

Sistema Internacional de Unidades SI*

Dr. Rogelio Pérez D'Gregorio

El Sistema Internacional de Unidades se estableció en 1960 en la XI Conferencia General de Pesos y Medidas (CGPM). Se abrevia universalmente como SI, del francés *Le Système International d'Unités* y es el sistema métrico moderno usado a nivel mundial. El material presentado a continuación es una versión resumida y traducida de la Guía del Instituto Nacional de Tecnología de Estados Unidos (NIST, siglas en inglés), utilizada para asistir al personal que trabaja en esa institución así como a otras que puedan necesitar de esta asistencia, en el uso del SI en su trabajo, incluyendo los reportes de resultados de mediciones (1). Esta publicación además recoge las recomendaciones del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM, *Comité International des Poids et Mesures*). Una versión completa de este material puede conseguirse en internet en inglés (www.physics.nist.gov) y en español (www.ateproca.com). Igualmente se incorporó información suministrada por el Sistema Nacional de Metrología de Venezuela y constituye una actualización de una publicación previa (2) y se presentan los términos españoles reconocidos para algunas unidades por la Real Academia Española (RAE) (3).

Para nuestras revistas biomédicas es de sumo interés, en vista de que acogidos a la norma de los Requisitos Uniformes para los Manuscritos enviados a Revistas Biomédicas (4-6), las unidades de medida deben ser expresadas de acuerdo con los lineamientos del material que presentamos en esta oportunidad.

Recientemente ha salido información de prensa y en otros medios donde indican algunos cambios en el uso de, por ejemplo, la sustitución de la coma decimal por un punto, etc. Consideramos importante insistir nuevamente que el lenguaje científico se acoge al sistema que presentamos aquí, lo cual facilita la comunicación a nivel universal.

*Este artículo puede ser reproducido libremente con fines educativos sin fines de lucro.

Las tres clases de unidades SI y los prefijos SI

Las unidades SI se dividen en tres clases:

- unidades base
- unidades derivadas
- unidades suplementarias

las cuales en conjunto conforman el “sistema coherente de unidades SI”. El SI también incluye prefijos de los múltiplos y submúltiplos de las unidades SI.

Unidades base SI

En el Cuadro 1 se presentan las siete cantidades básicas, mutuamente independientes entre sí, en las cuales se fundamenta el SI; y los nombres y los símbolos de sus unidades respectivas, llamadas “unidades base SI”.

Metro (m): es la longitud del trayecto del recorrido por la luz en el vacío durante un intervalo de tiempo de $1/299\,792\,458$ segundos.

Kilogramo (kg): es la unidad de masa; es igual a la masa del prototipo internacional del kilogramo sancionado por la Conferencia General de Pesas y Medidas en 1889 y depositado en el Pabellón de Breteuil, de Sévres. Un duplicado de este prototipo se encuentra depositado en el Servicio Nacional de Metrología de Venezuela.

Segundo (s): es la unidad de tiempo y expresa la duración de $9\,192\,631\,770$ períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133.

Ampere (A): es la unidad de corriente eléctrica. Es la intensidad de una corriente constante que, mantenida en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y colocados a una distancia de un metro uno del otro en el vacío, produce entre estos conductores una fuerza igual a 2×10^{-7} newton por metro de longitud.

Kelvin (K): es la unidad de temperatura termodinámica, y es la fracción $1/273,16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua. Un intervalo de temperatura puede también expresarse en grados Celsius °C.

Mol (mol): es la unidad de cantidad de materia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0,012 kilogramos de carbono 12. Cuando se use el mol, deben especi-

ficarse las entidades de los elementos que pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones, otras partículas, o grupos especificados de esas partículas.

Candela (cd): es la unidad de intensidad luminosa, y representa la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} hertz y que tiene una dirección de $(1/683)$ watt por estereorradián.

Radián (rad): es el ángulo plano entre dos radios de un círculo que corta en la circunferencia un arco igual en longitud a los radios.

Estereorradián (sr): es el ángulo sólido que, teniendo su vértice en el centro de la esfera, corta un área de la superficie de la esfera igual a un cuadrado con lados de longitud igual a los radios de la esfera.

Cuadro 1
Unidades base SI

| Magnitud | Unidad base SI | |
|---------------------------|----------------|---------|
| | Nombre | Símbolo |
| longitud | metro | m |
| masa | kilogramo | kg |
| tiempo | segundo | s |
| corriente eléctrica | ampere* | A |
| temperatura termodinámica | kelvin | K |
| cantidad de sustancia | mol | mol |
| intensidad luminosa | candela | cd |

* amperio según RAE.

Unidades SI derivadas

Las unidades SI derivadas se expresan algebraicamente en términos de unidades base u otras unidades derivadas (incluyendo el radián y el estereorradián que son dos unidades suplementarias). Los símbolos de las unidades derivadas se obtienen mediante operaciones matemáticas de multiplicación y división. Por ejemplo, la unidad derivada de la cantidad de masa molar (masa dividida por cantidad de sustancia) es el kilogramo por mol, símbolo kg/mol. En el Cuadro 2 se presentan ejemplos adicionales de unidades derivadas en términos de unidades SI base.

Cuadro 2.

Ejemplos de unidades SI derivadas expresadas en términos de unidades SI

| Magnitud | Unidad SI derivada | |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | Nombre | Símbolo |
| superficie | metro cuadrado | m ² |
| volumen | metro cúbico | m ³ |
| velocidad lineal | metro por segundo | m/s |
| velocidad angular | radián por segundo | rd/s |
| aceleración | metro por segundo cuadrado | m/s ² |
| aceleración angular | radián por segundo cuadrado | rd/s ² |
| número de onda (wave) | recíproca de metro | m ⁻¹ |
| densidad de masa | kilogramo por metro cúbico | kg/m ³ |
| volumen específico | metro cúbico por kilogramo | m ³ /kg |
| densidad de corriente | ampere por metro cuadrado | A/m ² |
| fuerza de campo magnético | ampere por metro | A/m |
| concentración | mol por metro cúbico | mol/m ³ |
| luminosidad | candela por metro cuadrado | cd/m ² |

Cuadro 3

Unidades SI derivadas con nombres y símbolos especiales, incluyendo el radián y el estereorradián

| Cantidad derivada | Unidad SI derivada | | | |
|--|--------------------|------------------|--|--|
| | Nombre especial | Símbolo especial | Expresión en términos de otras unidades SI | Expresión en términos de unidades base SI |
| ángulo plano | radián | rad | - | $m \cdot m^{-1} = 1$ |
| ángulo sólido | estereorradián | sr | - | $m^2 \cdot m^{-2} = 1$ |
| frecuencia | hertz* | Hz | - | s^{-1} |
| fuerza | 2newton | N | - | $m \cdot kg \cdot s^{-2}$ |
| presión | pascal | Pa | N/m^2 | $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$ |
| energía, trabajo, cantidad de calor | joule* | J | $N \cdot m$ | $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$ |
| poder, flujo radiante | watt* | W | J/s | $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$ |
| carga eléctrica, cantidad de electricidad | coulomb* | C | - | $s \cdot A$ |
| potencial eléctrico, diferencia de potencial, fuerza electromotriz | volt * | V | W/A | $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$ |
| capacitancia | farad* | F | C/V | $m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$ |
| resistencia eléctrica | ohm* | Ω | V/A | $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$ |
| conductancia eléctrica | siemens | S | A/V | $m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$ |
| flujo magnético | weber | Wb | $V \cdot s$ | $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$ |
| densidad de flujo magnético | tesla | T | Wb/m^2 | $kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$ |
| inductancia | henry | H | Wb/A | $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$ |
| temperatura Celsius | grado Celsius | $^{\circ}C$ | - | K |
| flujo luminoso | lumen | lm | $cd \cdot sr$ | $cd \cdot sr^{(a)}$ |
| iluminación | lux | lx | lm/m^2 | $m^{-2} \cdot cd \cdot sr^{(a)}$ |

* La RAE reconoce los nombres hercio (hertz), julio (joule), vatio (watt), culombio (coulomb), voltio (volt), faradio (farad), ohmio (ohm) para las correspondientes unidades entre paréntesis. ^(a) El estereorradián (sr) no es una unidad SI base. Sin embargo, en fotometría se mantiene el estereorradián en expresiones para unidades.

Cuadro 4

Unidades SI derivadas con nombres y símbolos especiales admitidos por razones de salvaguardar la salud humana

| Cantidad derivada | Unidad SI derivada | | | |
|--|--------------------------------|---------------------------------|--|---|
| | Nombre especial ^(a) | Símbolo especial ^(a) | Expresión en términos de otras unidades SI | Expresión en términos de unidades base SI |
| actividad (de un radionucleido) | becquerel | Bq | - | s^{-1} |
| dosis absorbida, energía específica (impartida), kerma | gray | Gy | J/kg | $m^2 \cdot s^{-2}$ |
| dosis equivalente, dosis ambiental equivalente, dosis direccional equivalente, dosis personal equivalente, dosis equivalente | sievert | Sv | J/kg | $m^2 \cdot s^{-2}$ |

^(a) Las cantidades derivadas a ser expresadas en el gray y el sievert han sido revisadas de acuerdo con las recomendaciones de la Comisión Internacional de Unidades de Radiación y Medidas (ICRU).

Unidades SI derivadas con nombres y símbolos especiales

Ciertas unidades SI derivadas tienen nombres y símbolos especiales y se presentan en los Cuadros 3 y 4.

Grado Celsius

Además de la cantidad de temperatura termodinámica (símbolo T), expresado en la unidad kelvin, se usa también la cantidad de temperatura Celsius

(símbolo t) definida por la ecuación $t = T - T_0$, donde $T_0 = 273,15$ K por definición. Para expresar la temperatura Celsius, se utiliza la unidad de grados Celsius, símbolo °C, el cual es igual en magnitud a la unidad kelvin; en este caso, “grado Celsius” es un nombre especial usado en lugar de “kelvin”. Un intervalo o diferencia de temperatura Celsius puede ser expresado en unidades kelvin así como en unidades de grados Celsius [Note que la temperatura termodinámica T_0 es exactamente 0,01 K por debajo de la temperatura termodinámica del triple punto de agua].

