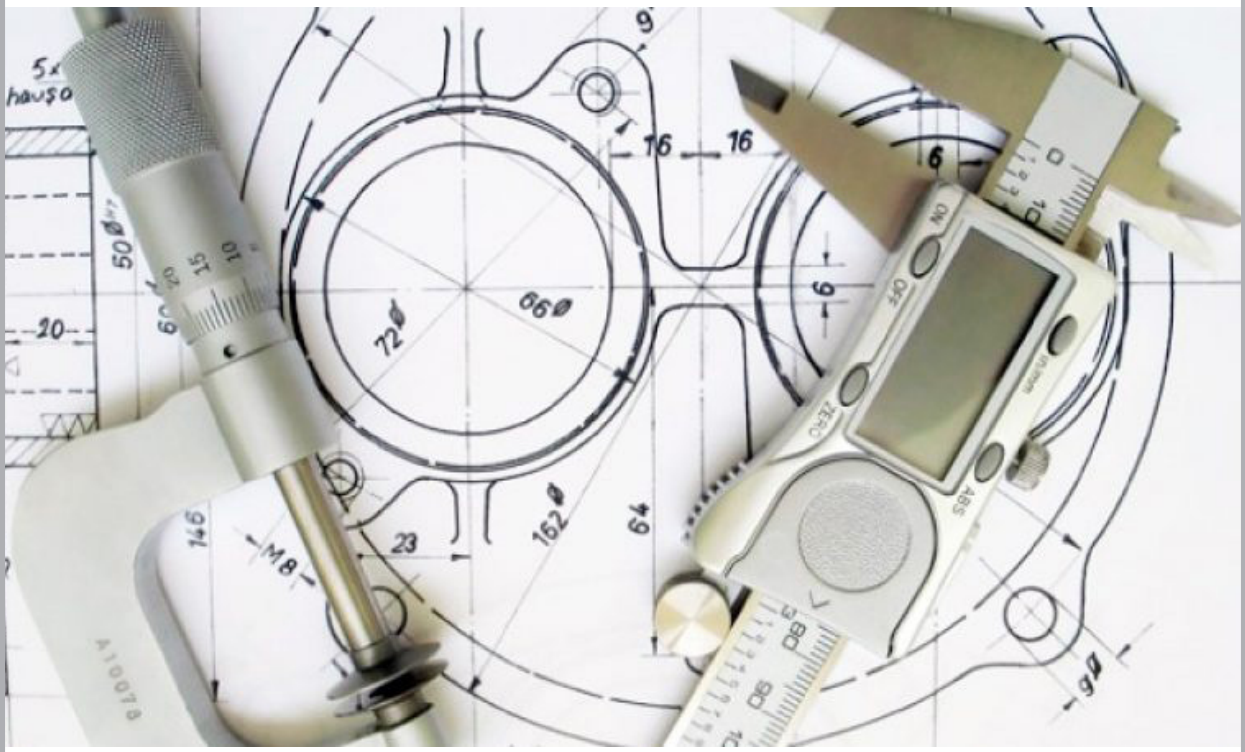


BUTLLETÍ DE LA SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA

Número 1 / Abril 2018

Drets d'autor i responsabilitats

La propietat intel·lectual dels articles és dels respectius autors.

Els autors en el moment de lliurar els articles a la Secció Catalana de Metrologia de la Societat Catalana de Tecnologia, filial de l'Institut d'Estudis Catalans, (en endavant, Secció Catalana de Metrologia) per a sol·licitar-ne la publicació accepten els termes següents:

- Els autors cedeixen a la Secció Catalana de Metrologia els drets de reproducció, comunicació pública i distribució dels articles presentats per a ser publicats al ***Butlletí*** de la Secció Catalana de Metrologia.
- Els autors responen davant la Secció Catalana de Metrologia de l'autoria i l'originalitat dels articles presentats.
- És responsabilitat dels autors l'obtenció dels permisos per a la reproducció de tot el material gràfic inclòs en els articles.
- La Secció Catalana de Metrologia està exempta de tota responsabilitat derivada de l'eventual vulneració de drets de propietat intel·lectual per part dels autors.
- Els continguts publicats a la revista estan subjectes — llevat que s'indiqui el contrari en el text o en el material gràfic— a una llicència Reconeixement - No comercial - Sense obres derivades 3.0 Espanya (by-nc-nd) de ***Creative Commons***, el text complet de la qual es pot consultar a ***http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.ca***. Així doncs, s'autoritza el públic en general a reproduir, distribuir i comunicar l'obra sempre que se'n reconegui l'autoria i l'entitat que la publica i no se'n faci un ús comercial ni cap obra derivada.
- El ***Butlletí*** de la Secció Catalana de Metrologia no es fa responsable de les idees i opinions exposades pels autors dels articles publicats.

Les opinions contingudes als articles publicats en aquest butlletí són exclusivament les opinions dels seus autors en el moment de la seva redacció, i no representen la Secció Catalana de Metrologia, ni cap altra entitat relacionada o no amb ella, ni cap altra entitat relacionada o no amb l'autor.

