

GRANDEZAS, NÚMEROS, UNIDADES

DIETMAR APPELT

Laboratório de Física, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto

E-mail: dappelt@fc.up.pt

Face a um progressivo e crescente hábito de expressão indevida, recordam-se as regras válidas em Portugal, e na maioria de outros países, para a forma acordada e oficial de expressão escrita de grandezas, números e unidades. Sendo assunto de interesse básico nas Ciências Físicas, é igualmente extensivo à generalidade das Ciências da Natureza, Ciências Económicas e todos os domínios em que as referidas entidades encontrem utilização.

1 — Introdução

Tem-se vindo a acentuar cada vez mais a tendência para transpor para a forma de expressão nacional — no caso vertente, a língua portuguesa, seus acrónimos e formas genéricas sincopadas — termos e expressões retomadas «tal qual» da língua utilizada nas publicações em que os novos conceitos fazem as suas primeiras aparições: actualmente a língua inglesa é indubitavelmente o manancial de quase toda a informação inovadora. Na língua portuguesa, este fenómeno de absorção imediatista tem provavelmente tido uma extensão consideravelmente mais ampla do que nas outras grandes línguas do mundo ocidental. O idioma officioso do Brasil tem, sem dúvida, exercido uma forte influência (quanto a nós, muitas vezes deplorável) neste sentido.

Para além deste fenómeno, talvez por arrastamento, têm-se vindo a introduzir em Portugal, no domínio das Ciências Físicas e outras que têm de recorrer a números e grandezas mais ou menos objectivas, «maus hábitos» quanto à forma de expressão das grandezas e dos seus valores, isto é, dos números e das unidades. Esta «epidemia» tem-se vindo a alastrar desde alunos dos mais variados graus e estados de ensino até professores, políticos, jornalistas e *opinion makers* (naturalmente que somos estatisticamente semelhantes à sociedade que regularmente

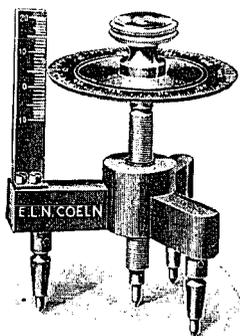
integramos, pelo que, por vezes, somos levados pela mesma corrente...).

Até mesmo as tão famosas Provas Específicas, essa instituição oficial de elevado impacte nacional para alunos, pais, professores e governantes — e, como tal, de alta responsabilidade — têm, nos últimos anos (também em 1995), sido afectadas desta enfermidade.

Defrontando-nos quase diariamente (quicá *quixotesicamente*) com a situação de corrigir os maus hábitos que alunos universitários trazem de trás e de, delicadamente, fazermos «menções honrosas» a colegas — para além dos *frissons* que experimentamos nas mais diversas situações de ambientes de avançado nível tecnológico (por vezes até científico), como por exemplo, a bordo das aeronaves de companhias aéreas portuguesas, onde ouvimos que a temperatura é de ... graus **centígrados** — pareceu-nos que seria útil recordar o que sobre este assunto está instituído em Portugal, em muitas situações mesmo disposto por via legal. Sem prejuízo de uma ou outra referência a outros domínios, limitar-nos-emos, nesta exposição, à aplicação dos princípios ao campo das Ciências Físicas.

2 — Grandezas

Nas expressões analíticas, as grandezas são representadas por símbolos literais. Não havendo regras específicas



divergentes em Portugal, deverão, em princípio, ser aqui seguidos os preceitos preconizados na norma ISO 31¹. Trata-se de um trabalho volumoso — para além de uma parte introdutória, esta norma é constituída por mais 13 partes, correspondentes aos diversos domínios específicos da Física, assim como uma parte dedicada aos sinais e símbolos matemáticos — em que estão estabelecidos os símbolos a utilizar para a esmagadora maioria das grandezas usadas em Física e Química, assim como para funções da Matemática. Dada a sua extensão e abrangência, não vamos naturalmente reproduzi-lo aqui. A sua introdução mais formal no acervo normativo português está em estudo há já algum tempo.

