

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI) Y SU APLICACION EN LAS CIENCIAS MEDICAS

*Karl Schosinsky**
*José Miguel Esquivel***

Resumen

Se exponen los principales conceptos e indicaciones del Sistema Internacional de Unidades (SI), en forma general y con especial énfasis en su uso en las ciencias médicas. Se emiten una serie de recomendaciones para hacer real su incorporación a la práctica en lo relacionado con la salud. (Rev. Cost. Cienc. Méd. 1(1); 11—22, 1980).

El primer esfuerzo para estandarizar las unidades de medición en las ciencias médicas, fue llevado a cabo en 1966 por la Comisión de Química Clínica de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) y por la Federación Internacional de Química Clínica (IFCC).

La razón fundamental de elaborar un sistema patrón y racional de unidades, se originó a consecuencia de la anarquía existente en el uso de unidades en las diferentes disciplinas científicas. El principal propósito del desarrollo de un sistema internacional de unidades es, por lo tanto, el de uniformar las cantidades, unidades y símbolos usados en todas las áreas científicas, lo que originará un lenguaje en los reportes de las observaciones y medidas de las ciencias médicas y, a su vez, mejorará la comunicación entre fronteras científicas interdisciplinarias. La Conferencia General sobre Pesas y Medidas (Conference Générale des Poids et Mesures, CGPM), organización internacional responsable de la definición de cantidades y unidades para la comunidad científica, desarrolló un sistema racional y coherente de cantidades y unidades, conocido como "Systeme International D'Unités" (SI), publicado en 1970 y revisado en 1973 por el Departamento Internacional de Pesas y Medidas.

En mayo de 1977, la 30ª Asamblea Mundial de la Salud aprobó por unanimidad el uso del SI en medicina y, en su resolución WHA 30.39 recomendó "a toda la comunidad científica y, en particular a los médicos de todo el mundo que lo adoptasen".

Ya desde los albores de la civilización, el ser humano sintió la necesidad de establecer un sistema de medidas para poder facilitar la comunicación con sus semejantes. El cúbito fue usado como medida de longitud en Persia, Asia Menor, Egipto y Babilonia por varios siglos antes de que los romanos conquistaran el área del Mediterráneo. El cúbito equivalía a dos pies (aproximadamente 60 cm de longitud) y estaba representado por la distancia del extremo del dedo índice al codo. El pie fue definido en esa época como la distancia de la suma de tres palmas de la mano; una palma era igual a tres pulgadas y una pulgada equivalía a tres granos de cebada colocados en fila extremo a extremo. De

* Departamento de Análisis Clínico, Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica.

** Laboratorio Clínico, Hospital San Juan de Dios.

suma importancia fue el hecho de que los egipcios apreciaran la necesidad de utilizar patrones de medida, por ejemplo, el cúbito de referencia consistía en un bloque de granito negro, que servía de patrón para estandarizar las medidas de madera que representaban los cúbitos. De esta manera, la medida de longitud era regular en todo Egipto. Los romanos, conscientes de la necesidad de mantener medidas uniformes en todo su Imperio por razones obvias, conservaban los patrones de referencia en el templo de Júpiter en el Capitolio en Roma. El emperador Nero Claudius Drusus, oficializó la medida del pie nórdico (pie natural más una palma), para que en todo el Imperio se usara una sola medida de longitud. Como medida de volumen usaron el sextario, que equivalía a 36 litros actuales. Posteriormente, con el derrumbamiento del Imperio Romano y durante la Edad Media, la estandarización de los sistemas de medida se perdieron en Europa, por lo que cada feudo estableció sus propias medidas. Esta gran cantidad de unidades diferentes hizo virtualmente imposible el comercio mediante compra y venta, por lo que se negociaba por el simple trueque. No fue sino hasta el año 789 D.C., durante el reinado de Carlomagno, que se introdujo en su imperio las medidas de peso y longitud, gracias a la influencia árabe. Desde esta época hasta fines del siglo XVIII se lograron avances de poca valía, en cuanto a la racionalización de pesas y medidas. Tenemos entonces, que fue hasta después del triunfo de la Revolución Francesa que se estandarizaron las medidas de longitud, peso, volumen y moneda (metro, gramo, litro y franco). Además, se introdujo el concepto de la decimalización. En el año de 1800, el metro fue definido como la diezmillonésima parte de un cuarto de la circunferencia de la Tierra.