Protecció de dades personals

L'Institut d'Estudis Catalans (IEC) compleix el que estableix el Reglament general de protecció de dades de la Unió Europea (Reglament 2016/679, del 27 d'abril de 2016). De conformitat amb aquesta norma, s'informa que, amb l'acceptació de les normes de publicació, els autors autoritzen que les seves dades personals (nom i cognoms, dades de contacte i dades de filiació) puguin ser publicades en el corresponent número del ***Butlletí*** de la Secció Catalana de Metrologia.

Aquestes dades seran incorporades a un tractament que és responsabilitat de l'IEC amb la finalitat de gestionar aquesta publicació. Únicament s'utilitzaran les dades dels autors per a gestionar la publicació del ***Butlletí*** de la Secció Catalana de Metrologia i no seran cedides a tercers, ni es produiran transferències a tercers països o organitzacions internacionals. Un cop publicat el ***Butlletí*** de la Secció Catalana de Metrologia, aquestes dades es conservaran com a part del registre històric d'autors. Els autors poden exercir els drets d'accés, rectificació, supressió, oposició, limitació en el tractament i portabilitat, adreçant-se per escrit a l'Institut d'Estudis Catalans (carrer del Carme, 47, 08001 Barcelona), o bé enviant un correu electrònic a l'adreça ***dades.personals@iec.cat***, en què s'especifiqui de quina publicació es tracta.

Butlletí de la Secció Catalana de Metrologia
Número 1

Equip editorial
Esther Ferrer Pérez
Eugeni Vilalta López
Albert Garcia Benadí

Aquesta obra està sotmesa a les condicions de la llicència pública *Creative Commons*. Per tant, es pot reproduir, distribuir i comunicar públicament, sempre que no hi hagi un afany de lucre i que s'hi facin constar els autors. Aquesta autorització és sens perjudici dels drets derivats dels usos legítims o altres limitacions reconegudes per la llei. Es pot trobar una còpia completa dels termes de la llicència a l'adreça *http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.ca.*

És una publicació periòdica.
Si voleu publicar un article, adreceu-vos a *scmetro-sct@correu.iec.cat*

© dels autors
Editat per la Secció Catalana de Metrologia, de la Societat Catalana de Tecnologia, filial de l'Institut d'Estudis Catalans
Carrer del Carme, 47. 08001 Barcelona

ISSN: 2696-001

SECCIÓ CATALANA DE METROLOGIA de la SOCIETAT CATALANA DE TECNOLOGIA
Carrer del Carme, 47
08001 Barcelona
http://www.scmetro-sct.cat
scmetro-sct@correu.iec.cat

SUMARI

4 **La nova versió de la norma ISO/IEC 17025**
Eugeni Vilalta López

7 **La nova ISO 6789:2017 sobre calibratge d'eines dinamomètriques**
Eugeni Vilalta López i Sofía Potente Ara

9 **Noves definicions de les unitats bàsiques del sistema internacional d'unitats**
Eugeni Vilalta López

10 **Expressió de símbols i noms d'unitats**
José Sánchez González

13 **Dia Mundial de la Metrologia**
Equip editorial

14 **Fascicles**
Equip editorial

LA NOVA VERSIÓ DE LA NORMA ISO/IEC 17025

Eugeni Vilalta López

1. El mes de desembre del 2017 ha estat publicada una nova edició de la norma ISO/IEC 17025 i de les versions derivades d'aquesta corresponents: ISO/IEC 17025:2017, EN ISO/IEC 17025:2017, UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 i NF-EN ISO/IEC 17025:2017. Aquest és el primer canvi significatiu des que fou aprovada per primera vegada aquesta norma l'any 2000.

17025

2. El canvi bàsic és estructural. Les normes de la sèrie 17000 tenen una estructura comuna i una part del text també és comuna. De les normes referencials usuals en metrologia, ja tenien aquesta estructura les normes (si ometem les lletres inicials) 17021:2011, 17020:2012, 17065:2012 i 17034:2016, i encara no té aquesta estructura la norma ISO/IEC 17043:2010.

D'aquí resulta ja el primer avantatge i el primer inconvenient d'aquesta edició. Per als organismes metrològics que treballen amb diversos referencials, típicament laboratoris de calibratge i de metrologia legal, el fet de tenir el mateix esquema per a les diferents normes aplicables facilita un sistema de gestió integrat i una manera de treballar unificada. En canvi, per als laboratoris que només fan servir la norma 17025, el canvi d'índex fa que inicialment costi de trobar el que sempre ha figurat en la norma i d'identificar el que ha canviat. Essent constructius, aquesta reordenació és una oportunitat de tornar-la a llegir com si fos el primer cop.

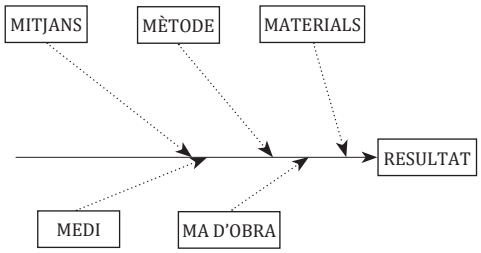
3. Quina és aquesta estructura comuna? La versió anterior de la norma distingia entre requisits de gestió i requisits tècnics. En canvi, l'índex comú està centrat en els processos i els separa de les altres coses. La nova edició inclou, doncs, cinc grans blocs:

— els requisits generals (apartat 4),
— els requisits estructurals (apartat 5),
— els requisits de recursos (apartat 6),
— els requisits de processos (apartat 7),
— els requisits de gestió (apartat 8).

