** como vendedor na mercearia da vila.
- A tua prima é arquitecta e **trabalha** na construção civil.
- A turma tem um **trabalho** para casa de Matemática muito difícil.

O trabalho referido nessas situações refere-se ao mesmo tipo de actividade? Claro que não!

O significado do conceito “trabalho” nas actividades quotidianas é muito diferente do significado da **grandeza física trabalho**, estudada em Física.

### 1.1. Trabalho mecânico

#### Definição de trabalho mecânico

Para compreender melhor o que é trabalho em Física, consideremos o seguinte exemplo:

Um grupo de pescadores puxa para a praia uma rede cheia de peixe, aplicando sobre esta uma força. O efeito provocado pela força é o deslocamento da rede,  $\Delta s$ .



Fig. 1 – Pescadores a puxarem uma rede.

A grandeza física que depende simultaneamente da intensidade de uma força e do deslocamento por ela provocado (deslocamento do seu ponto de aplicação) é o trabalho da força,  $W$ .

O trabalho realizado por uma força constante e paralela ao deslocamento define-se pelo produto da sua intensidade pelo valor do seu deslocamento.

A sua expressão matemática é:

$$W = Fd \quad (4.1)$$

onde:

- $F$  – é a intensidade da força, aplicada na direcção do deslocamento, expressa em N;
- $d$  – é o deslocamento do corpo, expresso em m.

Segundo esta definição podemos concluir que:

- O trabalho é directamente proporcional à intensidade da força,  $W \propto F$ .
- O trabalho é directamente proporcional ao valor do deslocamento,  $W \propto d$ .

O trabalho não depende da direcção e sentido da força, nem do ponto do corpo em que está aplicada.

A força realiza o mesmo trabalho quando desloca um corpo sobre uma superfície ou eleva o corpo verticalmente, desde que o valor do deslocamento seja o mesmo e que a força tenha a direcção deste.

O trabalho de uma força depende apenas do seu módulo (intensidade), ou seja, é uma **grandeza escalar**. **i**

### Unidade de medida de trabalho

A partir da expressão 4.1 podemos definir a unidade de medida de trabalho, que no Sistema Internacional é denominada **joule, J**.

Joule é uma unidade de medida derivada, pois obtém-se a partir da equação matemática de definição do trabalho.

### Tipos de trabalho mecânico

Vamos considerar o movimento de um corpo sobre uma superfície horizontal, sujeito à acção de várias forças:

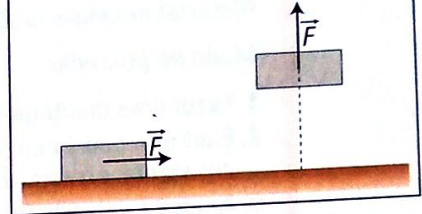
- $\vec{F} = \text{const.}$  – força que determina o movimento do corpo;
- $\vec{F}_a$  – força de atrito entre a superfície e o corpo;
- $\vec{P}$  – peso do corpo;
- $\vec{R}$  – reacção da superfície sobre o corpo.

Actuando sobre o corpo, cada uma dessas forças realiza um trabalho diferente, que depende do seu sentido em relação ao deslocamento e pode ser:

- **Trabalho positivo ou motor** – quando o sentido da força e do deslocamento é o mesmo ( $W > 0$ ).
- **Trabalho negativo ou resistente** – quando os sentidos da força e do deslocamento são contrários ( $W < 0$ ).

### Condições para a realização de trabalho:

- Acção de uma força sobre um corpo.
- Deslocamento do corpo provocado pela força.



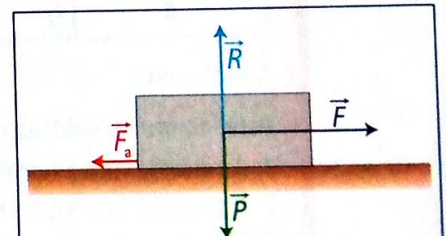
Todas as grandezas físicas que dependem apenas da sua intensidade chamam-se grandezas escalares.

### Definição de joule

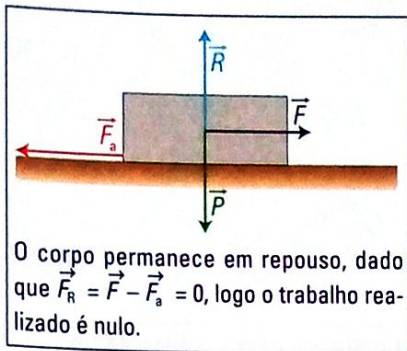
1 J é o trabalho que uma força constante de 1 N realiza sobre um corpo ao deslocá-lo 1 m na direcção e sentido da força.

### Unidade de medida do trabalho

$$[J] = [N] \cdot [m]$$



O corpo movimenta-se na horizontal da esquerda para a direita sob acção de uma força resultante:  $F_R = F - F_a > 0$ , logo o trabalho realizado é positivo.



• **Trabalho nulo** – quando a força não provoca deslocamento, apesar de ser aplicada no corpo ( $W = 0$ ).

Assim:

- $\vec{F}$  realiza um trabalho positivo;
  - $\vec{F}_a$  realiza um trabalho negativo;
  - $\vec{P}$  e  $\vec{R}$  não realizam trabalho, pois não há deslocamento na vertical.
- Diz-se neste caso que o trabalho é nulo.

### ACTIVIDADE EXPERIMENTAL N.º 7 (TRABALHO EM GRUPO)

#### Factores de que depende o trabalho mecânico

**Material necessário:** Berlindes, linha, caixa de fósforos, dinamómetro.

**Modo de proceder:**

1. Fazer uma montagem como na experiência n.º 6.
2. Encher a caixa com berlindes e, aplicando uma força constante, arrastar 20 cm (Fig. 1).
3. Anotar o valor da força aplicada.
4. Repetir o procedimento, arrastando a caixa a uma distância maior, por exemplo, 40 cm, 50 cm ou qualquer outra distância, anotando o valor da força.
5. Atar a linha à caixa dos fósforos como mostra a figura 2.
6. Levantar a uma altura de 20 cm, aplicando uma força constante.
7. Anotar o valor da força aplicada.
8. Repetir o procedimento, levantando a caixa a uma altura maior, registando sempre o valor da força.

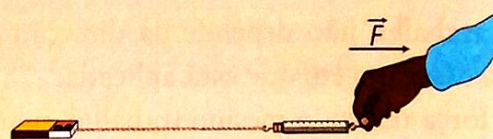


Fig. 1

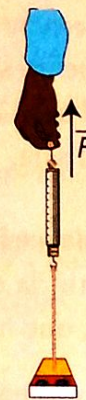


Fig. 2

**Observações:**

Regista as tuas observações no quadro seguinte, calculando o trabalho realizado pela força aplicada sobre a caixa de fósforos.

