

Sistema Internacional de Unidades (SI)

Dr. Rogelio Pérez D'Gregorio

Director de Editorial Ateproca

El Sistema Internacional de Unidades, del francés *Le Système International d'Unités*, abreviado universalmente como SI, también denominado sistema internacional de medidas, es la norma que se utiliza en casi todo el mundo a excepción de Birmania, Liberia y Estados Unidos (1,2).

Junto con el antiguo sistema métrico decimal —que es su antecedente y que ha mejorado— el SI también es conocido como sistema métrico.

Se estableció en 1960 en la XI Conferencia General de Pesos y Medidas (CGPM) con seis unidades básicas y en 1971 fue añadido el mol como la séptima unidad básica (1).

El 1º de septiembre de 2005 en Venezuela entra en vigencia la Ley de Metrología (3). En su Artículo 6 se establece que “El Sistema Internacional de Unidades (SI), adoptado por la Conferencia General de Pesos y Medidas, regirá como el Sistema Legal de Unidades de Medida en el territorio nacional. Las definiciones, símbolos, múltiplos y submúltiplos, usos y aplicaciones del SI se establecerán en las disposiciones legales respectivas”.

Las unidades del SI se basan en fenómenos físicos fundamentales con la excepción del kilogramo, unidad de masa, como se discute más adelante. Las unidades SI constituyen una referencia internacional de las indicaciones de los instrumentos de medición, a los cuales están referidas mediante una concatenación ininterrumpida de calibraciones o comparaciones (1,2).

Esto permite lograr equivalencia de las medidas realizadas con instrumentos similares, utilizados y calibrados en lugares distantes sin la necesidad de duplicación de ensayos y mediciones (4,5).

Para nuestras revistas biomédicas es de sumo interés, en vista de que acogidos a la norma de las Recomendaciones para la realización, informe, edición y publicación de trabajos académicos en revistas médicas del Comité Internacional de Editores

de Revistas Médicas (ICMJE) (6,7), las unidades de medida deben ser expresadas de acuerdo con los lineamientos del SI.

Las tres clases de unidades SI y los prefijos SI

Las unidades SI se dividen en tres clases:

- unidades básicas o fundamentales
- 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 básicas SI

En el Cuadro 1 se presentan las siete unidades 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” (4).

Cuadro 1
Unidades básicas 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 la Real Academia Española (RAE).

A continuación se presenta la definición de las mismas (1,2,4).

Metro (m): es la longitud del trayecto del recorrido por la luz en el vacío durante un intervalo 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. Es la única unidad básica que tiene un prefijo de múltiplo (kilo) en el nombre, que se ha respetado por razones históricas. Los múltiplos y submúltiplos de esta unidad se forman anteponiendo prefijos a la palabra gramo y sus símbolos al símbolo g.

Segundo (s): es la unidad de tiempo que 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 especificarse 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. 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.

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 (1,2,4).

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

SISTEMA SI

Unidades SI derivadas con nombres y símbolos especiales

símbolos especiales y se presentan en los Cuadros 3 y 4. En los Anexos 1 y 2 se presentan, respectivamente, las unidades SI con y sin nombres especiales.

Ciertas unidades SI derivadas tienen nombres y

Cuadro 3

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

Cantidad derivada	Nombre especial	Símbolo especial	Unidad SI derivada	
			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	newton	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 · 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 · 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	°C	-	K
flujo luminoso	lumen	lm	cd · sr	cd · sr ^(a)
iluminación	lux	lx	lm/m ²	$m^{-2} \cdot cd \cdot sr^{(a)}$

* La RAE (8-10) 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	Nombre especial ^(a)	Símbolo especial ^(a)	Unidad SI derivada	
			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).

Grado Celsius

Además de la cantidad de temperatura termodinámica (símbolo T), expresada 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].

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 (incluyen el radián y estereorradián).