4. Els requisits generals (imparcialitat i confidencialitat) tenen més pes en els altres referencials de la sèrie 17000, però són bàsics per a la confiança que totes les parts interessades han de tenir en els resultats dels laboratoris.

5. Els requisits estructurals són els que doten el laboratori de capacitat d'actuar i de ser reconegut com a tal (persones, organització, abast, fins i plans). Des d'un punt de vista pràctic, simplement s'ha de recordar que no només cal tenir clar l'abast de les activitats acreditades, sinó també l'abast de les activitats que, tot i no estar acreditades, es desenvolupen d'acord amb la norma 17025.

6. Fins aquí es tracta de coses que abans estaven incloses en els requisits de gestió. En canvi, el punt relatiu als requisits de recursos (personal, instal·lacions i condicions ambientals, equips, traçabilitat metrològica, productes i serveis externs) inclou aspectes que es trobaven tant en els antics requisits de gestió com en els antics requisits tècnics.



Una aproximació a aquest canvi d'estructura és considerar que la versió anterior se centrava en el fet que el procés de mesurament és un procés especial, i, aplicant les tècniques d'Ishikawa, considerava els factors d'influència sobre aquest procés especial (personal, instal·lacions i condicions ambientals, equips, traçabilitat metrològica, mèto-

des i procediments, mostreig i tractament dels ítems, registres tècnics, control de dades, report de resultats, assegurament de la qualitat) i els agrupava com a requisits tècnics. Tota la resta de qüestions estaven incloses en els requisits de gestió, amb una filosofia que considerava que, si es complien els requisits tècnics, es podien fer les coses bé, i si es complien els requisits de gestió, es feien les coses sempre igual, de manera que el conjunt de la norma assegurava que les coses es feien continuadament bé.

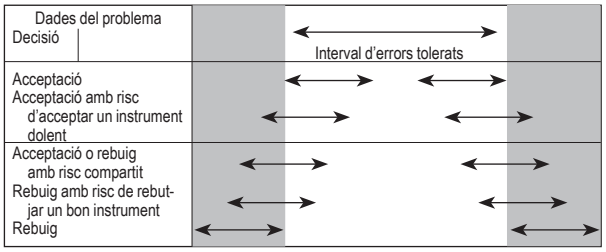
En canvi, en la versió actual la diferència és entre coses que es produeixen en cada procés de mesurament i coses que el laboratori té de manera general, i no per a cada procés concret. Considera, doncs, que personal, instal·lacions i condicions ambientals, equips, traçabilitat metrològica, productes i serveis externs són recursos que no són propis d'un procés de mesurament concret, sinó que són eines de suport genèric al conjunt dels processos.

Les novetats en aquest apartat de requisits de recursos no són causades tant per canvis de la norma en si com per canvis de l'entorn. El programari està molt més estès, i es té en compte; el concepte i l'estructura internacional de la traçabilitat metrològica han progressat molt, i es tenen en compte (amb un annex A específic); els conceptes i la normalització dels materials de referència i dels materials de referència certificats han progressat molt, i es tenen en compte. També s'hi inclouen, encertadament, les dades de referència al mateix nivell que els equips.

7. Els requisits de processos (hi ha un mapa del procés a l'annex B) comencen per la revisió de les sol·licituds i acaben en el report de resultats, passant per la selecció i validació del mètode, el mostreig, el tractament de l'ítem, els registres tècnics, el control de dades, l'avaluació de la incertesa de mesurament, la gestió de treballs no conformes, les queixes i l'assegurament de la validesa dels resultats. Inclouen, doncs, els requisits tècnics de l'antiga versió que no estaven inclosos en els requisits de recursos i, a més, requisits que estaven inclosos en els requisits de gestió però que tenen un clar component tècnic, com la revisió de les sol·licituds, els registres tècnics i els treballs no conformes, i que formen part de la interacció amb el client en cada treball, com les queixes, la revisió de les sol·licituds i la gestió dels treballs no conformes.

Els canvis en els requisits de processos inclouen, entre d'altres:

— La possibilitat que el laboratori només faci el mostreig (perquè un altre laboratori faci l'assaig).
— El canvi del concepte d'assegurament de la qualitat pel d'assegurament de la validesa.
— La divisió de les activitats d'assegurament de la validesa en comparacions interlaboratori (intercomparacions) i altres activitats, i l'especificació que calen tant les unes com les altres.
— L'aclariment de les especificitats dels assajos d'aptitud respecte de les altres intercomparacions.
— L'enumeració més detallada de les altres tècniques d'assegurament de la validesa, incloent-hi les comparacions intralaboratori.
— Més detall sobre les declaracions de conformitat, tenint en compte adequadament les regles de decisió, que han de quedar documentades.
— Més detall sobre les opinions i interpretacions, la qual cosa en facilita l'acreditació.