NA HORIZONTAL	VALOR DA FORÇA (N)	DESLOCAMENTO (m)	TRABALHO REALIZADO (J) $W = F d$
1	$F_1 =$	0,20	$W_1 =$
2	$F_1 =$		$W_2 =$
3	$F_1 =$		$W_3 =$
NA VERTICAL	VALOR DA FORÇA (N)	DESLOCAMENTO (m)	TRABALHO REALIZADO (J) $W = F d$
4	$F_2 =$	0,20	$W_4 =$
5	$F_2 =$		$W_5 =$
6	$F_2 =$		$W_6 =$

**Conclusões:**

Analisando os valores obtidos, tira conclusões sobre:

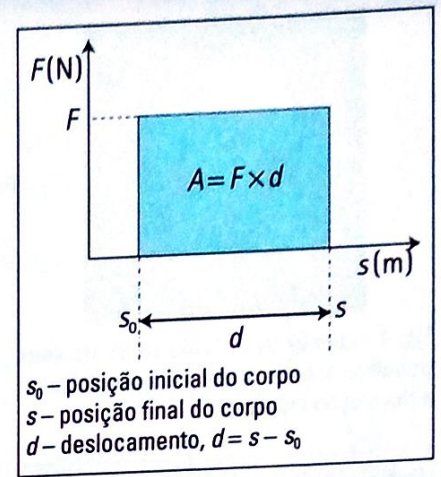
1. A relação entre o trabalho realizado e o deslocamento do ponto de aplicação da força.
2. A relação entre o trabalho realizado e a intensidade da força.
3. Representa graficamente as forças que actuam sobre a caixa (num esquema) e tira conclusões sobre:
  - o tipo de trabalho realizado pela força,  $\vec{F}$ , durante o deslocamento da caixa sobre a superfície horizontal e durante o levantamento da mesma;
  - o tipo de trabalho realizado pelo peso,  $\vec{P}$ , durante o deslocamento da caixa sobre a superfície horizontal e durante o levantamento da mesma.

## Cálculo gráfico do trabalho mecânico

Sendo o trabalho de uma força constante directamente proporcional ao produto da intensidade da força pelo valor do deslocamento, ele pode ser calculado através do gráfico força/posição.

Assim, para uma força constante,  $\vec{F} = \text{const.}$ , actuando na direcção do deslocamento, o gráfico é uma linha recta paralela ao eixo das posições. A área da figura formada (quadrado ou rectângulo) corresponde ao trabalho efectuado pela força, pois:

$$A_{\text{rectângulo}} = a b = F d = W \quad (4.2)$$



## 1.2. Potência

### Definição de potência

Para compreender melhor o que é potência, consideremos a seguinte situação.

Num campo de cana-de-açúcar uma máquina corta e carrega a cana de um hectare em 3 horas.

A mesma tarefa executada por um camponês leva dois dias. O trabalho que a máquina e o camponês realizam é o mesmo, mas o tempo é diferente.

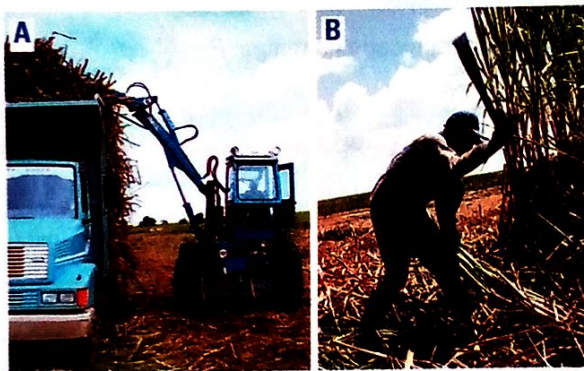


Fig. 2 – (A) Máquina de cortar e carregar cana-de-açúcar; (B) camponês a cortar cana-de-açúcar.

A grandeza física que avalia a rapidez com que um trabalho é executado chama-se potência,  $P$ .

A potência é numericamente igual ao trabalho realizado por unidade de tempo.

A sua expressão matemática é:

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad (4.3)$$

onde:

$W$  – é o trabalho realizado, expresso em J;

$\Delta t$  – é o intervalo de tempo, expresso em s.



Fig. 3 – James Watt (1736-1819). Os seus trabalhos sobre o motor a vapor marcaram a Revolução Industrial.

**Definição de watt**

1 W é a potência desenvolvida na realização de 1 J de trabalho em 1 s.

**Unidades de medida de potência**

Da equação de definição de potência 4.3 resulta a unidade SI de potência, denominada watt, **W**, em homenagem ao matemático e engenheiro James Watt.

Watt também é uma unidade de medida derivada que depende das unidades de medida do trabalho e do tempo:

$$[W] = \frac{[J]}{[s]} = \frac{[N] \cdot [m]}{[s]}$$

Uma unidade de medida de potência muito usada na indústria, que não é do SI, é o cavalo-vapor (cv).

1 cv corresponde à potência desenvolvida por um cavalo a levantar, num segundo, um corpo de 75 kg de massa a uma altura de 1 m.

**RESUMINDO...**

Uma força realiza trabalho quando, aplicada sobre um corpo, provoca deslocamento do mesmo.

O valor numérico do **trabalho** realizado por uma força constante, que actua na mesma direcção do deslocamento, é igual ao produto da intensidade da força pelo deslocamento:  $W = F \times d$ .

O trabalho é uma **grandeza escalar**.

A unidade de medida de trabalho no SI é o **joule**, J.

A **potência** mede a rapidez com que um trabalho é realizado.

A potência é numericamente igual ao trabalho feito por unidade de tempo:  $P = \frac{W}{\Delta t}$ .

A unidade de medida de potência no SI é o **watt**, W.

