

Resumo de Física 11.º ano

Unidade 1 – 1.2

Resumo F1.2.

Domínio 1: Mecânica / 1.2: Interações e seus efeitos

1.2.1. As quatro interações fundamentais

1.2.2. Lei da gravitação universal

1.2.3. Pares ação-reação e terceira lei de Newton

1.2.4. Efeitos das forças sobre a velocidade. Aceleração média e aceleração

1.2.5. Segunda lei de Newton ou lei fundamental da dinâmica

1.2.5. Primeira lei de Newton ou lei da inércia

1.2.1. As quatro interações fundamentais

Uma força resulta da interação entre dois corpos, podendo ser exercida à **distância** ou **por contacto**.

Uma força é uma grandeza física vetorial. Assim, para a caracterizar é necessário conhecer:

- O **ponto de aplicação**: ponto onde a força está a ser aplicada;
- A **direção**: a da reta segundo a qual a força está a atuar;
- O **sentido**: orientação da força numa dada direção;
- A **intensidade**: módulo da força, correspondente à norma do vetor, associada à sua unidade (unidade do SI é o **Newton, N**).

A intensidade de uma força pode ser medida com um dinamómetro.

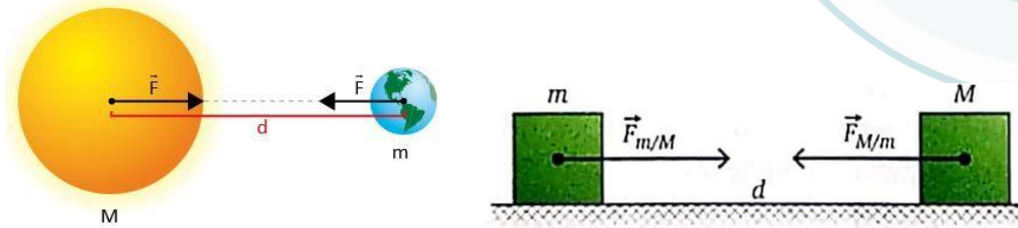
Na natureza, existem quatro tipos de interações fundamentais, com alcances e intensidade diferentes.

Interações	Definição	Alcance	Intensidade relativa
Gravíticas ou gravitacionais	Resultam da interação de corpos, pelo facto de estes possuírem massa. São atrativas.	Infinito	10^{-40}
Eletromagnéticas	Resultam da interação entre partículas com carga elétrica; englobam a força elétrica e magnética. Podem ser atrativas e repulsivas.	Infinito	10^{-2}
Nucleares fracas	Interações responsáveis pelo decaimento radioativo, ou seja, são as forças responsáveis pela transformação de certos núcleos noutros núcleos atómicos.	Interior do núcleo	10^{-5}
Nucleares fortes	Interações que mantêm os prótons e neutrões unidos no interior do núcleo, mantendo a sua coesão. São atrativas.	Interior do núcleo	1

Nota: Valores obtidos por comparação com a intensidade da força nuclear forte.

1.2.2. Lei da gravitação universal

Newton concluiu que todos os corpos com massa se atraem, ou seja, dois corpos de massas m e M , a uma distância, d , são atraídos por forças gravíticas ou forças gravitacionais de igual intensidade, enunciando pela primeira vez a **Lei da Gravitação Universal**.



Lei da Gravitação Universal

Dois quaisquer corpos, com massas m e M , atraem-se mutuamente, exercendo uma força gravítica atrativa, cuja intensidade é diretamente proporcional à massa dos corpos e inversamente proporcional ao quadrado da distância, d , entre eles. A expressão que traduz a lei:

$$F_g = G \frac{m M}{d^2}$$

G designa-se por **constante de gravitação universal** e tem valor igual a $6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$. Este valor não depende do meio de interação.

O valor da constante de gravitação universal é muito baixo, pelo que a força gravítica entre os corpos de pequena massa, que nos rodeiam, é desprezável. Tal já não acontece quando um dos corpos tem uma massa muito elevada, como por exemplo, o planeta Terra. Assim, a força gravítica exercida pela Terra sobre um corpo não é desprezável e denomina-se por **peso**.

