

IV

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI) EN CUBA. PASADO, PRESENTE Y FUTURO

Los estudios realizados por científicos de varios países, fundamentalmente de Inglaterra y Francia, con el objetivo de determinar un sistema de unidades que fuera único y universal, tuvieron como resultado que, en 1790, ya hubieran propuestas de un sistema decimal perdurable e indestructible que tomaba como base la unidad de longitud, el metro, del cual se deducirían las unidades de las magnitudes que fueron de uso común para la época: área, volumen y pesos (1).

La universalidad del Sistema Métrico Decimal (SMD) fue establecida por la Convención del Metro, que fue el acuerdo internacional firmado por diecisiete estados, el 20 de mayo de 1875 en París, Francia. Además, decidió la creación de una organización científica con una estructura permanente que permitiera, a los países miembros, tener una acción común sobre todas las cuestiones que se relacionen con las unidades de medida, y que asegurara la unificación mundial de las mediciones físicas.

La figura 21(1) muestra cómo quedó la estructura establecida. Como se ve, incluye a la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) y el Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM).

La CGPM, como máxima autoridad de la Metrología científica, es la que aprueba las principales decisiones relacionadas con el Sistema Internacional de Unidades (SI), incluidas las nuevas definiciones de las unidades, y recomienda a los países miembros de la Convención del Metro que, en la medida de lo posible, lo integren a sus legislaciones.

El SI tiene múltiples ventajas. Como se señaló anteriormente, se trata de un sistema que abarca todos los campos del saber y puede



Fig. 21 Organizaciones que integran la Convención del Metro.

ser utilizado por todos, lo que le da universalidad; elimina la multiplicidad de unidades de medida para expresar una misma magnitud física, a partir del establecimiento de un solo símbolo para cada una de las unidades de medida, con lo que se logra la unificación; sus unidades están mutuamente relacionadas por reglas de multiplicación

y división con factor numérico igual a uno, lo que simplifica muchas fórmulas al eliminar los coeficientes de proporcionalidad, y lo hace coherente; facilita el proceso pedagógico, es de fácil memorización, y los prefijos del SI, al ser múltiplos o submúltiplos de base diez, lo hacen compatible con el sistema monetario de Cuba, también de base diez (2).

Durante muchos años, en Cuba se ha divulgado la importancia del SI, el cual fue reconocido como de uso oficial en el país, en el Decreto-Ley No. 62 “Sobre la implantación del Sistema Internacional de Unidades”, del 30 de diciembre de 1982(3). Por diversas razones, organizativas, culturales, históricas y económicas, el SI no se ha implantado aún totalmente, pero en estos momentos la Oficina Nacional de Normalización está ejecutando un grupo de acciones para impulsar de nuevo la implantación de este sistema en la Isla.

Sistema Internacional de Unidades (SI)

Desde el momento en que surgió el SI, como se conoce hoy, han pasado casi cincuenta años. En todo este tiempo han surgido nuevos campos del conocimiento humano, se ha producido un crecimiento vertiginoso de la ciencia y la tecnología, e incluso se han incorporado nuevas unidades de medida que responden a nuevas magnitudes. El SI ha demostrado su flexibilidad y universalidad [Fig. 22 (4)]. Ha logrado simplificar su estructura sin dejar de cubrir, prácticamente todo el universo cognoscitivo del hombre, adaptándose siempre para responder a las exigencias de un mundo que depende cada vez más de las mediciones.

Sin embargo, la incorporación de nuevas unidades, sus definiciones, y el cambio de estas motivado por el avance científico y tecnológico, se ha realizado solo después de laboriosas investigaciones y de interesantes debates efectuados en cada uno de los organismos que regulan la Metrología científica.

La figura 23 (5) muestra algunas de las decisiones más relevantes de la CGPM, que han contribuido al perfeccionamiento del SI en estos años.



Fig. 22 El Sistema Internacional de Unidades (SI) es de uso universal.

En la octava edición 2006 de *Le Système International d'Unités*. The International System of Units, publicada por el [BIPM (6)], organización intergubernamental de la Convención del Metro, se incluyen, entre otros temas, las unidades SI básicas y derivadas, con sus símbolos y definiciones.

Para contribuir a la actualización sobre este tema, se presentan en la tabla 5 las definiciones y símbolos de las *unidades básicas*, de la forma que están publicadas por el BIPM.