Como se puede ver, aún en épocas remotas existió la inquietud de establecer sistemas de medidas uniformes, coherentes y lógicos, lo que permitió, como es obvio, un mejor entendimiento entre las diferentes culturas.

El primer intento de una estandarización internacional de pesas y medidas, fue llevado a cabo en el año de 1870. En Francia se realizó una conferencia donde participaron 15 naciones, para considerar la posibilidad de establecer nuevos estándares métricos. En 1875 se estableció el Departamento Internacional de Pesas y Medidas, apoyado por 17 naciones (Bureau International des Poids et Mesures, BIPM). Esta oficina se encarga hasta el presente de evaluar el progreso de la ciencia e industria, para adaptar las definiciones de unidades viejas y nuevas de acuerdo a las necesidades del día. Sin embargo, las decisiones son tomadas por la CGPM que, en última instancia es la autoridad internacional en materias relacionadas con las pesas y medidas.

Con el fin de evitar la anarquía existente en relación con las unidades de pesas y medidas, la CGPM (1954) decidió introducir un sistema de seis unidades básicas que permiten asimismo la derivación de otras unidades. Este sistema fue designado Sistema Internacional de Unidades (Système International D'Unites), cuya abreviación oficial es SI. En conferencias posteriores de la CGPM, modificaron el sistema introduciendo en la 14a CGPM (1971) una séptima unidad básica.

Como resultado de las medidas tomadas entre 1875 y los tiempos presentes para establecer un sistema métrico y posteriormente el SI como sistema mundial uniforme de unidades, la mayoría de las naciones usan o planean usar este sistema oficialmente. En muchos países, el cambio de unidades tradicionales a unidades SI se ha llevado a cabo mediante legislación, por ejemplo en Alemania. En otros países, el cambio ha sido voluntario, tal es el caso de Inglaterra, donde los primeros pasos se llevaron a cabo en 1965, la explicación del sistema en 1972 y fue completado en 1975. Otros países que han adaptado el SI y sus recomendaciones son Suecia, Suiza, Austria, Australia, Canadá, India, y parcialmente los Estados Unidos de Norteamérica.

¿Qué es el SI?

Sistema de cantidades y unidades

Las cantidades se pueden definir como las propiedades físicas medibles de los objetos, procesos o condiciones tales como longitud, área, volumen, velocidad, corriente eléctrica, temperatura, etc. Todas las cantidades están representadas por una unidad y un valor numérico. Por ejemplo, la estatura normal del ser humano corresponde aproximadamente a tres cúbitos, siendo el cúbito la unidad y el tres el valor numérico. Sin embargo, con el objeto de comparar resultados exactos, las medidas no deben ser basadas en unidades tales como el cúbito, pues su longitud varía de persona a persona, a menos de que se base en un cúbito patrón de determinada longitud. De esta manera, podemos ver que cualquier varilla de longitud arbitraria puede ser usada como unidad de longitud. El metro, que fue originalmente calibrado contra el metro prototipo mantenido en París, fue posteriormente definido en términos físicos con exactitud adecuada para las necesidades de la ciencia moderna.

Estructura del SI

El SI consiste de siete unidades base que han sido seleccionadas para la formación estructural del sistema. Estas unidades junto con los símbolos y cantidades se muestran en el Cuadro 1. El hecho de que este sistema de unidades esté constituido por siete unidades base permite abarcar virtualmente todos los campos de la ciencia. En algunas pocas áreas de tecnología reciente, tales como la física nuclear, se requiere unidades adicionales que no pueden ser derivadas coherentemente del sistema ya existente.

CUADRO 1 – UNIDADES BASE Y SIMBOLOS DE CANTIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

Cantidad	Unidad	Símbolo
Cantidad de sustancia	mol	mol
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Corriente eléctrica	amperio	A
Temperatura termodinámica	kelvin	K
Intensidad luminosa	candela	cd

Unidades derivadas

Multiplicando una unidad base por sí misma, o combinando dos o más unidades base por simple división o multiplicación, es posible la formación de un gran número de unidades, conocidas como unidades SI derivadas. Por ejemplo, el volumen de un cubo se obtiene multiplicando el largo por el ancho por el alto. Por tratarse en este caso de una cantidad geométrica, todas las unidades básicas son del mismo tipo, la longitud. De manera que a partir de una sola unidad base, el metro, se pueden derivar unidades de área (metro cuadrado), volumen (metro cúbico) y hasta unidades angulares (radian: un rad equivale a 1 m/m). Ejemplos de algunas unidades derivadas se muestran en el cuadro siguiente.