Parece-nos, no entanto, útil recordar aqui alguns princípios básicos sobre a forma de representar as grandezas (ISO 31-0 [1]):

Os **símbolos das grandezas** são geralmente constituídos por apenas uma letra do alfabeto latino ou grego, por vezes acrescida de índices ou outros sinais modificadores. Estes símbolos são impressos em *caracteres itálicos (inclinados)*.

O símbolo não é seguido de qualquer ponto, salvo nos casos normais de pontuação (p. ex. no fim de uma frase). Os símbolos consagrados para as grandezas são dados nas várias partes daquela norma: ISO 31-1 a ISO 31-10, ISO 31-12 e ISO 31-13 [2]. Assim, enquanto o potencial eléctrico do campo electrostático deve preferencialmente ser representado por V (φ é também admitido), a forma preferencial para representar uma diferença de potencial (ou tensão) eléctrica deve ser U (embora V seja também aceite); a força electromotriz deve ser representada por E , tal como genericamente a energia; às grandezas comprimento, largura e altura correspondem, respectivamente, os símbolos l (ou L), b e h ; para o raio de curvatura está consagrado o símbolo ρ , o mesmo que para a massa volúmica, a carga (eléctrica) volúmica e a resistividade (eléctrica). O símbolo v é utilizado para representar quer a grandeza velocidade, quer o volume mássico (inverso da massa volúmica), enquanto V representa o volume. O símbolo T pode representar o período de um fenómeno periódico ou a temperatura termodinâmica. O factor de potência (em corrente eléctrica alternada sinusoidal) deve ser representado por λ (sendo que é válida a expressão analítica $\lambda = \cos\varphi$). Estes são apenas alguns exemplos retirados ao acaso da vasta listagem contida naquele grupo de normas.

Excepcionalmente empregam-se símbolos constituídos por duas letras, para combinações de grandezas de dimensão um (p. ex., o número de Reynolds, Re).

Quando, num dado contexto, diferentes grandezas têm o mesmo símbolo literal ou quando haja interesse em dis-

tinguir diferentes aplicações ou diferentes tipos de valores (p. ex. valor médio, valor eficaz, etc.) para a mesma grandeza física, pode-se recorrer ao uso de índices inferiores para fazer a distinção. Nesta situação, são recomendados os princípios seguintes: o índice que representa o símbolo de uma grandeza física é impresso em caracteres itálicos (inclinados); os outros índices são impressos em caracteres romanos (direitos); os números utilizados como índices serão impressos em caracteres romanos (direitos), mas os símbolos literais que representam números serão, em geral, impressos em caracteres itálicos (inclinados). Nesta conformidade C_g representa a capacidade térmica de um gás enquanto a capacidade térmica a pressão constante deverá ser representada por C_p ; o símbolo representativo da aceleração da gravidade normal será g_n , enquanto g_{ik} é o símbolo adequado para representar a entalpia livre mássica afectada de dois índices correntes; E_k será o símbolo próprio para representar a energia cinética enquanto a energia da partícula de ordem k (índice numérico corrente) será representada por E_k .

3 — Números

Neste domínio constata-se que, com frequência assustadoramente crescente, se utiliza um sinal gráfico não-conforme para separar a parte inteira da parte decimal, quer na linguagem escrita quer na linguagem falada. Com efeito, a Norma Portuguesa NP-9 [3] estabelece claramente que os sinais gráficos a utilizar para aquela finalidade são o ponto e a vírgula, sendo o primeiro empregado nos países de língua inglesa e o segundo nos restantes (sic). Não tem, pois, cabimento utilizar o «ponto».

Transcrevemos aqui a parte relevante da nota de rodapé daquela norma: «Esta norma foi mandada adoptar obrigatoriamente no ensino e nos livros didácticos pela Portaria n.º 17053 de 4/3/1959 do Ministério da Educação Nacional». Muito embora aquela norma continue válida à data da redacção deste apontamento, aparentemente o seu preceituado esvaiu-se dos hábitos...