TABLA 5. Magnitudes y unidades básicas del SI (6)

MAGNITUDES BÁSICAS	UNIDADES BÁSICAS
--------------------	------------------

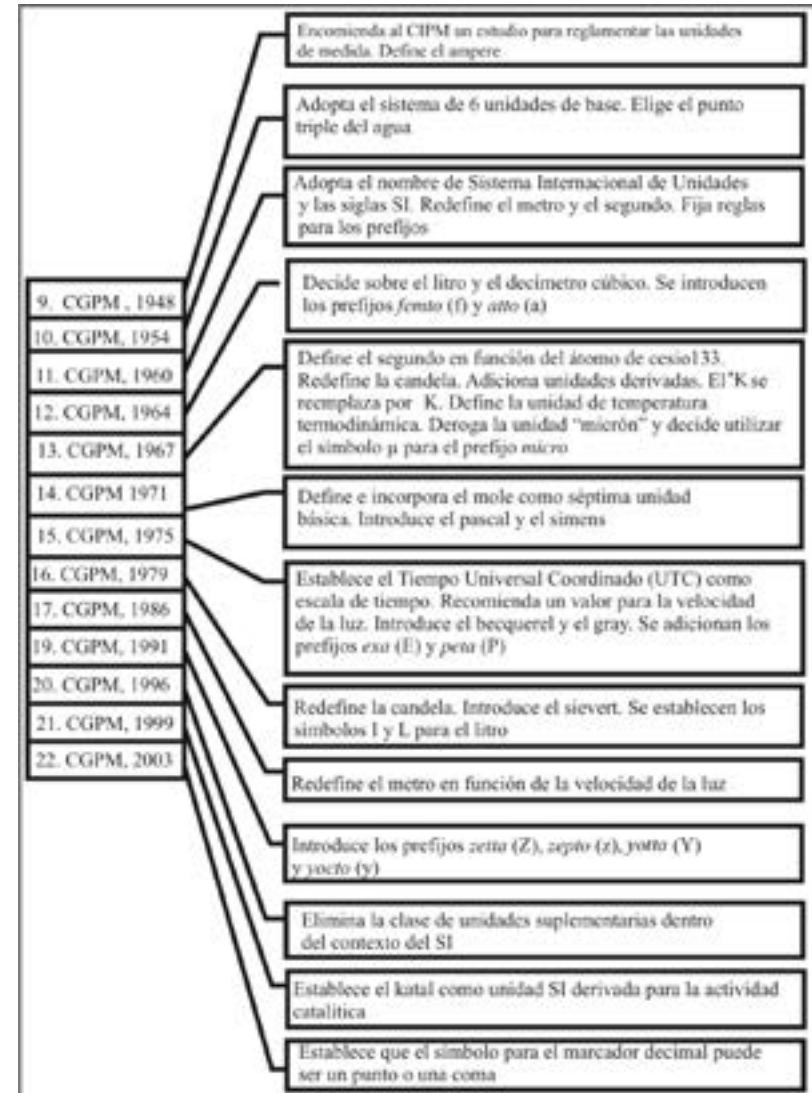


Fig. 23 Decisiones relevantes de la CGPM, que han contribuido al perfeccionamiento del SI.

Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo	Definición
Longitud	$l, x, r,$ etcétera	metro	m	El metro es la longitud de la trayectoria recorrida por la luz en el vacío, durante el intervalo de tiempo de $1/299\,792\,458$ de un segundo (17ª CGPM, 1983, Resolución 1)
Masa	m	kilogramo	kg	El kilogramo es la unidad de masa; es igual a la masa del prototipo internacional del kilogramo* (3ª CGPM, 1901)
Tiempo,	t	segundo	s	El segundo es la duración de $9\,192\,631\,770$ períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos ni-

veles hiperfinos del nivel principal del átomo de cesio 133 (13ª CGPM, 1968, Resolución 1)	Corriente eléctrica	I, i	ampere	A	El ampere es la corriente constante, que mantenida en dos conductores paralelos rectilíneos de longitud infinita, de sección transversal circular depreciable, colocados a una distancia de metro entre
				igual a	res una 2×10^{-7} newton por metro de longitud (9ª CGPM, 1948, Resolución 7)
	Temperatura termodinámica	T	kelvin	K	El kelvin, unidad de la temperatura termodinámica, es la fracción $1/273,16$

* El CIPM ha declarado que, a reserva de estudios futuros, la masa de referencia del prototipo internacional es tal, inmediatamente después de la limpieza y el lavado por un método que se especifica en las normas correspondientes.