CUADRO 2 – ALGUNAS UNIDADES SI DERIVADAS

Cantidad	Nombre de la unidad derivada	Símbolo de la unidad
Área	metro cuadrado	m ²
Volumen	metro cúbico litro*	m ³ l
Velocidad	metro por segundo	m/s ó m · s ⁻¹
Aceleración	metro por segundo al cuadrado	m/s ² ó m · s ⁻²
Concentración de sustancia	mol por metro cúbico	mol/m ³ ó mol m ⁻³
Densidad	kilogramo por metro cúbico	kg/m ³

* Debido a que el litro es ampliamente usado en química, se acepta como la unidad de volumen.

Las unidades derivadas se dividen a su vez en unidades derivadas coherentes y unidades derivadas no coherentes. Las primeras derivan de unidades base solamente, siendo el factor de conversión igual a uno (la unidad derivada coherente de área es el metro cuadrado, asimismo, la de velocidad es el metro por segundo) y las segundas presentan un factor que no es uno (una hectárea equivale a 10.000 m², asimismo un mm Hg equivale a 133,322 pascal). La combinación de unidades base para obtener derivadas nos muestra una de las principales ventajas del SI. En este sistema, no se requiere memorizar factores de conversión, ya que para obtener las unidades derivadas no se necesita el uso de factores matemáticos que no sean la unidad. Por lo anterior, se considera que el SI es coherente. Las operaciones matemáticas en un sistema coherente son simples y confiables, debido a que el uso de factores de conversión pueden ser fuentes de error.

A una serie de unidades derivadas se les ha dado nombres especiales, la mayoría de los cuales son nombres de científicos, que han contribuido en el campo relacionado. La razón de asignar estos nombres a tales unidades se ilustra con el siguiente ejemplo: la unidad SI de presión, es definida como una unidad de fuerza que se ejerce sobre una unidad de área, lo que equivale a un newton por metro cuadrado (N/m^2). La unidad pascal es, por lo tanto, el kilogramo dividido por el producto del metro con el segundo al cuadrado ($\text{kg/m} \cdot \text{s}^2$ ó $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$). Como puede observarse, el uso de nombres y símbolos complejos y engorrosos resulta inconveniente, por lo que se ha dispuesto darle a éstos nombres sencillos de fácil manejo que involucren todo el concepto. En el Cuadro 3 se describen algunas unidades SI derivadas con nombres especiales, que más se utilizan en la práctica médica.

CUADRO 3 – UNIDADES SI DERIVADAS CON NOMBRES ESPECIALES

Cantidad	UNIDAD SI		
	Nombre	Símbolo	Expresión en términos de otras unidades
Frecuencia	hertz	Hz	s^{-1}
Fuerza	newton	N	$\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$
Presión	pascal	Pa	N/m^2
Energía, trabajo; cantidad de calor	joule	J	$\text{N} \cdot \text{m}$
Temperatura Celcius	grados Celcius	$^{\circ}\text{C}$	K

Unidades suplementarias

Las unidades suplementarias ocupan una posición anómala por lo que la CGPM no se ha decidido si considerarlas como unidad base o derivada. Debido a que estas unidades no se utilizan en la práctica médica nos abstendremos de comentadas.

El uso del prefijo en el SI

El SI ha incorporado dieciséis prefijos que permiten formar múltiplos o submúltiplos en décimas, como se muestra en el cuadro siguiente:

CUADRO 4 – PREFIJOS Y SUS SIMBOLOS USADOS CON EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

Prefijo	Símbolo	Factor	Prefijo	Símbolo	Factor
exa	E	10^{18}	deci	d	10^{-1}
peta	P	10^{15}	centi	c	10^{-2}
tera	T	10^{12}	mili	m	10^{-3}
giga	G	10^9	micro	μ	10^{-6}
mega	M	10^6	nano	n	10^{-9}
kilo	k	10^3	pico	p	10^{-12}
hecto	h	10^2	femto	f	10^{-15}
deca	da	10^1	atto	a	10^{-18}

Quando los prefijos son usados, deben escribirse directamente a los nombres de las unidades sin incluir ninguna puntuación, por ejemplo, kilómetro y no kilo-metro. Lo mismo se aplica a los símbolos (kPa).