Cuadro 5

Ejemplos de unidades derivadas de SI expresadas con la ayuda de unidades derivadas que tienen nombres y símbolos especiales.

| Cantidad derivada | Unidad SI derivada | | |
|--|---|---------------------------------|--|
| | Nombre | Símbolo | Expresión en términos de unidades base SI |
| velocidad angular | radián por segundo | rad/s | $m \cdot m^{-1} \cdot s^{-1} = s^{-1}$ |
| aceleración angular | radián por segundo cuadrado | rad/s ² | $m \cdot m^{-1} \cdot s^{-2} = s^{-2}$ |
| viscosidad dinámica | pascal segundo | Pa · s | $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$ |
| momento de fuerza | newton metro | N · m | $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$ |
| tensión superficial | newton por metro | N/m | $kg \cdot s^{-2}$ |
| densidad de flujo de calor, <i>irradiance</i> | watt por metro cuadrado | W/m ² | $kg \cdot s^{-3}$ |
| intensidad de radiación <i>radiance</i> | watt por estereorradián watt por metro cuadrado estereorradián | W/sr W/(m ² · sr) | $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot sr^{-1}$ ^(a) $kg \cdot s^{-3} \cdot sr^{-1}$ ^(a) |
| capacidad de calor, entropía | joule por kelvin | J/K | $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$ |
| capacidad de calor específica, entropía específica | joule por kilogramo kelvin | J/(kg · K) | $m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$ |
| energía específica | joule por kilogramo | J/kg | $m^2 \cdot s^{-2}$ |
| conductividad térmica | watt por metro kelvin | W/(m · K) | $m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot K^{-1}$ |
| densidad de energía | joule por metro cúbico | J/m ³ | $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$ |
| fuerza de campo eléctrico | volt por metro | V/m | $m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$ |
| densidad de carga eléctrica | coulomb por metro cúbico | C/m ³ | $m^{-3} \cdot s \cdot A$ |
| densidad de flujo eléctrico | coulomb por metro cuadrado | C/m ² | $m^{-2} \cdot s \cdot A$ |
| permitividad | farad por metro | F/m | $m^{-3} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$ |
| permeabilidad | henry por metro | H/m | $m \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$ |
| energía molar | joule por mole | J/mol | $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot mol^{-1}$ |
| entropía molar, capacidad de calor molar | joule por mole kelvin | J/(mol · K) | $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$ |
| exposición (rayos x y γ) | coulomb por kilogramo | C/kg | $kg^{-1} \cdot s \cdot A$ |
| tasa de dosis absorbida | gray por segundo | Gy/s | $m^2 \cdot s^{-3}$ |

^(a) El estereorradián (sr) no es una unidad SI base. Sin embargo, en radiometría se mantiene el estereorradián (sr) en expresiones por unidades.

Uso de las unidades derivadas del SI con nombres y símbolos especiales.

En el Cuadro 5 se presentan ejemplos de unidades derivadas de SI que pueden ser expresadas con la ayuda de unidades derivadas de SI que tienen nombres y símbolos especiales (incluyendo el radián y estereorradián).

Las ventajas de usar los nombres especiales y símbolos de unidades derivadas de SI son aparentes en el Cuadro 5. Considere, por ejemplo, la unidad de entropía molar: la unidad $J/(\text{mol} \cdot \text{K})$ es obviamente más fácil de entender que su unidad base equivalente, $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$. Sin embargo, debe reconocerse que existen por conveniencia los nombres y símbolos especiales.

Los Cuadros 3, 4 y 5 muestran también que los valores de diferentes cantidades se expresan en la misma unidad SI. Por ejemplo, el joule por kelvin (J/K) es la unidad SI para capacidad de calor y para entropía. Así, el nombre de la unidad no es suficiente para definir la cantidad medida.

Una unidad derivada puede ser expresada frecuentemente en varias vías diferentes mediante el uso de unidades base y unidades derivadas con nombres especiales. En la práctica, con algunas cantidades, se prefiere usar ciertas unidades con nombres especiales, o combinaciones de unidades para facilitar la distinción entre cantidades de aquellos valores que tienen expresiones idénticas en términos de unidades base SI. Por ejemplo, la unidad SI de frecuencia es el hertz (Hz) en vez de la recíproca de segundo (s^{-1}), y la unidad SI de momento de fuerza es el newton metro ($\text{N} \cdot \text{m}$) en vez del joule (J).

Similarmente, en el campo de la radiación ionizante, la unidad SI de actividad es el becquerel (Bq) en vez de la recíproca de segundo (s^{-1}), y las unidades SI de dosis absorbida y dosis equivalente son designadas como el gray (Gy) y el sievert (Sv) respectivamente, en vez del joule por kilogramo (J/kg).

Unidades SI suplementarias

Como se mencionó anteriormente, hay dos unidades en esta clase: el radián, símbolo rad, la unidad SI de cantidad de ángulo plano; y el estereorradián, símbolo sr, la unidad SI de cantidad de ángulo sólido.

Las unidades suplementarias son interpretadas ahora como unidades derivadas sin dimensión, por lo cual se pueden usar en expresiones para unidades derivadas SI, y se incluyen en el Cuadro 3 junto con las otras unidades derivadas con nombres y símbolos especiales.

Esta interpretación de las unidades suplementarias implica que el ángulo plano y el ángulo sólido se consideren cantidades derivadas de dimensión uno (llamadas cantidades sin dimensión), cada una de las cuales tiene la unidad uno, símbolo 1, como su unidad SI coherente. Sin embargo, en la práctica, cuando se expresan los valores de cantidades derivadas que involucren el ángulo plano o el ángulo sólido, ayuda su comprensión si se usan los nombres (o símbolos) especiales “radián” (rad) o “estereorradián” (sr) en lugar del número 1. Por ejemplo, aunque los valores derivados de velocidad angular (ángulo plano dividido por tiempo) pueden expresarse en la unidad s^{-1} , esos valores se expresan usualmente en la unidad rad/s.

Múltiplos y submúltiplos decimales de las unidades SI: prefijos SI

En el Cuadro 6 se presentan los prefijos SI que se usan para múltiplos y submúltiplos de las unidades SI. Mediante ellos se evita el uso de valores numéricos muy largos o muy pequeños. Un prefijo se pega directamente al nombre de la unidad o al símbolo de la misma. Por ejemplo, un kilómetro, símbolo 1 km, es igual a mil metros, símbolo 1000 m o 10^3 m. Cuando los prefijos se pegan a las unidades SI, las unidades así formadas se denominan “múltiplos y submúltiplos de unidades SI” a fin de distinguir las de las unidades SI del sistema coherente.

Nota: No se permiten definiciones alternativas para los prefijos SI y sus símbolos. Por ejemplo, no se acepta usar kilo (k) para representar $2^{10} = 1024$, mega (M) para representar $2^{20} = 220\ 1\ 048\ 576$, o giga (G) para representar $2^{30} = 1\ 073\ 741\ 824$.

Unidades fuera del SI

Las unidades que están fuera del SI pueden dividirse en tres categorías:

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES SI

- unidades aceptadas para su uso en el SI
- unidades aceptadas temporalmente para su uso en el SI
- unidades no aceptadas para su uso en el SI y deben evitarse estrictamente.
- Hora, grado, litro y similares.
- Neper, bel, shannon, y similares.
- Electronvolt y unidad de masa atómica unificada.
- Unidades naturales y atómicas.

Unidades aceptadas para su uso en el SI

Existen cuatro categorías de unidades aceptadas para su uso en el SI

Hora, grado, litro y similares

Ciertas unidades que no son parte del SI son esenciales, se usan ampliamente y son aceptadas por el CIPM, y para uso en el SI. Estas unidades se presentan en el Cuadro 7. La combinación de unidades de ese cuadro con las unidades SI para

Cuadro 6

Prefijos SI

| Factor | Prefijo | Símbolo | Factor | Prefijo | Símbolo |
|----------------------|---------|---------|--------------------------|---------|---------|
| $10^{24} = (10^3)^8$ | yota | Y | 10^{-1} | deci | d |
| $10^{21} = (10^3)^7$ | zeta | Z | 10^{-2} | centi | c |
| $10^{18} = (10^3)^6$ | exa | E | $10^{-3} = (10^3)^{-1}$ | mili | m |
| $10^{15} = (10^3)^5$ | peta | P | $10^{-6} = (10^3)^{-2}$ | micro | μ |
| $10^{12} = (10^3)^4$ | tera | T | $10^{-9} = (10^3)^{-3}$ | nano | n |
| $10^9 = (10^3)^3$ | giga | G | $10^{-12} = (10^3)^{-4}$ | pico | p |
| $10^6 = (10^3)^2$ | mega | M | $10^{-15} = (10^3)^{-5}$ | femto | f |
| $10^3 = (10^3)^1$ | kilo | k | $10^{-18} = (10^3)^{-6}$ | atto | a |
| 10^2 | hecto | h | $10^{-21} = (10^3)^{-7}$ | zepto | z |
| 10^1 | deca | da | $10^{-24} = (10^3)^{-8}$ | yocto | y |

Cuadro 7

Unidades aceptadas para su uso en el SI

| Nombre | Símbolo | Valor en unidades SI |
|------------------------|---------------------|---|
| minuto (tiempo) | min | 1 min = 60 s |
| hora (tiempo) | h | 1 h = 60 min = 3600 s |
| día (tiempo) | d | 1 d = 24 h = 86 400 s |
| grado (ángulo plano) | ° | 1° = $(\pi/180)$ rad |
| minuto (ángulo plano) | ' | 1' = $(1/60)^\circ = (\pi/10\ 800)$ rad |
| segundo (ángulo plano) | '' | 1'' = $(1/60)'$ = $(\pi/648\ 000)$ rad |
| litro | l, L ^(a) | 1 L = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³ |
| tonelada métrica | t | 1 t = 10 ³ kg |

^(a) Aunque l y L son símbolos aceptados internacionalmente para litro, para evitar el riesgo de confundir la letra l con el número 1, en Estados Unidos se utiliza el símbolo L.

formar unidades derivadas debe restringirse a casos especiales a fin de no perder las ventajas de la coherencia de las unidades SI.

