



La unificación industrial

El problema de las unidades de medida en todo el mundo

Por el Teniente Coronel ROMERO GIRON

En los números 58 y 59 de la REVISTA DE AERONAUTICA expuse en un artículo bajo este mismo título, al tratar del problema de las roscas, que la unificación conseguida por acuerdos sucesivos entre los seres humanos sobre actividades industriales, con el objeto de obtener mayores rendimientos y aprovechamientos de la producción y con el de ahorrar cuantos esfuerzos no sean útiles, estaba basada en otros acuerdos o unificación igualmente, que, aunque de naturaleza diferente, son necesarios y esenciales, porque constituyen la base de entendimiento para la producción.

Estos acuerdos, por su índole, abarcan campos diferentes, que se pueden agrupar bajo distintas designaciones, como: de símbolos o representaciones, de conceptos puramente técnicos, de organización, etc., etc., y que en realidad, cualquiera que sea el desglose que se adopte en su ordenación, el conjunto representa una acción práctica de disminución de las infinitas variantes en las actividades de la asociación humana, bajo todos los aspectos.

Esta disminución de variantes será tanto más extensa y completa cuanto mayor sea el número de campos sobre los que se actúe.

Así, por ejemplo, para la elaboración industrial de piezas se puede intervenir bajo una acción unificadora, bien sobre el material, sobre las formas o sobre las dimensiones.

Quedarían así ya esbozados amplios campos de acción, de una variedad tan extraordinaria, que para profundizar en cualquiera de ellos se precisarían nuevas grandes divisiones y subdivisiones.

En el material, por ejemplo, las divisiones se podrían establecer sobre la naturaleza, composición química, propiedades físicas, mecánicas, eléctricas, magnéticas, tratamientos, métodos de elaboración, etc., etc.; dentro de la naturaleza cabrían subdivisiones en metálicas férricas, metálicas no férricas ligeras, metálicas no férricas pesadas, no metálicas naturales, artificiales, sintéticas, líquidas, gases, etc., etc.

En cuanto a las formas: redondos, cuadrados, rectangulares, poligonales, etc., para las barras; planchas, láminas, etc. (entre los productos semielaborados); perfiles, chavetas, pernos, remaches, tornillos (sin tener en cuenta la parte roscada, tratada en el artículo anterior), etc.; formas de las cabezas; estas últimas, avellanadas, gota de sebo, redondas, semirredondas, poligonales, etc., etc. (entre los productos elaborados).

Dentro de cada forma no existe límite de variedad en la elaboración humana para el dimensionado si no se establecen acuerdos previos de reducción.

No corresponde a este artículo entrar en el detalle y encuadrar debidamente ordenado todo

cuanto en estos campos es posible abarcar, tratando únicamente de esbozar muy ligeramente la amplitud e importancia de cualquiera de ellos, y sobre todo señalar la necesidad de iniciar su unificación desde los principios básicos y fundamentales cuando se quiere establecer esta unificación profundamente y realizarla en forma "racional".

Siguiendo, por tanto, esta idea, y de acuerdo con los procedimientos clásicos de elaborar la unificación, de entre todas las variantes de los diferentes campos, aquellas que se seleccionan lo han de ser mediante acuerdos colectivos de sectores amplios de la producción y de la ciencia, agrupados según la índole de los trabajos, de acuerdo con su especialidad o actividad elaboradora afines a los campos de que se trate; y para que estos acuerdos se puedan realizar, habrán de hablar y expresarse todos los componentes bajo el mismo lenguaje y conceptos apropiados a aquella especialidad en cada caso. Por ejemplo, al tratar de fijar acuerdos sobre características mecánicas de los materiales, se expresarán bajo el concepto del esfuerzo que puede soportar una pieza de ese material al someterlo a una tracción, compresión, golpe, etc., y este concepto quedará fijado en función de una unidad de medida de resistencia del material.

Si los acuerdos tratan sobre formas, aparecerá en seguida el concepto de dimensión, en función también de la unidad de medida correspondiente, y otro tanto sucederá al tratar del tiempo o del peso.

Aparecen, por lo indicado, unos conceptos previos, que son básicos y necesarios, entre los que se encuentran las unidades de medida para la determinación de las magnitudes de todo orden, y ello representa la existencia de un campo de unificación, que debe preceder a las decisiones que sobre otros acuerdos se realicen y sobre el que se trate en esta ocasión.