Los prefijos para múltiplos de 10 a la tercera potencia son preferidos (10^3 , 10^6 , 10^{-3} , 10^{-6} equivalen a kilo, mega, mili, micro). Se recomienda que los prefijos hecto, deca, deci y centi sean usados solamente cuando tienen amplia aceptación, como en el metro (centímetro), pero no en el mol (centímol).

Las unidades formadas por medio de prefijos no deben denominarse unidades SI, ya que éstas están confinadas a la unidad base, las derivadas y las suplementarias. Los prefijos representan solamente un múltiplo o submúltiplo de una unidad SI.

Los prefijos compuestos no deben ser usados, por ejemplo el nanómetro no debe ser llamado milimicrómetro. Vale la pena mencionar que algunas unidades ampliamente usadas no pertenecientes al SI se mantienen en uso, particularmente el litro y las unidades de tiempo. Por ejemplo, el litro, cuyo símbolo para la unidad es "l" equivale a un decímetro cúbico ($1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$) siendo sin embargo el metro cúbico (m^3) la unidad base de volumen. En cuanto al tiempo, las unidades más usadas son el minuto (min), la hora (h) y el día (d), siendo la unidad base de tiempo el segundo (s).

Aplicación práctica de las unidades SI en las ciencias médicas

La unidad de cantidad de sustancia (el mol) debe ser usada en vez de la unidad de masa para todas las sustancias cuya masa molecular relativa (antiguamente denominado peso molecular) es conocida. Las unidades de cantidad de sustancia desplazarán a las unidades de masa como el gramo y el miligramo en todos aquellos casos que sea posible.

El término "concentración" tiene poco significado cuando se utiliza como tal, debido a que la concentración puede ser expresada en formas muy diferentes. El Cuadro 5 muestra la concentración de cantidades y de unidades más utilizadas en la práctica:

CUADRO 5 – CANTIDADES DE CONCENTRACION Y UNIDADES

Nombre de la cantidad	Definición	Unidad
Concentración de sustancia*	Cantidad de sustancia de un soluto dividido por el volumen de la solución	mol/m ³ ; mol/l
Molalidad	Cantidad de sustancia de un soluto dividido por la masa del solvente	mol/kg
Fracción de sustancia	Cantidad de sustancia de un componente dividido por la cantidad de sustancia de la mezcla	mol/mol
Fracción de masa	Masa de un componente dividido por la masa del sistema (mezcla)	kg/kg
Concentración masa	Masa de un componente (soluto) dividido por el volumen del sistema (solución)	kg/m ³ ; kg/l
Fracción de volumen	Volumen de un componente dividido por el volumen del sistema	m ³ /m ³ ; l/l
Contenido de sustancia	Cantidad de sustancia de un componente dividido por la masa del sistema (mezcla)	mol/kg
Número de concentración	Número de partículas o entidades elementales dividido por el volumen del sistema (mezcla)	m ⁻³ ; l ⁻¹

* La concentración nunca debe ser referida como “concentración molar” o “molaridad”.

Es importante mencionar que al usar prefijos para expresar múltiplos o submúltiplos de una concentración, éstos deben asociarse al numerador y no al denominador. Por ejemplo, la concentración de sustancia puede ser expresada en milimol por litro (mmol/l) y no micromol por mililitro (µmol/ml). Lo mismo se aplica a otras formas de expresar concentración, o sea que el denominador es la unidad base y debe mantenerse intacto. Es incorrecto usar concentraciones en términos de: micromol por gramo (µmol/g), gramo por decilitro (g/dl), miligramo por decilitro (mg/dl), etc. El uso de denominadores invariables origina valores numéricos comparables y previene errores de interpretación que se pueden producir al usar una gran variedad de denominadores.

Algunos pocos componentes del fluido corporal, que no pueden ser por el momento medidas en términos de cantidad de sustancias, debido a que se desconoce su masa molecular relativa, se siguen reportando en términos de concentración de masa. Por ejemplo, las gamma globulinas, las proteínas totales, los triglicéridos, los ésteres de colesterol, y otros.

La hemoglobina puede ser expresada en términos de concentración de sustancia. El Comité para la estandarización en Hematología ha recomendado que debe ser reportada preferiblemente en términos de concentración de masa (g/l), hasta que se aclare la posición relacionada a las proteínas plasmáticas. Sin embargo, el Comité considera que puede ser expresada en términos de concentración de sustancia (mmol/l) siempre y cuando se especifique si se refiere al monómero -Hb(Fe)— o al tetrámero -Hb(4Fe)-.