Además, se reconoce que en ocasiones puede ser necesario utilizar otras unidades de tiempo como las suministradas en el Cuadro 7; en particular en circunstancias se puede requerir que se expresen intervalos de tiempo en semanas, meses, o años. En esos casos, si no existe un símbolo estandarizado debe escribirse la palabra completa.

Neper, bel, shannon, y similares

Hay otras pocas unidades altamente especializadas que no aparecen en el Cuadro 7 y son usadas por la Organización Internacional de Estandarización (*International Organization for Standardization* ISO) y la Comisión de Electrotécnica Internacional (*International Electrotechnical Commission* IEC) que no pertenecen al SI pero que se aceptan para su uso. Estas incluyen el neper (Np), bel (B), octave, phon, y sone, y unidades usadas en información de tecnología, como el baud (Bd), bit (bit), erlang (E), hartley (Hart), y shannon (Sh).

Electronvolt y unidad de masa atómica unificada

Se aceptan para su uso las dos unidades suministradas en el Cuadro 8. Esas unidades se usan en campos especializados; sus valores en unidades SI deben obtenerse de experimentación y no se conocen exactamente.

Cuadro 8

Unidades aceptadas para su uso en SI cuyos valores en SI son obtenidos experimentalmente

| Nombre | Símbolo | Definición |
|------------------------|---------|------------|
| electronvolt | eV | (a) |
| unidad de masa atómica | u | (b) |

(a) El electronvolt es la energía cinética adquirida por un electrón al pasar a través de una diferencia de potencial de 1 V en vacío; $1 \text{ eV} = 1,602\ 177\ 33 \times 10^{-19} \text{ J}$ con una incertidumbre estándar combinada de $0,000\ 000\ 49 \times 10^{-19} \text{ J}$.

(b) La unidad de masa atómica es igual a 1/12 de la masa de un átomo del nucleido ^{12}C ; $1 \text{ u} = 1,660\ 540\ 2 \times 10^{-27} \text{ kg}$ con una incertidumbre estándar combinada de $0,000\ 001\ 0 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

Nota: en algunos campos la unidad de masa atómica unificada es llamada dalton, símbolo DA; sin embargo, este nombre y símbolo no es aceptado por SI. Similarmente, UMA no es un símbolo aceptado para unidad de masa atómica. El único nombre permitido es “unidad de masa atómica” y el único símbolo permitido es u.

Unidades naturales y atómicas

En algunos casos, particularmente en ciencias básicas, los valores de cantidad se expresan en términos de constantes fundamentales de la naturaleza, conocidas como unidades naturales. El uso de éstas se permite cuando sea necesario para una comunicación más efectiva de la información. En esos casos, deben identificarse las unidades naturales utilizadas. Esto se aplica también para el sistema de unidades denominadas “unidades atómicas” usadas en física atómica teórica y química. Ejemplos de cantidades físicas usadas como unidades naturales se presentan en el Cuadro 9.

Unidades aceptadas temporalmente para su uso en el SI

Debido a la práctica existente en ciertos campos o países, en 1978 el CIPM consideró el uso de ciertas unidades hasta que se considerara que su uso no era necesario. Sin embargo, esas unidades no deben ser introducidas donde no se usen actualmente. Se recomienda el uso de esas unidades excepto por milla náutica, nudo, área, y hectárea; y excepto curie, roentgen, rad, y rem hasta el año 2000.

Unidades no aceptadas para su uso en SI

Unidades CGS (Sistema Cegesimal)

En el Cuadro 11 se dan ejemplos de unidades del Sistema Cegesimal (centímetro-gramo-segundo CGS) que tienen nombres especiales. Esas unidades no son aceptadas en el SI. Tampoco se aceptan otras unidades de varios sistemas de CGS que incluyen los sistemas electrostático, electro-magnético, y gaussiano, a excepción de unidades del centiempotro, gramo, y segundo que están definidas también en el SI

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES SI

Cuadro 9

Ejemplos de cantidades físicas usadas a veces como unidades naturales

| Tipo de cantidad | Cantidad física usada como unidad | Símbolo |
|-------------------|--|-------------|
| acción | constante Planck dividida por 2π | h |
| carga eléctrica | carga elementaria | e |
| energía | energía Hartree | E_h |
| longitud | radio Bohr | a_0 |
| longitud | longitud de onda Compton (electrón) | λ_C |
| flujo magnético | cuántum flujo magnético | Φ_0 |
| momento magnético | magneton Bohr | μ_B |
| momento magnético | magneton nuclear | μ_N |
| masa | masa de reposo de electrón | m_e |
| masa | masa de reposo de protón | m_p |
| velocidad | velocidad de ondas electromagnéticas en el vacío | c |

Cuadro 10

Unidades aceptadas temporalmente para su uso en el SI

| Nombre | Símbolo | Valor en unidades SI |
|-------------------------|--------------------|--|
| milla náutica | - | 1 milla náutica = 1852 m |
| nudo | - | 1 milla náutica por hora = (1852/3600) m/s |
| ångström | Å | 1 Å = 0,1 nm = 10^{-10} m |
| área ^(a) | a | 1 a = 1 dam ² = 10^2 m ² |
| hectárea ^(a) | ha | 1 ha = 1 hm ² = 10^4 m ² |
| barn | b | 1 b = 100 fm ² = 10^{-28} m ² |
| bar | bar | 1 bar = 0,1 MPa = 100 kPa = 1000 hPa = 10^5 Pa |
| gal | Gal | 1 Gal = 1 cm/s ² = 10^{-2} m/s ² |
| curie | Ci | 1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ Bq |
| roentgen | R | 1 R = $2,58 \times 10^{-4}$ C/kg |
| rad | rad ^(b) | 1 rad = 1 cGy = 10^{-2} Gy |
| rem | rem | 1 rem = 1 cSv = 10^{-2} Sv |

^(a) Esta unidad y su símbolo se usan para expresar áreas agrarias.

^(b) Cuando exista riesgo de confusión con el símbolo del radián, puede usarse rd como símbolo de rad

Cuadro 11

Ejemplos de unidades CGS con nombres especiales (no aceptadas para su uso en el SI)

| Nombre | Símbolo | Valor en unidades SI |
|------------------------|---------|--|
| erg | erg | 1 erg = 10^{-7} J |
| dyne | dyn | 1 dyn = 10^{-5} N |
| poise ^(a) | P | 1P = 1 dyn · s/cm ² = 0.1 Pa · s |
| stokes ^(b) | St | 1St = 1 cm ² /s = 10^{-4} m ² /s |
| gauss ^(c) | Gs, G | 1 Gs corresponde a 10^{-4} T |
| oersted ^(c) | Oe | 1 Oe corresponde a $(1000/4\pi)$ A/m |
| maxwell ^(c) | Mx | 1 Mx corresponde a 10^{-8} Wb |
| stilb | sb | 1 sb = 1 cd/cm ² = 10^4 cd/m ² |
| phot | ph | 1 ph = 10^4 lx |

* La RAE reconoce los nombres ergio (erg) y dina (dyne) para las correspondientes unidades entre paréntesis.

^(a) El poise (P) es la unidad CGS de viscosidad (también llamada viscosidad dinámica). La unidad SI es el pascal segundo (Pa · s).

^(b) El stokes (St) es la unidad CGS de viscosidad cinemática. La unidad SI es el metro cuadrado por segundo (m²/s).

^(c) Esta unidad forma parte del llamado sistema CGS tridimensional electromagnético y estrictamente hablando no puede ser comparado con la unidad correspondiente del SI, la cual tiene cuatro dimensiones cuando se consideran sólo cantidades mecánicas y eléctricas.

Cuadro 12

Ejemplos de otras unidades inaceptables

| Nombre | Símbolo | Valor en unidades SI |
|--------------------|----------------------------------|--|
| fermi | fermi | 1 fermi = 1 fm = 10^{-15} m |
| carat métrico | carat métrico | 1 carat métrico = 200 mg = 2×10^{-4} kg |
| torr | Torr | 1 Torr = (101 325/760) Pa |
| atmósfera estándar | atm | 1 atm = 101 325 Pa |
| kilogramo-fuerza | kgf | 1 kgf = 9,806 65 N |
| micron | μ | 1 μ = 1 μ m = 10^{-6} m |
| calorie (varias) | cal _{th} (termoquímica) | 1 cal _{th} = 4,184 J |
| x unit | xu | 1 xu \approx 0,1002 pm = $1,002 \times 10^{-13}$ m |
| stere | st | 1 st = 1 m ³ |
| gamma | γ | 1 γ = 1 nT = 10^{-9} T |
| gamma (masa) | γ | 1 γ = 1 μ g = 10^{-9} kg |
| lambda (volumen) | λ | 1 λ = 1 μ L = 10^{-6} L = 10^{-9} m ³ |

Otras unidades inaceptables

Existen muchas otras unidades además de las del CGS que están fuera del SI y no son aceptadas en él, incluyendo todas las unidades comunes de EE.UU (pulgada, libra). Estas unidades deben restringirse y evitarse y usar las unidades SI con sus múltiplos y submúltiplos. Esta restricción también aplica a nombres especiales para unidades SI o nombres especiales para múltiplos o submúltiplos de las unidades SI, así como mho para siemens (S) y micrón para micrometro (μm). El Cuadro 11 presenta algunos ejemplos de algunas de esas unidades inaceptables.

REGLAS Y CONVENCIONES DE ESTILO PARA IMPRIMIR Y USAR LAS UNIDADES

Reglas y convenciones de estilo para los símbolos de unidades

Tipo de letra

Los símbolos de las unidades se imprimen en letras romanas (normales) del mismo tipo usado en el texto.