Cal tenir present que, en el cas de la norma 17025, a diferència de les normes d'inspecció o certificació, tant les declaracions de conformitat com les opinions i interpretacions només es poden basar en els mateixos resultats de calibratge o assaig, i no en el criteri professional. Això és el que comporta, també, que els laboratoris siguin considerats «organismes d'avaluació de la conformitat», perquè fins i tot si no declaren conformitat a l'informe o certificat, el client o una tercera part, amb accés als resultats i només basant-se en ells, pot tenir la informació necessària per a saber si hi ha conformitat o no.

8. Els requisits de gestió formen part, naturalment, dels mateixos requisits de l'antiga versió. Aquests requisits inclouen:

— la documentació del sistema de gestió i el control dels documents del sistema de gestió.
— el control de registres,
— les accions per a abordar riscos i oportunitats,
— la millora,
— les accions correctores,
— les auditories internes,
— les revisions per a la direcció.

La novetat principal sobre els requisits de gestió és que apareixen dues opcions: l'opció A és complir els requisits indicats a la norma 17025 i l'opció B és establir i mantenir un sistema de gestió d'acord amb els requisits de la norma ISO 9001, i té la capacitat de donar suport i demostrar el compliment coherent dels altres requisits de la norma 17025 (apartats 4, 5, 6 i 7). L'opció B vol afavorir un tractament uniforme en el cas de laboratoris que formen part d'organitzacions més grans que compleixen la norma ISO 9001.

La relació entre les dues opcions es detalla a l'annex B. Totes dues opcions volen aconseguir el mateix nivell d'acompliment: l'opció A assegura que el laboratori opera d'acord amb els principis de la norma ISO 9001; la conformitat amb els requisits de la norma ISO 9001 del sistema de gestió dins del qual opera el laboratori no demostra, per ella mateixa, la competència del laboratori per a produir dades i resultats tècnicament vàlids.

Pel que fa a l'opció B, la novetat principal és la desaparició, com a tal, del concepte d'acció preventiva, ja que es considera que tot el sistema de gestió està, de fet, enfocat a prevenir l'aparició de no conformitats. Al seu lloc es fa una introducció limitada de l'enfocament del risc de la nova edició de la norma ISO 9001. A més de substitució del concepte d'acció preventiva, el risc apareix en el context de les declaracions de conformitat i dels treballs no conformes.

9. En resum, aquesta nova edició és una bona actualització que incorpora els progressos tècnics fets els darrers anys i millora la integració i harmonització de la norma 17025 amb les altres normes 17000 i amb la norma 9001.

Alguns dels canvis introduïts en aquesta nova versió ja havien aparegut en els documents dels organismes d'acreditació, i, així, si els han tingut en compte, la implantació de la nova versió no forçarà gaire canvis als laboratoris, encara que pot ser ocasió, si volen, per a una revisió a fons dels seus sistemes. Tindrà un període d'implantació de tres anys, durant el qual la Secció Catalana de Metrologia (SCM) de la Societat Catalana de Tecnologia (SCT) farà difusió d'aquesta nova versió.

LA NOVA ISO 6789:2017 SOBRE CALIBRATGE D'EINES DINAMOMÈTRIQUES

Eugeni Vilalta López i Sofía Potente Ara

Els usos de la norma

L'anterior ISO 6789:2003 per al calibratge d'eines dinamomètriques ha estat utilitzada tant pels fabricants com pels laboratoris de calibratge, i aquest és un dels aspectes que contrasta amb la nova situació, perquè la versió antiga no separa el que correspon a la declaració de conformitat del fabricant i el que correspon a la determinació de l'error de l'instrument, duta a terme per un laboratori de tercera part o de calibratge.

En la versió del 2003, hi ha tres parts diferenciades:

— Control de la conformitat del disseny.
— Control d'especificacions de fabricant.
— Calibratge (enfocat a declarar conformitat i no a determinar les incerteses de mesurament).

Com que la norma no tenia en compte tots els aspectes necessaris per a un calibratge correcte, en el Subcomité Técnico de Calibración de Electricidad (SCTC) de l'Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), amb la col·laboració del Centro Español de Metrología (CEM), es van desenvolupar especificacions al procediment ENAC NT-44.

Un dels canvis principals de la versió del 2017 és la separació de la norma en dues parts. La primera part correspon al fabricant i conclou amb l'emissió d'un certificat de conformitat. La segona part correspon al laboratori de calibratge i conclou amb l'emissió d'un certificat de calibratge, que conté la determinació de l'error de l'eina i de la incertesa de mesurament.

La segona part de la norma

El propòsit de la segona part de la norma, ISO 6789-2:2017, és definir els requisits del calibratge i l'avaluació de les diferents fonts d'incertesa inherents al procés de calibratge i de les fonts d'incertesa que poden existir en l'ús de l'eina dinamomètrica.

El procés de calibratge és similar a l'establert per a la determinació de la conformitat, indicat en la primera part de la norma, i a l'establert en l'edició anterior de la norma, però ara els requisits del patró que s'ha d'utilitzar s'estableixen en termes d'incertesa, i el patró ha de tenir una incertesa relativa no superior a un quart de la incertesa esperada de l'equip que s'ha de calibrar:

$$\frac{W_{\text{equip}}}{W_{\text{patró}}} > 4$$

En el calibratge, es determinarà l'error de mesurament relatiu, definit com la mitjana dels errors relatius de cada mesurament.