Las unidades de medida y su evolución histórica.

Primera época.—Contar, medir, pesar y determinar cuantitativamente, es hoy día y ha sido siempre el objeto principal de los convenios humanos y de las ciencias experimentales.

Ya desde los tiempos primitivos, en que nuestros antepasados sintieron necesidad de intercambio en sus producciones, aparecieron las de determinar las equivalencias correspondientes a

sus transacciones, y por tanto, desde tiempos remotos existió la necesidad de establecer módulos o unidades de medida o de comparación apropiados a la realización de aquellas transacciones.

El origen de las unidades de medida es, pues, muy antiguo, y se puede considerar, con las variaciones y cambios producidos en el transcurso de la Historia y modificaciones debidas a los progresos de la ciencia, que gran parte de las actuales unidades recuerdan su origen de los primeros tiempos.

Entre los diversos sistemas de medidas de la antigüedad, parece ser el babilónico el que poseyó un desarrollo más apropiado para considerarlo como punto de partida; su unidad de peso consistía en la de cierta cantidad de agua, y la arista del cubo que contenía esta cantidad era el "pie" o unidad de longitud.

La unidad de peso se denominaba "talento", subdividida en 60 "minas", y media mina se ha utilizado hasta tiempos bastante próximos como unidad de peso para usos farmacéuticos.

Dados los escasos medios y conocimientos de aquellas épocas, la forma más apropiada de determinar longitudes era relacionarlas con las del cuerpo humano, y de aquí la "pulgada" (distancia del ancho del pulgar), el "dedo", la "cuarta o palmo" (del extremo del pulgar al meñique con la mano extendida), el "jeme" (del pulgar a índice extendidos), el "codo" (del codo al dedo medio), la "brazo" o estatura media (de punta a punta de los dedos medios, con los brazos extendidos), el "puño", el "pie", el "paso", etcétera.

Unidades no constantes, ya que no hay igualdad entre las personas; pero para las necesidades de entonces tenían una aproximación más que suficiente, y desde luego, lógicas y cómodas, porque se transportaban personalmente.

Para medidas mayores empleaban alcances con los medios disponibles, como el "tiro de piedra", o recorridos determinados, como la "jornada". En peso, el actual "quilate" procede de la palabra "Kuara", nombre del grano de un cereal de Arabia que se empleaba para el peso del oro.

De estas magnitudes aproximadas, tomadas como unidades de medida, se pasó a los patrones-tipo, que se custodiaban cuidadosamente: los hebreos, en los templos; los romanos, en el Capitolio, y durante el Imperio bizantino fueron considerados como joyas públicas; en Ate-

nas crearon y mantenían una guardia especial, encargada de custodiar, comparar y contrastar oficialmente estos patrones.

A través de los escritos se ha conocido la gran extensión y variedad que se han ido produciendo de los patrones-tipo, así como los nombres; pero no ha sido posible conservar las características.

Las dificultades de comunicación, de intercambios y de asociación, indudablemente fueron, en parte, la causa de ese gran caos de extrañas y variadas unidades de medida y de muchos de los inadecuados nombres utilizados; estas diferencias producían tantos perjuicios, que ya en la época de la Magna Carta (1215) se trató de realizar la primera unificación, determinándose en Inglaterra que sólo debía haber una única unidad para el peso y otra para la longitud.

Pero nada se debió de conseguir, puesto que posteriormente en todo el mundo existían diferencias locales, e incluso la variedad se hace aún mayor debido al progreso de las elaboraciones, y así, en la Edad Media y siglos XVI y XVII, cada gremio, en sus oficinas centrales, tenía diversos patrones de medida específicos, por regla general muy imperfectos, sucediendo en cuanto a estos patrones algo análogo a lo que ha sucedido con las monedas.

Otra de las causas que en gran escala debió de contribuir a impedir la unificación tan deseada era la imperfección de los patrones, debido a que la industria no estaba aún en condiciones de producirlos en materia inalterable y la falta de unas magnitudes naturales en que basar la reproducción.