**JÁ SEI...**

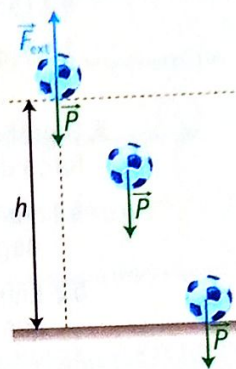
Copia para o teu caderno e completa as frases com as seguintes palavras-chave:

**depende motor quatro resistente mesmo seis aplicada nulo 5 W deslocamento oposto intensidade**

- Para que uma força realize trabalho, é necessário que ela seja \_\_\_\_\_ num corpo e que provoque o seu \_\_\_\_\_.
- O trabalho é uma grandeza escalar porque \_\_\_\_\_ apenas da sua \_\_\_\_\_.
- Quando uma força constante de 3 N desloca um corpo a uma distância de 2 m, ela realiza trabalho igual a \_\_\_\_\_ joules.
- Um trabalho tem valor de 8 J quando uma força de 2 N provoca um deslocamento de \_\_\_\_\_ metros.
- Um trabalho é positivo ou \_\_\_\_\_ quando a força é aplicada no \_\_\_\_\_ sentido que o deslocamento.
- Um trabalho é negativo ou \_\_\_\_\_ quando a força é aplicada no sentido \_\_\_\_\_ ao do deslocamento.
- Se uma força não provoca deslocamento, o seu trabalho é \_\_\_\_\_.
- Quando uma máquina realiza trabalho de 5 J em 1 s, ela desenvolve uma potência de \_\_\_\_\_.

# Aplico

- Na figura ao lado pode-se ver uma bola levantada por uma criança a uma altura  $h$ . Em seguida a criança larga a bola, deixando-a cair. Classifica as frases seguintes em verdadeiras e falsas, justificando.
  - Quando a bola é elevada a uma altura  $h$ , sobre ela actua apenas a força exterior,  $\vec{F}_{ext}$ .
  - $\vec{P}$  é a força que a Terra exerce sobre a bola.
  - Durante a queda livre da bola, sobre ela actua apenas o peso,  $\vec{P}$ .
  - A força exterior,  $\vec{F}_{ext}$ , realiza um trabalho positivo durante a subida da bola.
  - Tanto na subida como na descida do corpo, o peso,  $\vec{P}$ , realiza um trabalho negativo.
  - Enquanto  $\vec{F}$  realiza  $W > 0$ , o peso,  $\vec{P}$ , realiza  $W < 0$ , durante a subida da bola.
  - $\vec{P}$  e  $\vec{F}$  são duas forças do mesmo par A/R.



- A Joana levantou, com velocidade constante, a sua mochila com os livros a uma altura de 90 cm, colocando-a nas costas. Sabendo que a mochila pesa 2 kg:
  - Calcula o trabalho realizado pela Joana.
  - Que trabalho realizou a Joana quando ficou com a mochila nas costas?

### Resolução:

2.1. Para resolver o exercício é preciso primeiro calcular o valor da força com que a Joana levantou a mochila. Como a mochila foi levantada com velocidade constante, a força que a Joana aplicou é igual ao peso da mochila.

Por outro lado, o peso é a força que a Terra exerce sobre os corpos, "atraindo-os" para si com aceleração de gravidade,  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . Assim, o peso calcula-se através da fórmula:  $P = mg$ .

Dados:

$$h = d = 90 \text{ cm} = 0,9 \text{ m}$$

$$m = 2 \text{ kg}$$

Fórmulas resolventes:

$$W = Fd$$

$$F = P = mg$$

Substituição e cálculos:

$$W(P) = Ph = mgh$$

$$W(P) = 2 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,9 \text{ m} = 17,64 \text{ J}$$

Calcular:

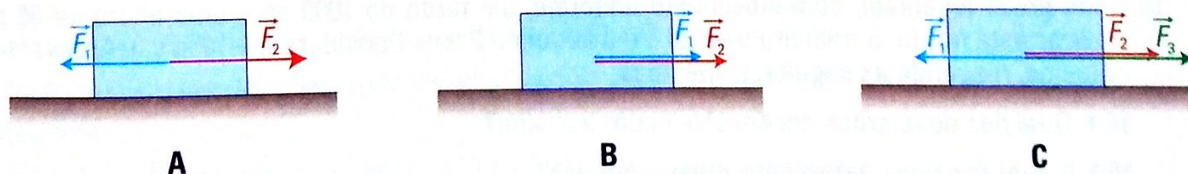
$$W = ?$$

- Quando a Joana segurou a mochila com os livros, ela não realizou nenhum trabalho mecânico, pois não há deslocamento, logo, o trabalho é nulo.

- Completa o quadro seguinte, referente ao trabalho realizado sobre três corpos A, B e C.

CORPO	F(N)	d(m)	W(J)
A	50	5	
B		12	1800
C	25		2500

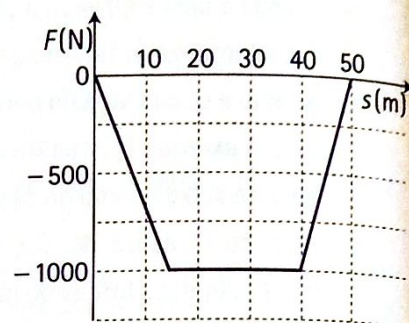
- Considera um bloco de 1,0 kg assente numa superfície horizontal, sujeito à acção das forças  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  e  $\vec{F}_3$ , como mostra a figura.



Sabendo que o bloco é deslocado a uma distância de 50 cm e que as intensidades das forças são 5 N, 8 N e 10 N, respectivamente:

- 4.1. Calcula o valor da força resultante em cada situação, A, B e C.
- 4.2. Calcula o trabalho realizado pela força resultante em cada situação, A, B e C.
- 4.3. Quais as forças que realizam um trabalho positivo? E um trabalho negativo? Justifica a tua resposta.
- 4.4. Em alguma das situações A, B ou C realiza-se trabalho nulo? Justifica a tua resposta.

5. O gráfico ao lado mostra como variou, com a posição, o valor da força de travagem de um automóvel em movimento rectilíneo.



- 5.1. Por que razão os valores da força marcados no gráfico são negativos?
  - 5.2. Entre que posições a força aumenta de intensidade? E entre que posições diminui?
  - 5.3. Calcula o trabalho efectuado pelos travões no intervalo entre 15 m e 40 m.
  - 5.4. Classifica o trabalho feito como motor ou resistente, justificando.
6. Dois homens empurram um carro, aplicando uma força de 1000 N e deslocando-o 10 m em 2 min. Sabendo que o atrito entre os pneus do carro e a estrada é de 600 N, calcula:
    - 6.1. o trabalho realizado pelos homens;
    - 6.2. o trabalho realizado pela força de atrito durante o mesmo percurso;
    - 6.3. a potência desenvolvida pelos homens.
  7. Uma pessoa, ao construir a sua própria casa, levanta 150 tijolos, cada um com peso de 30 N, a uma altura de 1,5 m.
    - 7.1. Calcula o trabalho realizado pela pessoa.
    - 7.2. Sabendo que a pessoa gastou 3 h para realizar a tarefa, calcula a potência desenvolvida por ela.
  8. Classifica de motor, resistente ou nulo o trabalho realizado pela força de gravidade nos seguintes casos:
    - 8.1. Coco a cair de um coqueiro sem velocidade inicial.
    - 8.2. Bola atirada verticalmente para cima até parar.
    - 8.3. Vaso colocado em cima de uma mesa.
    - 8.4. Mala a ser transportada numa estrada horizontal.
    - 8.5. Mala que é transportada por uma escada acima.
    - 8.6. Uma criança a escorregar num tobogã.
  9. Um motor eléctrico de potência 4 kW trabalhou durante 30 min. Calcula o trabalho realizado pelo motor em joules.
  10. Duas gruas levantam, com movimento uniforme, um fardo de 1000 kg a uma altura de 30 m. Para realizar esta tarefa, a primeira leva 20 s e a segunda 2 min. Considera  $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ . Apresentando os cálculos, responde às seguintes questões.
    - 10.1. Qual das duas gruas desenvolve maior trabalho?
    - 10.2. E qual das duas desenvolve maior potência?

