

Múltiplos		
Nome	Símbolo	Factor
yotta	Y	$10^{24}$
zetta	Z	$10^{21}$
exa	E	$10^{18}$
peta	P	$10^{15}$
tera	T	$10^{12}$
giga	G	$10^9$
mega	M	$10^6$
quilo	k	$10^3$
hecto	h	$10^2$
deca	da	$10^1$

Tabela 4.2: Prefixos múltiplos da unidade

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	$10^{-12}$
fento	f	$10^{-15}$
ato	a	$10^{-18}$
zepto	z	$10^{-21}$
yocto	y	$10^{-24}$

Tabela 4.3: Prefixos submúltiplos da unidade

## 4.5 Contas com unidades e suas vantagens

Nesta unidade curricular vamos realizar todos os cálculos com grandezas físicas apresentando explicitamente as unidades em todos os passos. Pretende-se que este procedimento torne-se num hábito que perdure para além desta unidade. Mas o que é que ganhamos ao fazê-lo?

Para compreendermos os benefícios consideremos o seguinte problema:

Um automóvel desloca-se na via rápida com uma velocidade constante de 36 km/h. Qual é a distância que percorre em 20 minutos?

Alguns alunos poderão estar neste momento a perguntar-se: qual era mesmo a fórmula da velocidade?

Se olharmos para as unidades dos dados teremos a resposta. As unidades da velocidade estão em km/h. Ou seja, a partir das unidades sabemos que a velocidade será obtida a partir de uma distância (em km) a dividir por um tempo (em h). Logo podemos prever que a fórmula para a velocidade  $v$  será dada por:

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

em que  $\Delta x$  é o espaço percorrido entre dois pontos e  $\Delta t$  é o intervalo de tempo que decorreu.

**A primeira vantagem:** Não é preciso fixar as fórmulas. Uma análise das unidades dos dados permitem *adivinhar* a fórmula.

Ao fazer as contas com as unidades explicitadas:

$$36 \text{ km/h} = \frac{\Delta x}{20 \text{ min}} \quad \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \Delta x = (36 \text{ km/h}) \times 20 \text{ min}$$

Temos duas unidades de tempo diferentes logo uma delas tem de ser modificada:

$$\Delta x = (36 \text{ km}/60\text{min}) \times 20 \text{ min}$$

As conversões de unidades fazem-se directamente em vez de utilizarmos regras desnecessárias (de três simples, de pirâmide, etc.) e sujeitas a lapsos de memória.

**A segunda vantagem:** As conversões de unidades tornam-se simples.

Concluindo os cálculos vemos que  $\Delta x$  vem com unidades consistentes com a grandeza:

$$\Delta x = 12 \text{ km}$$

Suponhamos que partíamos de uma fórmula errada:

$$v = \Delta x \cdot \Delta t$$

Ao fazermos as contas com as unidades explicitadas:

$$\begin{aligned} 36 \text{ km/h} &= \Delta x \times 20 \text{ min} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \Delta x &= \frac{36 \text{ km/h}}{20 \text{ min}} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \Delta x &= \frac{36 \text{ km}/60\text{min}}{20 \text{ min}} \Leftrightarrow \\ \Delta x &= 0.03 \text{ km}/\text{min}^2 \end{aligned}$$

O espaço percorrido tem unidades de  $\text{km}/\text{min}^2$ !?

**A terceira vantagem:** Se a fórmula estiver errada o resultado virá com unidades que não são compatíveis com a grandeza. Ou seja, temos um mecanismo de *deteção de erros*.

## 4.6 O significado físico

Na versão errada do problema da secção 4.5 o resultado final foi de  $0.03 \text{ km}/\text{min}^2$ . Suponhamos que não se tinha utilizado as unidades nos cálculos intermédios. Como se “sabia” que  $\Delta x$  tinha que ter unidades de comprimento, poderia-se ter concluído erradamente que  $\Delta x = 0.03 \text{ km}$ .

Mesmo nestas circunstâncias ainda nos resta o maior mecanismo de deteção de erros ao qual devemos *sempre* recorrer. Este mecanismo é simplesmente perguntar:

Será que o resultado faz sentido?

Um automóvel desloca-se durante 20 minutos a uma velocidade de  $36 \text{ km}/\text{h}$  e desloca-se apenas 30 metros!? Isto fisicamente não faz sentido!

Esta ferramenta necessita apenas de *espírito crítico* e do conhecimento dos *valores típicos das grandezas em jogo* no mecanismo que estamos a estudar. Este estado de espírito é ainda mais importante numa era em que muitas das decisões que tomamos em todas as áreas da ciência são fruto de resultados numéricos obtidos a partir de programas de computador. A nossa única defesa contra possíveis erros é o contacto com a realidade, é *compreendermos* a natureza. As contas podem ser muito complicadas mas no fim o resultado tem que fazer sentido.