Cuadro 5

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

Cantidad derivada	Nombre	Símbolo	Unidad SI derivada
			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	watt por estereorradián	W/sr	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot sr^{-1}$ ^(a)
<i>radiance</i>	watt por metro cuadrado		
capacidad de calor, entropía	estereorradián	W/(m ² · sr)	$kg \cdot s^{-3} \cdot sr^{-1}$ ^(a)
capacidad de calor específica	joule por kelvin	J/K	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
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.

SISTEMA SI

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 $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 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 (1,4).

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 (1,4).

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) (1,4).

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 estereoradián, 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 (1,4).

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 “estereoradián” (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 estos se evita el uso de valores numéricos

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

muy largos o muy pequeños. Un prefijo se une 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 1 000 m o 10^3 m. Cuando los prefijos se agregan a las unidades SI, las unidades así formadas se denominan “múltiplos y submúltiplos de unidades SI” a fin de distinguirlas de las unidades SI del sistema coherente (Anexo 3).

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 $2^{20} = 220\ 1048\ 576$, 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:

- 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.

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.
- Neper, bel, shannon, y similares.
- Electronvolt y unidad de masa atómica unificada.
- Unidades naturales y atómicas.

Hora, grado, litro y similares

Ciertas unidades que no son parte del SI son esenciales, se usan ampliamente y son aceptadas por el Comité Internacional de Pesos y Medidas (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 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 algunas circunstancias, se puede requerir que se expresen intervalos en semanas, meses, o años. En esos casos, si no existe un símbolo estandarizado debe escribirse la palabra completa (4).

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) (4).

Electronvolt y unidad de masa atómica unificada

Se aceptan para su uso las dos unidades que se

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.

SISTEMA SI

presentan 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.

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.

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 $0,000\ 001\ 0 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

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 estas 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 (4).

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

En el Cuadro 10, se presentan algunas unidades aceptadas, temporalmente, para su uso en el SI, y en los Cuadros 11 y 12 ejemplos de otras unidades no aceptadas.

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

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 elemental	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 x 10 ¹⁰ Bq
roentgen	R	1 R = 2,58 x 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 (1000/4π) 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 solo cantidades mecánicas y eléctricas.

unidades de varios sistemas de CGS que incluyen los sistemas electrostático, electromagnético, y gaussiano, a excepción de unidades del centiempotro, gramo, y segundo que están definidas también en el SI.

Otras unidades inaceptables

Existen muchas otras unidades además de las del CGS que están fuera del SI y no son aceptadas

en este, e incluyen 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 micron para micrometro (μ m). El Cuadro 11 presenta ejemplos de algunas de esas unidades inaceptables.

SISTEMA SI

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

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:

- a. cuando el nombre de la unidad se derive del nombre de una persona
- b. el símbolo recomendado para litro en Estados Unidos es L
- c. 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 cm y no l = 75 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.”

Vive a 200 km de su residencia

Y no: Vive a 200 km. de su residencia

CORRECTO INCORRECTO

m (metro) mts, mt, Mt, M

kg (kilogramo) kgs, kgra, kilo, KG, kg.

g (gramo) gr, grs, Grs, g.

l, o L (litro) lts, lt, Lt.

K (kelvin) °K

cm³ (centímetro cúbico) cc, cmc, c.c.

km/h (kilómetro por hora) 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 (4).

Ejemplo:

N · m o N m

Notas:

1. Un punto centrado o un espacio es usualmente imperativo. Por ejemplo, $m \cdot s^{-1}$ es el símbolo de metro por segundo mientras que ms^{-1} es el símbolo de la recíproca de un milisegundo ($10^3 s^{-1}$).
2. 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 kW · 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 · s⁻¹

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

Ejemplos:

m/s² o m · s⁻² y no: m/s/s

m · kg/(s³ · A) o m · kg · s⁻³ · A⁻¹ y no: m · kg/s³/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 · kg⁻¹,
coulomb por kilogramo**

