

## UM BREVE COMENTÁRIO SOBRE GRANDEZAS E UNIDADES E OS ERROS COMETIDOS EM SEU USO NO COTIDIANO

*A brief comment on quantities and units and the errors done in their quotidian use*

**Eduardo de Paiva** [edup2112@gmail.com]

*Divisão de Física Médica, Instituto de Radioproteção e Dosimetria – IRD/CNEN/MCTI  
Av. Salvador Allende s/n, 22783-127, Rio de Janeiro – RJ, Brasil*

### Resumo

No Brasil é adotado o Sistema Internacional de Unidades (SI), que define as grandezas e unidades de base e estabelece as regras para seu uso. Contudo, em produtos comumente encontrados no cotidiano podem ser observados vários erros na grafia de seus nomes e símbolos. O objetivo desta breve nota é estender o trabalho da sala de aula pelo uso de conceitos básicos aplicados a um problema de relevância prática do cotidiano, que é o correto uso das unidades em que as grandezas são expressas. Nesta tentativa, são mostrados exemplos de erros em vez de acertos no uso de símbolos e unidades e conceitos simples de física em nível de ensino médio são suficientes.

**Palavras-chave:** Grandezas; unidades; símbolos.

### Abstract

In Brazil is adopted the International System of Units (SI), which defines the quantities and base units and rules for their use. However, in products commonly found in everyday life can be observed several errors in the spelling of their names and symbols. The purpose of this short note is to extend the classroom work by the use of basic concepts applied to a problem of practical relevance of the everyday, which is the correct use of the units in which quantities are expressed. In this attempt, error examples are shown instead of successes in the use of symbols and units and simple physics concepts on high school level are sufficient.

**Keywords:** Quantities; units; symbols.

### I. Introdução

As leis físicas são expressas por meio da relação entre entidades denominadas grandezas ou quantidades físicas. Portanto, a medição das quantidades físicas é de grande importância para a ciência e consiste essencialmente em um processo de comparação entre grandezas de mesmo tipo, sendo uma delas um padrão que é adotado como unidade de medida [Resnick & Halliday, 1973, Alonso & Finn, 1986]. São exemplos de grandezas físicas o tempo, o volume, a energia, a massa e a carga elétrica, e todas são expressas pelo produto entre um número e uma unidade [Cohen & Giacomo, 1987] como em 2 h (tempo), 10 ml (volume), 4 MeV (energia), 5 kg (massa) e 2 C (carga elétrica) onde o número indica o seu tamanho ou intensidade e a unidade indica o seu tipo ou natureza.

Embora o uso das unidades em que as grandezas físicas são expressas seja governado por regras muito específicas e regulamentado por entidades reconhecidas [BIPM, 1960, BIPM, 2006], quando observamos produtos expostos em estabelecimentos comerciais tais como drogarias, lojas de departamento e supermercados vários erros gravados em suas embalagens

podem ser notados. Após uma breve introdução sobre grandezas e unidades do Sistema Internacional de Unidades, que é adotado no Brasil [INMETRO, 2013], o professor da área de ciências exatas pode usar esta observação como base para uma exposição didaticamente interessante sobre o assunto, que é apontar os erros em vez dos acertos no uso de símbolos e unidades. Adicionalmente o professor pode fazer uma breve exposição sobre a nomenclatura dos elementos químicos.

O objetivo deste trabalho é estender o trabalho da sala de aula pelo uso de conceitos básicos aplicados a um problema de relevância prática, que é o correto uso de símbolos e unidades gravados em produtos encontrados no cotidiano. Nesta tentativa, conceitos simples de física em nível de ensino médio são suficientes.