Una vegada determinat l'error de mesurament per a cadascun dels tres punts de mesurament, s'ha de determinar la incertesa de mesurament. Com a novetat, en la segona part s'inclou la determinació de les fonts d'incertesa inherents al procés de calibratge i la determinació d'altres fonts d'incertesa associades a l'ús.

Les principals fonts d'incertesa indicades són:

— Incertesa associada a la resolució de l'eina. En eines de lectura directa, la incertesa per resolució es veu afectada en el moment zero i en el moment aplicat, per això aquesta contribució es considera dues vegades.
— Incertesa associada a la reproductibilitat de l'eina. Aquesta prova es duu a terme únicament en el punt més baix.
— Incertesa associada a la unió entre l'eina i el sistema de calibratge.
— Incertesa associada a la variació del punt d'aplicació de la càrrega, únicament aplicable a claus dinamomètriques.
— Incertesa associada a la repetibilitat de les lectures en cadascun dels tres punts de calibratge.
— Incertesa associada al sistema de calibratge.

Alguns d'aquests components coincideixen amb els establerts en l'edició vigent de l'NT-44, uns altres hi coincideixen en el concepte, però no en l'expressió numèrica, i d'altres són novetats.

Accions previstes

En el Subcomité Técnico de Calibración de Fuerza de l'ENAC s'ha creat un grup de treball per a modificar l'NT 44, que prendrà en consideració els canvis realitzats en la norma ISO 6789-2:2017, establirà les interpretacions que siguin necessàries i proposarà una metodologia de càlcul d'incerteses basada en l'expertesa experimental incorporada en l'edició anterior de l'NT-44 i els nous conceptes introduïts en la norma ISO 6789.

NOVES DEFINICIONS DE LES UNITATS BÀSIQUES DEL SISTEMA INTERNACIONAL D'UNITATS

Eugeni Vilalta López

En la reunió del 20 d'octubre de 2017, el Comitè Internacional de Pesos i Mesures (CIPM) va adoptar una resolució en què recomanava la redefinició de quatre unitats bàsiques del sistema internacional d'unitats (SI): el kilogram, l'ampere, el kelvin i el mol.

Aquesta resolució es presentarà a la Conferència General de Pesos i Mesures (CGPM), que supervisa l'SI, per a l'acord mundial final el novembre del 2018. Si s'aprova la proposta, les quatre unitats estaran basades en els valors exactes de quatre constants fonamentals. Els canvis entraran en vigor el Dia Mundial de la Metrologia, el 20 de maig de 2019.

En l'SI revisat, el kilogram (kg), l'ampere (A), el kelvin (K) i el mol (mol) es redefiniran en termes de constants. Aquestes noves definicions estaran basades, respectivament, en valors numèrics fixos de:

— La constant de Planck (h).
— La càrrega elemental (e).
— La constant de Boltzmann (k).
— La constant d'Avogadro (N_A).

Les altres tres unitats bàsiques, el metre (m), el segon (s) i la candela (cd), ja estan definides en termes de constants. Les definicions de totes les unitats bàsiques de l'SI s'expressaran uniformement amb una formulació en la qual les constants seran explícites.

El resultat serà una definició més simple i més fonamental de tot l'SI, que prescindirà de la darrera definició basada en un artefacte material, el prototip internacional del kilogram.

A partir de la redefinició, l'SI serà el sistema d'unitats en el qual:

— La freqüència de la transició entre els dos nivells hiperfins de l'estat fonamental, sense pertorbar, de l'àtom de cesi-133 $\Delta\nu$Cs és exactament 9 192 631 770 hertz (Hz).
— La velocitat de la llum al buit c és exactament 299 792 458 metres per segon (m/s).
— La constant de Planck h és exactament $6{,}626\,070\,15 \times 10^{-34}$ joules segon (J s).
— La càrrega elemental e és exactament $1{,}602\,176\,634 \times 10^{-19}$ coulombs (C).
— La constant de Boltzmann k és exactament $1{,}380\,649 \times 10^{-23}$ joules per kelvin (J/K).
— La constant d'Avogadro N_A és exactament $6{,}022\,140\,76 \times 10^{23}$ per mol (mol^{-1}).
— L'eficàcia lluminosa K_{cd} de la radiació monocromàtica de freqüència 540×10^{12} Hz és exactament 683 lúmens per watt (lm/W).

En podeu trobar més informació a: *https://www.bipm.org/en/measurement-units/rev-si.*

La Secció Catalana de Metrologia (SCM) de la Societat Catalana de Tecnologia (SCT) farà diverses accions de difusió del nou SI, que s'aniran anunciant. S'ha format un grup de treball a la SCT, juntament amb professorat de batxillerat, educació secundària obligatòria i cicles formatius, per a aprofundir en les millors maneres de tractar aquests canvis en les diferents etapes de l'ensenyament.

EXPRESSIÓ DE SÍMBOLS I NOMS D'UNITATS

José Sánchez González

Actualment hi ha un consens general sobre com s'han d'expressar els símbols i noms de les unitats, incloent-hi els símbols i noms dels prefixos i els símbols i valors de les magnituds. Respectar aquestes regles i convencions d'estil facilita la lectura dels articles científics i tècnics.