**coulomb por kg;
C/kilogramo;
coulomb · 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 mm² o milímetro cuadrado), cc (para cm³ 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, mediante el uso de 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 sím-

SISTEMA SI

bolo de un prefijo al símbolo de una unidad constituyen una unidad inseparable (forman 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 unidos. 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,

$$10 \text{ kV/mm}$$

es aceptable, pero

$$10 \text{ MV/m}$$

se considera, frecuentemente, preferible porque contiene solo 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,

$$10 \text{ MV} \cdot \text{ms}$$

es aceptable, pero

$$10 \text{ kV} \cdot \text{s}$$

se considera preferible.

Nota: Estas consideraciones no aplican, usualmente, a las unidades derivadas de kilogramo. Por ejemplo,

$$0,13 \text{ mmol/g}$$

no se considera preferible a

$$0,13 \text{ mol/kg}$$

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:

$$\text{la densidad del número de átomos de Pb es } 5 \times 10^6 / \text{m}^3$$

y no:

$$\text{la densidad del número de átomos de Pb es } 5 \text{ M/m}^3.$$

Prefijos y el kilogramo

Como ya mencionamos, por razones históricas, el nombre “kilogramo” para la unidad base SI de masa contiene el nombre “kilo”, el prefijo SI para 10^3 . Así, debido a que no se aceptan los prefijos compuestos, los múltiplos y submúltiplos decimales de la unidad de masa se forman al agregárseles los símbolos prefijos a g, el símbolo de gramo, y los nombres de sus múltiplos y submúltiplos se forman cuando se agregan los prefijos al nombre “gramo”.

Ejemplo:

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

y no

$$10^{-6} \text{ kg} = 1 \mu\text{kg (1 microkilogramo)}$$

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.” Por 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. De forma similar, 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) (1).

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 multiplicado por 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:

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

Ejemplo:

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

- 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 recomodarse 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, al usar no más de una unidad.

Ejemplo:

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

Nota: Son excepciones a esta regla, las expresiones de valores de intervalos (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 de sus condiciones de medición. En vez, deben agregarse letras u otros símbolos a la cantidad.

Ejemplo:

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

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 (esto incluye a 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, inclusive a los 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 deberían expresarse en unidades aceptadas mediante el uso de:

- 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 guion 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 (estos no son abreviaturas).

Ejemplos:

hay 10⁶ mm in 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 solo 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 solo símbolos prefijos que representen el número 10 elevado a la potencia que es múltiplo de 3.

Ejemplos:

3,3 x 10⁷ Hz puede ser escrito como

33 x 10⁶ Hz = 33 MHz

0,009 52 g puede ser escrito como

9,52 x 10⁻³ g = 9,52 mg

2703 W puede ser escrito como

2,703 x 10³ W = 2,703 kW

5,8 x 10⁻⁸ m puede ser escrito como

58 x 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 1 000. 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 dependen de las circunstancias. Ángulo 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:

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

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 este. 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:

$$x_B = 0,0025 = 0,25 \% \quad \text{y no: } x_B = 0,0025 = 0,25\% \quad \text{o} \\ x_B = 0,25 \text{ porciento}$$

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

Debido a que el símbolo % representa simplemente a un número, este no tiene significado si se le añade información. Deben, 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 (μ A/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 (ver Anexo 4).

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 que viaja en el tiempo t .

Debido a que una ecuación de cantidad así como $l = t$ 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, v 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 solo 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

Al escribirse las cantidades formadas de otras cantidades por división se usan 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 este. 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 actualmente) es el segundo (s) y debe usarse en todos los cálculos

SISTEMA SI

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 este hace en un intervalo dividido por ese intervalo. 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, es 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 con el uso de 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:

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

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

$A_r(^{12}\text{C}) = 12$ 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 $T_0 = 273.15$ 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 ($^{\circ}\text{C}$) es igual al valor numérico del mismo intervalo o diferencia cuando su valor se expresa en la unidad kelvin (K); $\{t\}^{\circ}\text{C} = \{T\}\text{K}$. Así, intervalos de temperatura o diferencias de temperatura pueden ser expresadas tanto en grados Celsius como en kelvin con el uso del 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* kilohm), y hectárea (*no* 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

Al escribir el nombre de una unidad derivada formada por multiplicación de otras unidades, se deja un espacio entre estas, o un guion.