As forças gravíticas existentes entre planetas e satélites ou entre o Sol e os planetas do Sistema Solar não são desprezáveis, devido à elevada massa destes corpos.

1.2.3. Pares ação-reação e terceira lei de Newton

TERCEIRA LEI DE NEWTON OU LEI DO PAR AÇÃO-REAÇÃO.

Newton enunciou a Terceira Lei de Newton, ou lei do Par Ação-Reação, referindo a existência de pares de forças, uma vez que estas existem sempre aos pares.

Terceira Lei de Newton ou lei do Par Ação-Reação:

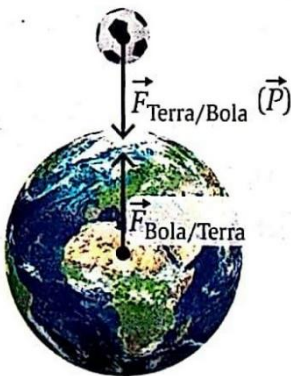
Se um corpo A exerce uma força sobre outro corpo B, este exerce sobre o primeiro uma força de igual intensidade e direção, mas de sentido oposto. Estas duas forças constituem um par ação-reação.

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$

(A força que A exerce em B é igual, mas de sentido contrário, à força que B exerce em A)

Duas forças $\vec{F}_{A/B}$ e $\vec{F}_{B/A}$, constituem um **par ação-reação** quando:

- Têm a mesma direção mas sentidos opostos;
- Têm a mesma intensidade, mesmo que as massas dos corpos que se encontram a interagir sejam diferentes;
- Têm pontos de aplicação diferentes, por isso os seus efeitos não se anulam;
- Uma força é ação e a outra força é a reação.



Exemplo:

O peso, $\vec{P}$, que resulta da interação da Terra com uma bola, está a ser aplicado no centro de massa da bola. A força que constitui o par ação-reação desta força resulta da interação da bola na Terra, $\vec{F}_{Bola/Terra}$, por isso, o seu ponto de aplicação é o centro de massa da Terra. Estas duas forças têm a mesma direção e a mesma intensidade, mas sentidos opostos, e encontram-se aplicadas em corpos diferentes. Por isso, constituem um par ação-reação.

1.2.4. Efeitos das forças sobre a velocidade. Aceleração média e aceleração

Quando uma força ou um conjunto de forças são aplicadas num corpo podem provocar a alteração do módulo ou alteração da direção da velocidade desse corpo.

- Se a resultante das forças é **aplicada no corpo segundo a direção da velocidade** desse corpo, provoca a **alteração do módulo o vetor velocidade**; a direção do vetor velocidade permanece igual, a **trajetória será retilínea**.
- Se a resultante das forças é **aplicada no corpo perpendicularmente** à direção da velocidade desse corpo, provoca a **alteração da direção do vetor velocidade**; o módulo do vetor velocidade permanece igual, a **trajetória será curvilínea**.

A **aceleração média**, $\vec{a}_m$, é uma grandeza física vetorial que mede a variação do vetor velocidade, $\Delta\vec{v}$, por unidade de tempo. A sua unidade SI é o **m s⁻²** e é dada pela expressão:

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

Como Δt é um número escalar positivo, o vetor $\vec{a}_m$ tem a mesma direção e sentido do vetor $\Delta\vec{v}$.

No movimento retilíneo, pode determinar-se a **aceleração média escalar**, a_m , uma vez que, o vetor aceleração média, $\vec{a}_m$, e o vetor variação da velocidade, $\Delta\vec{v}$, têm sempre a mesma direção.

$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Leftrightarrow a_m = \frac{v_f - v_i}{\Delta t}$	a_m – aceleração média escalar, m s⁻² Δv – variação da componente escalar da velocidade, m s⁻¹ Δt – intervalo de tempo, s
--	--

