

RECOMENDACIONES SOBRE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI) EN LOS ARTÍCULOS CIENTÍFICOS.

Recommendations on the use of the International System of Units (SI) in scientific papers.

Dr.C. Ysabel Reyes Ponce¹; M.Sc. Alejandra Regla Hernández Leonard²; Dr.C. Diana Elena Prieto Acosta³

¹Academia de Ciencias de Cuba; ysabel@academiaciencias.cu; <https://orcid.org/0000-0002-5802-8538>

²Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología; <https://orcid.org/0000-0002-7484-376X>

³Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas; <https://orcid.org/0000-0002-0539-2037>

RESUMEN

Se brindan recomendaciones para la correcta escritura de los símbolos y nombres de las unidades de medida del Sistema Internacional de Unidades en los artículos que se presenten para su publicación en las revistas científicas nacionales y extranjeras.

PALABRAS CLAVE: gramática del SI; unidades de medida; escritura; artículos científicos

ABSTRACT

Recommendations are given for the correct writing of the symbols and names of the units of measurement of the International System of Units in papers that arise for publication in national and foreign scientific journals.

KEY WORDS: rules of grammar of the SI; measurement units; writing; scientific papers

INTRODUCCIÓN

Los principios generales de la escritura de los símbolos y los nombres de las unidades de medida (en lo adelante, unidades) fueron propuestos durante la 9ª Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM) (1948, Resolución 7), y luego fueron adoptados por las organizaciones internacionales de normalización. Como resultado, existe en la actualidad un consenso general sobre cómo deben expresarse los símbolos y nombres de unidades, incluyendo los símbolos y nombres de los prefijos, y los símbolos y valores de las magnitudes. El respeto de estas reglas y convenciones de estilo facilita la lectura y la comprensión de los artículos científicos y técnicos.

La bibliografía que se cita al final, es la base para la elaboración de estas recomendaciones. En ella se encuentra la información general sobre los aspectos conceptuales del SI; y las particularidades para cada magnitud se pueden consultar en el sitio Web del Buró Internacional de Pesas y Medidas

(BIPM) y en las normas de la serie ISO/ IEC 80 000, algunas de las cuales han sido adoptadas como normas cubanas.

DESARROLLO

Reglas de escritura de números y cantidades

Cuando se escriben números y cantidades, los dígitos deben separarse con un espacio en grupos de tres, hacia la derecha y hacia la izquierda del separador decimal, que debe ser, preferentemente, una coma.

Ejemplos:

Correcto	Incorrecto
43 279,168 29	43.279,168 29
0,491 722 3	0,4917223

Cuando el número expresa cantidad, y contiene cuatro dígitos, es permitido no dejar aislado un dígito, por lo que se pueden utilizar las expresiones siguientes:

8012 u 8 012

La práctica de dejar un espacio entre los grupos de dígitos no es usualmente seguida en ciertas aplicaciones especializadas, como dibujos de ingeniería y balances financieros. Las normas de Ortografía de la Real Academia Española (RAE), establecen que sólo se separan en bloques de tres cifras los números que expresan cantidad, no así los que designan años, paginación o numeración de versos y columnas, textos legales (Por ejemplo, Ley 15668; artículo 5695), apartados de correo (códigos postales), o los identificadores y números de registro.

Para indicar la multiplicación de números siempre debe utilizarse el aspa \times , que se escribe separado por espacios y que no debe ser sustituido por una letra x (equis).

Ejemplo:

Correcto	Incorrecto
25,0 \times 60,5	25,0 x 60,5

Cuando los números integran la caracterización de un proceso o fenómeno, o describen las dimensiones de un cuerpo, al expresarlas, estas deben contener igual cantidad de cifras.

Ejemplo:

Correcto	Incorrecto
25,0 m \times 53,6 m ; 25 m \times 53 m	25 m x 53.6 m

Reglas de escritura de símbolos y valores de magnitudes

Los símbolos de las magnitudes pueden ser seleccionados libremente, pero siempre se escriben en letra cursiva.

El valor de una magnitud se expresa como el producto de un valor numérico y una unidad de medida, por lo que puede tratarse de acuerdo con las reglas ordinarias del álgebra. Por ejemplo, la ecuación $T = 293 \text{ K}$ puede escribirse como $T/\text{K} = 293$. Esta notación puede resultar cómoda

para escribirla en el encabezado de una tabla o en los ejes de un gráfico, de forma que las entradas a las tablas y gráficos sean simplemente números.