## II. As grandezas e unidades de base do SI

O Sistema Internacional de Unidades (SI) foi instituído em 1960 [BIPM, 1960] e atualmente é baseado em sete grandezas ou quantidades físicas fundamentais e independentes: comprimento (L), massa (M), tempo (T), corrente elétrica (I), temperatura termodinâmica ( $\Theta$ ), quantidade de substância (N) e intensidade luminosa (J) [BIPM, 2006]. Estas grandezas são chamadas de grandezas de base do SI e são consideradas fundamentais no sentido que todas as outras grandezas podem ser derivadas a partir de suas combinações. Por exemplo, a grandeza força é expressa como  $M \times L / T^2$  (neste caso diz-se que a grandeza força tem dimensão de massa vezes comprimento por tempo ao quadrado), a grandeza energia é expressa por  $M \times L^2 / T^2$ , e a grandeza intensidade do campo elétrico é dada por  $(M \times L) / (T^3 \times I)$ . As dimensões das grandezas derivadas são obtidas a partir das dimensões das grandezas de base usando as equações da física que as relacionam e de modo geral para uma dada grandeza arbitrária Q sua dimensão pode ser escrita como o produto de potências das dimensões das sete grandezas de base

$$\dim Q = L^\alpha M^\beta T^\gamma I^\delta \Theta^\varepsilon N^\zeta J^\eta, \quad (1)$$

onde  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\varepsilon$ ,  $\zeta$  e  $\eta$  são os expoentes dimensionais, que são números inteiros negativos, positivos ou zero.

Por exemplo, para a velocidade de uma partícula que é dada pela expressão  $v = \frac{dx}{dt}$ , onde  $x$  é a distância e  $t$  é o tempo, temos que sua dimensão é dada por comprimento dividido por tempo,

$$\dim v = \dim x / \dim t = L/T = LT^{-1} \quad (2)$$

Comparando a Eq. (2) com a Eq. (1) vemos que  $\alpha = 1$ ,  $\beta = 0$ ,  $\gamma = -1$  e  $\delta = \varepsilon = \zeta = \eta = 0$ .

Como um outro exemplo, a segunda lei do movimento de Newton estabelece que  $F = m \cdot a$ , onde  $F$  é a força<sup>[1]</sup> aplicada a uma partícula de massa  $m$  e que experimenta uma aceleração  $a$  em decorrência da aplicação da força  $F$ ,

$$\dim F = \dim m \times \dim a \quad (3)$$

<sup>[1]</sup> Observe que a equação que descreve a segunda lei de Newton é uma equação vetorial, mas para a análise das dimensões consideramos apenas os módulos de  $F$  e  $a$ .

Lembrando que  $a = \frac{dv}{dt}$ , onde  $v$  é a velocidade e  $t$  é o tempo, temos que a aceleração tem dimensão de velocidade dividido por tempo, ou usando a Eq. (2) comprimento por tempo ao quadrado, e portanto

$$\dim F = M \times L / T^2 \quad (4)$$

Comparando (4) com (1) vemos que  $\alpha = 1$ ,  $\beta = 1$ ,  $\gamma = -2$  e  $\delta = \varepsilon = \zeta = \eta = 0$ .

Quando todos os expoentes na Eq. (1) são iguais a zero diz-se que a grandeza é adimensional ou possui dimensão 1. Grandezas adimensionais são definidas como a razão entre duas quantidades do mesmo tipo, como por exemplo a grandeza ângulo sólido que é o espaço contido no interior de uma superfície cônica<sup>[2]</sup> e é dado por  $S/R^2$  sendo  $S$  a área da calota esférica distante uma distância  $R$  do vértice da superfície cônica [Alonso & Finn, 1986]. Portanto, em termos de dimensões o ângulo sólido tem dimensão de  $L \times L / L^2$  que é igual a 1. Outro exemplo de grandeza de dimensão 1 é o índice de refração, definido como a razão entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz em um dado meio.

Para cada grandeza de base corresponde uma unidade de base do SI<sup>[3]</sup>, conforme mostrado na Tab. 1. Neste ponto deve ser observado que não podemos confundir os símbolos das unidades com os símbolos das grandezas. Por exemplo, não confundir a letra m usada como símbolo para a unidade de comprimento metro com a letra m normalmente usada para simbolizar a grandeza massa. Outra observação importante é que os símbolos usados para as grandezas são recomendações, e os símbolos usados para as unidades são obrigatórios [BIPM, 2006]. Então, para representar a quantidade comprimento podemos usar  $l$ ,  $d$ ,  $x$ , etc., mas para representar a unidade de comprimento metro jamais podemos usar outra letra que não a letra m.