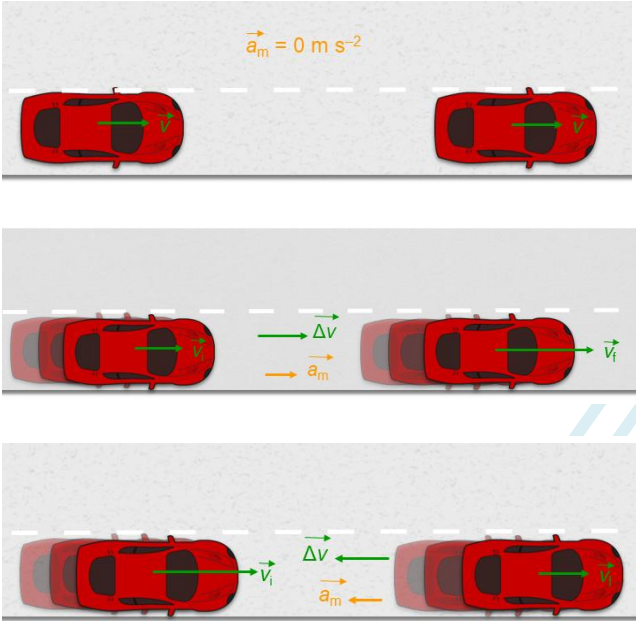
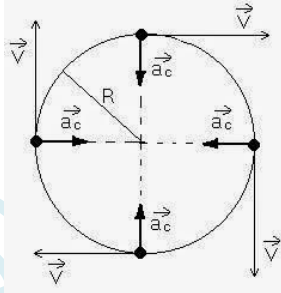
A aceleração média escalar pode ser determinada através de um gráfico velocidade-tempo, para um movimento retilíneo. Desta forma, a aceleração média escalar, num determinado intervalo de tempo, **é igual ao declive da reta** que passa pelos pontos referentes ao intervalo de tempo considerado.

- Se a_m é positiva, então, o sentido do vetor, $\vec{a}_m$, coincide com o sentido positivo do referencial;
- Se a_m é negativa, então, o sentido do vetor, $\vec{a}_m$, coincide com o sentido negativo do referencial;

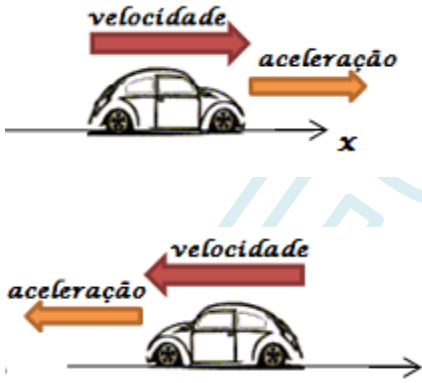
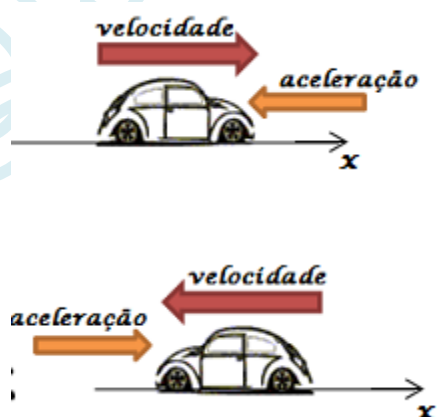
Quando se pretende estudar apenas um instante de tempo, define-se velocidade, $\vec{v}$, e aceleração, $\vec{a}$. Assim, $\vec{a}$ é uma grandeza vetorial que indica o modo como a velocidade varia em cada instante.

- ✓ Se num dado intervalo de tempo, a aceleração, $\vec{a}$, permanecer constante, então a aceleração será igual à aceleração média, $\vec{a}_m$, nesse intervalo de tempo.

Um corpo possui aceleração sempre que o seu vetor velocidade varia, em módulo, direção ou sentido. A tabela seguinte resume as características do vetor aceleração, $\vec{a}$, nos **movimentos retilíneo e curvilíneo**.

Movimento retilíneo	Movimento curvilíneo
✓ Só existe vetor aceleração quando ocorre variação do módulo do vetor velocidade. ✓ Quando existe, o vetor aceleração e o vetor velocidade têm sempre a mesma direção; ✓ A direção do vetor velocidade não varia 	✓ Existe sempre vetor aceleração, pois a direção do vetor velocidade varia ao longo do tempo (mesmo que o valor ou módulo do vetor velocidade não varie); ✓ O vetor aceleração e o vetor velocidade têm sempre direções diferentes. 