## 2. Energia

Outra palavra que usamos com muita frequência no nosso dia-a-dia é “energia”. Nós empregamo-la para situações diferentes, dando-lhe significados diferentes. Vejamos.

- Levantando o cesto com as compras, exercendo sobre ele uma força muscular, a tua irmã gasta **energia**.
- Durante a viagem de automóvel, o motor gasta muita **energia**.
- A tua mãe hoje preparou-te um pequeno-almoço rico, pois vais gastar muita **energia** durante o teste de Matemática.
- A água da barragem Cahora Bassa ao cair põe em movimento as turbinas da central hidroelétrica, que por sua vez geram **energia eléctrica**.
- Na semana passada gastaste muita **energia** durante a prova de natação.
- Um barco à vela usa a **energia** do vento.



Fig. 4 – A barragem de Cahora Bassa tem capacidade para produzir energia eléctrica suficiente para abastecer Moçambique, África do Sul e Zimbabwe.



Fig. 5 – Numa prova de natação despendes muita energia.



Fig. 6 – Os barcos à vela usam a energia eólica.

### Vou aprender

- Conceito de energia e tipos de energia
- Transformação e transferência de energia
- Princípio de conservação de energia
- Relação entre energia e potência

### 2.1. O que é a energia?

O Homem tem noção intuitiva do que é a energia. Ela não é feita de matéria, não se pode ver ou tocar. Por isso não podemos definir energia com precisão.

Em alguns dos exemplos referidos verificamos a existência de forças que produzem deslocamentos (levantar o cesto, chutar a bola, nadar), ou seja, as **forças aplicadas sobre os corpos realizam trabalho**. Mas como é que surgem as “forças”?

- Nós temos força muscular que nos permite realizar esforço físico ou movimentarmo-nos porque os alimentos que consumimos fornecem-nos energia.
- Mesmo quando estamos parados, a estudar ou a fazer um teste, o nosso corpo utiliza energia para todas as suas funções vitais.




De onde vêm as forças?



A energia está associada a todos os corpos e a todas as actividades, ou seja, é a capacidade dos corpos para realizar trabalho.

- O movimento do automóvel só é possível por este receber energia do combustível.
- Numa central hidroeléctrica produz-se energia eléctrica à custa da energia que a água da barragem possui.

Assim, podemos concluir que as forças existem e podem realizar trabalho porque os corpos possuem energia.

Por outras palavras, podemos afirmar que o **trabalho de uma força representa a quantidade de energia transferida** entre os corpos, ou seja, há uma relação intrínseca entre os conceitos trabalho e energia. 

A energia é a capacidade de realização de trabalho.

### Manifestações de energia

Apesar de não poder ser vista, a energia manifesta-se. Assim, ela pode ser detectada pelos seus efeitos.



Fig. 7 – Energia sonora.



Fig. 8 – Energia luminosa.



Fig. 9 – Energia motora.



Fig. 10 – Energia térmica.



Existem espécies diferentes de energia?

A energia é uma **propriedade** que se manifesta de diferentes formas, sendo detectada pelos efeitos que produz. No entanto, a energia é **uma só**, apenas difere nas suas manifestações.

### A energia de um sistema

Não é possível falar de energia sem conhecer o conceito de sistema.

Sistema é a parte do Universo em estudo num determinado intervalo de tempo.

O resto do Universo que não faz parte do sistema é denominado **meio exterior**. O sistema está separado do meio exterior através de **fronteiras**.

Todos os sistemas possuem energia, cuja quantidade pode aumentar ou diminuir através de trocas com o meio exterior.

Qualquer corpo em estudo é um sistema. Por exemplo, uma panela com água a ferver é um sistema, cuja energia aumenta com o aquecimento. Mas, desligando o fogão, a energia do sistema diminui gradualmente, pois perde-se para o meio exterior.



## Unidade de medida de energia

Sendo a energia a capacidade que um corpo ou um sistema possui de realizar trabalho, a energia expressa-se no SI em joule, J.

Tal como o trabalho, a energia (símbolo  $E$ ) é uma grandeza física escalar, ou seja, depende apenas do seu valor numérico.

Outra unidade de medida muito utilizada no quotidiano e em alguns ramos da indústria, particularmente na indústria alimentar, é a caloria, cal. **i**



A caloria é maior que o joule.

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

## 2.2. Tipos de energia

Como já foi dito, a noção de energia está relacionada com a noção de trabalho. Por sua vez, uma força só realiza trabalho se provoca deslocamento do seu ponto de aplicação. Ou seja, a noção de energia está relacionada com movimento.

Um sistema possui energia quando está em movimento (energia cinética). Mas também possui energia quando a partir dele se pode obter movimento (energia potencial). **?**



Porque é que o carro parado possui energia potencial?

• Porque a partir do combustível no motor pode obter-se movimento!

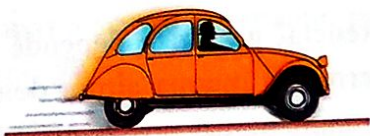


Fig. 11 - O carro em movimento possui energia cinética.



Fig. 12 - O carro parado possui energia potencial.

Por isso podemos afirmar que a energia pode assumir duas formas fundamentais: energia cinética e energia potencial.

### Energia cinética - $E_c$

Todo o corpo ou sistema em movimento possui energia cinética, que depende directamente de dois factores:

- a velocidade com que o corpo/sistema se movimenta;
- a massa do corpo/sistema.

Assim, quanto maior for a velocidade de um corpo/sistema ou a sua massa, maior é a energia cinética que possui.

Matematicamente, pode comprovar-se que a energia cinética de um corpo/sistema é igual ao produto de metade da sua massa pelo quadrado da velocidade com que se movimenta.