Algumas quantidades derivadas das quantidades de base do SI possuem unidades com nomes especiais, tais como frequência, hertz (Hz); força, newton (N); energia, joule (J); pressão, pascal (Pa); potência, watt (W), etc., conforme Tab. 2. A relação destas unidades e de todas as unidades derivadas com as unidades de base dependem das equações da física que as relacionam e são expressas como o produto de potências das sete unidades de base de modo análogo ao de suas dimensões (Eqs. (1) a (4)).

Quantidades com valores muito pequenos ou muito grandes podem ser melhor expressas usando os múltiplos e submúltiplos decimais descritos na Tab. 3 anexados às unidades SI e suas unidades derivadas<sup>[4]</sup>. Por exemplo, 0,0000001 m pode ser escrito como 0,1  $\mu$ m ou 100 nm e 10.000.000 Hz pode ser escrito como 10 MHz ou 0,01 GHz.

<sup>[2]</sup> O ângulo sólido também pode ser definido para uma superfície piramidal.

<sup>[3]</sup> As definições formais das unidades de base são em geral baseadas em fenômenos físicos, por exemplo *O metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de 1/299 792 458 de segundo* [BIPM, 2006, INMETRO, 2013].

<sup>[4]</sup> A unidade de massa quilograma (também pode ser escrito quilograma) é a única que contém um prefixo em seu nome e por convenção seus múltiplos e submúltiplos são formados anexando outros prefixos SI à palavra grama [INMETRO, 2013].

Tabela 1. As sete grandezas e unidades de base do SI.

Grandeza	Unidade SI	
	Nome	Símbolo
comprimento	metro	m
massa	kilograma	kg
tempo	segundo	s
corrente elétrica	ampere	A
temperatura termodinâmica	kelvin	K
quantidade de substância	mol	mol
intensidade luminosa	candela	cd

Tabela 2. Algumas unidades SI derivadas que possuem nomes especiais.

Grandeza	Unidade SI derivada	
	Nome	Símbolo
frequência	hertz	Hz
força	newton	N
energia	joule	J
pressão	pascal	Pa
potência	watt	W
carga elétrica	coulomb	C
potencial elétrico	volt	V
resistência elétrica	ohm	$\Omega$
indutância	henry	H
atividade	becquerel	Bq
dose absorvida	gray	Gy
dose equivalente	sievert	Sv
ângulo plano	radiano	rad
ângulo sólido	esferorradiano	sr

Tabela 3. Prefixos do SI.

Nome	Símbolo	Fator multiplicativo	Nome	Símbolo	Fator multiplicativo
yocto	y	$10^{-24}$	deca	da	$10^1$
zepto	z	$10^{-21}$	hecto	h	$10^2$
atto	a	$10^{-18}$	kilo	k	$10^3$
femto	f	$10^{-15}$	mega	M	$10^6$
pico	p	$10^{-12}$	giga	G	$10^9$
nano	n	$10^{-9}$	tera	T	$10^{12}$
micro	$\mu$	$10^{-6}$	peta	P	$10^{15}$

mili	m	$10^{-3}$	exa	E	$10^{18}$
centi	c	$10^{-2}$	zetta	Z	$10^{21}$
deci	d	$10^{-1}$	yotta	Y	$10^{24}$

Quando os fatores do produto das potências das unidades de base são todos iguais a 1 as unidades derivadas são ditas serem *coerentes*. Por exemplo, da Eq. (2) verificamos que a unidade SI de velocidade é m/s, e da Eq. (4) que a unidade SI de força é kg.m/s<sup>2</sup> (que recebe o nome newton, N). Contudo, a unidade de velocidade km/s, embora seja unidade SI, não é uma unidade SI coerente pois km/s = 10<sup>3</sup> m/s, e a unidade de força mg.m/s<sup>2</sup> também não é uma unidade SI coerente pois mg.m/s<sup>2</sup> = 10<sup>-6</sup> kg.m/s<sup>2</sup>. Logo, as sete unidades de base do SI mais suas unidades coerentes derivadas formam um sistema de unidades que não necessitam de fatores de conversão.