Ejemplo: pascal segundo o pascal-segundo

Escritura de nombres obtenidos por división

Al escribir el nombre de una unidad derivada formada por división de otras unidades, se usa 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

Al escribir los nombres de unidades elevadas a una potencia se colocan 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.

SISTEMA SI

Ejemplo:

joule por kilogramo o J/kg o J · kg⁻¹

y no:

joule/kilogramo o joule · 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 potencial: A .

Más específicamente, las tres categorías mayores de símbolos encontrados en publicaciones científicas y técnicas, deben escribirse 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 letras

del alfabeto griego en letra romana.

Cuadro 13

Alfabeto griego en tipos romano (normal) e itálico

	Romanas		<i>Itálico</i>	
	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	ο	<i>O</i>	<i>ο</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	Υ	υ	<i>Υ</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>

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.

Agrupación de dígitos

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

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 o 0,594 7 y no: **0,59 47**

8012,5947 y no: **8 012,5947**

u 8 012,594 7 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 x 60.5 y no: **25 · 60.5**
53 m/s x 10.2 s y no: **53 m/s · 10.2 s**
15 x 72 kg y no: **15 · 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 una 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 (ver Cuadro 14)

Nota: siguiendo las recomendaciones de la RAE de 2010, antemeridiano, meridiano y posmeridiano) se abrevian a.m., m. y p.m. (10).

Cuadro 14

Denominación de las horas			
12 p.m.	00 h 00	1 p.m.	13 h 00
1 a.m.	01 h 00	2 p.m.	14 h 00
2 a.m.	02 h 00	3 p.m.	15 h 00
3 a.m.	03 h 00	4 p.m.	16 h 00
4 a.m.	04 h 00	5 p.m.	17 h 00
5 a.m.	05 h 00	6 p.m.	18 h 00
6 a.m.	06 h 00	7 p.m.	19 h 00
7 a.m.	07 h 00	8 p.m.	20 h 00
8 a.m.	08 h 00	9 p.m.	21 h 00
9 a.m.	09 h 00	10 p.m.	22 h 00
10 a.m.	10 h 00	11 p.m.	23 h 00
11 a.m.	11 h 00	12 p.m.	24 h 00
12 m.	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 guion.

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 1982 = 1982-05-24

10 de agosto de 1982 = 1982-08-10

1º de enero de 1983 = 1983-01-01

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 estas, en conjunto, explican por qué la coma fue escogida como único signo ortográfico en la escritura de números (1):

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 se debe 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, puesto 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 esta 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.

Anexo 1

Unidades derivadas del SI con nombre especial

Hertz o hercio (Hz). Unidad de frecuencia.
Definición: un hercio es un ciclo por segundo.

$$\text{Hz} = \frac{1}{\text{s}}$$

Newton (N). Unidad de fuerza.
Definición: un newton es la fuerza necesaria para proporcionar una aceleración de 1 m/s² a un objeto cuya masa sea de 1 kg.

$$\text{N} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

Pascal (Pa). Unidad de presión.
Definición: un pascal es la presión normal (perpendicular) que una fuerza de un newton ejerce sobre una superficie de un metro cuadrado.

$$\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{s}^2 \cdot \text{m}}$$

Julio o Joule (J). Unidad de trabajo y energía.
Definición: un julio es el trabajo realizado por una fuerza

de 1 newton para desplazar 1 m en la dirección de la fuerza a un objeto cuya masa sea de 1 kg.