Tabla 5 (continuación)

MAGNITUDES BÁSICAS		UNIDADES BÁSICAS		
Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo	Definición
				de la temperatura termodinámica del punto triple del agua (13 ^a CGPM, 1968, Resolución 3)
Cantidad de sustancia	<i>n</i>	mole	mol	1. El mole es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales, como átomos existen en 0,012 kilogramos de carbono 12. Su símbolo es "mol".
		átomos, iones, electrones, otras partículas o grupos específicos de tales partículas	pueden ser moléculas,	2. Cuando el mole es utilizado, las entidades elementales deben ser especificadas y
				(14 ^a CGPM, 1971, Resolución 3)

Intensidad luminosa	I_v	candela	cd	La candela es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} hertz y que tiene una intensidad radiante en esa dirección de 1/683 watt por estereorradián
				(16 ^a CGPM, 1979, Resolución 3)

La decimoprimer CGPM, en 1960, definió como abreviatura internacional del nombre del Sistema Internacional de Unidades las siglas SI, así como los nombres de los múltiplos y submúltiplos que en lo adelante se formarían a partir de determinados prefijos, y de unidades derivadas con nombres especiales. Sin embargo, los principios generales de la escritura de los símbolos de las unidades y los números, fueron enunciados desde la novena CGPM en 1948. Estos fueron elaborados, después, por la Organización Internacional de Normalización (ISO, siglas en inglés) y otros organismos, por lo que hoy existe un consenso general acerca de cómo se deben expresar los símbolos y nombres de las unidades y las magnitudes, así como los prefijos. Mientras que los símbolos de las magnitudes son recomendaciones, el uso correcto de los símbolos de las unidades es obligatorio.

Las *unidades derivadas* son expresadas en términos algebraicos a partir de las siete unidades básicas, por medio de los símbolos matemáticos de multiplicación y división. Los nombres y símbolos

de algunas de las unidades así formadas pueden ser reemplazados por los nombres especiales y símbolos que se utilicen, a su vez, para formar las expresiones y símbolos de otras unidades derivadas. En muchos libros de texto y referencias bibliográficas se pueden encontrar listas de unidades derivadas en diferente composición, pero son solo selecciones arbitrarias, porque hay muchas de estas.

Es importante enfatizar que cada magnitud física tiene solo una unidad en el SI, aun cuando esta unidad se puede expresar en formas diferentes. Lo inverso, sin embargo, no es cierto; pues en algunos casos la misma unidad en el SI se puede usar para expresar los valores de magnitudes diferentes. Por ejemplo, la unidad *joule*, se utiliza para las magnitudes físicas trabajo, energía y cantidad de calor, y la unidad *volt* se utiliza para las magnitudes tensión eléctrica, diferencia de potencial y fuerza electromotriz.

Sobre este tema existe abundante bibliografía científica, técnica, normativa y de divulgación científico-técnica (7-14), por lo que solo se recordarán algunos aspectos relacionados con la vida cotidiana, y que se han reiterado o modificado en la octava edición 2006 de *Le Système International d'Unités. The International System of Units, del BIPM*.

La tabla 6 muestra los múltiplos y submúltiplos de las unidades del SI. El cuidado que se ponga en aplicar estas reglas ayudará a incrementar la credibilidad, la seriedad y el rigor en la presentación de los resultados y las informaciones.

Una de las ventajas del SI consiste en que es posible utilizar una sola unidad de medida para referirse a cantidades diferentes de una misma magnitud física. Y esto se logra, precisamente, mediante la utilización de los múltiplos y submúltiplos (1).

TABLA 6. Múltiplos y submúltiplos de las unidades del SI

Prefijo	Símbolo	Factor para multiplicar la unidad SI
---------	---------	--------------------------------------

yotta	Y	$10^{24} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
zetta	Z	$10^{21} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
exa	E	$10^{18} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
peta	P	$10^{15} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
tera	T	$10^{12} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
giga	G	$10^9 = 1\ 000\ 000\ 000$
mega	M	$10^6 = 1\ 000\ 000$
kilo	k	$10^3 = 1\ 000$
hecto	h	$10^2 = 100$
deca	da	$10^1 = 10$
deci	d	$10^{-1} = 0,1$
centi	c	$10^{-2} = 0,01$
mili	m	$10^{-3} = 0,001$
micro	μ	$10^{-6} = 0,000\ 001$
nano	n	$10^{-9} = 0,000\ 000\ 001$
pico	p	$10^{-12} = 0,000\ 000\ 000\ 001$
femto	f	$10^{-15} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 001$
atto	a	$10^{-18} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001$
zepto	z	$10^{-21} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001$
yocto	y	$10^{-24} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001$

Ejemplos frecuentes de la utilización de los prefijos de las unidades de medida (15)

Con mucha frecuencia se habla de la potencia. Es una magnitud física que se define como la rapidez a la cual se realiza un trabajo, o bien como la rapidez de transferencia o consumo de energía. Y a su vez, la energía son los insumos que se necesitan para ejecutar un trabajo.