Na tabela seguinte encontram-se relacionados os vetores aceleração e velocidade para um movimento retilíneo. Com base nesta relação o movimento adquirido pelos corpos pode ser classificado de várias formas:

Movimento retilíneo		
Uniforme	Uniformemente variado	
Não existe vetor aceleração, pois não há variação do módulo de $\vec{v}$.	✓ $\vec{a}$ mantém-se constante; não varia em direção, sentido ✓ O módulo da aceleração em cada instante é constante, por isso, é igual à aceleração média nesse intervalo de tempo.	
	Uniformemente acelerado	Uniformemente retardado
	✓ O módulo de $\vec{v}$ aumenta; ✓ Os vetores de $\vec{a}$ e $\vec{v}$ têm a mesma direção e sentido; ✓ As componentes escalares da velocidade e da aceleração são ambas positivas ou negativas. 	✓ O módulo de $\vec{v}$ diminui; ✓ Os vetores de $\vec{a}$ e $\vec{v}$ têm a mesma direção, mas sentidos opostos; ✓ As componentes escalares da velocidade e da aceleração têm sinais diferentes, ou seja, se uma é positiva, a outra é negativa. 

O movimento vertical de **um corpo apenas sujeito à ação da sua força gravítica (um grave)** é um exemplo de movimento retilíneo uniformemente variado. A aceleração a que este corpo está sujeito denomina-se por **aceleração gravítica**, representa-se por $\vec{g}$ e tem a mesma direção e sentido da força gravítica. Na superfície da Terra, tem, em média, módulo igual a $9,81 \text{ m s}^{-2}$.

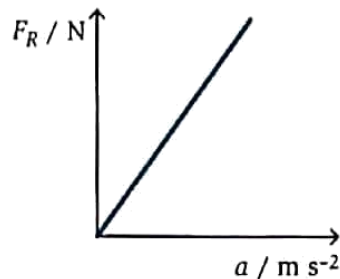
Durante a queda, um grave possui movimento retilíneo uniformemente acelerado, pois o módulo da sua velocidade aumenta, uma vez que a força gravítica e a velocidade têm a mesma direção e sentido.

1.2.5. Segunda lei de Newton ou lei fundamental da dinâmica

Quando num corpo atua um conjunto de forças cuja resultante não é nula, a velocidade do corpo varia, ou seja, o corpo tem aceleração.

O valor da resultante das forças e o valor da aceleração adquirida pelo corpo são diretamente proporcionais, sendo o quociente entre as duas grandezas uma constante de proporcionalidade, m , massa do corpo, que é uma propriedade de cada corpo.

Esta proporcionalidade pode ser representada de acordo com o gráfico seguinte.



2.ª Lei de Newton (Lei Fundamental da Dinâmica)

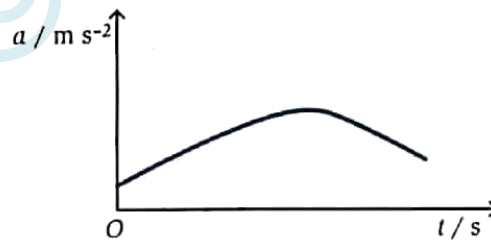
Para um determinado corpo, a resultante das forças, $\vec{F}_R$, tem a mesma direção e sentido da aceleração, $\vec{a}$, do seu centro de massa. O módulo da resultante das forças é diretamente proporcional ao módulo da aceleração. Esta lei é traduzida pela expressão:

$$\vec{F}_R = m \times \vec{a}$$

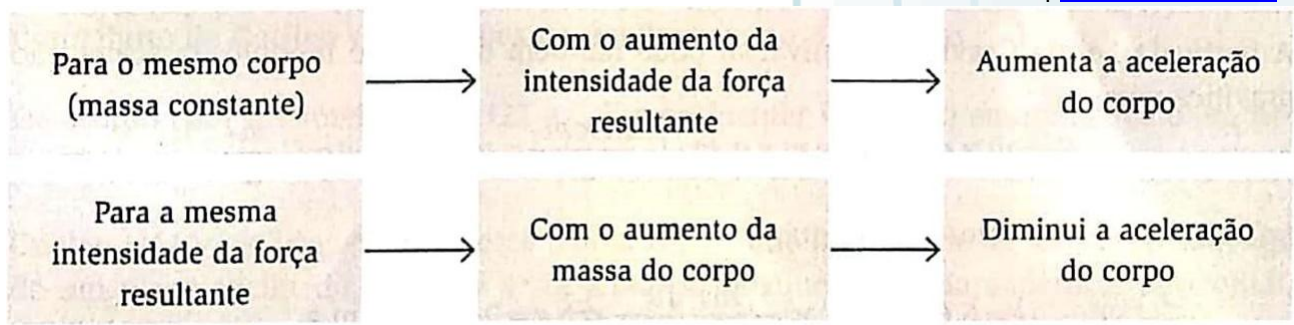
$\swarrow$
(N)

$\downarrow$
(kg)

$\searrow$
(m s^{-2})

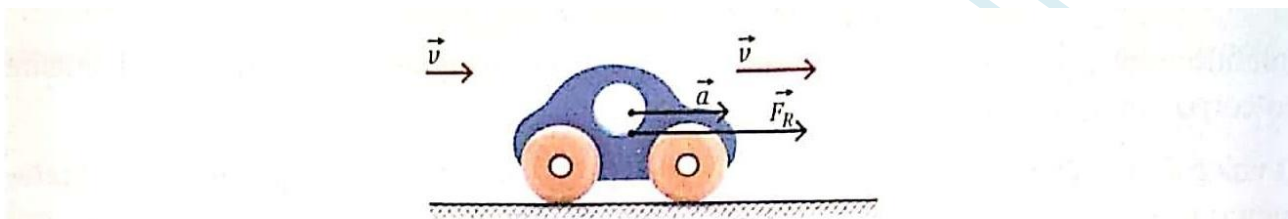


Gráficos de $F_R = f(t)$
e $a = f(t)$



NOTA: Quanto maior for a massa do corpo, isto é, maior será a sua resistência à variação de velocidade.

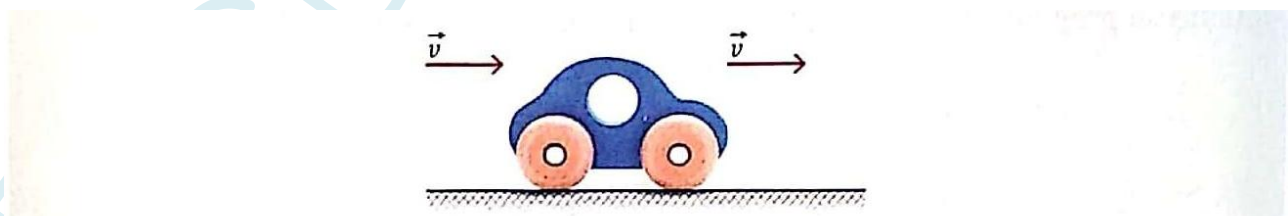
Representação dos vetores $\vec{F}_R$, $\vec{a}$ e $\vec{v}$, num dado instante, para um movimento retilíneo:



Se o módulo da **velocidade** do corpo **aumenta** → a aceleração e a velocidade têm o sentido do movimento → a força resultante tem o sentido do movimento ⇒ **Movimento Retilíneo Uniformemente Acelerado**



Se o módulo da **velocidade** do corpo **diminui** → a velocidade tem o sentido do movimento, mas a aceleração tem sentido contrário ao do movimento → a força resultante tem sentido contrário ao do movimento ⇒ **Movimento Retilíneo Uniformemente Retardado**



Se o módulo da **velocidade** do corpo **permanece constante** → a aceleração é igual a zero → a força resultante é igual a zero ⇒ **Movimento Retilíneo Uniforme**

Determinação da aceleração gravítica a partir da Lei da Gravitação Universal e da 2.^a Lei de Newton

Quando um corpo se encontra em queda livre, está apenas sujeito à sua força gravítica, $\vec{F}_g$. Aplicando a 2.^a lei de Newton a este corpo, conclui-se que a aceleração a que o corpo está sujeito é a aceleração gravítica. Ou seja:

$$F_R = m \times a \quad \text{e como } F_R = F_g, \text{ então } F_g = m \times a \Leftrightarrow m \times g = m \times a \Leftrightarrow g = a$$