$$\text{J} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

Vatio (W). Unidad de potencia.
Definición: un vatio es la potencia que genera una energía de un julio por segundo. En términos eléctricos, un vatio es la potencia producida por una diferencia de potencial de un voltio y una corriente eléctrica de un amperio.

$$\text{W} = \frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{V} \cdot \text{A} = \frac{\text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{s}^3}$$

Culombio (C). Unidad de carga eléctrica.
Definición: un culombio es la cantidad de electricidad que una corriente de un amperio de intensidad transporta durante un segundo.

$$\text{C} = \text{F} \cdot \text{V} = \text{A} \cdot \text{s}$$

Continúa...

SISTEMA SI

Anexo 1 (Continuación)

Unidades derivadas del SI con nombre especial

Voltio (V). Unidad de potencial eléctrico y fuerza electromotriz.

Definición: diferencia de potencial a lo largo de un conductor cuando una corriente de una intensidad de un amperio utiliza un vatio de potencia.

$$V = \frac{J}{C} = \frac{m^2 \cdot kg}{s^3 \cdot A}$$

Ohmio (Ω). Unidad de resistencia eléctrica.

Definición: un ohmio es la resistencia eléctrica existente entre dos puntos de un conductor cuando —en ausencia de fuerza electromotriz en este— una diferencia de potencial constante de un voltio aplicada entre esos dos puntos genera una corriente de intensidad de un amperio

$$\Omega = \frac{V}{A} = \frac{m^2 \cdot kg}{s^3 \cdot A^2}$$

Siemens (S). Unidad de conductancia eléctrica.

Definición: un siemens es la conductancia eléctrica existente entre dos puntos de un conductor de un ohmio de resistencia.

$$S = \frac{1}{\Omega}$$

Faradio (F). Unidad de capacidad eléctrica.

Definición: un faradio es la capacidad de un conductor que con la carga estática de un culombio adquiere una diferencia de potencial de un voltio.

$$F = \frac{A \cdot s}{V} = \frac{C}{V} = \frac{C^2}{J} = \frac{C^2}{N \cdot m} = \frac{s^2 \cdot C^2}{m^2 \cdot kg} = \frac{s^4 \cdot A^2}{m^2 \cdot kg}$$

Tesla (T). Unidad de densidad de flujo magnético e intensidad de campo magnético.

Definición: un tesla es una inducción magnética uniforme que, repartida normalmente sobre una superficie de un metro cuadrado, a través de esta superficie produce un flujo magnético de un weber.

$$T = \frac{Wb}{m^2} = \frac{V \cdot s}{m^2} = \frac{kg}{C \cdot s} = \frac{kg}{s^2 \cdot A}$$

Weber (Wb). Unidad de flujo magnético.

Definición: un weber es el flujo magnético que al atravesar un circuito uniespiral genera en éste una fuerza electromotriz de un voltio si se anula dicho flujo en un segundo por decrecimiento uniforme.

$$Wb = V \cdot s = T \cdot m^2 = \frac{m^2 \cdot kg}{s^2 \cdot A}$$

Henrio (H). Unidad de inductancia.

Definición: un henrio es la inductancia de un circuito en el que una corriente que varía a razón de un amperio por segundo da como resultado una fuerza electromotriz autoinducida de un voltio.

$$H = \frac{V \cdot s}{A} = \frac{m^2 \cdot kg}{s^2 \cdot A^2}$$

Radián (rad). Unidad de ángulo plano.

Definición: un radián es el ángulo que limita un arco de circunferencia cuya longitud es igual al radio de la circunferencia.

$$\text{rad} = \frac{m}{m} = 1$$

Estereorradián (sr). Unidad de ángulo sólido.

Definición: un estereorradián es el ángulo sólido que, teniendo su vértice en el centro de una esfera, sobre la superficie de ésta cubre un área igual a la de un cuadrado cuyo lado equivalga al radio de la esfera.

$$\text{sr} = \text{rad}^2 = \frac{m^2}{m^2} = 1$$

Lumen (lm). Unidad de flujo luminoso.