La unidad SI de la energía es el joule (J), que es una unidad derivada que recibió ese nombre especial en homenaje a James Prescott Joule, físico británico del siglo XIX que verificó experimentalmente la Ley de conservación de la energía.

Un joule es, en la práctica, la cantidad de trabajo requerida para levantar aproximadamente 100 g de cualquier sustancia a una altura de 1 m. Si esto se hace en 1 s, la potencia que se requiere es exactamente de 1 W (watt). Así, el watt es la unidad SI de la potencia. Es una unidad derivada, que recibió este nombre especial en honor de

James Watt, inventor e ingeniero mecánico escocés, conocido por sus mejoras a la máquina de vapor.

En la vida se pueden encontrar potencias muy pequeñas, medianas o muy grandes, y todas pueden ser expresadas por medio de la misma unidad de medida. Pero es aquí donde se debe tener cuidado con la utilización de los prefijos de los múltiplos y submúltiplos de las unidades de medida, y sus símbolos.

La figura 24 (15) muestra un ejemplo interesante del uso de los múltiplos y submúltiplos.

Por ejemplo, si un fisiatra prescribe sesiones de terapia láser para aliviar dolores osteomusculares, la potencia de la radiación láser que se recibe estará en el orden de unos pocos miliwatt (mW), es decir, algunas milésimas de watt, porque valores superiores provocarían interacciones indeseadas con los tejidos, e incluso se sufrirían quemaduras, como las que provocaría una plancha, que puede tener una potencia de consumo de uno o dos kilowatt (kW), es decir, uno o dos miles de watt.

En este punto es conveniente hacer una disgresión necesaria: el kilowatt hora, unidad con la que se expresa el consumo facturado por la Empresa Eléctrica, es una unidad de energía y no de potencia. En este caso, se trata de la energía eléctrica, y expresa la energía consumida por un equipo de 1 kW de potencia, funcionando durante 1 h. Su símbolo es kWh, que también se puede escribir kW·h.

Por último, y regresando al ejemplo anterior, de un grupo electrógeno se exige que sea capaz de generar varios megawatt (MW), es decir, millones de watt, que luego puedan ser utilizados en las casas y centros de trabajo.

Se puede notar que el símbolo de los prefijos de los ejemplos es una letra eme (m), pero es minúscula, cuando se trata de un submúltiplo, y mayúscula, cuando se trata de un múltiplo. En la práctica, se trata de si la cantidad en cuestión se divide o se multiplica por la potencia de diez que le corresponde, o lo que es lo mismo, si la unidad corresponde a una pequeña cantidad de magnitud física o a una gran cantidad. Por esa razón, es incorrecto decir que una batería de grupos electrógenos genera una potencia de 1 mW, porque ¿se imaginan que un equipo