Assim, a sua expressão matemática é:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad (4.4)$$

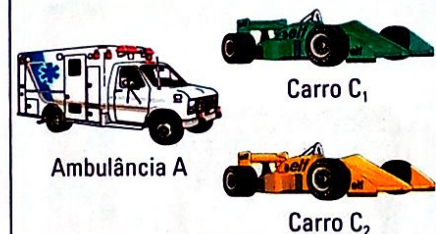
onde:

$m$  - é a massa do corpo/sistema, expressa em kg;

$v$  - é a velocidade do movimento do corpo/sistema, expressa em m/s.

### Definição de energia cinética

Energia cinética de um sistema é a energia que ele possui devido à sua velocidade.



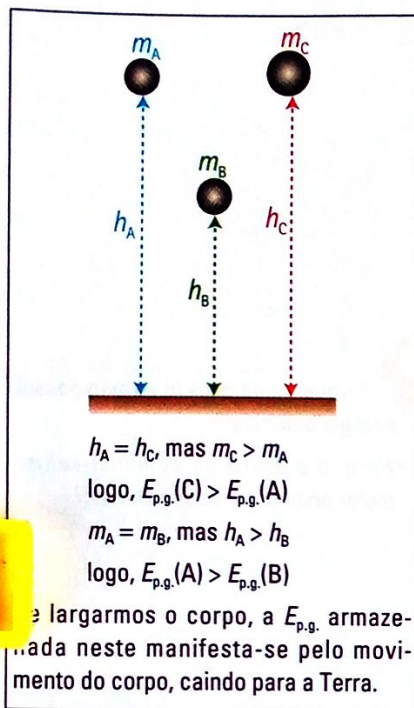
Considerando uma ambulância (A) e dois carros de corrida iguais ( $C_1$  e  $C_2$ ), podemos afirmar que:

- Se  $v_A = v_C$ ,  $E_c(A) > E_c(C)$ , pois  $m(A) > m(C)$

- Se  $v_{C_1} > v_{C_2}$ ,  $E_c(C_1) > E_c(C_2)$

### Definição de energia potencial

Energia potencial de um sistema é a energia que está armazenada no sistema pronta a manifestar-se.



### Energia potencial – $E_p$

Como já referimos, mesmo em repouso os corpos possuem energia, mas nós só nos apercebemos da sua existência quando ela se manifesta.

A energia potencial resulta da interacção entre os corpos, ou seja, é resultado da posição de um corpo ou sistema em relação a outro.

Conforme o tipo de interacção, a energia potencial pode ser de natureza diferente, tal como:

- Energia potencial gravítica,  $E_{p.g.}$  – deve-se à posição dos corpos em relação à Terra.

A energia potencial gravítica é uma propriedade do sistema **corpo + Terra** e não apenas do corpo, pois o corpo sem a Terra não possui  $E_{p.g.}$ .

Assim, quanto mais afastado se encontra um corpo da superfície da Terra (maior altura em relação à Terra), mais energia potencial gravítica este possui.

Por outro lado, a energia potencial gravítica depende directamente da massa do corpo. Se tivermos à mesma altura dois corpos de massas diferentes, o que tem maior massa possui maior energia potencial gravítica.

A expressão matemática da energia potencial gravítica de um corpo/sistema é:

$$E_{p.g.} = m g h \quad (4.5)$$

onde:

$m$  – é a massa do corpo/sistema, em kg;

$g$  – é a aceleração de gravidade, em  $m/s^2$ ;

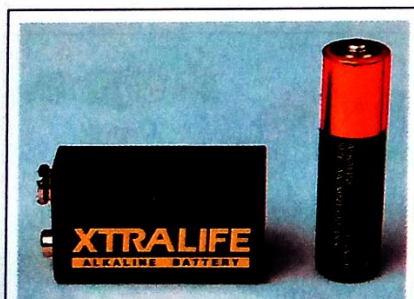
$h$  – é a distância entre o corpo/sistema e a Terra, em m.

O produto  $m g$  corresponde ao peso,  $P$ , do sistema, expresso em newtons, por isso podemos escrever:

$$E_{p.g.} = P h$$

Outras formas de energia potencial que vamos estudar nos próximos anos são:

- Energia potencial elástica;
- Energia potencial eléctrica;
- Energia potencial química, etc.



As pilhas possuem  $E_p$  química, que se manifesta pela luz produzida quando acendemos uma lanterna ou pelo movimento de um brinquedo.

## Energia mecânica – $E_m$

As várias formas de energia podem ser definidas à custa de grandezas mecânicas (massa, velocidade, posição, força, deslocamento). Por isso, a soma da energia cinética e da energia potencial de um corpo/sistema num determinado instante denomina-se **energia mecânica**.

$$E_m = E_c + E_p \quad (4.6)$$

### 2.3. Transformação e transferência de energia

As duas formas fundamentais de energia, a cinética e a potencial, podem **transformar-se** (converter-se) uma na outra.

Quando deixamos cair um objecto, a sua energia potencial transforma-se em energia cinética. O objecto cai para a Terra ganhado cada vez mais velocidade, ou seja, a sua  $E_c$  aumenta à custa da  $E_{p.g.}$ , que diminui gradualmente.

Quando lançamos um objecto para cima, ocorre a transformação oposta: a velocidade com que lançamos o objecto diminui, a sua  $E_c$  diminui, mas a sua  $E_{p.g.}$  aumenta, pois aumenta a sua altura em relação à Terra. **i**

**i** Durante a queda livre de um corpo, a  $E_{p.g.}$  transforma-se em  $E_c$ .  
Durante a subida de um corpo, lançado para cima, a  $E_c$  transforma-se em  $E_{p.g.}$ .



Fig. 13 – Criança a andar de balanço.

Observando uma criança num balanço, reparamos que a energia do sistema *balanço + criança* sofre várias transformações. Cada vez que o balanço vai para cima, a  $E_c$  é transformada em  $E_{p.g.}$  e vice-versa, ou seja, na descida a  $E_{p.g.}$  é transformada em  $E_c$ .

Por outro lado, nas interações entre os sistemas ocorrem **transferências de energia**. **i**

Assim, a energia da fonte diminui, enquanto a energia do receptor aumenta.

**i** Cada vez que um sistema cede energia, há outro sistema que a recebe.

A transferência de energia entre a fonte e o receptor manifesta-se sob várias formas, dependendo da constituição do receptor.

Vejamos:

- Para um barco a motor se movimentar, a energia potencial química do combustível transforma-se em energia motora que põe o barco em movimento, mas também em energia térmica e energia sonora, transferidas para o meio ambiente.

#### Fonte e receptor de energia

O sistema que cede energia denomina-se **fonte de energia**.