Há várias regras sobre o uso correto dos símbolos e unidades. A seguir algumas dessas regras são descritas.

1. Símbolos de elementos químicos, se possui uma única letra ela deve ser maiúscula, como o fluor, símbolo F; se é formado por duas letras, a primeira deve ser maiúscula e a segunda minúscula, como o ferro, símbolo Fe. Então, escrever f para o fluor está errado assim como escrever fe, fE ou FE para o ferro também está errado.
2. Deve haver uma separação entre o número e a unidade e o símbolo da unidade deve ser escrito em alfabeto latino e na vertical.
3. Os símbolos usados para as unidades que não são derivadas de nomes próprios devem ser escritos sempre em minúsculo: kg, s, m, l, etc. Contudo, para o litro admite-se escrever 1 L para que a letra l (éle) minúscula não seja confundida com o número 1 (um).
4. Os prefixos da Tab. 3 usados para indicar múltiplos e submúltiplos decimais das unidades SI não podem ser compostos, como em mcm (*milicentímetro*) ou  $\mu$ km (*microkilometro*).
5. Quando se usa prefixos não se deve usar espaço ou hífen entre o prefixo e nome da unidade. Então, deve-se escrever microsegundo e kilohertz em vez de micro-segundo e kilo-hertz.
6. Nomes de unidades derivadas da multiplicação de nomes de unidades devem ser separadas por um espaço ou hífen, como em newton metro ou newton-metro, megawatt hora ou megawatt-hora.
7. Não se deve combinar símbolos de unidades com nomes de unidades por extenso, como em 1,2 g/centímetro ou 1,2 grama/cm.
8. Não se deve abreviar os nomes das unidades, como em cc para indicar centímetro cúbico ou seg para indicar segundo.

9. Os símbolos das unidades derivadas de nomes próprios, se possuem uma única letra, se escrevem sempre em maiúsculo como N (do nome Isaac Newton), W (do nome James Watt) e J (do nome James Joule); se possuem duas letras a primeira se escreve em maiúsculo e a segunda em minúsculo, como Pa (do nome Blaise Pascal), Hz (do nome Heinrich Hertz) e Bq (do nome Henri Becquerel). Contudo, quando as escrevemos por extenso devemos fazê-lo em minúsculo como newton, watt, joule, pascal, hertz e becquerel.
10. De modo geral o plural dos nomes das unidades é formado pela adição da letra s. Então, por exemplo, o plural de mol é mols e não moles; o plural de becquerel é becquerels e não becqueréis, etc. Contudo, esta regra não se aplica quando o nome da unidade termina em s, x ou z, como em Hertz e em lux em que o plural é invariável.
11. Não se deve usar o plural para os símbolos das unidades. Então, para indicar 40 newtons escrevemos 40 N em vez de 40 Ns e para indicar 100 kilogramas escrevemos 100 kg em vez de 100 kgs.
12. Percentagem (ou porcentagem), deve haver um espaço entre o número e o símbolo %<sup>[5]</sup>.

Neste ponto o professor da área de ciências exatas pode elaborar algumas atividades/questões, tais como:

- i. Identifique algumas unidades usadas no cotidiano que não são unidades de base do SI.
- ii. Considerando que a energia cinética  $T$  de uma partícula de massa  $m$  e que se move com velocidade  $v$  é dada por  $T = \frac{1}{2}mv^2$ , determine a relação entre o joule (J) e o newton (N). O fator 1/2 interfere no resultado ?
- iii. Em face do resultado anterior, defina a quantidade energia em termos de quantidades de base.
- iv. Expresse as unidades derivadas da Tab. 2 em termos de unidades de base do SI.