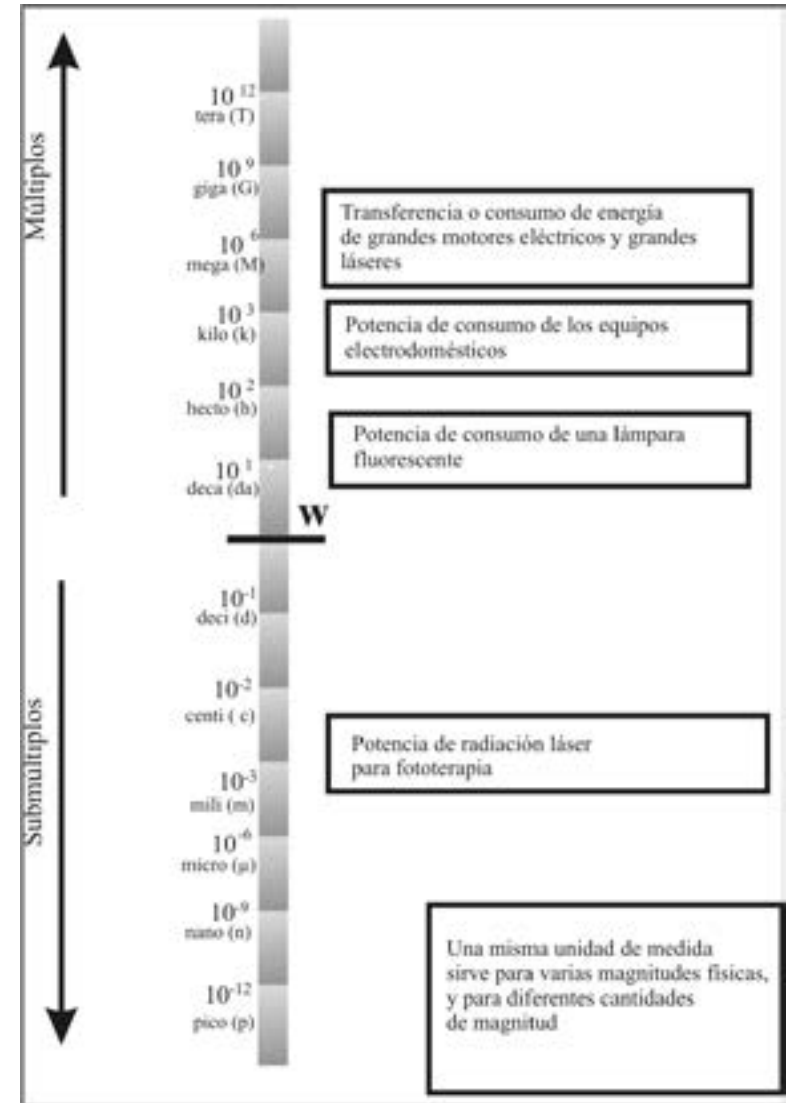


Fig. 24 Ejemplo de la utilización de múltiplos y submúltiplos de una misma unidad de medida.

tan grande, y consumidor de combustible fósil, genere apenas unas milésimas de watt?

“Gramática” del Sistema Internacional de Unidades

La tabla 7 (1) muestra algunas de las reglas que apoyan el uso del SI en documentos escritos.

TABLA 7. Algunas reglas importantes de escritura de los símbolos, unidades, números y cantidades

No.	Enunciado	Ejemplos
1	El símbolo de las unidades se debe escribir con minúscula con excepción de las que se derivan de nombres propios. Otra excepción es la utilización de la letra mayúscula permitida para el litro, para evitar una posible confusión entre el número uno (1) y la letra minúscula ele (l).	m, metro, s, segundo Pa, pascal Ω , ohm L o l, litro
2	Los símbolos de las unidades son entidades matemáticas y no abreviaturas, por esa razón no son seguidos de puntos, a no ser que coincidan con el final de una oración. No se utilizan <i>nunca</i> en plural, ni se mezclan en una misma oración símbolos de las unidades con nombres de los símbolos.	l = 75 cm 75 cm coulomb por kilogramo
3	Cuando la escritura del símbolo de una unidad no parezca correcta, no se debe sustituir este símbolo por sus abreviaturas, aunque estas parezcan lógicas. Se debe recordar	segundo o s ampere o A kilogramo o kg litros por minuto o L/min

la escritura correcta del símbolo o escribir con todas las letras el nombre de la unidad, o del múltiplo al que se refiera.

s⁻¹ o min⁻¹
km/h

- | | | |
|---|---|---|
| 4 | Cuando se escribe el producto de los símbolos, se expresa nombrando simplemente a estos símbolos. | m·s, se dice metro segundo
kg·m, se dice kilogramo metro |
| 5 | Aunque los valores de las magnitudes se expresan, normalmente, utilizando símbolos para los números y las unidades, si por alguna razón el nombre de la unidad es más apropiado que el símbolo esta, se debe escribir completo. | 2,6 m/s o
2,6 metros por segundo |
| 6 | No se deben agregar letras al símbolo de las unidades como medio de información adicional sobre la naturaleza de la magnitud considerada.
$U_{\text{máx}} = 1\,000\text{ V}$ | La diferencia máxima de potencial eléctrico máximo de |
| 7 | Para la escritura de los números con varios dígitos, estos se deben dividir en grupos de a tres por un espacio, para facilitar la lectura.
No se deben insertar ni puntos ni comas en estos espacios. Sin embargo, cuando | 43 279.168 29 |

TABLA 7 (continuación)

No.	Enunciado	Ejemplos
	hay solo cuatro dígitos antes o después del marcador decimal, es costumbre permitida no usar el espacio para no aislar un solo dígito. La práctica de agrupar los dígitos es opcional;	3279.1683 o 3 279,168 3

no siempre se sigue en ciertas aplicaciones especializadas, como planos ingenieros, documentos financieros o los que se deben leer en computadoras.

8 El símbolo utilizado para separar la parte entera de un número, de su parte decimal, se llama marcador decimal. El marcador decimal puede ser un punto o una coma, en la línea. El marcador seleccionado tendrá en cuenta la práctica usual en un contexto dado. Si el número se encuentra entre +1 y -1, el marcador decimal siempre es precedido por un cero.

-0,234 o
-0.234

9 Cuando se multiplican o dividen los símbolos de las magnitudes, pueden ser utilizados los métodos siguientes: $a \cdot b$, $a \cdot b$, $a \times b$, a / b , $\frac{a}{b}$, ab^{-1} . Cuando se multiplica el valor de las magnitudes, se debe utilizar el signo \times o los paréntesis, pero no el punto centrado. Cuando se multiplican números, solo debe ser usado el signo \times . Cuando se dividen los valores de las magnitudes, utilizando la barra inclinada, se utilizan paréntesis para eliminar ambigüedades.