O sistema que recebe energia denomina-se **receptor de energia**.



Fig. 14 – Barco a motor em movimento.

- Para podermos realizar as nossas actividades diárias, recebemos energia potencial química dos alimentos, transformada em energia motora.



- Ao acendermos uma lâmpada, a energia potencial eléctrica da rede transforma-se em energia térmica e em energia luminosa, transferidas para o ambiente.



É importante salientar que, enquanto as transferências de energia ocorrem entre os sistemas, as transformações ocorrem dentro dos sistemas.

## 2.4. Conservação de energia

Como já vimos, a energia está em constante transferência e transformação. Assim, é legítimo perguntar se a quantidade de energia diminui durante esses processos.

Na verdade, a energia total do Universo permanece constante. Esta é uma das leis fundamentais da Física, a lei da conservação da energia:

A energia total do Universo é constante. Ela não pode ser criada ou destruída mas apenas transformada.

$$\text{Energia total} = \text{const.}$$

Quando dizemos que a energia se gasta, referimo-nos à parte da energia que se dissipa por degradação nos receptores e que não é aproveitada de forma útil. Vejamos.

- Uma lâmpada fornece energia luminosa, mas uma parte da energia eléctrica que recebe perde-se sob a forma de energia térmica.



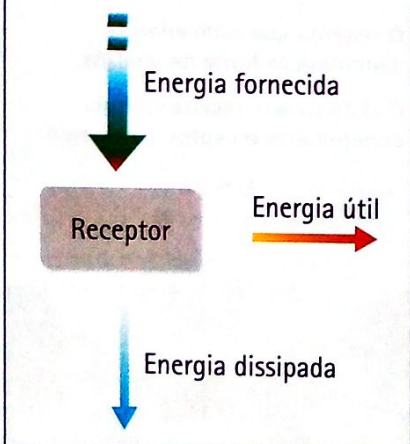
- A energia química do combustível de um automóvel transforma-se em energia motora, mas grande parte dela é transformada em energia térmica e energia sonora, não úteis para o funcionamento do automóvel.



**?** Será que a energia se perde quando eu a gasto?

O receptor transforma a energia recebida em energia útil, usada no funcionamento do mesmo, e em energia dissipada, que não é aproveitada por este.

$$E_{\text{form}} = E_{\text{útil}} + E_{\text{diss}}$$



Hoje em dia, é cada vez mais importante utilizar a energia de modo mais racional, reduzindo a sua perda ao máximo possível. Tu também podes fazer muitas coisas que contribuem para isso, tais como:

- aproveitar a luz do dia para estudar;
- desligar as lâmpadas e outros electrodomésticos quando não estão a ser utilizados;
- usar lâmpadas economizadoras de energia;
- não desperdiçar água quente;
- promover a reciclagem.

### RESUMINDO...

A energia é uma **propriedade de todos os corpos ou sistemas**, que representa a **capacidade** que os mesmos possuem **de realizar trabalho**.

A energia é uma **grandeza física escalar**, cuja unidade de medida no SI é o joule, **J**.

A energia é **uma só**, existindo apenas **dois tipos fundamentais** – a energia cinética e a energia potencial.

A **energia cinética** depende da **velocidade** do movimento e da **massa** que um sistema possui, ou seja, manifesta-se através do movimento.

A **energia potencial** é a energia **armazenada num sistema**, pronta a manifestar-se, que resulta da interacção entre as várias partes de um sistema.

A **energia potencial gravítica** é a forma mais comum de energia potencial, que depende da **massa** do sistema e da **distância** a que este se encontra da Terra.

A soma da energia cinética com a energia potencial de um sistema denomina-se **energia mecânica**.

A energia **pode ser transferida** entre os sistemas, **transformando-se** de uma forma em outra, o que normalmente acontece dentro do sistema (receptor ou fonte).

**Receptor** é um sistema que recebe energia cedida por outro sistema, denominado **fonte** de energia.

Nem toda a energia transferida para um receptor é transformada em energia útil. Uma parte dela é dissipada, de modo que  $E_{\text{form}} = E_{\text{útil}} + E_{\text{diss}}$ .

Segundo a **lei da conservação da energia**, a energia total do Universo **mantém-se constante**.

### JÁ SEI...

Copia para o teu caderno e completa as frases com as seguintes palavras-chave:

**SI sonora luminosa térmica potencial química maior transformar-se altura potencial cinética conservação destruídas efeitos velocidade caloria**

- A energia é detectada pelos \_\_\_\_\_ que produz, manifestando-se de diferentes maneiras.
- Quando acendemos uma lâmpada, a energia manifesta-se como \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_.
- Ligando um rádio a pilhas, a energia \_\_\_\_\_ das pilhas transforma-se em energia \_\_\_\_\_.
- Quando aquecemos a água no fogão, a energia manifesta-se principalmente como \_\_\_\_\_.
- Além do joule, J, a unidade de medida de energia do \_\_\_\_\_, é muito utilizada uma outra unidade de medida, denominada \_\_\_\_\_, sendo esta última \_\_\_\_\_ que o joule.
- Os dois tipos de energia, cinética e potencial, podem \_\_\_\_\_ uma na outra, mas nunca podem ser criadas ou \_\_\_\_\_, segundo a lei da \_\_\_\_\_ da energia.
- Durante a queda livre de um corpo, a sua energia \_\_\_\_\_ transforma-se em energia \_\_\_\_\_.
- Quanto maior for a \_\_\_\_\_ de que um corpo cai, maior será a \_\_\_\_\_ com que ele chegará à Terra.

**ACTIVIDADE EXPERIMENTAL N.º 8 (TRABALHO EM GRUPO)****Verificação experimental da existência e transformação de energia cinética e de energia potencial**

**Material necessário:** Três pedras de massas diferentes (aproximadamente 1 kg, 0,5 kg e 200 g), caixa de cartão, areia, fita métrica.

**Modo de proceder:**

1. Enche a caixa de areia e alisa bem a sua superfície antes de cada experiência a realizar, para apagar as marcas deixadas.
2. **Ensaio 1:** Deixa cair as três pedras, uma por uma, de uma altura de 1 m, medindo a profundidade das marcas que cada uma deixa na areia.
3. **Ensaio 2:** Deixa cair a pedra maior de alturas diferentes, por exemplo, de 50 cm e de 1,5 m, medindo novamente a profundidade da marca na areia.
4. **Ensaio 3:** Atira a pedra maior verticalmente contra a caixa de uma altura de 1 m e mede a marca deixada na areia.
5. **Ensaio 4:** Da mesma altura (1 m), atira a pedra maior verticalmente para cima, deixando-a cair. Mede a profundidade da marca deixada na areia.
6. **Ensaio 5:** Repete o ensaio 4 com a pedra de 0,5 kg.