En general, aquest consens està expressat en l'ús uniforme que se'n fa en diferents publicacions de caràcter acadèmic i normalitzador:

— Bureau International des Poids et Mesures. *Le système international d'unités = The international system of units* [en línia]. 8a ed. Sèvres: BIPM, 2008. <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure> [Consulta: 7 febrer 2018].

— Normes 80000 dels comitès ISO/TC 12 de ISO i IEC/TC 25 de CEI/IEC (existeixen com a normes EN).

— International Union of Pure and Applied Physics. SUNAMCO Comission. *Symbols, units, nomenclature and fundamental constants in physics: 1987 revision (2010 reprint).* Països Baixos: IUPAP, [2010]. Obra no actualitzada.

— International Union of Pure and Applied Chemistry. *Quantities, units and symbols in physical chemistry*. 3a ed. Cambridge: IUPAC, 2007. (Hi ha traducció catalana de la segona edició al web de l'Institut d'Estudis Catalans: *http://cit.iec.cat/obresx.asp?obra=QUIMFIS*.)

Els països han establert, per via legislativa, també, les normes referents a l'ús de les unitats en l'àmbit nacional, bé sigui per a l'ús general o per a l'ús en certes àrees específiques, com el comerç, la sanitat, la seguretat pública o l'educació. En gairebé tots els països, aquesta legislació es basa en el sistema internacional d'unitats (SI).

L'Organització Internacional de Metrologia Legal (OIML), fundada el 1955, s'encarrega de l'harmonització internacional d'aquesta legislació.

A la Unió Europea, les unitats legals de mesurament estan regulades per la Directiva 80/181/CEE, modificada per darrera vegada per la Directiva 2009/3/CE (*http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:01980L0181-20090527*). Aquesta directiva ha estat transposada a la legislació francesa pel Decret núm. 2009-1234, que modifica el Decret núm. 61-501, i a la legislació espanyola pel Reial decret 2032/2009.

En el cas espanyol, hi ha, a més, la incorporació de bona part de contingut de *Le système international d'unités*, i, així, en el capítol III del Reial decret 2032/2009 s'indiquen, entre altres temes, les regles d'escriptura dels símbols i noms de les unitats i l'expressió dels valors de les magnituds.

Vegem aquestes regles internacionals.

Símbols de les unitats

Els símbols de les unitats s'imprimeixen en caràcters rodons, independentment del tipus de lletra utilitzat en el text adjacent. S'escriuen en minúscules excepte si deriven d'un nom propi, cas en què la primera lletra és majúscula.

Una excepció, adoptada per la 16a CGPM (1979, Resolució 6), és que es permet l'ús de la lletra L en majúscula o l en minúscula com a símbols del litre, a fi d'evitar la confusió, tal vegada possible quan es fan servir tipus de lletra inadequats, entre la xifra 1 (u) i la lletra l (ela).

El prefix que denota un múltiple o submúltiple, si s'utilitza, forma part de la unitat i precedeix el símbol de la unitat, sense espai entre el símbol del prefix i el símbol de la unitat. Un prefix mai no s'utilitza sol i mai no es fan servir prefixos compostos.

Els símbols de les unitats són entitats matemàtiques, i no abreviatures. Per tant, no van seguits d'un punt, excepte al final d'una frase, ni s'utilitza el plural, ni es poden barrejar símbols d'unitats amb noms d'unitats en una mateixa expressió, ja que els noms no són entitats matemàtiques.

m *per* metre
s *per* segon
Pa *per* pascal
Ω *per* ohm

L *o* l *per* litre

nm *per* nanòmetre,
però no a
mμm *per* mil·limicròmetre

Per a formar els productes i quocients dels símbols de les unitats, s'apliquen les regles habituals de multiplicació o de divisió algebraiques. La multiplicació s'ha d'indicar mitjançant un espai o un punt volat (·), per a evitar que certs prefixos s'interpretin erròniament com un símbol d'unitat. La divisió s'indica mitjançant una línia horitzontal, una barra obliqua (/), o mitjançant exponents negatius. Quan es combinen diversos símbols d'unitats, cal anar amb compte per a evitar tota ambigüitat, per exemple utilitzant claudàtors o parèntesis, o exponents negatius. En una expressió donada sense parèntesis, no s'ha d'utilitzar més d'una barra obliqua, per a evitar ambigüitats.

N m *o* N·m *per* newton metre

m/s *o* m s–1 *per* metre per segon

ms *per* mil·lisegon

m s *per* metre segon

m kg(s3 A) *o* m kg s–3 A–1, *però no* m kg/s3/A *ni* m kg/s3 A

No es permet fer servir abreviatures per als símbols i noms de les unitats, com seg (per s o segon), mm quad. (per mm^2 o mil·límetre quadrat), cc (per cm^3 o centímetre cúbic) o mps (per m/s o metre per segon). L'ús correcte dels símbols de les unitats SI i de les unitats en general és obligatori. D'aquesta manera, s'eviten ambigüitats i malentesos respecte als valors de les magnituds.