### III. Considerações finais

O aprendizado de física depende, entre outros fatores, do conhecimento das grandezas físicas e das respectivas unidades em que são expressas. Neste sentido, uma breve discussão em sala de aula sobre grandezas e unidades do SI e as regras para seu uso correto pode ser um caminho possível para seu ensino/aprendizagem, dado o caráter prático e utilitário que o tema apresenta. Apesar da existência de regras para o uso de símbolos e unidades vários erros na sua grafia podem ser observados em produtos comumente comercializados no cotidiano, como por exemplo os mostrados na Tab. 4, e o professor deve chamar a atenção de seus alunos, principalmente nos níveis mais fundamentais, sobre este problema. Uma abordagem bastante ilustrativa, didática e de custo zero consiste em levar para a sala de aula vários produtos com

<sup>[5]</sup> Há países que adotam regras diferentes para o símbolo de percentagem, como nos Estados Unidos onde esta separação não é prescrita.

símbolos e/ou unidades grafadas de modo errado e/ou pode pedir aos alunos que procurem e identifiquem dentro de suas casas produtos com erros nos símbolos e/ou unidades. O professor pode ainda realizar um trabalho de campo com os alunos (por exemplo, um passeio pelas seções de um supermercado ou drogaria) para observar *in loco* erros no uso de símbolos e unidades.

Uma questão interessante que o professor pode propor para os estudantes é: Por quê, mesmo com a existência de regras específicas sobre o uso de símbolos e unidades, muitos erros são encontrados gravados em produtos industrializados? Por fim, acreditamos que esta abordagem *reversa* de apontar os erros em vez dos acertos no uso de símbolos e unidades pode servir como um estímulo adicional e ser didaticamente interessante para o aprendizado de física.

Tabela 4. Alguns exemplos de erros cometidos no uso de símbolos e unidades em produtos comumente encontrados no cotidiano.

Exemplo de erro	Descrição
15 mL	A letra <u>L</u> deve ser escrita em minúsculo.
0,3mg/mL	A letra <u>L</u> deve ser escrita em minúsculo e deve haver uma separação entre o número e a unidade.
500mg	Deve haver uma separação entre o número e a unidade.
Al	Muito comum em latas de bebidas para indicar tratar-se de alumínio, que é reciclável. Por ser elemento químico, a letra <u>a</u> deve ser escrita em maiúsculo.
10%	Deve haver uma separação entre o número 10 e o símbolo %.
3 Kcal	A letra <u>K</u> deve ser escrita em minúsculo, pois designa o prefixo kilo, k.
4000 Kj	A letra <u>K</u> deve ser escrita em minúsculo e a letra <u>j</u> em maiúsculo, pois designa a unidade joule, J.
15 mcg	Deve-se usar o símbolo $\mu$ em vez de <u>mc</u> para designar micrograma.
2 KG	As duas letras para kilograma devem ser escritas em minúsculo.
100 mts	Não se deve abreviar os nomes das unidades e não se deve usar o plural para seus símbolos.

peso líquido: 1 kg

Duas grandezas diferentes estão sendo comparadas, peso (que possui dimensão de força ou  $M \times L/T^2$ ) com massa (M).

---

### Referências bibliográficas

ALONSO, M.; & FINN, E. J. (1986). Física - um curso universitário. In Editora Edgard Blucher, vol. 1, cap. 2. São Paulo.

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. General Conference on Weights and Measures (11th CGPM, Resolution 12, 1960). <http://www.bipm.org/en/CGPM/db/11/12/>

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. The International System of Units (SI) (BIPM, 8th edition, 2006). [http://www.bipm.org/utis/common/pdf/si\\_brochure\\_8.pdf](http://www.bipm.org/utis/common/pdf/si_brochure_8.pdf)

COHEN, E. R.; & GIACOMO, P. Physica, v. 146A, p. 1, 1987.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. Quadro Geral de Unidades de Medida no Brasil (INMETRO, Portaria 590, 2013). <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002050.pdf>

RESNICK, R.; & HALLIDAY, D. (1973). Física I. In LTC Editora, vol. 1, cap. 1. Rio de Janeiro.