

EDITORIAL

El sistema internacional de unidades

JESÚS KUMATE*

La profesión y la práctica médicas han sido paradigmas de gran diversidad, casi nunca buena, en el empleo de unidades de medida para cuantiar los parámetros clínicos; así, el peso, la estatura, la temperatura, la agudeza visual y los volúmenes de los diferentes líquidos orgánicos han sido objeto de sistemas de medida, sin ninguna base o relación lógicas, que han requerido de transformaciones tediosas y sin ningún sentido utilitario.

Los intentos por introducir racionalidad en materia tan importante se iniciaron desde 1791 en Francia, con el sistema métrico; sin embargo, los países sajones no lo adoptaron hasta mediados del presente siglo y todavía deberán transcurrir diez años para su cabal operatividad.

La 30a. Asamblea Mundial de la Salud, celebrada en Ginebra en mayo de 1977, resolvió recomendar la adopción del Sistema Internacional de Unidades (SI) desarrollado por la Conferencia General de Pesas y Medidas. En la quinta recomendación se dice: "... todas las escuelas de medicina y escuelas que ofrecen entrenamiento en disciplinas relacionadas con la medicina, incluyan cursos sobre la teoría y el uso del SI en sus currícula ..."

El sistema SI es una extensión del sistema MKS (metro, kilogramo, segundo) propuesto por Giorgi

en 1901. Comprende siete unidades básicas, 18 unidades derivadas (sólo tres de ellas tienen relevancia médica) y un número no fijado de unidades suplementarias (sin importancia directa en la clínica). El sistema carece de factores de conversión que sea necesario memorizar y en la génesis de las unidades derivadas no interviene otro factor matemático que "1". Es un sistema coherente y lógico.

Las unidades básicas son: metro, kilo, segundo, amperio, kelvin, candela y mol; las tres unidades derivadas relevantes en medicina son: pascal, joule y grados Celsius.

Magnitud	Nombre de la unidad	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilo	kg
Tiempo	segundo	s
Fluido eléctrico	amperio	A
Temperatura termodinámica	kelvin	K
Intensidad lumínica	candela	cd
Cantidad de materia	mol	mol

De las tres unidades derivadas de interés médico, el pascal o unidad de presión (Pa) equivale a la

* Académico titular. Hospital Infantil de México.

fuerza de un newton/m² y substituye a los mm. de Hg; el joule, (J) como unidad de energía, trabajo o cantidad de calor (newton/m), substituye a la antigua caloría; y el grado Celsius (°C) es expresión de la temperatura Celsius derivada del kelvin.

En principio resulta muy conveniente que se deje de expresar la concentración de algunas sustancias, como la IgE, en microgramos; de otras, como la glucosa, en miligramos y en el caso de la albúmina plasmática, en gramos, todas ellas por 100 ml. En otros casos se mantiene una expresión diferente para sustancias metabólicamente relacionadas, v. gr.: mEq/l. para ácidos grasos y mg./100 ml. para lípidos totales. Otra expresión que confunde es la de partes por millón (p.p.m.) para significar miligramos por litro.

En el nuevo sistema, la adopción de moles por litro (mol/l) permitirá visualizar más fácilmente las relaciones entre las concentraciones moleculares; se hará tabla rasa con la masa y al relacionar todo lo posible con pesos moleculares, se facilitará la comprensión de muchos fenómenos biológicos. De hecho, se usará el sistema que los especialistas en electrolitos y agua han manejado desde más de treinta años.

Los cambios más importantes serán los relativos a las unidades empleadas en la gran mayoría de los exámenes de laboratorio. Así, la variación normal de la glucosa (70-100 mg./100 ml.) pasa a ser de 3.9 - 5.6 milimoles/l. (mmol/l); la bilirrubina sérica total, que puede ser —en condiciones normales— hasta de 0.7 mg./100 ml., ahora se dirá que no puede rebasar 12 micromoles/l. (μmol/l); las cifras que acotan la variación normal del colesterol, o sean 150-280 mg./100 ml., pasan a ser de 3.9-7.2 milimoles/l (mmol/l); y el tiempo de sangrado, expresado como variable entre 3-8 minutos, se torna en 0.18 - 0.48 kilosegundos (ks).

Algunas expresiones no cambiarán; v. gr., el contenido de sodio, potasio, CO₂ y osmolaridad; otras, como la concentración de seroproteínas, por ahora simplemente se harán por litro, en vez de 100 ml.; situación esta transitoria, en tanto se conozca el peso molecular de todas las proteínas.

Algunas de las razones expresadas para adoptar el nuevo sistema en medicina son:

1. La facilidad para visualizar las relaciones de compuestos con metabolismo similar o secuencial; v. gr., la albúmina y la bilirrubina plasmáticas, que con base ponderal no tienen relación aparente (gramos versus miligramos), pero que cuando son expresadas como moles, resultan comprensibles sus relaciones en desplazamiento o liga, como en las ictericias del recién nacido.

2. La hemoglobina y el 2, 3 difosfoglicerato, en base molar, expresan muy claramente su dependencia cuantitativa en la disociación de la hemoglobina, que se pierde cuando se ofrecen las concentraciones de masa/volumen.