$F=ma$
Fuerza es igual a la masa por la aceleración
(53 m/s) \times 10,2 s
o (53 m/s) (10,2 s)
25 \times 60,5
(a/b)/c

Unidades fuera del SI de uso aceptado con el SI

El Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) ha aceptado la utilización de un grupo de unidades que no son del SI, de conjunto con las del SI, por el amplio empleo de estas unidades en la vida cotidiana. De estas se espera que sean utilizadas por tiempo indefinido, tienen una definición exacta en términos de las unidades del SI, y son usadas en circunstancias particulares para satisfacer necesidades e intereses

comerciales, legales o científicos. Estas unidades se muestran en la tabla 8(6).

TABLA 8. Unidades fuera del SI de uso aceptado con el SI

Magnitud	Nombre	Símbolo de la unidad	Valor en unidades SI
Tiempo	minuto	min	1 min = 60 s
	hora	h	1 h = 60 min = 3 600 s
	día	d	1 d = 24 h = 86 400 s
Ángulo plano	grado	°	1° = ($\pi/180$) rad
	minuto	'	1' = (1/60)° = ($\pi/10\ 800$) rad
	segundo	''	1'' = (1/60)' = ($\pi/648\ 000$) rad
Área	hectárea	ha	1 ha = 1 hm ² = 10 ⁴ m ²
Volumen	litro	L, l	1 L = 1 dm ³ = 10 ³ cm ³ = 10 ⁻³ m ³
Masa	tonelada	t	1 t = 10 ³ kg
Logaritmo	neper	Np	1 Np = 1
Magnitudes de radio	bel	B	1 B = (1/2) ln 10 (Np)

Muchas de las magnitudes, sus símbolos y nombres recomendados, y las ecuaciones que las relacionan entre sí, se encuentran en las normas internacionales ISO 31 (7) e IEC 60027 (16). Estas normas actualmente son revisadas de forma conjunta por la ISO y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC, siglas en inglés: International Electrotechnical Commission). Las normas resultantes de esta colaboración se han denominado como ISO/IEC 80000 Magnitudes y Unidades. Hasta el momento han salido cuatro partes dedicadas a las unidades de medida de las magnitudes espacio-tiempo, mecánicas, termodinámica y acústica (8, 9). En estas normas se ha propuesto que las magnitudes y ecuaciones utilizadas con el SI sean conocidas como el Sistema Internacional de Magnitudes.

Historia de las unidades de medida en Cuba

En 1849 España promulgó una ley que adoptaba el Sistema Métrico Decimal (SMD) como único sistema aplicable en todos sus dominios, pero en Cuba no se estableció este sistema como exclusivo y obligatorio hasta 1882, lo que constituyó una de las acciones organizadas en el campo de la Metrología en Cuba (1).

Existen evidencias de que en muchos países de América del Sur, que habían proclamado su independencia de España desde las primeras décadas del siglo XIX, se había decidido la utilización del SMD, incluso antes de la Convención del Metro, y que posteriormente se fueron adhiriendo a este acuerdo internacional por decretos de sus gobiernos soberanos.

En 1899, después de la intervención norteamericana en Cuba, el gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica, mediante una orden militar, dispuso que se utilizaran de conjunto con las unidades del SMD, las medidas peculiares del país, con la condición de que se expresaran las equivalencias al SMD y, que se podían utilizar también las unidades de medida angloamericanas. Este fue el inicio del caos en el uso de unidades de medida de diferentes sistemas en Cuba.

Una muestra de esta aseveración es la coexistencia, incluso hasta hoy, de unidades de medida como la libra española, la libra americana, la onza, el galón, la caballería, la milla, el pie, el quintal, la arroba, el cordel e incluso la caneca. A continuación, en la tabla 9, se muestran las equivalencias de estas unidades con las del SMD.

TABLA 9. Equivalencias de las unidades de medida (10,11).