2,6 m/s

o 2,6 metres per segon

Noms de les unitats

Els noms de les unitats s'imprimeixen en caràcters rodons i es consideren noms (substantius) comuns. En català, els noms d'unitats comencen per minúscula (fins i tot quan el símbol de la unitat comença per majúscula), llevat que es trobin al començament d'una frase o en un text en majúscules, com un títol. Per a complir aquesta regla, l'escriptura correcta del nom de la unitat amb el símbol °C és *grau Celsius* (la unitat grau comença per la lletra g en minúscula i l'atribut Celsius comença per la lletra C en majúscula, perquè és un nom propi).

Nom d'unitat	*Símbol*
joule	J
hertz	Hz
metre	m
segon	s
ampere	A
watt	W

Tot i que els valors de les magnituds s'expressen generalment mitjançant els noms i símbols de les unitats, si per qualsevol raó resulta més apropiat el nom de la unitat que el seu símbol, s'ha d'escriure el nom de la unitat complet.

75 cm de longitud, *però no* 75 cm. de longitud

l = 75 cm, *però no* 75 cms

coulomb per kilogram, *però no* coulomb per kg

mil·ligram, *però no* mil·li-gram

kilopascal, *però no* kilo-pascal

Quan el nom de la unitat està combinat amb el prefix d'un múltiple o submúltiple, no es deixa cap espai ni es col·loca cap guió entre el nom del prefix i el de la unitat. El conjunt format pel nom del prefix i el de la unitat constitueix una sola paraula.

En català, però, quan el nom d'una unitat derivada es forma per multiplicació de noms d'unitats individuals, convé deixar un espai o un guió per a separar el nom de cada unitat.

pascal segon *o* pascal-segon

Així mateix, en català les denominacions del tipus *quadrat* o *cúbic*, utilitzades amb els noms de les unitats elevades a les potències corresponents, es col·loquen darrere del nom de la unitat.

metre per segon quadrat
centímetre quadrat
mil·límetre cúbic
ampere per metre quadrat
kilogram per metre cúbic

Regles i convenis d'estil per a expressar els valors de les magnituds

Escriptura del valor d'una magnitud

El valor numèric precedeix sempre la unitat i sempre es deixa un espai entre el nombre i la unitat. Així, el valor d'una magnitud és el producte d'un nombre per una unitat, ja que l'espai es considera com a signe de multiplicació (igual que l'espai entre unitats). Les úniques excepcions a aquesta regla són els símbols d'unitat del grau, el minut i el segon d'angle pla, °, ′ i ″, respectivament, per als quals no es deixa espai entre el valor numèric i el símbol d'unitat.

m = 12,3 g, on *m* és el símbol de la magnitud massa,

però

φ = 30° 22′ 8″, on φ és el símbol de la magnitud angle pla

Aquesta regla implica que el símbol °C per al grau Celsius ha d'anar precedit d'un espai per a expressar el valor de la temperatura Celsius *t*.

t = 30,2 °C,

però no

t = 30,2°C *ni t* = 30,2° C

En qualsevol expressió, només s'utilitza una unitat. Una excepció a aquesta regla és l'expressió dels valors de temps i angle pla expressats mitjançant unitats fora de l'SI. Tanmateix, per a angles plans és preferible ge neralment dividir el grau de manera decimal. Així, s'escriurà 22,20° millor que 22° 12′, excepte en camps com la navegació, la cartografia, l'astronomia, i per al mesurament d'angles molt petits.

l = 10,234 m,

però no

l = 10 m 23,4 cm

Escriptura dels nombres i del separador decimal

El símbol utilitzat per a separar la part entera de la part decimal es denomina *separador decimal*. Des de la 22a CGPM (2003, Resolució 10), el símbol del separador decimal pot ser el punt o la coma, a la mateixa línia d'escriptura. El separador decimal escollit serà el d'ús corrent en el context en qüestió.

Si el nombre està comprès entre +1 i −1, el separador decimal va sempre precedit d'un zero.

−0,234,
però no
−,234

Des de la 9a CGPM (1948, Resolució 7) i la 22a CGPM (2003, Resolució 10), els nombres amb moltes xifres es poden repartir en grups de tres xifres separades per un espai, a fi de facilitar-ne la lectura. Aquests grups no se separen mai per punts ni per comes. No obstant això, quan només hi ha quatre xifres davant o darrere del separador decimal, és usual no separar-ne cap mitjançant un espai. La pràctica d'agrupar d'aquesta manera les xifres és una elecció personal, i no sempre se segueix en certs camps especialitzats, com el dibuix industrial, els documents financers i els escrits que ha de llegir un ordinador.

43 279,168 29,
però no
43.279,168.29
3279,1683 *o* 3 279,168 3

En els nombres d'una taula, el format no ha de variar en una mateixa columna.

Als productes envasats

A tot arreu trobem productes envasats. Aquests productes solen portar una etiqueta amb valors de magnituds escrits, com la composició del producte, el pes, el volum, etc. Tanmateix, aquests valors estan escrits de la manera correcta? Vegem-ho.

Agafem com a exemple la informació següent que hem trobat en un envàs (l'ús de la negreta en els símbols de l'explicació és només per a destacar):

Si la revisem amb una mica d'atenció, podem veure que el pes l'han expressat en grams, però que la unitat (gram) no l'han expressada correctament: primer han escrit **G**; a continuació, **g**, i per acabar, **gr.** Aquí es posa de manifest la necessitat de disposar d'unes regles d'escriptura.