Para além disso, estabelece-se aí que se deverá utilizar um espaço em branco para separar os grupos de três algarismos (contados para um e outro lado da vírgula), destinados a facilitar a leitura do número.

Também a nomenclatura dos grandes números está há muito claramente estabelecida para Portugal na norma NP-18 [4]: utiliza-se a chamada regra N, $10^{6N} = (N)$ ilião. Por ordem crescente de sucessivas potências de 10^3 , os

¹ ISO é a sigla de *International Organization for Standardization* / *Organisation internationale de normalisation*, entidade que Portugal integra, e como tal está obrigado a respeitar o preceituado.

números são designados por: milhar (mil), milhão, milhar de milhões (mil milhões), bilião, milhar de biliões (mil biliões), trilião, milhar de triliões (mil triliões), quadrilião, etc. Também esta norma se apresenta com uma nota de rodapé idêntica à transcrita acima.

Um bilião é, pois, $10^{12} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000$ e não $10^9 = 1\ 000\ 000\ 000$ como frequentemente é empregue.

4 — Unidades

Este é, possivelmente, o capítulo em que surge maior variedade e abundância de não-conformidades.

Este assunto está coerentemente tratado em vários documentos regulamentadores: a nível internacional na norma ISO 1000 [5], a nível nacional na Norma Portuguesa NP-172 [6] e, mais recentemente, no Decreto-Lei 238/94 [7].

As unidades têm nomes e símbolos (únicos, conforme consignados naqueles documentos), que são entidades distintas mas muitas vezes confundidas.

Os **nomes** das unidades são substantivos comuns [8] e, como tal, na língua portuguesa, deverão ser escritos com letra minúscula (exceptuam-se, naturalmente, as situações em que quaisquer substantivos comuns podem ou devem ser grafados de outra forma, p. ex. no início de uma frase) e formam plural — podendo, eventualmente, ser invariáveis nesta forma (note-se que a aplicação do plural apenas tem lugar para duas ou mais entidades). Teremos, então, uma corrente eléctrica de intensidade três amperes (mas não ampere, nem ampères), uma potência de cinco watts² (e não watt, nem wátios), tal como uma massa de cinco quilogramas (mas não quilos, nem kilogramas) ou um comprimento de sete metros, uma frequência de cento e cinco megahertz, uma condutância de dezassete milsiemens, uma temperatura de vinte e três graus celsius (mas não centígrados!).

Temos plena consciência da controvérsia desta matéria. Há, com efeito, Escolas Superiores de Tecnologia e/ou Ciências da Natureza, onde está divulgada prática contrária: a tensão eléctrica em nossas casas seria de duzentos e vinte **volt**, o termoacumulador drena uma corrente de sete **ampere**, mas o comprimento da sala é de cinco **metros**, a capacidade do mesmo termoacumulador é de cem **litros**³, etc. A inconsistência está bem patente; não vemos racionalidade nesta prática, pelo que não a apoiamos.

Lamentavelmente, ainda está demasiado vulgarizado o mau hábito de se utilizarem unidades fora do SI, e algumas fora de uso há muito tempo. A grandeza pressão é, possivelmente, uma das que tem tido os mais variados e dispersos maus tratos em termos de unidades: expri-

mem-se — tanto na linguagem falada como, pior ainda, na linguagem escrita — pressões em atmosferas, quilos, toneladas, quilos por milímetro quadrado, e outras antiguidades. Também as unidades magnéticas têm sido bastante mal tratadas (especialmente a nível universitário): induções magnéticas expressas em gauss, intensidades de campo em oersted, fluxos em maxwell, ... coisas daqueles tempos em que os condensadores se adquiriam a metro (a unidade de capacidade — CGS⁴ — era o centímetro!). Assim como há, por vezes, ainda a preocupação de ensinar a alunos universitários — depois de isso lhes ter sido proscrito a nível secundário — a exprimir as forças em quilos e dines, viscosidades em poises e stokes, energias em ergs, calorías, Calorías (esta *nuance* é só para gente suficientemente perspicaz) e kilocalorías, potências em cavalos-vapor), etc., etc.