Eduardo Benot dice a este respecto: "El prototipo de las longitudes en Inglaterra, el del Exchequer o Ministerio de Hacienda, había llegado a estar en un estado que no se creería de no haberlo certificado un testigo como Baily, que dice (*Report the Royal Astronomical Society*, volumen IX, pág. 146): "Un hurgón ordinario de cocina (a common Kitchen poker), limado en los extremos del modo más basto por el más chapucero de los artesanos (by the most bungling workman), haría el mismo papel del prototipo. Está partido hacia la mitad, y los dos trozos están unidos a cola de pato, pero con juego en la unión." De este patrón se extendían copias con certificados de contraste, como pertenecientes al prototipo inglés (The English Standard).

Los primeros ensayos realizados en Inglaterra para conseguir un prototipo más adecuado parece ser se iniciaron a principios del siglo XVII.

En 1742 l'Academie de Sciences de París y la Royal Society de Londres determinaron comparar sus prototipos, e Inglaterra ordenó oficialmente construir uno, que se guardó en la Torre de Londres; pero más tarde desapareció este prototipo, quedando el patrón legal empalmado; había, además, otro en la Casa de los Gremios (Guildhall) y otro en poder de la Compañía de los Relojeros. Graham, cuando los comparó, encontró diferencias, y obtuvo una copia en latón del de el Exchequer.

En 1758 y 59 la Cámara de los Comunes nombró una Comisión y ordenó a Bird obtener una copia de la copia de Graham. Estas dos copias quedaron bajo la custodia oficial del "speaker" o Presidente de la Cámara, dándoseles el nombre de tipos-parlamentarios de Bird de 1758 y 60.

En Francia, Carlomagno intentó establecer unidades de medidas nacionales y unificadas en todo el Imperio. La poca energía de sus sucesores y el régimen feudal, poco apropiado para mantener estas sabias disposiciones (cada señor feudal, con poder casi omnímodo en la tierra de su jurisdicción, tenía frecuente interés en mantener la falta de unidad en las medidas), impidió la realización de estos propósitos.

Diferentes monarcas, como Felipe el Hermoso, Luis XI, Francisco I y Luis XIV, realizaron inútiles tentativas para evitar los cambios que con frecuencia experimentaban en todo el reino las diferentes unidades de medida.

La unidad de longitud establecida en tiempos de Carlomagno era la "toesa", de 6 pies, de 12 pulgadas, de 12 líneas, de 12 puntos; este patrón se modificó muchas veces, a pesar de los esfuerzos realizados para impedirlo y para encontrar el primitivo.

Por mandamiento de Felipe II se creó la unidad de medida para las telas, llamada "Aune" (vara). Esta databa de 1554, y se fijó en 3 pies, 7 pulgadas y 8 líneas.

La vara de París tenía 3 pies, 7 pulgadas, 10 líneas y 10 puntos, y era diferente en toda la extensión del reino.

La "perche royale", de 22 pies, de París, procedía de 1669, y equivalía, aproximadamente, a seis varas.

La legua terrestre, o de 25 al grado, valía 2.280 toesas o muy cerca de las tres millas romanas.

La unidad agraria era "l'arpent", de París, de 100 "perche" de 324 pies cuadrados; "l'arpent des eaux et forêts", de 100 perches de 484 pies cuadrados y otras muchas variedades "d'arpent".

En el comercio se despachaban cereales, legumbres, etc., con la unidad "retier", de 12 "boisseaux" de 16 "litrons".

En líquidos, el "mind", la "peinte" y la "velte". Para cubicar madera se utilizó un sólido denominado "solive", de 114 pulgadas de largo por 6 de ancho y 6 de alto; para leña, la "corde", de $8 \times 4 \times 3$, 5 pies.

La unidad de peso procedía del "pois du marc", la libra, que tenía dos marcos de 8 onzas, de 8 dracmas, de 3 escrúpulos, de 24 granos.

En Prusia la unidad de longitud se basaba en el pie prusiano o renano, que por Orden de 16 de mayo de 1816 tenía 139,13 del pie de París. Pistor fabricó para depósito y custodia de varios Gobiernos alemanes cuatro patrones de barra de hierro de 3 pies y 7 líneas; cada dos años había de compararse los cuatro patrones.

El pie prusiano tenía 12 pulgadas, de 12 líneas.

En Marina se usó la braza, de 6 pies, y para tejidos la vara, de 25,5 pulgadas; la milla tenía 2.000 "rutes", de 12 pies.