Mayúsculas

Los símbolos de las unidades se imprimen en letra minúscula a excepción de:

- cuando el nombre de la unidad se derive del nombre de una persona
- el símbolo recomendado para litro en Estados Unidos es L
- el símbolo del ohm (Ω) letra mayúscula del alfabeto griego

Ejemplos:

m (metro) s (segundo) V (volt)
Pa (pascal) lm (lumen) Wb (weber)

Plurales

Los símbolos de las unidades no se alteran en el plural

Ejemplo: $l = 75 \text{ cm}$ y no $l = 75 \text{ cms}$

Nota: l es el símbolo de cantidad para longitud.

Puntuación

Los símbolos de las unidades no van seguidos de un punto a menos que vayan al final de una frase.

Ejemplo:

“Su largo es de 75 cm.” o “Es de 75 cm de largo.”

Y no: “Es de 75 cm. de largo.”

CORRECTO

m (metro)
kg (kilogramo)
g (gramo)
l, o L(litro)
K (kelvin)
 cm^3 (centímetro cúbico)
 km/h (kilómetro por hora)

INCORRECTO

mts, mt, Mt, M
kgs, kgra, kilo, KG, kg.
gr, grs, Grs, g.
lts, lt, Lt.
 $^{\circ}\text{K}$
cc, cmc, c.c.
kph, kmh, Km x h

Símbolos de unidades obtenidos por multiplicación

Los símbolos de unidades que se forman por la multiplicación de otras unidades se indican por medio de un punto en la mitad (centrado) o por un espacio. Sin embargo, se prefiere el punto porque es menos probable que haya confusión

Ejemplo: $\text{N} \cdot \text{m}$ o N m

Notas :

- Un punto centrado o un espacio es usualmente imperativo. Por ejemplo, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ es el símbolo de metro por segundo mientras que ms^{-1} es el símbolo de la recíproca de un milisegundo (10^3 s^{-1}).
- Se sugiere que si se usa un espacio para indicar unidades formadas por multiplicación, se omita el espacio si no causa confusión. Esta posibilidad se refleja en la práctica común de usar el símbolo kWh en vez de $\text{kW} \cdot \text{h}$ o kWh por el kilovatio hora.

Símbolos de unidades obtenidos por división

Los símbolos de unidades formadas por división de otras unidades se indican mediante una línea

sólida (raya oblicua /), una línea horizontal o un exponente negativo.

Ejemplo: m/s, , o $m \cdot s^{-1}$

Sin embargo, para evitar ambigüedad, no debe repetirse la misma línea a menos que se usen paréntesis.

Ejemplos: m/s^2 o $m \cdot s^{-2}$ y *no:* m/s/s
 $m \cdot kg/(s^3 \cdot A)$ o $m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$ y *no:* $m \cdot kg/s^3/A$

En casos complicados debe usarse exponentes negativos.

No usar simultáneamente símbolos y nombres de unidades

Los símbolos y las unidades no deben usarse juntos.

Ejemplo:

C/kg, y *no:* coulomb/kg
 $C \cdot kg^{-1}$, coulomb por kg;
 coulomb por kilogramo C/kilogramo;
 coulomb $\cdot kg^{-1}$; o
 C por kg; coulomb/
 kilogramo

No usar abreviaturas para unidades

Debido a que las unidades aceptables tienen generalmente símbolos y nombres reconocidos internacionalmente, no se permite utilizar abreviaturas para los símbolos o nombres de unidades, así como seg (para s o segundo), mm cuad. (para mm^2 o milímetro cuadrado), cc (para cm^3 o centímetro cúbico), mins (para min o minuto), hrs (para hora u horas), lit (para L o litro), apms (para A o ampers), UMA (para u o unidad de masa atómica unificada) o mps (por m/s o metro por segundo). Aunque los valores de cantidad se expresan normalmente usando símbolos por números y símbolos por unidades, si por alguna razón el nombre de una unidad es más apropiado que el símbolo, debe escribirse el nombre completo.

Reglas y convenciones de estilo para prefijos SI

Letras y espacios

Los símbolos de los prefijos se imprimen en letra romana normal del mismo tipo del texto circundante, y se unen a los símbolos de las unidades sin dejar espacio entre el símbolo del prefijo y el símbolo de la unidad. Esto aplica también a los prefijos agregados a nombres de unidades

Ejemplos: mL (mililitro), pm (picometro), GΩ (gigaohm), THz (terahertz)

Mayúsculas

Los símbolos de los prefijos Y (yota), Z (zeta), E (exa), P (peta), T (tera), G (giga), y M (mega) se escriben con letra mayúscula mientras que los otros prefijos se escriben con minúscula (ver Cuadro 6). Los prefijos se escriben normalmente con letras minúsculas.

Inseparabilidad de prefijo y unidad

Las agrupaciones formadas por la unión del símbolo de un prefijo al símbolo de una unidad constituyen una unidad inseparable (formando un múltiplo o submúltiplo de la unidad correspondiente) lo cual puede dar lugar a una potencia positiva o negativa que se puede combinar con otros símbolos de unidades para formar símbolos de unidades compuestos.

Ejemplos:

$$2,3 \text{ cm}^3 = 2,3 (\text{cm})^3 = 2,3 (10^{-2} \text{ m})^3 = 2,3 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

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

$$5000 \mu\text{s}^{-1} = 5000 (\mu\text{s})^{-1} = 5000 (10^{-6} \text{ s})^{-1} \\ = 5000 \times 10^6 \text{ s}^{-1} = 5 \times 10^9 \text{ s}^{-1}$$

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

Los prefijos son también inseparables de los nombres de las unidades a los que estén pegados. Así, por ejemplo, milímetro, micropascal, y

meganewton son una sola palabra.

No se aceptan prefijos compuestos

No está permitido el uso de símbolos prefijos compuestos, esto es, símbolos formados por la yuxtaposición de dos o más símbolos de prefijos. Esta regla aplica también a los prefijos compuestos.

Ejemplo:

nm (nanometro) y no: mµm (milimicrometro)

Uso de prefijos múltiples

En una unidad derivada formada por división, el uso de un símbolo prefijo (o un prefijo) en el numerador y el denominador puede causar confusión. Así, por ejemplo, 10 kV/mm es aceptable, pero 10 MV/m se considera frecuentemente preferible porque contiene sólo un símbolo prefijo y está en el numerador.

En una unidad derivada de multiplicación, el uso de más de un símbolo prefijo (o más de un prefijo) puede también causar confusión. Así, por ejemplo, 10 MV · ms es aceptable, pero 10 kV · s se considera preferible.

Nota: Estas consideraciones no aplican usualmente a las unidades derivadas de kilogramo. Por ejemplo, 0,13 mmol/g no se considera preferible a 0,13 mol/kg.

No se aceptan prefijos por sí solos

Los símbolos prefijos no deben usarse solos y no pueden agregarse al número 1, el símbolo para la unidad uno. De manera similar, los prefijos no se pueden agregar al nombre de la unidad uno, esto es, la palabra “uno”.

Ejemplo: la densidad del número de átomos de Pb es $5 \times 10^6/\text{m}^3$ y no: la densidad del número de átomos de Pb es 5 M/m³.

Prefijos y el kilogramo

Por razones históricas, el nombre “kilogramo”

para la unidad base SI de masa contiene el nombre “kilo”, el prefijo SI para 10³. Así, debido a que no se aceptan los prefijos compuestos, los múltiplos y submúltiplos decimales de la unidad de masa se forman agregando los símbolos prefijos a g, el símbolo de gramo, y los nombres de sus múltiplos y submúltiplos se forman agregando los prefijos al nombre “gramo”.

Ejemplo: 10⁻⁶ kg = 1 mg (1 miligramo)

y no 10⁻⁶ kg = 1 µkg (1 microkilogramo)

Prefijos con el grado Celsius y las unidades aceptadas para su uso en el SI

Los símbolos de prefijos se pueden usar con la unidad símbolo °C y los prefijos se pueden usar con el nombre de la unidad “grado Celsius.” For ejemplo, 12 m°C (12 miligrados Celsius) es aceptable. Sin embargo, para evitar confusión, los símbolos de los prefijos (y los prefijos) no se usan con los símbolos de las unidades relacionadas con el tiempo (nombres) min (minuto), h (hora), d (día); ni con los símbolos (nombres) relacionados con ángulos ° (grado), ' (minuto), y " (segundo) (ver Cuadro 7).

Los símbolos de los prefijos (y los prefijos) se pueden usar con los símbolos (nombres) de las unidades L (litro), t (tonelada métrica), eV (electronvolt), y u (unidad de masa atómica unificada) (ver Cuadros 8 y 9). Sin embargo, aunque los submúltiplos de litro como mL (mililitro) y dL (decilitro) son de uso común, los múltiplos de litro así como kL (kilolitro) y ML (megalitro) no lo son. Similarmente, aunque se usan comúnmente múltiplos de tonelada métrica como kt (tonelada kilométrica), los submúltiplos así como mt (tonelada milimétrica), que es igual al kilogramo (kg), no se usa. Ejemplos del uso de símbolos de prefijos con eV y u son 80 MeV (80 megaelectronvoltios) y 15 nu (15 unidades de masa atómica nanounificada).

REGLAS Y CONVENCIONES DE ESTILO PARA EXPRESAR VALORES DE CANTIDADES

Valor y valor numérico de una cantidad

El valor de una cantidad es la magnitud expresada como el producto de un número y una unidad, y el

número multiplicando la unidad es el valor numérico de la cantidad expresada en la unidad.

Espacio entre valor numérico y símbolo unidad

En la expresión del valor de una cantidad, el símbolo de la unidad se coloca después del valor numérico y se deja un espacio entre el valor numérico y el símbolo de la unidad.

La única excepción a esta regla es para los símbolos de unidades de grado, minuto y segundo para ángulo plano respectivamente: °, ' y '' , (ver Cuadro 7), en cuyo caso no se deja espacio a la izquierda entre el valor numérico y el símbolo de la unidad.

Ejemplo: $\alpha = 30^{\circ}2'28''$

Nota: α es un símbolo de cantidad para ángulo plano.

Esta regla significa que:

- (a) El símbolo °C para el grado Celsius es precedido por un espacio cuando se expresan valores de temperatura Celsius.