La multiplicación o división de símbolos de magnitudes, puede indicarse en una de las siguientes maneras: ab ; $a b$; $a \cdot b$; $a \times b$; a/b ; $\frac{a}{b}$; $a b^{-1}$. Se recomienda la utilización de las opciones que ofrecen los procesadores de texto para la edición de fórmulas.

En la expresión del valor de una magnitud, el símbolo de la unidad se coloca después del valor numérico, separados por un espacio. Se debe garantizar que el grupo conformado por el valor numérico y la unidad de medida no queden separados al final de un renglón.

Ejemplo:

Correcto
 $t = 30,2 \text{ }^\circ\text{C}$

Incorrecto
 $t = 30,2^\circ\text{C}$ o $t = 30,2^\circ \text{C}$

Las únicas excepciones a esta regla son los símbolos de las unidades grado, minuto y segundo de ángulo plano, $^\circ$, $'$ y $''$, respectivamente, para los cuales no se deja espacio entre el valor numérico y el símbolo de la unidad de medida.

Ejemplo:

$$\alpha = 30^\circ 02' 28''$$

Donde α se emplea como símbolo de la magnitud ángulo plano.

El valor de una magnitud se expresa utilizando sólo una unidad de medida.

Ejemplo:

Correcto
 $l = 10,234 \text{ m}$

Incorrecto
 $l = 10 \text{ m } 23 \text{ cm } 4 \text{ mm}$

Existen excepciones en algunas áreas de conocimiento, por ejemplo, en cartografía y astronomía, para expresar en unidades fuera del SI los valores de tiempo y ángulo plano, sobre todo de ángulos muy pequeños. En el resto de los casos, se prefiere dividir el grado de forma decimal, y escribir $22,20^\circ$, mejor que $22^\circ 12'$.

Cuando se expresa el valor de una magnitud, no se permite agregar letras u otros símbolos a la unidad para incluir información sobre la magnitud o sus condiciones de medición. Este tipo de información debe acompañar al símbolo de la magnitud y no al de la unidad.

Ejemplo:

Correcto
 $U_{max} = 1000 \text{ V}$

Incorrecto
 $U = 1000 \text{ V}_{max}$

Nota: U es un símbolo de la magnitud diferencia de potencial.

Es aceptado y reconocido internacionalmente el uso con el SI del símbolo % (por ciento) como representación del número 0,01 para expresar los valores de magnitudes adimensionales. Cuando se utiliza, se deja un espacio entre el símbolo % y el número por el cual es multiplicado. Su significado es el de "partes por cien".

Ejemplo:

Correcto

0,25 %

Incorrecto

0,25% o 0,25 por ciento

Debido a que el símbolo % representa simplemente a un número, éste no tiene significado si se le añade información. Deben evitarse las frases como “porcentaje de masa”, “porcentaje de volumen” o “porcentaje de cantidad de sustancia”.

Los términos partes por millón (ppm), partes por billón (ppb) y partes por trillón (ppt), significan 10^{-6} , 10^{-12} y 10^{-18} , respectivamente, en valor relativo.

En español, un billón es un millón de millones, que se representa como 10^{12} . Y un trillón es un millón de billones, que se representa como 10^{18} . Es por eso que las partes por billón y las partes por trillón representan, respectivamente, 10^{-12} y 10^{-18} . El BIPM llama la atención, sin embargo, al hecho de que la utilización de estos términos pudiera inducir a error, teniendo en cuenta que en los países de habla inglesa, aunque también se utilizan los términos *billion* y *trillion*, tienen significados diferentes, porque *one billion* es mil millones (10^9) y *one trillion* es un millón de millones (10^{12}), es decir, un billón en español.

Estos términos no se aceptan para expresar valores de cantidades en el SI. Debe utilizarse en su lugar la forma siguiente:

Ejemplo:

Correcto

Desviación de 1,1 nm/m

Incorrecto

Desviación de 1,1 ppb

Es adecuado señalar que en ciertas circunstancias el uso de expresiones como ppm, ppb, y similares, puede ser requerido por una ley o regulación.