Definición: un lumen es el flujo luminoso producido por una candela de intensidad luminosa, repartida uniformemente en un estereorradián.

$$\text{lm} = \text{cd} \cdot \text{sr}$$

Lux (lx). Unidad de iluminancia.

Definición: un lux es la iluminancia generada por un lumen de flujo luminoso, en una superficie equivalente a la de un cuadrado de un metro por lado.

$$\text{lx} = \frac{\text{cd} \cdot \text{sr}}{m^2}$$

Becquerelio (Bq). Unidad de actividad radiactiva.

Definición: un becquerel es una desintegración nuclear por segundo.

$$\text{Bq} = \frac{1}{s}$$

Gray (Gy). Unidad de dosis de radiación absorbida.

Definición: un gray es la absorción de un julio de energía ionizante por un kilogramo de material irradiado.

$$\text{Gy} = \frac{J}{kg} = \frac{m^2}{s^2}$$

Sievert (Sv). Unidad de dosis de radiación absorbida equivalente.

Definición: un sievert es la absorción de un julio de energía ionizante por un kilogramo de tejido vivo irradiado.

$$\text{Sv} = \frac{J}{kg} = \frac{m^2}{s^2}$$

Katal (kat). Unidad de actividad catalítica.

Definición: un katal es la actividad catalítica responsable de la transformación de un mol de compuesto por segundo.

$$\text{Kat} = \frac{\text{mol}}{s}$$

Unidad de área.

Definición: un metro cuadrado es el área equivalente a la de un cuadrado de un metro por lado.

$$\text{m}^2$$

Unidad de volumen.

Definición: un metro cúbico es el volumen equivalente al de un cubo de un metro por lado.

$$\text{m}^3$$

Unidad de velocidad o de rapidez.

Definición: un metro por segundo es la velocidad de un cuerpo que, con movimiento uniforme, en un segundo recorre una longitud de un metro.

$$\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Unidad de ímpetu lineal o cantidad de movimiento.

Definición: es la cantidad de movimiento de un cuerpo con una masa de un kilogramo que se mueve a una velocidad instantánea de un metro por segundo.

$$\text{N} \cdot \text{s} = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Unidad de aceleración.

Definición: es el aumento de velocidad regular -que afecta a un objeto- equivalente a un metro por segundo cada segundo.

$$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Unidad de número de onda.

Definición: es el número de onda de una radiación monocromática cuya longitud de onda es igual a un metro.

$$\frac{1}{\text{m}}$$

Unidad de velocidad angular.

Definición: es la velocidad de un cuerpo que, con una rotación uniforme alrededor de un eje fijo, en un segundo gira un radián.

$$\frac{\text{rad}}{\text{s}} = \frac{1}{\text{s}}$$

Unidad de aceleración angular.

Definición: es la aceleración angular de un cuerpo sujeto a una rotación uniformemente variada alrededor de un eje fijo, cuya velocidad angular, en un segundo, varía un radián.

$$\frac{\text{rad}}{\text{s}^2} = \frac{1}{\text{s}^2}$$

Unidad de momento de fuerza y torque.

Definición: es el momento o torque generado cuando una fuerza de un newton actúa a un metro de distancia del eje fijo de un objeto e impulsa la rotación de este.

$$\text{N} \cdot \text{m} = \frac{\text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{s}^2}$$

Unidad de viscosidad dinámica.

Definición: es la viscosidad dinámica de un fluido homogéneo, en el cual, cuando hay una diferencia de velocidad de un metro por segundo entre dos planos paralelos separados un metro, el movimiento rectilíneo y uniforme de una superficie plana de un metro cuadrado provoca una fuerza retardatriz de un newton.

$$\text{Pa} \cdot \text{s} = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$$

Unidad de entropía.