La concentración de ión hidrógeno puede ser reportada en términos de concentración de sustancia o de pH. A pesar de que la escala de pH no es inconsistente con el SI, está basada en una relación logarítmica, por lo que el uso de la concentración de sustancia, que evita esta complicación, ofrece una serie de ventajas. A pesar de esto, los organismos encargados de establecer las pautas a seguir no han decidido las recomendaciones definitivas.

En lo que se refiere a enzimas, la unidad SI de actividad catalítica (denominada actividad enzimática) es el mol por segundo ($\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$). La IUPAC aprobó provisionalmente el nombre de katal (símbolo kat) para esta unidad ($1 \text{ kat} = 1 \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$). Sin embargo, el katal no ha sido aprobado por la CGPM, por lo que no pertenece al SI. El mol por segundo (mol/s) desplazará la antigua unidad internacional (U). Los factores de conversión son los siguientes: $1 \text{ U} = \mu\text{mol}/\text{min} = 16,67 \text{ nmol}/\text{s} = 16,67 \text{ nkat}$.

Tenemos entonces que:

1. El mol y sus fracciones decimales (mmol, μmol , nmol, pmol, fmol) han de ser usadas como las unidades base para expresar cantidad de sustancia siempre y cuando se conozca la masa molecular relativa.
2. Para compuestos tales como proteínas, cuya masa molecular relativa no son conocidas, se recomienda mantener la unidad de masa, lo misma para mezclas tales como lípidos totales, 17 cetosteroides, etc.
3. La unidad base de volumen es el metro cúbico (m^3), sin embargo, debido a que el litro es ampliamente usado se acepta como unidad de volumen.
4. El tiempo dentro de lo posible debe ser reportado en segundos o días. A pesar de que el minuto no forma parte del SI, se acepta su uso.
5. Las unidades de presión (mm Hg) el torr, la atmósfera y las pulgadas de agua serán reemplazadas por las unidades pascal y kilopascal.
6. Los símbolos de las unidades como de los elementos químicos se escriben sin puntuación final, por ejemplo, "mm" (sin punto) y no "mm." (con punto), para minuto.
7. Únicamente los símbolos de unidades que provienen de nombres propios se escriben con mayúscula, por ejemplo, W para vatio.
8. El conteo de células se expresará en términos de número de células por litro, en lugar de número de células/ mm^3 - Posiblemente en un futuro los símbolos T para 10^{12} , G para 10^9 , y M para 10^6 sean usados para evitar la necesidad de escribir los exponentes.
9. Los valores de aclaramiento o depuración de una sustancia deben reportarse por segundo y no por minuto.
10. La caloría como unidad de energía, trabajo o cantidad de calor será reemplazada por el joule.
11. Las unidades de fuerza, presión, trabajo y potencia deben ser reportadas en newton, pascales, joules y vatios respectivamente.
12. A pesar de que la unidad de temperatura es el kelvin (K), las profesiones relacionadas a las ciencias médicas usarán el grado Celsius ($^{\circ}\text{C}$) como unidad de temperatura, que ha sido aceptado por la CGPM. La relación que existe entre ambas unidades se puede expresar con la siguiente ecuación: $^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273,15$. Cabe mencionar que la unidad es el grado Celsius y no el grado centígrado. Las formas correctas de escribir intervalos de temperatura se ilustra con el siguiente ejemplo: $37\text{--}38^{\circ}\text{C}$, ó $37^{\circ}\text{C}\text{--}38^{\circ}\text{C}$, ó 37°C a 39°C . Las formas incorrectas son: $37^{\circ}\text{--}38^{\circ}\text{C}$ ó $37^{\circ}\text{C}\text{--}38^{\circ}\text{C}$.

13. Las unidades para las siguientes cantidades de radiación son: para dosis absorbida e índice de dosis absorbida el gray; para velocidad de dosis absorbida el gray por segundo; para dosis equivalente el joule por kilogramo; para actividad el becquerel; para exposición el coulombio por kilogramo y para velocidad de exposición el coulombio por kilogramo por segundo (o el amperio por kilogramo).
14. Debido a la falta de literatura en español referente al SI, omitimos dar recomendaciones relacionadas a las abreviaciones de códigos y nombres de las cantidades.
15. En principio, las recomendaciones del IFCC y del IUPAC para los reportes de los análisis de laboratorios son las siguientes:
 - a. indicar el tipo de muestra y/o condiciones del paciente, o sus abreviaciones
 - b. guión
 - c. nombre del compuesto con la letra inicial en mayúscula
 - d. coma
 - e. el nombre de la cantidad con la letra inicial minúscula o sus abreviaciones
 - f. signo de igualdad
 - g. el valor numérico y la unidad.