A utilização dos **símbolos** das unidades obedece a uma série de regras, nem sempre respeitadas, e que por isso resumimos a seguir.

Os **símbolos das unidades** (normalizados a nível internacional, isto é, iguais em todas as línguas, mesmo naquelas que usam caracteres diferentes dos latinos, tais como o grego, russo, japonês, etc.) são impressos em caracteres romanos (direitos); são representados por uma ou duas letras, habitualmente minúsculas, excepto quando os **nomes correspondentes** são derivados de nomes próprios (em geral de físicos), caso em que a letra inicial é maiúscula; ficam invariáveis no plural; não são seguidos de qualquer ponto (excepto no fim de uma frase); devem ser usados apenas a seguir ao valor numérico de uma grandeza expresso em caracteres numéricos (12 V, mas não doze V), do qual deverão estar separados por um espaço.

Os valores numéricos das grandezas com dimensões deverão ser sempre seguidos da respectiva unidade, em geral representada pelo seu símbolo:

5,3 m ± 0,1 m e não 5,3 ± 0,1 m ;

2,3 m × 1,6 m × 3,1 m e não 2,3 × 1,6 × 3,1 m ;
e muito menos 2,3 × 1,6 × 3,1 m³.

Também 23°C ± 2°C ou (23 ± 2)°C,
de preferência até 23°C ± 2 K ;
mas nunca 23 ± 2°C

² As letras «k» (capa), «w» (duplo vê) e «y» (i grego) já integram regularmente o alfabeto português.

³ A este propósito, recordamos que para esta unidade se admite, de momento, qualquer um dos dois símbolos l ou L.

⁴ CGS é a designação de um sistema de unidades utilizado no passado, que tinha por unidades de base o centímetro, o grama e o segundo.

Note-se que, quando se exprimem tolerâncias estreitas ou precisões elevadas, o valor principal e o valor indicativo da tolerância/precisão poderão ter ordens de grandeza suficientemente afastadas para justificar a sua expressão em unidades diferentes (com a vantagem de uma leitura imediata permitir, desde logo, uma apreciação mais significativa das respectivas incertezas): por exemplo, $8,3 \text{ m} \pm 5 \text{ mm}$ ou $42,7 \text{ mm} \pm 2 \text{ }\mu\text{m}$.

5 — Funções matemáticas

Também aqui há alguns hábitos antigos que têm de ser revistos e adaptados à realidade actualmente instituída [9]. Referiremos apenas as situações mais correntes, em relação às quais são frequentes as não-conformidades. Assim:

O sinal a utilizar para exprimir a igualdade aproximada de duas quantidades é « \approx » e não « \sim », que significa «proporcional a», tal como o símbolo « \propto »; a função correspondência é representada pelo símbolo « \triangleq ».

Para a função logaritmo há, para além de um símbolo genérico — $\log_a x$, que representa o logaritmo de base a de x — três símbolos específicos: $\ln x$ (logaritmo natural [neperiano] de x), $\lg x$ (logaritmo decimal de x) e $\text{lb } x$ (logaritmo binário de x).

As funções trigonométricas (circulares) directas são, todas elas, representadas por um símbolo constituído por três letras: $\sin x$ (a forma $\text{sen } x$ não está prevista), $\cos x$, $\tan x$ (embora $\text{tg } x$ seja ainda utilizado), $\cot x$ (e não $\text{cotg } x$) $\sec x$, $\csc x$ ($\text{cosec } x$ é também admitido). As correspondentes funções inversas são representadas pelos respectivos símbolos precedidos do prefixo simbólico «ar»: $\text{arsin } x$, $\text{arcos } x$, $\text{artan } x$, $\text{arcot } x$, $\text{arsec } x$, $\text{arcsc } x$. A coerência está bem patente. Filosofia semelhante está subjacente aos símbolos normalizados para as funções hiperbólicas: $\sinh x$, $\cosh x$, $\tanh x$, $\coth x$, $\text{sech } x$, $\text{csch } x$, $\text{arsinh } x$, $\text{arcosh } x$, $\text{artanh } x$, $\text{arcoth } x$, $\text{arsech } x$, $\text{arsch } x$.