Definición: es el aumento de entropía de un sistema que —siempre que en el sistema no ocurra transformación irreversible alguna— a la temperatura termodinámica constante de un kelvin recibe una cantidad de calor de un julio.

$$\frac{\text{J}}{\text{K}} = \frac{\text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{s}^2 \cdot \text{K}}$$

Unidad de calor específico o capacidad calorífica.

Definición: es la cantidad de calor, expresada en julios, que, en un cuerpo homogéneo de una masa de un kilogramo, produce una elevación de temperatura termodinámica de un kelvin.

$$\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{K}}$$

Unidad de conductividad térmica.

Definición: es la conductividad térmica de un cuerpo homogéneo isótropo en la que una diferencia de temperatura de un kelvin entre dos planos paralelos de un metro cuadrado y distantes un metro, entre estos planos genera un flujo térmico de un vatio.

$$\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} = \frac{\text{m} \cdot \text{kg}}{\text{s}^3 \cdot \text{K}}$$

Unidad de intensidad del campo eléctrico.

Definición: es la intensidad de un campo eléctrico que ejerce una fuerza de un newton sobre un cuerpo cargado con una cantidad de electricidad de un culombio.

$$\frac{\text{N}}{\text{C}} = \frac{\text{V}}{\text{m}} = \frac{\text{m} \cdot \text{kg}}{\text{s}^3 \cdot \text{A}}$$

Unidad de rendimiento luminoso.

Definición: es el rendimiento luminoso obtenido de un artefacto que gasta un vatio de potencia y genera un lumen de flujo luminoso.

$$\frac{\text{lm}}{\text{W}} = \frac{\text{cd} \cdot \text{sr} \cdot \text{s}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{kg}} = \frac{\text{cd} \cdot \text{s}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{kg}}$$

SISTEMA SI

Anexo 3
Múltiplos y submúltiplos

1000 ⁿ	10 ⁿ	Prefijo	Símbolo	Escala corta	Escala larga	Equivalencia decimal en los Prefijos del SI	Asignación
1000 ⁸	10 ²⁴	yotta	Y	Septillón	Cuatrillón	1 000 000 000 000 000 000 000 000	1991
1000 ⁷	10 ²¹	zetta	Z	Sextillón	Mil trillones	1 000 000 000 000 000 000 000	1991
1000 ⁶	10 ¹⁸	exa	E	Quintillón	Trillón	1 000 000 000 000 000 000	1975
1000 ⁵	10 ¹⁵	peta	P	Cuatrillón	Mil billones	1 000 000 000 000 000	1975
1000 ⁴	10 ¹²	tera	T	Trillón	Billón	1 000 000 000 000	1960
1000 ³	10 ⁹	giga	G	Billón	Mil millones /Millardo	1 000 000 000	1960
1000 ²	10 ⁶	mega	M		Millón	1 000 000	1960
1000 ¹	10 ³	kilo	k		Mil / Millar	1 000	1795
1000 ^{2/3}	10 ²	hecto	h		Cien / Centena	100	1795
1000 ^{1/3}	10 ¹	deca	da		Diez / Decena	10	1795
1000 ⁰	10 ⁰	ninguno			Uno / Unidad	1	
1000 ^{-1/3}	10 ⁻¹	deci	d		Décimo	0,1	1795
1000 ^{-2/3}	10 ⁻²	centi	c		Centésimo	0,01	1795
1000 ⁻¹	10 ⁻³	mili	m		Milésimo	0,001	1795
1000 ⁻²	10 ⁻⁶	micro	μ		Millonésimo	0,000 001	1960
1000 ⁻³	10 ⁻⁹	nano	n	Billonésimo	Milmillonésimo	0,000 000 001	1960
1000 ⁻⁴	10 ⁻¹²	pico	p	Trillonésimo	Billonésimo	0,000 000 000 001	1960
1000 ⁻⁵	10 ⁻¹⁵	femto	f	Cuatrillonésimo	Milbillonésimo	0,000 000 000 000 001	1964
1000 ⁻⁶	10 ⁻¹⁸	atto	a	Quintillonésimo	Trillonésimo	0,000 000 000 000 000 001	1964
1000 ⁻⁷	10 ⁻²¹	zepto	z	Sextillonésimo	Miltrillonésimo	0,000 000 000 000 000 000 001	1991
1000 ⁻⁸	10 ⁻²⁴	yocto	y	Septillonésimo	Cuatrillonésimo	0,000 000 000 000 000 000 000 001	1991