Ejemplos:

- Plasma de paciente en ayuno—Glucosa, concentración de sustancia = 4,9 mmol/l.
- Sangre—Hemoglobina (Fe), concentración de sustancias = 8,0 mmol/l.
- Suero— ión Sodio, concentración de sustancias = 142 mmol/l.
- Orina 24 h— Glucosa, cantidad de sustancia = 13,8 mmol.

El Cuadro 6 muestra algunas cantidades y unidades recomendadas y no recomendadas por el SI

Recomendaciones para la introducción del SI en las ciencias médicas

Con la excepción de algunas naciones en las cuales aún hoy día es tema de debate, la mayoría ha acatado lo dispuesto por la 30a Asamblea Mundial de la Salud al aprobar el uso del SI en mayo de 1977 para todo lo relacionado con salud. Casi todas las comunidades científicas están de acuerdo que es indispensable una comunicación uniforme e inequívoca y que el intercambio de información sea lo más simple posible.

Sin embargo hoy día se suceden por parte de algunos grupos científicos discusiones sobre las ventajas o desventajas del cambio de las unidades y símbolos de los sistemas tradicionales que están íntimamente arraigados a la idiosincrasia de los respectivos pueblos. Es lógico pensar que generaciones de generaciones han sido educadas dentro de estos sistemas y difícil sería, por no decir prácticamente imposible, pretender un cambio repentino sin la planificación adecuada. En este aspecto hay acuerdo general. Por lo tanto, podemos asegurar que el asunto no estriba en si se debe adoptar o no el SI, sino más bien, en cómo llevar esta adaptación a cabo.

En todas aquellas naciones en que el cambio del sistema tradicional al sistema SI se ha realizado en forma acelerada de acuerdo a necesidades impuestas, han tenido que recorrer un camino difícil y en algunos casos han lindado con el fracaso.

CUADRO 6 – ALGUNAS CANTIDADES Y UNIDADES RECOMENDADAS PARA SER USADAS CON EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

Cantidad	Unidad	Símbolo	Subunidades	
			Recomendadas	No recomendadas
Longitud	metro	m	mm, μ m, nm	cm, μ , u, m μ , mu, A
Area	metro cuadrado	m ²	mm ² ; μ m ²	cm ² , μ ²
Volumen	metro cúbico litro	m ³ l	dm ³ , cm ³ , mm ³ , μ m ³ ml, μ l, nl, pl, fl	cc, ccm, μ ³ , u ³ L, λ , ul, μ μ l, uul
Masa	kilogramo	kg	g, mg, μ g, ng, pg	Kg, gr, γ , ug, m μ g, mug, $\gamma\gamma$, μ μ g, uug
Concentración de masa	kilogramo/litro	kg/l	g/l, mg/l, μ g/l, ng/l	g/ml, %, g%, ppm, %(P/V), g/100ml, g/dl
Cantidad de sustancia	mol	mol	mmol, μ mol, nmol	M, eq, val, g-mol, mM, meq, mval, Meg, μ val, nM, neq
Concentración de sustancia	mol/litro	mol/l	mmol/l, μ mol/l, nmol/l	M, eq/l, val/l, mval/l N, n, mM, meq/l, mval/l μ M, uM, μ eq/l, nM, neq/l
Presión, presión parcial	pascal (newton por metro cuadrado)	Pa(N/m ²)	MPa, kPa	atm, at, bar, b, mmHg torr, mbar, mb, mmH ₂ O
Tiempo	segundo	s	Ms, ks, ms, μ s, a, d, h, min	min., m, seg, s., us, hr.
Densidad	kilogramo por litro	kg/l	g/l, mg/l	g/ml, mg/ml, μ g/ml, g/cc

Tenemos mucho que aprender de las experiencias que estas naciones han derivado, ya sea por los éxitos cosechados o por los errores cometidos. Es también muy cierto, por razones obvias, que la responsabilidad de la introducción compete por igual a todos los profesionales de las ciencias médicas, ya sean microbiólogos, farmacéuticos, médicos, odontólogos, enfermeras y otros.