No se acepta el uso de números romanos para expresar valores de magnitudes. En particular no deben utilizarse C, M, y MM como sustitutos de 10^2 , 10^3 y 10^6 , respectivamente.

Reglas de escritura de nombres y símbolos de las unidades de medida

Los símbolos de las unidades son entidades matemáticas y no abreviaturas, razón por la que no van seguidos de puntos, a menos que coincidan con el final de una oración. Tampoco se usan en plural, ni se mezclan símbolos y nombres de unidades en una misma expresión, pues los nombres no son entidades matemáticas.

Ejemplos:

Correcto

Es de 75 cm de largo.

$l = 75 \text{ cm}$

s o segundo

cm^3 o centímetro cúbico

Incorrecto

Es de 75 cm. de largo.

$l = 75 \text{ cms}$

seg

cc

m/s o metro por segundo

C/kg

coulomb por kilogramo

mps

coulomb/kg

coulomb/kilogramo

Nota: En los ejemplos, / es el símbolo de la magnitud longitud.

Aunque los valores de magnitud se expresan normalmente utilizando símbolos para los números y símbolos para las unidades, si por alguna razón el nombre de una unidad es más apropiado que el símbolo, debe escribirse el nombre completo.

Sin embargo, los símbolos de las unidades se imprimen en caracteres romanos rectos, también conocidos como letra redonda (no cursiva), y es obligatorio escribirlos correctamente, tanto en estilo como en forma, según lo acordado en las Conferencias Generales de Pesas y Medidas.

Los símbolos de las unidades se escriben en minúsculas, excepto si se derivan de un nombre propio, en cuyo caso la primera letra es mayúscula.

Ejemplos:

Correcto

m (metro)

kg (kilogramo)

g (gramo)

l, o L(litro)

K (kelvin)

cm³ (centímetro cúbico)

km/h (kilómetro por hora)

Incorrecto

mts, mt, Mt, M

kgs, kgr, kilo, KG, kg, Kg

gr, grs, Grs, g.

lts, lt, Lt.

°K

cc, cmc, c.c.

kph, kmh, Km x h

La forma correcta de escribir la unidad grado Celsius es °C. La palabra grado comienza con la letra minúscula g y el atributo Celsius comienza con mayúscula porque es un nombre propio.

Para la unidad de medida litro, se recomienda el símbolo L (letra mayúscula), para evitar posible confusión de este, con el número 1 (uno) y con la letra minúscula l (le). El litro es un nombre especial de la unidad decímetro cúbico, y para los escritos científicos, en el caso de las unidades de volumen, se prefiere la utilización de los múltiplos y submúltiplos del metro cúbico.

Los símbolos de unidades que se forman por la multiplicación de otras unidades se indican por medio de un punto centrado a media altura (·) o por un espacio, para evitar que ciertos prefijos se interpreten erróneamente como un símbolo de unidad. El nombre de la nueva unidad se forma nombrando simplemente a estos símbolos.

Ejemplos:

N·m o N m, o Nm (newton metro, o newton-metro)

kW·h o kW h o kWh (kilowatt hora, o kilowatt-hora)

Los símbolos de unidades formadas por división de otras unidades se indican mediante una barra oblicua (/), una línea horizontal o un exponente negativo.

Ejemplo:

$$\text{m/s}, \frac{\text{m}}{\text{s}}, \text{ o } \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Los nombres de unidades elevadas a una potencia se escriben colocando los adjetivos cuadrado, o cúbico, etcétera, después del nombre de la unidad.

Ejemplos:

Unidad de velocidad metro por segundo cuadrado (m/s^2)

Unidad de volumen milímetro cúbico (mm^3)

Reglas de escritura de los prefijos de las unidades de medida

Los prefijos del SI representan estrictamente potencias de 10. Pueden ser utilizados también con determinadas unidades que tienen su uso permitido junto a las del SI. Las potencias positivas se aplican a los múltiplos de las unidades y las potencias negativas, a los submúltiplos.

La potencia positiva o negativa resultante se puede combinar con otros símbolos de unidades para formar símbolos de unidades compuestas.