**Observações:**

Anota as tuas observações no quadro seguinte.

N.º DO ENSAIO	MASSA DA PEDRA, kg	ALTURA, m	PROFUNDIDADE DA MARCA, cm	OBSERVAÇÕES
1	Maior –	1		
	Média –	1		
	Pequena –	1		
2	Maior –	0,5		
	Maior –	1,5		
3	Maior –	1		
4	Maior –	1		
5	Média –	1		

**Conclusões:**

Analisando os valores do quadro e as tuas observações, responde às seguintes questões.

1. Que transformações de energia se verificam em cada um dos ensaios?
2. Para cada ensaio, em que situação a pedra atinge a areia com maior velocidade? Porquê?
3. Qual é a marca mais profunda em cada ensaio? Porquê?
4. Qual é o factor que se pretende estudar no ensaio 1?
5. Comparando os resultados dos ensaios 3 e 4, o que é que se pretende estudar nesses ensaios?

**Agora tira conclusões sobre:**

- O tipo de energia que as pedras possuem antes de cair e imediatamente antes de chegar à areia, justificando.
- Os factores de que depende a energia potencial de um corpo.
- Os factores de que depende a energia cinética de um corpo.

## TRANSFORMAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA

### Sensibilização ao tema:

Neste capítulo aprendeste que a energia total do Universo não se cria nem se destrói, apenas se transforma (lei da conservação da energia). Ela pode ser transferida entre os sistemas, denominando-se o sistema que fornece energia de fonte de energia e o sistema que a recebe de receptor.

Quando a energia é transferida entre os sistemas, ela manifesta-se devido à sua transformação em outras formas de energia no receptor.

### Discussão:

Considera as seguintes situações:

1. Um rapaz a chutar a bola durante um jogo de futebol.
2. Televisão ligada.
3. Barco à vela em movimento no mar.
4. Carro a biogás em movimento.
5. Rádio a pilhas ligado.

Analisando as situações acima, preenche os quadros 1 e 2.

### Notas:

- Identificando as fontes e os receptores para cada situação, classifica as fontes em renováveis e não renováveis (quadro 1).
- Identificando a energia fornecida por cada fonte, indica as transformações que sofreu nos receptores (quadro 2).

### Sabias que...

**... as fontes de energia podem ser renováveis e não renováveis?**

A diferença entre elas consiste no esgotamento das suas reservas com o uso contínuo.

#### Fontes renováveis são:

- Sol, água, vento, geotermia;
- biomassa, biogás.

#### Fontes não renováveis são:

- combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural);
- combustíveis nucleares (urânio e outros elementos radioactivos).

**Quadro 1 – Transferência de energia e efeitos produzidos**

SITUAÇÃO	FONTE DE ENERGIA	RECEPTOR	EFEITOS PRODUZIDOS	TIPO DE FONTE
1				
2				
3				
4				
5				

**Quadro 2 – Transformação de energia**

SITUAÇÃO	ENERGIA DA FONTE	... TRANSFORMADA PELO RECEPTOR EM ENERGIA...
1		
2		
3		
4		
5		

Discute com os teus colegas quais das energias renováveis podem ser aproveitadas no nosso país, indicando as vantagens da sua utilização.

# Aplico

- Classifica as afirmações seguintes em verdadeiras e falsas, justificando.
  - Apenas alguns sistemas possuem energia.
  - Não podemos ver a energia, mas podemos ver, ouvir ou sentir as suas manifestações.
  - A unidade do SI de energia é a caloria, cal.
  - Enquanto um corpo estiver em movimento, ele possui energia cinética, mas quando pára já não tem energia.
  - A energia mecânica de um corpo lançado de baixo para cima diminui, pois a sua velocidade diminui gradualmente até parar.
- Associa as situações da coluna da esquerda ao tipo de energia da coluna da direita.
 

A – Coco na palmeira	•	•	I – Energia potencial química
B – Pessoa a andar	•	•	II – Energia cinética
C – Água retida na albufeira de uma baragem	•	•	III – Energia potencial elástica
D – Elástico esticado	•	•	IV – Energia potencial gravítica
E – Pilha numa lanterna desligada	•		
- Quando a Joana levanta a sua mochila com livros com massa de 2 kg, num local da Terra onde  $g = 10 \text{ m/s}^2$  aproximadamente, ela realiza um trabalho de 18 J.
  - Que energia potencial gravítica a mochila possui depois de levantada?
  - A que altura a Joana levantou a mochila?
  - Que transformações de energia se verificam neste caso?
  - Se a Joana deixar cair a mochila, com que velocidade ela chega ao chão?

### Resolução:

3.1. Como a energia corresponde à capacidade de realizar trabalho, podemos dizer que a energia potencial gravítica que a Joana transfere para a mochila é igual ao trabalho que ela desenvolve a levantá-la,  $E_{p.g.} = W$ . Assim,  $E_{p.g.} = 18 \text{ J}$ .

3.2.

Dados:

$$m = 2 \text{ kg}; \quad g = 10 \text{ m/s}^2; \quad E_{p.g.} = 18 \text{ J}$$

Fórmulas resolventes:

$$E_{p.g.} = m g h; \quad h = \frac{E_{p.g.}}{m g}$$

Substituição e cálculos:

$$h = \frac{18}{2 \times 10} = 0,9 \text{ m}$$

Calcular:

$$h = ?$$

3.3. Energia muscular da Joana → energia cinética da mochila em movimento → energia potencial gravítica da mochila parada

3.4. Durante a queda da mochila, a  $E_{p.g.}$  que esta possui transforma-se em  $E_c$ . Segundo a lei da conservação da energia,  $E_c = E_{p.g.}$ .

Dados:

$$m = 2 \text{ kg}; \quad g = 10 \text{ m/s}^2; \quad E_{p.g.} = 18 \text{ J}$$

Fórmulas resolventes:

$$E_c = E_{p.g.}; \quad E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

Substituição e cálculos:

$$E_c = E_{p.g.} = 18 \text{ J}; \quad v^2 = \frac{2 \times 18}{2} = 18$$

Calcular:

$$v = ?$$

$$v^2 = \frac{2E_c}{m}$$

$$v = \sqrt{18} = 4,24 \text{ m/s}$$

- O elevador de um prédio de 30 m de altura tem uma massa de 600 kg. Considerando o valor de aceleração de gravidade,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ :
  - Calcula a energia potencial gravítica que o elevador possui quando se encontra no 4.º andar, à altura de 12 m acima do solo.
  - Calcula o trabalho que o motor do elevador desenvolve quando ele se eleva até ao 4.º andar.
  - Que transformações de energia se verificam neste caso?