R. PÉREZ D'GREGORIO

Anexo 4

Algunos números romanos (1)

1 = I	2 = II	3 = III	4 = IV	5 = V	6 = VI	7 = VII	8 = VIII
9 = IX	10 = X	11 = XI	12 = XII	13 = XIII	14 = XIV	15 = XV	16 = XVI
17 = XVII	18 = XVIII	19 = XIX	20 = XX	21 = XXI	29 = XXIX	30 = XXX	31 = XXXI
39 = XXXIX	40 = XL	50 = L	51 = LI	59 = LIX	60 = LX	61 = LXI	68 = LXVIII
69 = LXIX	70 = LXX	71 = LXXI	74 = LXXIV	75 = LXXV	77 = LXXVII	78 = LXXVIII	79 = LXXIX
80 = LXXX	81 = LXXXI	88 = LXXXVIII	89 = LXXXIX	90 = XC	91 = XCI	99 = XCIX	100 = C
101 = CI	109 = CIX	114 = CXIV	149 = CXLIX	399 = CCCXCIX	400 = CD	444 = CDXLIV	445 = CDXLV
449 = CDXLIX	450 = CDL	899 = DCCCXCIX		900 = CM	989 = CMLXXXIX		990 = CMXC
999 = CMXCIX	1 000 = M	1 010 = MX	1 050 = ML				

REFERENCIAS

1. Pérez D'Gregorio R. Sistema Internacional de Unidades SI. En: Pérez D'Gregorio R, editor. Normas para autores y editores. Volumen I. Caracas: Editorial Ateproca; 2011. p. 361-420.
2. Sistema Internacional de Unidades. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades. Consultado 28 de enero 2015.
3. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela. Número 38.263. Disponible en: http://historico.tsj.gov.ve/legislacion/LeyesOrdinarias/46.-GO_38263.pdf
4. Physical Measurement Laboratory of NIST. International System of Units (SI). <http://physics.nist.gov/cuu/Units/index.html>
5. Servicio Nacional de Metrología de Venezuela. Sistema Internacional de Unidades SI. Rev Obstet Ginecol Venez. 1992;52(3):183-189.
6. International Committee of Medical Journal Editors. Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly work in Medical Journals. <http://www.icmje.org>
7. Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas (ICMJE). Recomendaciones para la realización, informe, edición y publicación de trabajos académicos en revistas médicas. Actualizado diciembre 2014. Traducción: Rogelio Pérez D'Gregorio. Rev Obstet Ginecol Venez. 2014;74(4):259-284.
8. Real Academia Española. Diccionario de la Lengua Española. Vigésima segunda edición. Madrid: Editorial Espasa Calpe, S.A.; 2001.
9. Real Academia Española. Asociación de Academias de la Lengua Española. Nueva gramática de la lengua española. Volumen I y II. Madrid: Espasa Libros, S.L.U; 2009.
10. Real Academia Española. Asociación de Academias de la Lengua Española. Ortografía de la lengua española. Madrid: Espasa Libros, S.L.U; 2010.
11. Pérez D' Gregorio R. Los números en los textos escritos. Gac Méd Caracas. 2012;120(3):320-343.
12. Rozman C. Medicina Clínica. Manual de Estilo. Publicaciones médicas. Barcelona, España; Ediciones Doyma; 1993.
13. Medicina Clínica. Manual de Estilo. Barcelona: Doyma, 1993.