En una reseña publicada en el Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana (agosto 1978), se da una serie de recomendaciones muy atinadas que no podemos bajo ninguna circunstancia ignorar. Se menciona que parte del éxito se debe a la existencia de un servicio nacional de salud, del grado de centralización de la asistencia de salud y, sobre todo, de los servicios de laboratorio. Estas condiciones las tenemos en Costa Rica. Pero lo más importante, y es aquí donde está lo medular del asunto, es que debe contemplarse un período de transición.

Podríamos decir que para que una generación completa pueda manejar sin dificultad el SI, debe ser educada desde el principio de su enseñanza bajo este sistema. Esto requiere muchos años. Por lo tanto, se justifica un período de transición y la clave del éxito de este período reside en tres factores: planificación, fijación de un plazo para el cambio y adiestramiento. Efectivamente, estos tres aspectos son básicos y de suma importancia para poder pretender que el personal dedicado a las ciencias médicas logre en un tiempo determinado manejar con habilidad, todo un caudal de conocimientos, sin poner en peligro la vida de los pacientes, y sin crear un caos en la comunicación de datos y resultados de las determinaciones de laboratorio.

En forma detallada la reseña entra a considerar una serie de aspectos muy valiosos por la enseñanza que deja, y se destaca que se debe dar un plazo prudencial para el cambio.

Algunas comunidades científicas han recomendado el uso a la vez de las viejas y las nuevas unidades y símbolos. Esto es completamente inconveniente. Una vez llevada a cabo la planificación adecuada con el concurso de las profesiones que involucran las ciencias médicas, a saber, microbiólogos, farmacéuticos, odontólogos, médicos, enfermeras, etc., y el adiestramiento permanente, el cambio se debe realizar en forma completa, del sistema tradicional al sistema SI. Por ninguna razón se debe usar ambos sistemas simultáneamente, pues las consecuencias pueden ser confusión e incluso el fracaso.

Para finalizar reproducimos una frase escrita en la reseña del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana que resume por sí sola la importancia de utilizar este sistema: "Con el objeto de facilitar la comunicación inequívoca y el intercambio de información entre el personal de salud del mundo entero, es indispensable que todos los miembros del personal médico y paramédico de todos los países del mundo adopten sin demora el sistema internacional de unidades de medición (unidades SI) para lograr un acuerdo y una conformidad universales en este importante sector de la actividad sanitaria".

ABSTRACT

The principal concepts and indications of the International System of Units is discussed, in general and with specific emphasis of its use within the medical sciences. A series of recommendations that will aid in an effective introduction of this system in the medical practice are presented.

BIBLIOGRAFIA

1. Dumas, B. T., IFCC documents and interpretation of SI units a solution looking for a problem. *Clin Chem.* 25(5):655—658, 1979.
2. Lehmann, H. P., Schosinsky; K. H., Sistema de unidades internacionales (SI): su aplicación en el Laboratorio Clínico. *Rev. Méd. Hosp. Nal. Niños* 11(1):65—74, 1976.
3. Lines, J.C., SI unjts: another view. *Clin. Chem.* 25(7)1331—1333, 1979.
4. Lippet, Fi. Lehmann, H. P., SI units in Medicine. Urban and Schwarzenberg. Baltimore-Munich, 1978.
5. Tupper, C. J., Smith, R. J. *et al.* Adoption of International System of Units. *J.A.M.A.* 240(24): 2664, 1978.
6. Lehmann, H.P., Metrication of clinical laboratory data in SI Units. *Amer. J. Clin. Path.* 65:2—18, 1976.
7. World Health Organization: The SI for the health professions. WHO resolution No. 30. 39, 1977, 75 pp.
8. Adopción del nuevo Sistema Internacional de Unidades (SI). *Bol. Of. Sanit. Panam.* 85(2):161—169, 1978.
9. Kumate, J. El Sistema Internacional de Unidades. *Gaceta Médica de México* 115(9) :383 —385, 1979.
9. Dybkaer, R., Rigg, J. C., and Zender, R. IFCC Documents and Interpretation of SI Units. An Adaptable Solution. *Clin. Chem.* 26(3):369-370, 1980.
10. Hindmarsh, J. T., Cousins, C. L., and Longley, W. J. A Cheerful Report on SI Units Acceptance. *Clin. Chem.* 26(2):357, 1980.