Ejemplo:

$t = 30,2^{\circ}\text{C}$ y *no:* $t = 30,2^{\circ}\text{C}$ o $t = 30,2^{\circ}\text{C}$

- (b) Aun cuando el valor de una cantidad es usada en sentido adjetivo, se deja un espacio a la izquierda entre el valor numérico y el símbolo de la unidad. (esta regla reconoce que los símbolos de las unidades no son como otras palabras corrientes o abreviaturas sino que son entidades matemáticas, y que el valor de una cantidad debe expresarse de manera tal que sea tan independiente del lenguaje como sea posible.

Ejemplos:

un calibre final de 1 m y *no:* un calibre final de 1-m

Una resistencia de 10 k Ω y *no:* una resistencia de 10-k Ω

Sin embargo, si hay ambigüedad, las palabras deben acomodarse adecuadamente. Por ejemplo, la aseveración “las muestras fueron colocadas en viales de 22 mL” debería ser reemplazada por “las muestras fueron colocadas en viales con un volumen de 22 mL.”

Nota: Cuando se escriban los nombres completos, aplican las normas del lenguaje. Por ejemplo “un rollo de película de 35 milímetros” es aceptable.

Número de unidades por valor de una cantidad

El valor de una cantidad se expresa usando no más de una unidad.

Ejemplo: $l = 10,234\text{ m}$ y *no:* $l = 10\text{ m } 23\text{ cm } 4\text{ mm}$

Nota: Son excepciones a esta regla las expresiones de valores de intervalos de tiempo y de ángulos planos. Sin embargo, es preferible escribir 22,20° en vez de 22°12, excepto en campos como cartografía y astronomía.

No se acepta agregar información a las unidades

Cuando se da el valor de una cantidad, es incorrecto agregar letras u otros símbolos a la unidad a fin de proveer información acerca de la cantidad o sus condiciones de medición. En vez, deben agregarse letras u otros símbolos a la cantidad.

Ejemplo: $V_{\text{max}} = 1000\text{ V}$ y *no:* $V = 1000\text{ V}_{\text{max}}$

Nota: V es un símbolo de cantidad para diferencia de potencial.

No se acepta mezclar información con las unidades

Cuando se den valores de una cantidad, cualquier información concerniente a sus condiciones de medición debe ser presentada de manera que no se asocien con la unidad. Esto significa que las cantidades deben ser definidas de manera que puedan ser expresadas solamente en unidades aceptadas (incluyendo la unidad uno).

Ejemplo:

El contenido de Pb es 5 ng/L y *no*:

5 ng Pb/L o 5 ng de plomo/L

La sensibilidad para las moléculas de NO₃ es 5 x 10¹⁰/cm³ y *no* la sensibilidad es 5 x 10¹⁰ moléculas de NO₃ /cm³

La tasa de emisión de neutrón es 5 x 10¹⁰/s y *no*: la tasa de emisión es 5 x 10¹⁰ n/s

El número de densidad de los átomos de O₂ es 3 x 10¹⁸/cm³

y *no* la densidad es 3 x 10¹⁸ átomos de O₂ / cm³

La resistencia por cuadrado es 100 Ω

y *no*: la resistencia es 100 Ω /cuadrado

Símbolos por números y unidades versus nombres completos de números y unidades

Los elementos clave de un trabajo científico o técnico, particularmente los resultados de mediciones y los valores de cantidades que influyan en las medidas, deben presentarse tan independientemente del lenguaje como sea posible. Esto permitirá que el documento sea entendido por una audiencia más amplia, incluyendo lectores con conocimientos limitados de la lengua extranjera. Así, para promover la comprensión de información cuantitativa en general y tener un entendimiento amplio en particular, los valores de cantidades deberán expresarse en unidades aceptadas usando:

- los símbolos arábigos para los números, esto es, los números arábigos, no los nombres de los mismos, y;
- los símbolos de las unidades, *no* el nombre completo de las mismas.

Ejemplo: la longitud del láser es 5 m y *no*: la longitud del láser es cinco metros

La muestra fue calentada a una temperatura de

955 K por 12 h y *no*: la muestra fue calentada a una temperatura de 955 kelvins por 12 horas

Notas:

1. Si se utiliza un símbolo en particular que puede no ser conocido por la audiencia, debe definirse la primera vez que se mencione.
2. Debido a que el uso del nombre completo de un número arábigo con el símbolo de una unidad puede causar confusión, debe evitarse esta combinación. Por ejemplo, no debe decirse “ el largo del láser es cinco m.”
3. Ocasionalmente se usa un valor en una obra descriptiva o literaria y es correcto usar el nombre completo y no el símbolo. Se considera aceptable: “la lámpara para leer se diseñó para aceptar bombillos de luz de 60 vatios” o “el cohete viajó sin problemas a través de 380 000 kilómetros en el espacio”, o “ellos compraron un rollo de película de 35 milímetros para su cámara.”

Claridad en la escritura de valores y cantidades

El valor de una cantidad se expresa como el producto de un número y una unidad. Para evitar confusiones, los valores de cantidades deben escribirse de manera nítida para que sea completamente claro a qué símbolos de unidades pertenecen los valores numéricos. Se recomienda el uso de la letra “a” para indicar rango de valores de cantidades en vez del guión porque puede confundirse con el signo menos (la primera de estas recomendaciones nuevamente reconoce que los símbolos de las unidades no son palabras ordinarias ni abreviaturas sino entidades matemáticas).

Ejemplos:

51 mm x 51 mm x 25 mm

y *no*

51 x 51 x 25 mm

225 nm a 2400 nm o (225 a 2400) nm

y *no*:

225 a 2400 nm

0 °C a 100 °C o (0 a 100) °C

y *no*:

0 °C - 100 °C

0 V a 5 V o (0 a 5) V

y no:

0 - 5 V

(8,2, 9,0, 9,5, 9,8, 10,0) GHz

y no:

8,2, 9,0, 9,5, 9,8, 10,0 GHz

63,2 m ± 0,1 m o (63,2 ± 0,1) m

y no: 63,2 ± 0,1 m o 63,2 m ± 0,1

129 s - 3 s = 126 s o (129 - 3) s = 126 s

y no: 129 - 3 s = 126 s

No se aceptan símbolos aislados de unidades

Los símbolos de unidades nunca deben usarse sin valores numéricos o símbolos de cantidades (ellos no son abreviaturas).

Ejemplos:

hay 106 mm en 1 km

y no:

hay muchos mm en un km

Se vende por metro cúbico

y no:

se vende por el m³

Selección de los prefijos SI

La selección de los múltiplos o submúltiplos decimales apropiados de una unidad para expresar el valor de una cantidad, y así la elección del prefijo, se basa en varios factores; estos incluyen:

- la necesidad de indicar qué dígitos de un valor numérico son significativos
- la necesidad de tener valores numéricos que sean fácilmente entendidos, y
- el ejercicio de un campo particular de ciencia o tecnología.

Un dígito es significativo si es requerido para explicar el valor numérico de una cantidad. En la

expresión $l = 1200$ m, no es posible decir si los últimos dos ceros son significativos o sólo indican la magnitud del valor numérico de l . Sin embargo, en la expresión $l = 1,200$ km, que usa el símbolo prefijo para 10^3 (kilo, símbolo k), los dos ceros se asume que son significativos porque si no lo fueran el valor de l hubiera sido escrito $l = 1,2$ km.

Frecuentemente se recomienda, que para un mejor entendimiento, deben elegirse símbolos prefijos de manera tal que los valores numéricos estén entre 0,1 y 1000, y que se usen sólo símbolos prefijos que representen el número 10 elevado a la potencia que es múltiplo de 3.

Ejemplos:

$3,3 \times 10^7$ Hz puede ser escrito como 33×10^6 Hz = 33 MHz

0,009 52 g puede ser escrito como $9,52 \times 10^{-3}$ g = 9,52 mg

2703 W puede ser escrito como $2,703 \times 10^3$ W = 2,703 kW

$5,8 \times 10^{-8}$ m puede ser escrito como 58×10^{-9} m = 58 nm

Sin embargo, los valores de cantidades no siempre permiten seguir esta recomendación, ni es obligatorio realizarla.

En un cuadro de valores de la misma clase de cantidades o en la discusión de dicho valor se recomienda usar un solo símbolo prefijo aun si los valores numéricos no se encuentran entre 0,1 y 1000. Por ejemplo, es preferible escribir “el tamaño de la muestra es 10 mm x 3 mm x 0,02 mm” en vez de “el tamaño de la muestra es 1 cm x 3 mm x 20 μ m.”

En cierto tipo de dibujos de ingeniería es costumbre expresar todas las dimensiones en milímetros. Esto es un ejemplo de selección del prefijo basado en la práctica de un campo particular de la ciencia o tecnología.

Valores de cantidades expresadas simplemente como números: la unidad uno, símbolo 1

Ciertas cantidades, así como índice de refractividad, permeabilidad relativa, y fracción de masa, se definen como la relación de dos cantidades

comparables mutuamente y así son de dimensión uno. La unidad SI coherente para esa cantidad es la relación de dos unidades idénticas y puede ser expresada por el número 1. Sin embargo, el número 1 generalmente no aparece en la expresión por el valor de una cantidad de dimensión uno. Por ejemplo, el valor del índice refractivo de un medio dado se expresa como $n = 1,51 \times 1 = 1,51$.

De otro lado, ciertas cantidades de dimensión uno tienen unidades con nombres y símbolos especiales que pueden ser usados o no dependiendo de las circunstancias. Angulo plano y ángulo sólido, cuyas unidades SI son el radián (rad) y el estereorradián (sr), respectivamente, son ejemplos de esas cantidades.

Múltiplos y submúltiplos decimales de la unidad uno

Debido a que los símbolos prefijos no pueden agregarse a la unidad uno, se usan potencias de 10 para expresar múltiplos y submúltiplos de la unidad uno.

Ejemplo: $\mu_r = 1,2 \times 10^{-6}$ y *no:* $\mu_r = 1,2 \mu$

Nota: μ_r es el símbolo de cantidad para permeabilidad relativa.