En primer lloc, trobem:

Han escrit **G** per a referir-se als grams.

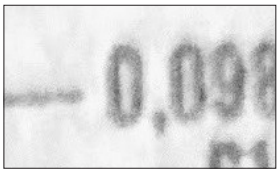
Tal com hem vist, els símbols de les unitats s'imprimeixen en caràcters rodons i en minúscules. Així, el gram s'escriu amb el símbol **g**. Tant **G** com **gr.** són incorrectes.

També veiem el següent:

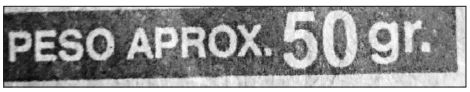
Per representar els kilojoules, han escrit el símbol del prefix *kilo-* en majúscula (**K**), quan ha d'anar en minúscula (**k**), i la **j** en minúscula quan hauria de ser majúscula (**J**), ja que deriva d'un nom propi. Així, la forma correcta seria **kJ**.

En canvi, la **k** de **kcal** sí que l'han escrit en minúscula i, per tant, és correcta.

També veiem que la **g** de «0,205 g» és correcta; això també està bé en la taula:



Si continuem analitzant la imatge, trobem el següent:



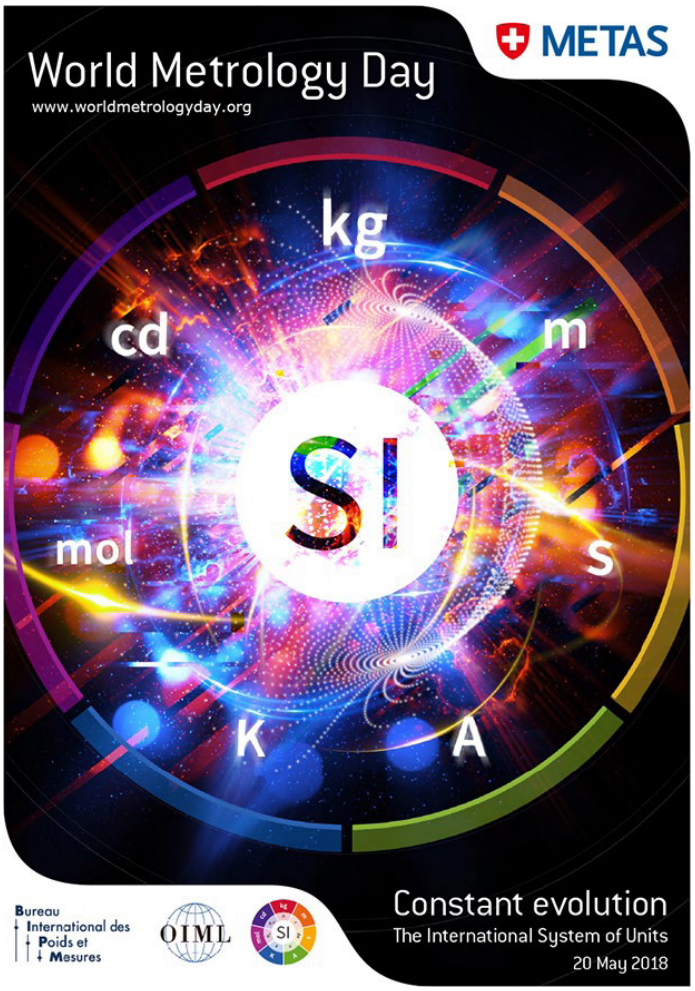
Hi ha dos errors: d'una banda, que el símbol de la unitat gram és **g** i no **gr**, i, de l'altra, que hi han posat un punt al darrere. Així, l'expressió correcta és **50 g** i no **50 gr.**

Aquest és un petit exemple, però ens fa veure que, tot i l'existència de les normes d'escriptura i estil que hem vist, i que en el camp reglamentari (com en els productes preenvasats) són obligatòries, avui dia continuem trobant molts textos en què no se segueixen.

DIA MUNDIAL DE LA METROLOGIA

Equip editorial

El 20 de maig s'escau el Dia Mundial de la Metrologia, que enguany estarà dedicat al sistema internacional d'unitats (SI).



La Secció Catalana de Metrologia (SCM) de la Societat Catalana de Tecnologia (SCT) celebrarà el Dia Mundial de la Metrologia el 22 de maig de 2018 amb uns actes que s'anunciaran ben aviat.

FASCICLES

Equip editorial

Adjunt a aquest butlletí, trobareu el primer fascicle de terminologia metrològica catalana.

És un recull complementari al *Vocabulari internacional de metrologia* (VIM) i aplega tots els termes catalans d'ús en metrologia (noms d'unitats i magnituds, noms d'instruments, vocabulari estadístic i altres).

Aquest primer fascicle conté els termes de la segona edició del *Llibre verd* de la IUPAC, que podeu trobar a *http://cit.iec.cat/obresx.asp?obra=QUIMFIS.*

El fascicle es distribueix per correu electrònic als membres de la SCM i es pot sol·licitar a la SCM, si no se n'és membre