As grandezas vectoriais devem ser representadas por um símbolo em tipo negrita, \mathbf{a} , (habitualmente utilizado na escrita impressa) ou tipo normal encabeçado por uma flecha, \vec{a} (mais cómodo para a escrita manual) — sempre em itálico, já que de símbolos de grandezas se trata. O módulo do vector \mathbf{a} é representado simplesmente por a ou $|\mathbf{a}|$ (ou $|\vec{a}|$). O vector unitário da mesma direcção e sentido de \mathbf{a} é representado por \mathbf{e}_a . As coordenadas cartesianas do vector \mathbf{a} são representadas por a_x, a_y, a_z , ou, genericamente, por a_i . Os versores de um sistema ortonormal são representados por $\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y, \mathbf{e}_z$, (genericamente, \mathbf{e}_i) ou $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$. Pelo que as componentes do vector \mathbf{a} (que são vectores) deverão ser representadas por $a_x \mathbf{e}_x, a_y \mathbf{e}_y, a_z \mathbf{e}_z$. Em

conformidade, as coordenadas cartesianas de um raio vector são iguais às coordenadas cartesianas do ponto designado pelo raio vector. Tratando-se de vectores representativos de grandezas físicas, os seus valores deverão ser representados em conformidade com o modo de representação utilizado para as grandezas escalares: a seguir a cada valor numérico deverá ser escrito o símbolo da unidade; pode-se simplificar, escrevendo apenas uma vez o símbolo da unidade, desde que se tomem as mesmas precauções anteriormente indicadas para as grandezas escalares (ver a parte final do § 4):

$$\mathbf{F} = (3 \text{ N}, -2 \text{ N}, 5 \text{ N}) = (3, -2, 5) \text{ N}$$

6 — Conclusão

Limitámo-nos a recordar algumas regras que, em princípio, são do conhecimento de todas as pessoas que lidam com as Ciências da Natureza, cientistas, professores, alunos, engenheiros, técnicos e outros. Não fomos nós que estabelecemos essas regras, nem as impomos; apenas nos empenhamos no seu seguimento — tal como conduzimos o nosso automóvel pelo lado direito da via, etc.

Procuremos, pois, usar apenas unidades SI e aquelas que, não sendo SI, são no entanto de uso autorizado pelo CIPM⁵ [5, 6] e pela legislação em vigor [7]. Deixemos para trás as forças de três quilos (ou 3 Kg) assim como as pressões de 5 toneladas, os volts eficazes e os amperes indutivos. Mas usemos o SI na sua plena extensão, isto é, façamos uso regular dos seus múltiplos e submúltiplos — o comprimento de onda da radiação emitida por um laser de He-Ne deverá ser preferencialmente expresso por 632,8 nm em lugar de $6,328 \times 10^{-7} \text{ m}$ (mas nunca por 6328 Å), da mesma forma que exprimimos a distância de Porto a Coimbra por 112 km e não por $112 \times 10^3 \text{ m}$ e muito menos por 112 000 m; e inserimos num circuito electrónico um condensador de 0,47 μF ou uma resistência de 82 k Ω (mas não de 82 K). Sem dúvida que a escola e muito especialmente as ESCOLAS — sejam de que nível forem — e respectivos DOCENTES têm aqui um papel fundamental, que talvez nem sempre tenham desempenhado devidamente.

A nossa intervenção pretende apenas ser uma chamada de atenção para o que está oficialmente instituído e publicado. Por isso não retomámos aqui todos os preceitos legais. Mas deixamos as referências documentais mais importantes para que possam ser cotejadas por aqueles que desejarem estar actualizados.

⁵ Comité International des Poids et Mesures.

Permitimo-nos, no entanto, advertir que a legislação portuguesa actualmente em vigor [7] prevê contra-ordenações não menosprezáveis para a utilização de *unidades de medida não autorizadas*: coimas de PTE 5000 até PTE 500 000 para pessoas singulares e até PTE 6 000 000 para pessoas colectivas! Esperemos que nem o Estado nem os Governos vejam aqui, tão cedo, mais esta fonte de receita fácil...