Por porcentaje, %, fracción

Es aceptable y reconocido internacionalmente el uso del símbolo % (porcentaje) para el número 0,01 con el SI y así expresar los valores de cantidades de dimensión mediante éste. Cuando se usa, se deja un espacio entre el símbolo % y el número por el cual es multiplicado. Además, debe usarse el símbolo % y no el nombre “porciento”.

Ejemplo: $x_B = 0,0025 = 0,25 \%$ y *no:* $x_B = 0,0025 = 0,25\%$ o $x_B = 0,25$ porciento

Nota: x_B es el símbolo para cantidad-de-sustancia fracción de B.

Debido a que el símbolo % representa simplemente a un número, éste no tiene significado si se le

añade información. Debe por tanto evitarse las frases como “porcentaje por peso”, “porcentaje por masa”, “porcentaje por volumen”, o “porcentaje por cantidad de sustancia”. Igualmente, debe evitarse escribir por ejemplo “% (m/m),” “% (por peso),” “% (V/V),” “% (por volumen),” o “% (mol/mol).”

Del mismo modo, debido a que el símbolo % representa simplemente al número 0,01, es incorrecto escribir, por ejemplo, “cuando las resistencias R_1 y R_2 difieren por 0,05 %,” o “cuando la resistencia R_1 excede la resistencia R_2 por 0,05 %.” En cambio, debe escribirse, por ejemplo, “donde $R_1 = R_2(1 + 0,05 \%)$,” o definir una cantidad Δ vía la relación $\Delta = (R_1 - R_2)/R_2$ y escribir “donde $\Delta = 0,05 \%$.” Alternativamente, en ciertos casos, puede usarse la palabra “fracción de” o “relativo”. Por ejemplo, sería aceptable escribir “el aumento de fracción de la resistencia del estándar de referencia 10 k en 1994 fue 0,002 %.”

ppm, ppb, y ppt

Los términos partes por millón, partes por billón y partes por trillón, y sus abreviaturas respectivas, “ppm,” “ppb,” y “ppt” (y términos similares y abreviaturas), no se aceptan para expresar valores de cantidades en el SI. Deben usarse en su lugar formas como las que se suministran en los siguientes ejemplos.

Ejemplos:

una estabilidad de 0,5 ($\mu\text{A}/\text{A}$)/min y *no:* una estabilidad de 0,5 ppm/min

un cambio de 1,1 nm/m y *no:* un cambio de 1,1 ppb

un cambio de frecuencia de $0,35 \times 10^{-9} f$ y *no:* un cambio de frecuencia de 0,35 ppb

una sensibilidad de 2 ng/kg y *no:* una sensibilidad de 2 ppt

Debido a que los números 10^9 y mayores no son uniformes mundialmente, es mejor que se eviten completamente (en la mayoría de los países, 1 billón = 1×10^{12} , no 1×10^9 como en Estados Unidos); la manera preferida para expresar grandes números es usar potencias de 10. La ambigüedad de los nombres

de los números es una de las razones de por qué no deben usarse ppm, ppb, ppt, y similares. Otra, y la más importante, es que es inapropiado el uso de abreviaturas que son dependientes del lenguaje junto con signos y símbolos reconocidos internacionalmente así como MPa, ln, 10^{13} , y %, para expresar los valores de cantidad y en ecuaciones y otras expresiones matemáticas.

Nota: En ciertas circunstancias el uso de ppm, ppb, y similares, puede ser requerido por una ley o regulación.

Números romanos

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

Ecuaciones de cantidad y ecuaciones de valores numéricos

Una ecuación de cantidad expresa una relación entre cantidades. Un ejemplo es $l = v t$, donde l es la distancia de una partícula en movimiento uniforme de velocidad v que viaja en el tiempo t .

Debido a que una ecuación de cantidad así como $l = v t$ es independiente de las unidades usadas para expresar los valores de las cantidades que componen la ecuación, y porque l , v , y t representan cantidades y no valores numéricos, es incorrecto asociar la ecuación con una afirmación como “donde l es en metros, es en metros por segundo, y t es en segundos.”

Por otra parte, una ecuación valor numérico expresa una relación entre valores numéricos de cantidades y por tanto depende de las unidades usadas para expresar los valores de las cantidades. Por ejemplo, $\{l\}m = 3,6-1 \{v\}km/h \{t\}s$ expresa la relación entre los valores numéricos de l , v , y t sólo cuando los valores de l , v , y t son expresados en unidades metro, kilómetro por hora, y segundo, respectivamente. (Aquí $\{A\}X$ es el valor numérico de cantidad A cuando su valor es expresado en la unidad X).

Nombres propios de cantidades cocientes

Las cantidades formadas de otras cantidades por división se escriben usando las palabras “dividido por” en vez de las palabras “por unidad” a fin de evitar la apariencia de asociación de una unidad particular con la cantidad derivada.

Ejemplo: presión es fuerza dividida por área
y *no:* presión es fuerza por unidad de área

Distinción entre un objeto y un atributo

Para evitar confusión, cuando se discuten cantidades o se reportan sus valores, se debe distinguir entre un fenómeno, cuerpo o sustancia, y un atributo adscrito a él. Por ejemplo, debe reconocerse la diferencia entre un cuerpo y su masa, una superficie y su área, un capacitador y su capacitancia, y un espiral y su inductancia. Esto significa que aunque es aceptable decir “un objeto de 1 kg masa se agregó a una cuerda para formar un péndulo” no es aceptable decir “una masa de 1 kg se agregó a una cuerda para formar un péndulo.”

COMENTARIOS ACERCA DE ALGUNAS CANTIDADES Y SUS UNIDADES

Tiempo y frecuencia de rotación

La unidad de tiempo SI (intervalo de tiempo actualmente) es el segundo (s) y debe usarse en todos los cálculos técnicos. Cuando el tiempo se relacione con ciclos calendarios, pueden ser necesarios el minuto (min), la hora (h), y el día (d). Por ejemplo, el kilómetro por hora (km/h) es la unidad usual para expresar velocidades de los vehículos. Aunque no se ha aceptado universalmente un símbolo para el año, se sugiere que sea el símbolo a.

La frecuencia de rotación n de un cuerpo se define como el número de revoluciones que éste hace en un intervalo de tiempo dividido por ese intervalo de tiempo. La unidad SI para esta cantidad es la recíproca de segundo (s^{-1}). Sin embargo, la designación de “revoluciones por segundo” (r/s) y “revoluciones por minuto” (r/min) son usadas

ampliamente como unidades de frecuencia de rotación en especificaciones de maquinarias de rotación.

Volumen

La unidad SI de volumen es el metro cúbico (m^3) y puede usarse para expresar el volumen de cualquier sustancia en estado sólido, líquido o gaseoso. El litro (L) es un nombre especial para el decímetro cúbico (dm^3) pero se recomienda que no se use el litro para dar resultados de mediciones precisas de volúmenes. Tampoco es una práctica común el uso del litro para expresar los volúmenes de sólidos y usar los múltiplos del litro así como el kilolitro (kL).

Peso

En ciencia y tecnología, el peso de un cuerpo en un marco de referencia particular se define como la fuerza que da el cuerpo una aceleración igual a la aceleración local de caída libre en ese marco de referencia. Así la unidad SI de cantidad de peso definido en esta forma es el newton (N). Cuando el marco de referencia es un objeto celestial, la Tierra por ejemplo, el peso de un cuerpo es llamado comúnmente la fuerza local de gravedad en el cuerpo.

Ejemplo: La fuerza de gravedad de una esfera de cobre de masa 10 kg localizada en la superficie de la Tierra, el cual es su peso en esa ubicación, es aproximadamente 98 N.

Nota: La fuerza local de gravedad de un cuerpo, esto es, su peso, consiste de la resultante de todas las fuerzas gravitacionales en el cuerpo y la fuerza centrífuga local debida a la rotación del objeto celestial. El efecto de la presión atmosférica es excluido usualmente, y así el peso de un cuerpo es generalmente la fuerza de gravedad en un cuerpo en el vacío.

En uso comercial y diario, y especialmente el lenguaje cotidiano, el peso es expresado usando sinónimos de masa. Así la unidad SI de cantidad de peso usado en este sentido es el kilogramo (kg) y el verbo “pesar” significa “determinar la masa de” o “tener una masa de”.

Ejemplos:

el peso del niño es de 23 kg

el maletín pesa 6 kg

Peso neto 227 g

Masa atómica relativa y masa molecular relativa.

Los términos peso atómico y peso molecular son obsoletos y por tanto deben evitarse. Han sido reemplazados por los términos equivalentes pero preferidos de masa atómica relativa, símbolo A_r , y masa molecular relativa, símbolo M_r , respectivamente, las cuales reflejan mejor sus definiciones. Como el peso atómico y el peso molecular, la masa atómica relativa y la masa molecular relativa son cantidades de dimensión uno y se expresan simplemente como números. Las definiciones de esas cantidades son las siguientes:

Masa atómica relativa (anteriormente peso atómico): relación de la masa promedio por átomo de un elemento a la 1/2 de la masa del átomo de un nucleido ^{12}C .

Masa molecular relativa (anteriormente peso molecular): relación de la masa promedio por molécula o entidad especificada de una sustancia a la 1/2 de la masa de un átomo del nucleido ^{12}C .

Ejemplos:

$$A_r(\text{Si}) = 28,0855$$

$$M_r(\text{H}_2) = 2,0159$$

$$A_r(^{12}C) = 12 \text{ exactamente}$$

Intervalo de temperatura y diferencia de temperatura

La temperatura Celsius (t) se define en términos de temperatura termodinámica (T) por la ecuación $t = T - T_0$, donde $T_0 = 273.15 \text{ K}$ por definición. Esto implica que el valor numérico de un intervalo de temperatura o diferencia de temperatura cuyo valor es expresado en la unidad grado Celsius ($^{\circ}C$) es igual al valor numérico del mismo intervalo o diferencia cuando su valor se expresa en la unidad kelvin (K); $\{t\}^{\circ}C = \{T\}K$. Así, intervalos de temperatura o diferencias de temperatura pueden ser

expresadas tanto en grados Celsius como en kelvin usando el mismo valor numérico.