Ejemplos:

$$1 \text{ cm}^{-1} = 1 (\text{cm})^{-1} = 1 (10^{-2} \text{ m})^{-1} = 10^2 \text{ m}^{-1}$$

$$1 \text{ V/cm} = (1 \text{ V})/(10^{-2} \text{ m}) = 10^2 \text{ V/m} = 100 \text{ V/m}$$

Los símbolos de los prefijos se escriben normalmente con letras minúsculas, en letra romana normal o redonda (no cursiva) del mismo tipo del texto circundante, y se unen a los símbolos de las unidades sin dejar espacio entre ellos. Esto aplica también a los prefijos agregados a nombres especiales de unidades derivadas. Ejemplos: mL (mililitro), pm (picómetro), THz (terahertz).

Los nombres de los prefijos son también inseparables de los nombres de las unidades a los que estén unidos. Así, por ejemplo, milímetro, micropascal, y meganewton son una sola palabra.

Con excepción de da (deca), h (hecto) y k (kilo), todos los símbolos de los prefijos de múltiplos, se escriben con letra mayúscula y todos los símbolos de prefijos de submúltiplos se escriben con minúsculas. Todos los nombres de los prefijos se escriben con minúsculas, excepto al inicio de una frase.

No está permitido el uso de símbolos formados por la yuxtaposición de dos o más símbolos de prefijos.

Ejemplo:

Correcto

nm (nanómetro, 10^{-9} m)

Incorrecto

m μ m (milimicrómetro, ($10^{-3} \times 10^{-6} \text{ m}$))

Por razones históricas, el nombre kilogramo para la unidad básica de la magnitud masa en el SI, contiene el nombre kilo, que es el prefijo SI para 10^3 . Así, debido a que no se aceptan los prefijos compuestos, los múltiplos y submúltiplos de la unidad de masa se forman agregando los símbolos de los prefijos al símbolo de la unidad gramo, g, y los nombres de sus

múltiplos y submúltiplos se forman agregando los prefijos al nombre gramo.

Ejemplo:

Correcto

10^{-6} kg = 1 mg (1 miligramo)

Incorrecto

10^{-6} kg = 1 μ kg (1 microkilogramo)

Los símbolos y nombres de los prefijos se pueden utilizar con el símbolo y el nombre de la unidad grado Celsius, °C.

Ejemplo: 12 m°C (12 miligrados Celsius)

Sin embargo, es preferible que en los artículos científicos se utilice la unidad kelvin, con su símbolo K.

Los símbolos y nombres de los prefijos se pueden utilizar también con los símbolos y nombres de las unidades L (litro), t (tonelada), eV (electronvolt), y u (unidad de masa atómica unificada), de uso permitido junto con las unidades del SI.

Reglas de escritura de intervalos y rangos

Para expresar los intervalos, ambos límites deben expresarse como el producto de un valor numérico y una unidad de medida. En este caso también se cumplen las reglas del álgebra, por lo que es posible agrupar los valores numéricos entre paréntesis y multiplicarlos por la unidad de medida.

El guión a media altura representa el signo de resta, por lo que no debe ser utilizado para indicar un intervalo.

Ejemplos:

Correcto

de 225 nm a 2400 nm

ó de (225 a 2400) nm

0 °C a 100 °C o de 0 °C a 100 °C

ó de (0 a100) °C

Incorrecto

225 a 2400 nm

ó 225 – 2400 nm

0 a 100 °C

ó 0 - 100 °C

Reglas de escritura de fechas y horas

La escritura puede ser con palabras, con palabras y números y solo con números (numérica). En formato de texto, las fechas se escriben en la forma “DD de MM de AAAA”, es decir, 18 de enero de 2021.

Para la escritura numérica de fechas se utilizarán únicamente cifras arábicas en una de las siguientes expresiones:

En formato básico: AAAAMMDD Ejemplo:20210118

En formato extendido: AAAA-MM-DD Ejemplo: 2021-01-18

Donde [AAAA] representa al año calendario; [MM] representa el número ordinal del mes calendario, entre el 01 y el 12 y [DD] representa el número ordinal del día, entre el 01 y el 31. Para el formato extendido, como separador se utiliza el guión a media altura.

Para representar el tiempo y los intervalos de tiempo, las normas internacionales recomiendan el uso de las escalas de tiempo para un día calendario de 24 horas.