5. Uma criança de massa 40 kg corre com uma velocidade constante de 4 m/s. Qual o valor de energia cinética da criança?
6. Um coco de massa 1200 g está preso ao coqueiro numa altura de 4 m. Num determinado instante o coco cai, atingindo a terra. Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , calcula:
- 6.1. a energia potencial do coco quando ainda se encontra no coqueiro;
- 6.2. o trabalho que a força peso desenvolve quando o coco cai para a terra.
7. Um carro de massa 950 kg, percorrendo a estrada entre Maputo e Xai-Xai, num determinado instante, possui energia cinética de 427,5 kJ. Qual é a velocidade do carro nesse instante em km/h?
8. Um rapaz deixa cair um livro de massa 1,5 kg de uma altura de 90 cm em relação ao solo. Qual é a energia cinética com que o livro atinge o solo? E a sua velocidade? Considera  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .
9. Em cada uma das seguintes situações indica a(s) transferência(s) de energia que ocorre(m).
- (A) Acender um fósforo. (B) Ligar uma lanterna de bolso.  
 (C) Disparar uma flecha com um arco. (D) Dar corda a um relógio.
10. Identifica as fontes e os receptores de energia nos seguintes processos.
- (A) Uma lanterna de bolso a funcionar. (B) Uma televisão em funcionamento.  
 (C) Um motor de automóvel a trabalhar. (D) Um menino a andar de bicicleta.
11. Classifica as seguintes afirmações em verdadeiras ou falsas.

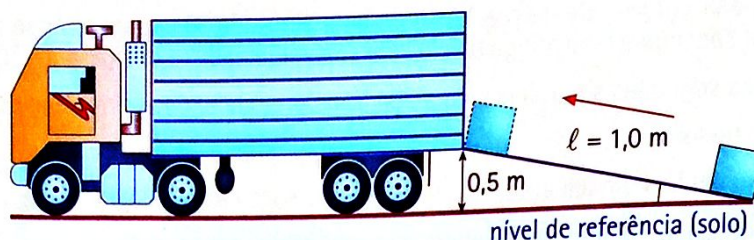
Afirmações	V	F
Os sistemas que fornecem energia são receptores.		
Um automóvel estacionado no parque tem energia cinética.		
A energia útil é a soma das energias fornecida e dissipada.		
A energia mecânica é a soma das energias cinética e potencial.		
A energia pode ser criada ou destruída.		

12. Uma máquina eléctrica funciona durante um certo intervalo de tempo, sendo-lhe fornecida a energia de 18 000 J.
- 12.1. Determina a energia útil usada no funcionamento da máquina, sabendo que a energia dissipada foi 288 J.
- 12.2. Indica sob que formas pode ter sido dissipada a energia para o meio ambiente.
13. Determina a energia cinética, em unidades SI, de um automóvel de 1600 kg que se desloca à velocidade de 72 km/h.
14. Completa o seguinte quadro, indicando os valores de A, B e C.

	Massa (kg)	Velocidade (m/s)	Energia cinética (J)
Atleta (nos 100 m)	85	9,85	A
Automóvel	800	B	151 235
Bola de golfe	C	44	45

15. Considera as situações A e B.
- (A) Um carro com a massa de 500 kg desloca-se à velocidade de 15 m/s.  
 (B) Uma motorizada com a massa de 250 kg move-se à velocidade de 30 m/s.
- Qual dos veículos possui maior valor de energia cinética?

16. Um atleta, cuja massa é de 50 kg, sobe uma colina a correr.  
A base da colina está a uma altura de 400 m em relação ao nível do mar. O seu cume encontra-se a 1200 m acima do nível do mar.
- 16.1. Qual é a variação da energia potencial do atleta quando atinge o cume da colina?
- 16.2. Qual seria o valor da energia potencial se o atleta estivesse ao nível do mar?
17. Um corpo, com o peso de 30 N, é arrastado, desde o solo até à carroçaria de um veículo de carga, ao longo de um plano inclinado de atrito desprezável, de comprimento 1 m, atingindo uma altura de 0,5 m.



- 17.1. Indica o valor da energia potencial do corpo no solo.
- 17.2. Indica o valor da energia potencial do corpo após subir o plano inclinado.
18. Um corpo com a massa de 5 kg encontra-se a 2 m do pavimento de uma habitação, a qual está a 15 m do solo da rua ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ).
- 18.1. Calcula a energia potencial gravítica do corpo, considerando:  
a) o pavimento da habitação como nível de referência;    b) o solo como nível de referência.
- 18.2. Deixou-se cair o mesmo corpo no pavimento da habitação. Indica a variação da energia potencial gravítica do corpo, utilizando como níveis de referência:  
a) o pavimento da habitação;    b) o solo.

## BIBLIOGRAFIA

- Plano Curricular do Ensino Secundário Geral*, Ministério de Educação e Cultura, Maputo, 2004.
- MACIEL, Noémia; MIRANDA, Ana. *Ciências Físico-Químicas 3.º Ciclo, Eu e o Planeta Azul, Manual do Aluno*. Porto Editora.
- MACIEL, Noémia; MIRANDA, Ana. *Ciências Físico-Químicas 3.º Ciclo, Eu e o Planeta Azul, Guia do Professor*. Porto Editora.
- MACIEL, Noémia; MIRANDA, Ana. *Ciências Físico-Químicas 3.º Ciclo, Eu e o Planeta Azul, Caderno de Actividades*. Porto Editora.
- MACIEL, Noémia; MIRANDA, Ana; RUAS, Fátima; MARQUES, M. Céu. *Ciências Físico-Químicas 7.º ano, Eu e o Planeta Azul, Caderno de Actividades*. Porto Editora.
- MONDEGO, Celeste; MURTA, Teresa Catalão; NORONHA, Cecília Mascarenhas. *Eu e a Natureza 5, Livro do Professor*. Plural Editores.
- REBELO, Adelaide Amaro; REBELO, Filipe. *Ciências Físico-Químicas 7.º ano, Terra no Espaço*. Lisboa Editora, 2006.
- REBELO, Adelaide Amaro; REBELO, Filipe. *Ciências Físico-Químicas 7.º ano, Terra em transformação*. Lisboa Editora, 2006.
- FERNANDES, Margarida; GRAÇA, Otilia Coelho. *Física 10.º ano*. Lisboa Editora.
- MARTINHO, Eduardo J. C.; OLIVEIRA, J. da Costa; FORTES, M. Amaral. *Matemática para o Estudo da Física*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1985.

# Títulos disponíveis para a 8.ª classe