Ejemplo: La diferencia en temperatura entre el punto de congelación del galio y el punto triple del agua es $t = 29,7546\text{ }^{\circ}\text{C} = T = 29,7546\text{ K}$.

REGLAS Y CONVENCIONES DE ESTILO PARA ESCRIBIR LOS NOMBRES DE LAS UNIDADES

Mayúsculas

Cuando los nombres de las unidades se escriban completos, se tratan como nombres ordinarios de la lengua española. Así deben comenzar con letra minúscula, a menos que se encuentren al comienzo de una frase.

Manteniendo esta regla, la forma correcta de escribir la unidad $^{\circ}\text{C}$ es “grado Celsius” (la unidad “grado” comienza con la letra minúscula “g” y el modificador “Celsius” comienza con mayúscula porque es el nombre de una persona).

Plurales

Los nombres de las unidades en plural se usan cuando son requeridos por la gramática española.

Ejemplo:

| SINGULAR | PLURAL |
|----------|---------|
| henry | henries |
| metro | metros |
| gramo | gramos |
| lux | lux |
| hertz | hertz |
| siemens | siemens |

Escritura de nombres de unidades y prefijos

Cuando se escriba el nombre de una unidad que contenga un prefijo, no deben usarse guiones entre el prefijo y el nombre de la unidad

Ejemplos:

miligramo y *no:* mili-gramo
kilopascal y *no:* kilo-pascal

Hay tres casos en los que se omite la vocal final del prefijo: megohm (*no* megaohm), kilohm (*no* kiloohm), y hectárea (*not* hectoárea). En todos los otros casos donde el nombre de la unidad comience con una vocal, se retienen la vocal final del prefijo y la vocal inicial del nombre.

Escritura de nombres obtenidos por multiplicación

El nombre de una unidad derivada formada por multiplicación de otras unidades, se escribe dejando un espacio entre ellas, o un guión.

Ejemplo: pascal segundo o pascal-segundo

Escritura de nombres obtenidos por división

El nombre de una unidad derivada formada por división de otras unidades, se escribe usando la palabra “por” en vez de una barra oblicua (/).

Ejemplo:

ampere por metro (A/m)
y *no:* ampere/metro

Escritura de nombres de unidades elevadas a una potencia

Los nombres de unidades elevadas a una potencia se escriben, colocando los modificadores como “cuadrado” o “cúbico” después del nombre de la unidad.

Ejemplo:

metro por segundo cuadrado (m/s^2)
milímetro cúbico (mm^3)
ampere por metro cuadrado (A/m^2)
kilogramo por metro cúbico (kg/m^3)

No se acepta aplicar nombres de unidades en operaciones matemáticas

Para evitar confusión, no se deben aplicar operaciones matemáticas a nombres de unidades, deben usarse únicamente los símbolos de las unidades.

Ejemplo:

joule por kilogramo o J/kg o $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$
y *no*: joule/kilogramo o $\text{joule} \cdot \text{kilogramo}^{-1}$

Tipos de símbolos

Existen tres categorías de símbolos: (a) símbolos para cantidades, (b) símbolos para unidades y (c) símbolos para términos descriptivos. Los símbolos de cantidad, que se imprimen siempre en letra itálica, son, con pocas excepciones letras simples de los alfabetos latino y griego que pueden tener subíndices o superíndices u otros signos de identificación. Los símbolos para unidades, en particular aquellos para unidades aceptables, se han descrito en detalle en párrafos anteriores. Los símbolos para términos descriptivos incluyen los símbolos de los elementos químicos, ciertos símbolos matemáticos, y modificadores superíndices y subíndices de símbolos de cantidad.

Símbolos de cantidad estandarizados

Debe evitarse el uso de palabras, acrónimos, u otro grupo de letras como símbolos de cantidad. Por ejemplo, uso del símbolo de cantidad Z_m para impedancia mecánica y no *MI*.

Ejemplos:

Ω (ángulo sólido)
 Z_m (impedancia mecánica)
 L_p (nivel de una cantidad de potencia)
 Δ_r (exceso de masa relativa)
 p (presión)
 σ_{tot} (sección transversal total)
 E (fuerza de campo eléctrico)
 TN (temperatura Néel)

Signos y símbolos matemáticos estandarizados

Así como para los símbolos de cantidad, la mayoría de los signos y símbolos matemáticos usados en ciencias físicas y tecnología están estandarizados.

Ejemplos:

\wedge (signo de conjunción, $p \wedge q$ significa p y q)
 \neq ($a \neq b$, a no es igual a b)
 \approx ($a \approx b$, a es aproximadamente igual a b)
 \sim ($a \sim b$, a es proporcional a b)
 $\log_a x$ (logaritmo de la base a de x)

Tipo de letra para los símbolos

Los símbolos deben imprimirse en el tipo de letra correcto para facilitar la comprensión de las publicaciones científicas y técnicas.

El tipo de letra en la cual aparece el símbolo ayuda a definir lo que el símbolo representa. Por ejemplo, independientemente del tipo de letra usado en el texto circundante, “A” debería ser tipeada en:

- tipo itálico (itálica) para área de cantidad de escala: *A*;
- tipo romano (normal) para la unidad ampere: A;
- itálica negrita (bold) para la cantidad de vector vector potencial: ***A***.

Más específicamente, las tres categorías mayores de símbolos encontrados en publicaciones científicas y técnicas, deben tipearse en tipo itálico o romano, como sigue:

- símbolos para cantidades de variables: itálicas;
- símbolos para unidades: romana;
- símbolos para términos descriptivos: romana.

Esas reglas implican que un subíndice o un superíndice en un símbolo de cantidad se escribe en tipo romano si es descriptivo (por ejemplo, si es un número o representa el nombre de una persona o una partícula); pero se escribe en itálica si representa una cantidad, o es una variable así como x en E_x o un índice así como i en $\sum_i x_i$ que representa un número.

Notas:

La regla anterior también implica, por ejemplo que μ , el símbolo para el prefijo SI micro (10^{-6}), que Ω , el símbolo para la unidad SI derivada ohm, y que F, el símbolo para la unidad SI derivada farad, se imprimen en tipo romano; pero cuando se imprimen en itálica representan cantidades (μ , Ω , y F son los símbolos recomendados para las cantidades de momento magnético de una partícula, ángulo sólido y fuerza, respectivamente).

Alfabeto griego en tipo de letra romana e itálica.

En el Cuadro 13 se muestran los tipos de letra del alfabeto griego en letra romana e itálica.

Cuadro 13

Alfabeto griego en tipos romano (normal) e itálico

| | Romanas | | Itálico | |
|---------|-----------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| | Mayúscula | Minúscula | Mayúscula | Minúscula |
| alpha | A | α | <i>A</i> | <i>α</i> |
| beta | B | β | <i>B</i> | <i>β</i> |
| gamma | Γ | γ | <i>Γ</i> | <i>γ</i> |
| delta | Δ | δ | <i>Δ</i> | <i>δ</i> |
| epsilon | E | ϵ | <i>E</i> | <i>ϵ</i> |
| zeta | Z | ζ | <i>Z</i> | <i>ζ</i> |
| eta | H | η | <i>H</i> | <i>η</i> |
| theta | Θ | θ | <i>Θ</i> | <i>θ</i> |
| iota | I | ι | <i>I</i> | <i>ι</i> |
| kappa | K | κ | <i>K</i> | <i>κ</i> |
| lambda | Λ | λ | <i>Λ</i> | <i>λ</i> |
| mu | M | μ | <i>M</i> | <i>μ</i> |
| nu | N | ν | <i>N</i> | <i>ν</i> |
| xi | Ξ | ξ | <i>Ξ</i> | <i>ξ</i> |
| omicron | O | o | <i>O</i> | <i>o</i> |
| pi | Π | π, ϖ | <i>Π</i> | <i>π, ϖ</i> |
| rho | P | ρ | <i>P</i> | <i>ρ</i> |
| sigma | Σ | σ | <i>Σ</i> | <i>σ</i> |
| tau | T | τ | <i>T</i> | <i>τ</i> |
| upsilon | Y | υ | <i>Y</i> | <i>υ</i> |
| phi | Φ | φ, ϕ | <i>Φ</i> | <i>φ, ϕ</i> |
| chi | X | χ | <i>X</i> | <i>χ</i> |
| psi | Ψ | ψ | <i>Ψ</i> | <i>ψ</i> |
| omega | Ω | ω | <i>Ω</i> | <i>ω</i> |

Símbolos para los elementos**Tipo de letra y puntuación para los símbolos de los elementos**

Los símbolos para los elementos se imprimen normalmente en tipo de letra romana sin tomar en cuenta el tipo de letra del texto circundante. No van seguidas de un punto a menos que estén al final de un párrafo.

Subíndices y superíndices en símbolos de elementos

El número nucleón (número masa) de un nucleido se escribe como un superíndice izquierdo: ^{28}Si .

El número de átomos de una molécula de un nucleido en particular se muestra como un subíndice a la derecha: $^1\text{H}_2$.

El número protón (número atómico) se indica como un subíndice izquierdo: $_{29}\text{Cu}$.

El estado de ionización o excitación se indica como un superíndice derecho.

Ejemplos:

Estado de ionización: Ba^{++}

$\text{Co}(\text{NO}_2)_6^{---}$ o $\text{Co}(\text{NO}_2)_6^{3-}$ o $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$

Estado de excitación electrónica: Ne^* , CO^*

Estado de excitación nuclear: $^{15}\text{N}^*$ o $^{15}\text{N}^m$

Impresión de números**Tipo de letra para números**

Los números arábigos que expresan valores de cantidades se imprimen en letras romanas (normal) independientemente del tipo de letra circundante en el texto. Otros números arábigos que no son valores numéricos o cantidades se imprimen en letra romana normal, o itálica negrita o negrita normal, pero se prefiere usualmente el tipo romano normal.

Signo o marcador decimal

En Estados Unidos se usa el punto a nivel de la línea como signo o marcador decimal.

En idioma español, se usa la coma.