3. La retención de la bromosulfaleína, expresada como concentración molar, es similar a la de la bilirrubina total, lo que permite reconocer la magnitud del sistema de la depuración plasmática.

4. La eliminación urinaria de aminoácidos resulta completamente diferente (inversamente proporcional al peso molecular) cuando se comunica en forma de mg./l. que cuando se expresa como mol/l.

5. Las relaciones molares entre glucosa, fosfato inorgánico, sodio y potasio harán más fácil la comprensión cuantitativa de los cambios que ocurren durante las pruebas de tolerancia, en la administración de corticosteroides y en la regulación de la glicemia y la glucogénesis.

Una recomendación independiente del SI, aunque con el mismo espíritu, es la concerniente al campo de las enzimas. La Unión Internacional de Bioquímica, en 1964, adoptó el empleo de la unidad internacional, definida como: "... la cantidad que cataliza la transformación de una micromola de sustrato por minuto en condiciones estándar..." En el sistema SI se cambiará a katal, o sea la cantidad que cataliza la transformación de una mola por litro por segundo. Se dará un paso importante en la eliminación de unidades eponímicas, como unidades Bodansky para las fosfatasas, unidades Wróblewski para las transaminasas y deshidrogenasa láctica o unidades Caraway para la amilasa sérica.

Muchos médicos y no pocas revistas médicas se muestran renuentes —por ahora— a la adopción del nuevo sistema; no ven claro qué beneficios aportarán al cuidado de los enfermos las nuevas magnitudes; arguyen que en muchos casos la interpretación de los resultados conducirá a confusión del médico todavía no interiorizado con las nuevas unidades y que en ocasiones, la nueva unidad resulta poco manejable. Tal sería el caso de miles de millones/l. para los leucocitos (10⁹) o de billones (10¹²)/l. para los eritrocitos, en lugar de los miles o millones por mm³ en el sistema antiguo.

Los promotores del sistema mencionan que la reticencia para la aceptación es simple comodidad, y que así como se eliminaron los pies para la medición de la estatura, o las piedras para el peso, por no representar ninguna razón fundamental ni basarse en sistema matemático alguno, las nuevas unidades harán más fácil el aprendizaje a las nuevas generaciones, que tienen todo el derecho de ser instruidas en un sistema más lógico y coherente que los tradicionales.

Una recomendación de índole general es que las cantidades que expresan las unidades no varíen más que entre 0.1 y 999. El ajuste se logra mediante prefijos que van desde 10¹⁸, exa (E); 10¹⁵, peta (P); 10¹², tera (T); 10⁹, giga (G); 10⁶, mega (M); 10³, kilo (K); 10², hecto (h); 10¹, deca (da); hasta 10⁻¹, deci (d); 10⁻², centi (c); 10⁻³, mili (m); 10⁻⁶, micro (μ); 10⁻⁹, nano (n); 10⁻¹², pico (p); 10⁻¹⁵, femto (f) y 10⁻¹⁸, atto (a).

Algunas de las unidades que han sido reemplazadas son: gamma por microgramo (μg), lambda por microlitro (μl), angstrom por nanómetro (nm), svedberg por picosegundo (ps) o femtosegundo (fs) y torrighani por kilopascal (kPa).

La aceptación del SI no ha sido fácil. En Holanda, el primer país en adoptarlo, en 1970, de 53 internistas del más alto nivel sometidos a encuesta, 18 informaron que les había llevado ocho meses o más manejar fluidamente las nuevas unidades, 47/53 creían que los pacientes no se beneficiarían con el empleo del SI, si bien 28/53 consideraron que les había facilitado la comprensión de muchos mecanismos bioquímicos. En Canadá, seis meses después de la introducción del SI, en dos hospitales el cuerpo médico permanente informó que la adopción había sido difícil en 15 por ciento de los casos y francamente tediosa para 49 por ciento de los entrevistados.

Si el criterio para considerar que el SI ha sido aceptado es que 80 por ciento de los laboratorios expresen sus resultados en el nuevo sistema, la situación actual de aceptación es la siguiente: Holanda y a continua-

ción, Finlandia, Austria, Nueva Zelandia, Suécia, Noruega, República Federal Alemana y en el presente año, República Democrática Alemana y Checoslovaquia. Hungría y México han prometido su adopción para 1980 y Ecuador, para 1982.

La tendencia a la adopción del SI parece irreversible. Un factor muy importante será la exigencia de las revistas médicas más connotadas en cuanto a la presentación de los resultados.* Es muy sintomático que desde 1975, el *New England Journal of Medicine* publique las tablas de valores normales, tanto en el sistema tradicional como en el SI. La Organización Mundial de la Salud y la Organización Panamericana de la Salud promueven muy vigorosamente la adopción del SI. Así, la O.M.S. publicó en 1977 un folleto (hasta ahora sólo en idioma inglés) intitulado *The SI for the health professions*.

La introducción del SI, sus problemas y ventajas ilustran un aspecto de la educación médica continua en medicina, a la que todo profesional del campo está comprometido, en razón de lo mucho por hacer y sobre todo, de lo mucho por mejorar en la práctica de nuestra profesión.

* La GACETA MEDICA DE MEXICO adoptará el sistema SI a partir de su volumen 116 (1980).