La representación completa de la hora local debe ser una expresión numérica de seis dígitos, donde [hh] representa las horas, [mm] representa los minutos y [ss] representa los segundos. Como separador se utilizan los dos puntos (:). La forma de expresar las once de la noche, con veinte minutos y cincuenta segundos, sería:

En formato básico: hhmmss Ejemplo: 232050

En formato extendido: hh:mm:ss Ejemplo: 23:20:50

Con esta notación no es necesario utilizar el nombre o el símbolo de las unidades de tiempo, que sí son necesarias cuando se describe la duración de un evento.

Ejemplos:

La reunión será a las 23:30

La reunión duró 2,5 h (corresponde a 2 horas con 30 minutos)

La medianoche es el inicio y el fin de un día calendario.

El inicio del día, en formato básico, se expresa como 000000 y en formato extendido, como 00:00:00. El final del día se expresa como 240000 en formato básico y como 24:00:00, en formato extendido, y coincide con el inicio del siguiente día.

Así pues, las 24:00:00 del día 31 de diciembre es exactamente la misma hora que las 00:00:00 del día 1 de enero.

Esta es una situación interesante para la Salud Pública, por ejemplo. Asumiendo que el tiempo siempre transcurre hacia adelante, si una persona muere a las 12 de la noche de un día, debería escribirse 24:00:00, porque hasta ahí llegó, pero si lo que ocurre es que nació un niño, entonces sería 00:00:00, porque ahí empieza la vida.

Bibliografía

Oficina Internacional de Pesas y Medidas. Organización Intergubernamental de la Convención del Metro. El Sistema Internacional de Unidades. 9^{na} edición, 2019. Edición en español, Centro Español de Metrología. 2019 NIPO 113-19-009-7 (digital)

Oficina Nacional de Normalización (NC) / International Electrotechnical Commission (IEC): Norma NC-IEC 80000-6:2009 “Magnitudes y Unidades. Parte 6: Electromagnetismo”. (IEC 80000-6:2008, IDT)

-----: Norma NC-IEC 80000-13:2011 “Magnitudes y Unidades. Parte 13: Ciencia y Tecnología de la Información”. (IEC 80000-13:2008, IDT)

Pérez-Gregorio, R. Sistema Internacional de Unidades SI. Rev. Obstetricia y Ginecología. Venezuela v.62 n.1 Caracas mar. 2002. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0048-77322002000100010

Reyes-Ponce, Y; Hernández-Leonard, AR. *Reasons for; concerns about and prospects of the new International System of Units (SI)*. OIML Bulletin. Volume LIX, Number 1, January 2018. p 25-30. ISSN 0473-2812

Reyes-Ponce, Y y otros. Libro Fundamentos de Metrología, Tercera reimpresión. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba. 2018. ISBN 978-959-13-2601-0. (Obra completa).

Reyes-Ponce, Y; Hernández-Leonard, AR; Hernández-Ruiz, AD. Metrología para la Vida. 2. edición actualizada. Versión digital. Editorial Científico Técnica Nuevo Milenio. La Habana, 2021.

The International Organization for Standardization. Norma ISO 8601:2004 *Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times*.

-----: Norma ISO 80000-1:2009 *Quantities and units. Part 1: General*.

-----: Norma ISO 80000-1:2009/ Cor. 1:2011 *Quantities and Units. Part 1: General/ Technical Corrigendum 1*.

-----: Norma ISO 80000-3:2006 *Quantities and units. Part 3: Space and time*.

-----: Norma ISO 80000-5:2007 *Quantities and units. Thermodynamics*.

-----: Norma ISO 80000-7:2008 *Quantities and units. Part 7: Light*.

-----: Norma ISO 80000-8:2007 *Quantities and units. Part 8: Acoustic*.

-----: Norma ISO 80000-9:2009 *Quantities and units. Part 9: Physical chemistry and molecular physics*.

-----: Norma ISO 80000-10: 2009 *Quantities and units. Atomic and nuclear physics*.

-----: Norma ISO 80000-12:2009 *Quantities and units. Solid state physics*.

-----: Norma ISO 80000-13: 2008 *Quantities and units, Information science and technology*.

-----: Norma ISO 80000-14:2008 *Quantities and units. Telebiometrics related to human physiology*.