A partir da Lei da Gravitação Universal pode também obter-se o módulo da aceleração gravítica pois:

$$F_R = m \times a \Leftrightarrow F_g = m \times a \Leftrightarrow G \frac{m \times m_T}{d^2} = m \times g \Leftrightarrow g = G \frac{m_T}{d^2}$$

Substituindo pelos valores das constante em que para d, à superfície da Terra, usamos o raio da Terra, vem:

$$g = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,98 \times 10^{24}}{(6,37 \times 10^6)^2} \Leftrightarrow g = 9,83 \approx 10 \text{ m s}^{-2}$$

Este valor corresponde a um valor médio da aceleração gravítica na Terra, dependendo da distância entre o centro de massa da Terra e o local onde se encontra o corpo.

1.2.5. Primeira lei de Newton ou lei da inércia

A Primeira Lei de Newton pode ser entendida como um caso particular da Segunda Lei de Newton. De acordo com esta:

$$\vec{F}_R = m \times \vec{a}$$

Se a resultante das forças que atuam no corpo for nula, então a aceleração também será nula.

$$\vec{F}_R = \vec{0} \Rightarrow \vec{a} = \vec{0}$$

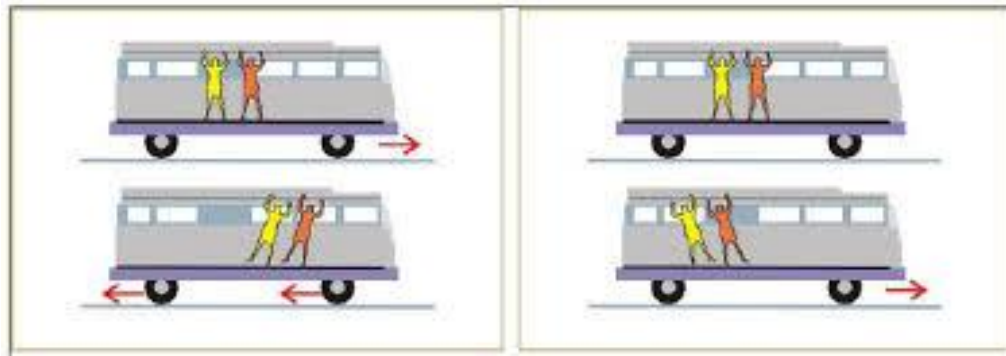
Se a **aceleração é nula**, então o **corpo está em repouso ou desloca-se com velocidade constante**, ou seja, **desloca-se com movimento retilíneo uniforme**.

1.º Lei de Newton (Lei da Inércia)

Se a resultante das forças que atuam sobre um corpo for nula, o corpo permanece em repouso ou desloca-se com velocidade constante, com movimento retilíneo uniforme.

Esta Lei permite explicar situações do dia a dia quando se verifica uma alteração do estado de movimento de um corpo.

Por exemplo, se um automóvel que se desloca a uma determinada velocidade trava, os seus ocupantes têm tendência para continuar com o movimento, sendo projetados para a frente. Quando um automóvel se encontra parado e o seu condutor inicia o movimento, este e os seus ocupantes são projetados para trás porque tem tendência para continuar em repouso.



Esta Lei permite associar aos corpos uma propriedade denominada inércia.

Inércia - tendência que os corpos têm para manter o seu estado de repouso ou de movimento. Quanto maior for a massa do corpo, maior será a sua inércia.

Contributo de Galileu e concepções de movimento de Aristóteles

De acordo com Aristóteles (384-322 a.C.), para manter um corpo em movimento era necessário que atuasse uma força no corpo e, se a força deixasse de atuar, o corpo parava.

Galileu (1564-1642) questionou essa teoria. A partir do movimento de um corpo ao longo de um plano inclinado, ao qual se seguia um movimento numa superfície horizontal, concluiu que, na ausência de atrito, no plano horizontal, como a resultante das forças que atuam no corpo é nula o corpo movimenta-se com velocidade constante, deslocando-se com movimento retilíneo uniforme. Com esta experiência, Galileu provou que não há necessidade de uma força resultante não nula para que um corpo se movimente.