Por qué la coma como marcador decimal

Las razones por las cuales se escogió la coma como signo para separar en un número la parte entera de la decimal, pueden considerarse en cierta forma como un cúmulo de razones sencillas y hasta un tanto humildes en su concepción individual. Sin embargo, todas ellas en conjunto explican por qué la coma fue escogida como único signo ortográfico en la escritura de números:

1. La coma es reconocida por la Organización Internacional de Normalización -ISO- (esto es, por alrededor de 90 países de todo el mundo) como único signo ortográfico en la escritura de números.
2. La importancia de la coma para separar la parte entera de la decimal, es enorme. Esto se debe a la esencia misma del Sistema Métrico Decimal, por ello debe ser visible, no debiéndose perder durante el proceso de aplicación o reducción de documentos.
3. La grafía de la coma se identifica y distingue mucho más fácilmente que la del punto.
4. La coma es una grafía que, por tener forma propia, demanda del escritor la intención de escribirla, el punto puede ser accidental o producto de un descuido.
5. El punto facilita el fraude, puede ser transformado en coma, pero no viceversa.
6. En matemática, física y, en general en los campos de la Ciencia y de la Ingeniería, el punto es empleado como signo operacional de multiplicación. Esto podría llevar a error o causar confusión, no es recomendable usar un mismo signo ortográfico para dos diferentes propósitos.
7. En nuestro lenguaje común, la coma separa dos partes de una misma frase, mientras que el punto detalla una frase completa. Por consiguiente y teniendo esto en cuenta, es más lógico usar la coma para separar la parte entera de la parte decimal de una misma cantidad.

8. Es una regla estricta que el marcador decimal debe tener siempre, por lo menos, una cifra a su izquierda y a su derecha. Sin embargo, en países donde se usa el punto como marcador decimal, se escribe, muy a menudo, expresiones como .25 en vez de lo correcto 0.25. Esta forma incorrecta de escribir números decimales puede tener consecuencias muy graves: si un médico prescribe .25 mg en una receta y no marca claramente el punto, la enfermera o el farmacéutico pueden fácilmente leer 25 mg y como consecuencia pueden preparar para el paciente una dosis cien veces mayor de la medicina recetada, lo cual podría ocasionarle, inclusive, la muerte. Si el médico hubiera escrito 0,25 mg esto no pasaría, aun en el caso de no haber escrito con claridad el punto, se leería 0 25 mg, grafía que inmediatamente y por su misma naturaleza hace comprender que el marcador decimal no se ha escrito.

En los países métricos donde se usa la coma como separador decimal, el caso anteriormente descrito es prácticamente imposible que se dé, ya que la coma es una grafía mucho más visible y fácil de identificar. Además, si el que escribe está tentado de escribir, .25 por ser ésta una forma de escritura totalmente no acostumbrada, resalta de inmediato la necesidad de escribir el cero antes de la coma.

9. Una de las más importantes razones para aceptar el Sistema Internacional de Unidades -SI- que no es otra cosa que el Sistema Métrico Decimal modernizado, es el de facilitar el comercio y el intercambio de conocimientos e informes en un mundo métrico. La coma se usa como marcador decimal en toda Europa continental y en casi toda Sudamérica.

Al adoptar la coma, pues, se adopta una práctica aceptada mundialmente, lo que nos permite usufructuar, sin confusiones ni dudas, el intercambio mundial de ciencia y experiencia.

10. Por último, y como razón anecdótica, no nos olvidemos de las moscas...el "recuerdo" que ellas dejan de su paso es y ha sido siempre un punto, no conocemos ningún caso —desde que la humanidad conoció la escritura— en que la señal de su paso haya sido una coma.

Para los números menores de uno, se escribe el cero antes de la marca decimal. Por ejemplo, 0,25 s es la forma correcta, *no* .25 s.

Agrupación de dígitos

Los dígitos deben separarse en grupos de tres y no debe emplearse puntos como separadores (o coma en Estados Unidos), contando desde el separador decimal hacia la izquierda y hacia la derecha, dejando un espacio fijo entre ellos.

Ejemplos:

76 483 522 y no: 76.483.522

43 279,168 29 y no: 43.279,168 29

8012 u 8 012 y no: 8.012

0,491 722 3 y no: 0,4917223

0,5947 ó 0,594 7 y no: 0,59 47

8012,5947 u 8 012,594 7 y no: 8 012,5947 u 8012,594 7

Nota: La práctica de usar un espacio entre los grupos de dígitos no es usualmente seguida en ciertas aplicaciones especializadas, así como dibujos de ingeniería y balances financieros.

Multiplicación de números

Cuando se usa el punto como marcador decimal (Estados Unidos), el signo preferido para la multiplicación es la equis (que es el signo de multiplicación) (\times), no el punto a media altura (esto es, centrado) (\cdot).

Ejemplos:

25 \times 60.5 y no: 25 \cdot 60.5

53 m/s \times 10.2 s y no: 53 m/s \cdot 10.2 s

15 \times 72 kg y no: 15 \cdot 72 kg

Cuando se usa la coma como marcador decimal, el signo preferido de multiplicación es el punto a media altura. Sin embargo, aun cuando se use la coma, preferimos el uso de la equis para la multiplicación de valores de cantidades.

La multiplicación de símbolos de cantidad (o números en paréntesis o valores de cantidades en

paréntesis) puede indicarse en uno de las siguientes maneras: ab , $a b$, $a \cdot b$, $a \times b$.

Denominación correcta del tiempo

El día está dividido en 24 horas, por tanto, las horas deben denominarse desde las 00 hasta las 24, de acuerdo a la siguiente tabla:

| | | | |
|-------|---------|-------|---------|
| 12 pm | 00 h 00 | 1 pm | 13 h 00 |
| 1 am | 01 h 00 | 2 pm | 14 h 00 |
| 2 am | 02 h 00 | 3 pm | 15 h 00 |
| 3 am | 03 h 00 | 4 pm | 16 h 00 |
| 4 am | 04 h 00 | 5 pm | 17 h 00 |
| 5 am | 05 h 00 | 6 pm | 18 h 00 |
| 6 am | 06 h 00 | 7 pm | 19 h 00 |
| 7 am | 07 h 00 | 8 pm | 20 h 00 |
| 8 am | 08 h 00 | 9 pm | 21 h 00 |
| 9 am | 09 h 00 | 10 pm | 22 h 00 |
| 10 am | 10 h 00 | 11 pm | 23 h 00 |
| 11 am | 11 h 00 | 12 pm | 24 h 00 |
| 12 am | 12 h 00 | | |

Ejemplos:

3 de la tarde 30 minutos: 15 h 30

9 de la noche 18 minutos: 21 h 18

Escritura numérica de fechas

Para la escritura numérica de fechas se utilizarán únicamente cifras arábigas, en tres agrupaciones separadas por un guión.

La primera agrupación corresponde a los años y tendrá 4 cifras.

La segunda agrupación consta de dos dígitos, entre el 01 y el 12, y corresponderá a los meses.

La tercera consta también de dos dígitos, entre el 01 y el 31, y corresponderá a los días.

Ejemplos:

24 de mayo de 1982 = 1982-05-24

10 de agosto de 1982 = 1982-08-10

1ro de enero de 1983 = 1983-01-01

REFERENCIAS

1. National Institute of Standards and Technology. Guide for the Use of the International System of Units. <http://physics.nist.gov/Pubs/SPO11/> 2001
2. Servicio Nacional de Metrología de Venezuela. Sistema Internacional de Unidades SI. *Rev Obstet Ginecol Venez* 1992;52(3):183-189
3. Real Academia Española. Diccionario de la Lengua Española. Vigésima segunda edición. Madrid: Editorial Espasa Calpe, S.A.; 2001.
4. Comité Internacional de Editores de Revistas Biomédicas. Requisitos uniformes para los manuscritos enviados a Revistas biomédicas. *Rev Obstet Ginecol Venez* 2000;60(4):267-281.
5. International Committee of Medical Journal Editors. Uniform Requirements for Manuscripts submitted to biomedical journals. <http://www.icmje.org>
6. Comité Internacional de Editores de Revistas Biomédicas. Requisitos uniformes para los manuscritos enviados a Revistas biomédicas. <http://www.ateproca.com>.

Servicio Nacional de Metrología de Venezuela.
Av. Francisco Javier Ustáriz, Edificio Parque Residencial. San Bernardino, Caracas. Telf. (0212) 552.70.19 Fax: (0212) 552.72.24

Muestras de saliva: ¿Una posible alternativa al suero para evaluar los niveles de inmunidad de una población? Estudio sobre el sarampión, la rubéola y la hepatitis B en la Etiopía rural

Objetivo: evaluar la idoneidad de las muestras de saliva para determinar la prevalencia de inmunidad a infecciones prevenibles mediante vacunación.

Métodos: se obtuvieron muestras pareadas de sangre y saliva de 853 personas de todas las edades pertenecientes a una comunidad rural de Etiopía. Se cribó la saliva próxima a las encías para detectar anticuerpos específicos contra el sarampión y la rubéola, mediante técnicas de inmunosorción enzimática (ELISA) con captura potenciada de anticuerpos IgG (GAC) y anticuerpos anti-HBc, mediante un prototipo de GACELISA. Los anticuerpos IgG séricos contra el sarampión, la rubéola y HBc se determinaron mediante técnicas comerciales de ELISA.

Resultados: en comparación con el suero, la sensibilidad y especificidad de las pruebas realizadas con saliva fueron respectivamente las siguientes: 98 % y 87 % para el sarampión; 79 % y 90 % para la rubéola; y 43 % y 87 % para anti-HBc. Estas cifras arrojan unas estimaciones de la prevalencia poblacional a partir de la saliva de una precisión comparable a la conseguida con muestras de suero para el sarampión (todas las edades) y la rubéola (edad < 20 años).

Conclusión: los resultados obtenidos parecen indicar que la saliva podría reemplazar al suero en los estudios de prevalencia de anticuerpos IgG. En futuras investigaciones deberá evaluarse la variación de los resultados de la prueba entre poblaciones, así como la disponibilidad de pruebas normalizadas de fácil uso.

(Tomado del Bulletin of the World Health Organization, 2001;79(7):594-595).