7 — Documentação

Tratando este artigo de um assunto amplamente regulamentado, a documentação de apoio é essencialmente constituída por referências normativas — normas portuguesas (NP), normas internacionais (ISO) e uma norma francesa (NF).

Em Portugal, toda a actividade de normalização está centralizada no IPQ (Instituto Português da Qualidade, Rua C à Avenida dos Três Vales, 2825 Monte da Caparica, Telef. 01-2948100, Telefax 01-2948101) onde os documentos referidos poderão ser consultados ou adquiridos.

Bibliografia

- [1] ISO 31-0:1992, Grandeurs et unités — Partie 0: Principes généraux.
- [2] ISO 31-1:1992, Grandeurs et unités — Partie 1: Espace et temps.
ISO 31-2:1992, Grandeurs et unités — Partie 2: Phénomènes périodiques et connexes.
ISO 31-3:1992, Grandeurs et unités — Partie 3: Mécanique.
ISO 31-4:1992, Grandeurs et unités — Partie 4: Chaleur.

- [2] ISO 31-5:1992, Grandeurs et unités — Partie 5: Electricité et magnétisme.
ISO 31-6:1992, Grandeurs et unités — Partie 6: Lumière et rayonnements électromagnétiques connexes.
ISO 31-7:1992, Grandeurs et unités — Partie 7: Acoustique.
ISO 31-8:1992, Grandeurs et unités — Partie 8: Chimie physique et physique moléculaire.
ISO 31-9:1992, Grandeurs et unités — Partie 9: Physique atomique et nucléaire.
ISO 31-10:1992, Grandeurs et unités — Partie 10: Réactions nucléaires et rayonnements ionisants.
ISO 31-12:1992, Grandeurs et unités — Partie 12: Nombres caractéristiques.
ISO 31-13:1992, Grandeurs et unités — Partie 13: Physique de l'état solide.
- [3] NP-9 (1960), Escrita dos números.
- [4] NP-18 (1960), Nomenclatura dos grandes números.
- [5] ISO 1000:1992, Unités SI et recommandations pour l'emploi de leurs multiples et de certaines autres unités.
- [6] NP-172 (1986), Sistema Internacional de Unidades.
- [7] Ministério da Indústria e Energia, Decreto-Lei n.º 238/94, de 18 de Setembro, Diário da República, I Série-A, N.º 217, Lisboa, 19-09-1994.
- [8] Norme Française NF X 02-003, Principes de l'écriture des nombres, des grandeurs, des unités et des symboles, AFNOR (Association Française de Normalisation), Aout 1985.
- [9] ISO 31-11:1992, Grandeurs et unités — Partie 11: Sygnes et symboles mathématiques à employer dans les sciences physiques et dans la technique.
- [10] ALMEIDA, Guilherme de — *Sistema Internacional de Unidades (SI), Grandezas e Unidades Físicas*, Plátano Editora, Lisboa, 1988.

Dietmar Appelt é Assistente Convidado do Laboratório de Física da Faculdade de Ciências do Porto e Presidente das Comissões Técnicas de Normalização CTE-10 (Fluidos para aplicações eléctricas) e CTE-15 (Materiais isolantes)

DELEGAÇÃO REGIONAL DO NORTE DA SPF

Informamos os sócios desta Delegação que dispomos actualmente de novas instalações, no novo edifício do Departamento de Física. Assim, toda a correspondência deverá ser enviada para:

**Sociedade Portuguesa de Física
Delegação Norte
(Departamento de Física)
Rua do Campo Alegre, 687
4150 PORTO**

Para assuntos urgentes poderão contactar provisoriamente a Delegação através do telefone da Secretaria de Física — (02) 6082709.

Esperamos que este novo e amplo espaço atribuído à SPF possa ser sede de frutuosas reuniões e discussões associadas à Física.

De momento, estará aberto a todos os sócios num horário limitado (4.ª-feira, 17,30 h / 19 h) mas em face da sua utilização, este horário poderá ser alargado futuramente.