<i>Qué se mide</i>	<i>Unidad de medida</i>	<i>Equivalencia</i>
Longitud	milla náutica internacional	1 852 m
	milla	1609,344 m
	pulgada (UK, US)	0,0254 m
	pie (UK, US)	0,3048 m
Longitud	cordel	20,352 m

Masa	yarda (UK, US)	0,9144 m
	vara (cub.)	0,848 m
	vara (esp.)	0,835 905 m
	legua (cub.)	4 240 m
	libra (UK, US)	0,453 592 37 kg = 453,592 37 g
	onza (UK, US)	$28,3495 \times 10^{-3}$ kg = 28,3495 g
	libra (esp.)	0,460 093 kg = 460,093 g
Superficie	onza (esp.)	$28,7558 \times 10^{-3}$ kg = 28,7558 g
	quintal métrico	100 kg
	quintal (esp.)	46,0093 kg
	arroba (esp.)	11,5023 kg
	caballería (cub.)	$13,4202 \times 10^4$ m ²
	Volumen, capacidad	galón (UK)
galón (US)		$3,785 41 \times 10^{-9}$ m ³
caneca (cub.)		$18,11 \times 10^{-3}$ m ³

Ya en la República neocolonial, a partir del año 1902, se emiten varios documentos estableciendo precisiones sobre la aplicación de las unidades de medida del SMD y sus conversiones al sistema inglés.

En el año 1910, la Secretaría de Agricultura, Comercio y Trabajo intentó de nuevo establecer el SMD, pero contradictoriamente, a los pocos meses, esa misma Secretaría expresaba que no existía una necesidad inmediata para proceder a la sustitución absoluta del sistema que regía por el SMD.

La necesidad de implantar únicamente el SMD no fue considerada por ninguno de los gobiernos que tuvimos en la Isla, porque los gobernantes no querían lesionar en lo más mínimo los intereses yanquis.

En el año 1952, el gobierno de Batista dictó varias resoluciones, por medio del Ministerio de Comercio, en las que se hablaba del Sistema de Pesas y Medidas, pero en concreto nada se determinaba sobre el SMD. Solo se disponía la reorganización del Gabinete Nacional de Pesas y Medidas y se establecían las tablas de conversión o equivalencias de todas las medidas usuales en el país en relación con las del SMD.

En el año 1958, el Departamento Legal de la Cámara de Comercio de la República de Cuba, hizo un dictamen en el que se analizaron las

resoluciones existentes, relacionadas con la implantación del SMD, incluida la que suprimía la obligación de situar en lugares visibles carteles con las tablas de conversión o equivalencias de las medidas peculiares del país, relacionadas con las del SMD. Este dictamen se elevó a la Asociación de la Cámara de Comercio británica por medio de la Embajada de Cuba en Gran Bretaña, y en este se planteaba que hasta el año 1958, en Cuba habían fracasado los intentos de adoptar como único el SMD.

Con el triunfo de la Revolución cubana, a partir del año 1959, el Ministerio de Comercio ha emitido varias resoluciones sobre la utilización obligatoria del SMD en actividades mercantiles, tablas sobre sus principales unidades y el registro de los medios de pesar. Es en esta etapa que se comienza, realmente, el proceso organizativo de la actividad metrológica en el país, lo cual continuó en el año 1960 con la promulgación de la ley que facultaba al Ministerio de Comercio a aplicar el SMD en el país. A esto tributaban, también con su accionar, el Departamento de Normas del propio Ministerio, el Laboratorio Nacional de Normas y Procesos Industriales de la Junta Central de Planificación y la Dirección de Normas y Metrología del Ministerio de Industrias, creados por el comandante Ernesto Guevara de la Serna (*Che*), en el año 1962.

En el año 1963, ya el Che tenía establecida como primera prioridad de la Dirección de Normas y Metrología, el desarrollo de las normas técnicas y el establecimiento de un sistema de informaciones técnicas, y como segunda prioridad, el desarrollo de la Metrología y el Control de la Calidad.

Y en el año 1964, el comandante Guevara orientó que el plan piloto de Metrología, que había comenzado, debería ir dando solución a los problemas prácticos para el establecimiento del SMD en el organismo, porque comprendió que este revestía una particular importancia para viabilizar, gradualmente, el comercio y la transferencia tecnológica con los países socialistas, los que igual que los países europeos, tenían implantado este sistema.

La elaboración de los programas para la implantación del SI fue aprobada por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros mediante

el Decreto-Ley No.62 del 30 de diciembre de 1982 (3). Este estableció un plan para la implantación progresiva del SI en todas las ramas y actividades de la economía nacional, que debería finalizar en un plazo máximo de 20 años a partir de la vigencia del Decreto-Ley.

El desarrollo de la economía, el vertiginoso crecimiento de la colaboración cubana en numerosos países del mundo y la inversión extranjera en Cuba, así como la inserción del país en el mercado internacional, han hecho de la implantación del SI una necesidad imperiosa, con el fin de lograr la compatibilidad internacional y evitar que Cuba se convierta en el destino de tecnologías, medios técnicos y productos con unidades de medida obsoletas.

Con la ejecución de los programas ministeriales y ramales se pretende revitalizar la implantación de las unidades del SI en el país y realizar un estudio en diferentes ramas y actividades económicas de fuerte impacto social y económico, como las ventas a la población, los servicios de salud pública y otros.

Acciones previstas para la implantación del SI

Para lograr, definitivamente, la implantación del SI se prevé prestar especial atención a la educación, la divulgación, la capacitación y la elevación de la cultura metrológica y por la calidad, aspectos que son considerados como fundamentales para lograr la implantación de estas unidades de medida. Esto requiere de la ejecución de un amplio plan de divulgación y propaganda a nivel nacional, al que se han convocado los órganos de prensa plana y radial, y la televisión, así como todos los organismos y otras entidades vinculadas con el programa. También se requiere la aprobación de los presupuestos necesarios y su inclusión en los planes económicos, según corresponda.

Por su parte, cada uno de los Organismos de la Administración Central del Estado (OACE), debe concebir, conciliar y presentar a la Oficina Nacional de Normalización sus programas para la implantación del SI.

El proceso de elaboración de los programas consta de dos etapas: la preparatoria, y la de implantación (15). En la primera etapa se realiza el estudio sobre las magnitudes físicas y las unidades de medida

que más se utilizan en las empresas y otras unidades organizativas de cada organismo. En este estudio se debe partir del análisis de los instrumentos de medición que se utilizan, tanto para el control de la calidad de las materias primas que se adquieren y del producto terminado, como para la producción o ejecución de los servicios, y de las unidades de medida que utilizan esos instrumentos de medición. También se deben tener en cuenta las exigencias de la documentación técnica, técnico-normativa, estadística, administrativa o científica, según sea el caso.

Una vez concluido este estudio, si las unidades de medida en uso no pertenecen al SI y solo están permitidas temporalmente, se deben identificar las necesidades y posibilidades reales de adquisición de los instrumentos de medición en unidades SI, con vista a la sustitución gradual de estos en los procesos productivos o de prestación de servicios. Igualmente, se deben planificar los presupuestos correspondientes.

En la segunda etapa, se cumplen las tareas propuestas y se ajustan los programas, en los casos necesarios, sobre la base de las experiencias adquiridas, y se presta especial atención a las medidas cuya repercusión incida directamente en la población. Durante todo este proceso, se efectúan reuniones bilaterales entre las partes interesadas, con el objetivo de conciliar los aspectos del programa.

Referencias bibliográficas

1. Reyes, P. Y., A. R. Hernández Leonard, E. González L.: “Sistema Internacional de Unidades en la República de Cuba. Pasado, presente y futuro”. *Rev. Normalización*. No. 2/3. pp. 79-89, 2007.
2. Gómez, N., L., J. Croissiert, D. Gallo y M. Suárez: *Fundamentos de normalización, metrología y control de la calidad*. Empresa Poligráfica. La Habana, Cuba, 1980.
3. Decreto Ley No. 62: De la Implantación del Sistema Internacional de Unidades, 1982.

4. <http://www.bipm.org>
5. Nava, J. H., S. F. Pezet y G. Hernández: *El Sistema Internacional de Unidades (SI)*. Publicación Técnica CNM-MMM-PT-003. CENAM, Querétaro, México, 2001 <http://www.cenam.mx>
6. *Le Système International d'Unités. The International System of Units*, 8^e édition. Bureau International des poids et mesures. Organisation intergouvernementale de la Convention du Mètre, 2006.
7. ISO 31: Quantities and Units. Part 0-13, 1998.
8. ISO 80 000-3: Quantities and Units. Part 3, Space and time, 2006.
9. ISO 80 000-4: Quantities and Units. Part 4, Mechanics, 2006.
10. NC- 90-00-06-6: Sistema Internacional de Unidades. Tablas de equivalencias de otras unidades de medida a las SI, 1983.
11. Mazola, C. N: *Manual del Sistema Internacional de Unidades*. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, 1991.
12. Inastrilla, A. O.: “Un enfoque histórico para la periodización de la Metrología en Cuba”. *Boletín Científico-Técnico del INIMET*. No. 2, pp. 1-13, 2004.
13. Urquiaga, I. y otros: “Enfoque básico sobre normalización y calidad”. *Tabloide Universidad para todos*, Suplemento Especial. 35 pp. Editorial Academia, 2006.
14. Martínez, Ll. V., C. L. Sabadí: *Concepción de la calidad en el pensamiento del Che*. Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 2006.
15. Hernández Leonad, A. R.: Material docente para la impartición de los cursos al personal de las empresas de la economía nacional (inédito), 2008.
16. IEC 60027-2: *Letter Symbols to be Used in Electrical Technology*. Part 2. Telecommunications and Electronics. 3 ed., 2005.