Para capacidad el llamado "cuarto berlinés", de 64 pulgadas³, y en áridos, la fanega, de 3,072 pulgadas³. En peso, la libra, obtenida dividiendo en 66 partes el peso de un pie cúbico de agua, una libra 32 onzas, 100 libras un quintal, y 40 quintales el "Schiffslast" (carga del buque). En España la variedad era muy grande, y además cada provincia poseía sus características, y aun en localidades próximas también existían diferencias.

El Instituto Geográfico y Estadístico tiene publicaciones muy completas de las antiguas unidades de medida y de las equivalencias al métrico decimal.

Segunda época.—Una recopilación completa de todas las unidades y sistemas de medida que existieron en el mundo a través de su historia, si esto fuera realmente posible, ocuparía extensos volúmenes e indicaría en una forma clara el

exceso de variedad y sus inconvenientes; es suficiente la ligera enumeración de algunas de ellas para que resalte claramente la idea unificadora.

Se imponía el establecimiento de esa idea, con acuerdos apropiados, aprovechando los adelantos científicos y técnicos, para establecer unos patrones-tipo, basados, en cuanto a su magnitud, en dimensiones naturales, que permitieran la reproducción, y fabricados en materiales poco deformables.

Ingleses y franceses dedicáronse a ello con gran tesón, pero siguiendo caminos diferentes: los primeros encaminaron sus estudios y trabajos a base del péndulo de segundos, tratando de encontrar con él la dimensión natural constante que permitiera obtener la unidad de longitud.

A las propiedades del péndulo se hallan asociados los nombres de tres grandes genios: Galileo, Hughes, que lo aplicó a la medida del tiempo, y Newton.

Conocidas las propiedades del péndulo, se pensó en seguida en utilizarlo para obtener de él un sistema de unidades de medida, buscando la longitud invariable basada en la de un minuto del grado del meridiano, computado por Riccioli; longitud a la que Montón dió el nombre de "miliaria", y cuya milésima parte era la "virga" o longitud del péndulo simple, que da 1.252 oscilaciones en media hora.

Las dificultades de medición de la longitud del péndulo simple son muchas, y aun vencidas aparecían, sin embargo, anomalías, por lo que no consideraron apropiado tomar su longitud como constante natural básica para constituir un sistema de unidades de medida.

Las experiencias indicadas empezaron en Inglaterra en 1814, por una comisión que propuso para unidad de longitud la del péndulo de segundos en la latitud de Londres, fijándola en 39,13047 pulgadas.

En 1819 otra comisión determinó esta longitud al nivel del mar, y 62° Fahr en Londres en 39,1372 pulgadas de la yarda; un año más tarde esta misma comisión fijó la longitud en 39,13929 pulgadas del tipo parlamentario de 1760.

Durante los años 1821-23 al 25-34 y 35 las Cámaras intervinieron en todos estos estudios, escuchando testimonios tan valiosos como el del doctor Kelly ante los Loes, sosteniendo que la naturaleza parece rechazar "standards" invaria-

bles, y por entonces se acordó dejar como legal la medida determinada en 1820.

La Casa del Parlamento se quemó en 1834, desapareciendo los prototipos parlamentarios de 1758 y 60. Para reconstruirlos se realizaron enormes trabajos, dignos de todo encomio, pues solamente Sheepshanks realizó más de 200.000 mediciones micrométricas.

En 1838 se formó una comisión para que reemplazara los prototipos quemados, y dos años después indicó la conveniencia de desistir de obtener la yarda del péndulo, por lo dudoso de reducir al nivel del mar y la errónea medición del peso del aire; por otra parte, Bily indicó que la gravedad específica del péndulo se estimaba con error, y Kater demostró últimamente que en la medición misma del péndulo existían errores de consideración, y en consecuencia de todo ello la comisión manifestó que, en caso de pérdida, siempre resultaría más sencilla la reproducción y más segura, adoptando grandes precauciones, que por la serie de experimentos referidos a constantes naturales.

Por tanto, el 30 de julio de 1885, después de un siglo de experiencias metódicas y minuciosas, quedó constituido el actual sistema de Pesas y Medidas Inglés; pero el artículo 40 de este reglamento dice expresamente que sus tipos no están relacionados a ningún elemento natural.

El patrón-tipo es la yarda, que está definida por la Ley del Parlamento (18-19 Vict. c. 72-30-julio 1885) en estos términos: "La distancia entre los centros de las líneas transversales que hay en los dos remates dorados de la barra de bronce depositada en la Tesorería será el genuino patrón de la yarda a 62 grados Fahr, y si se pierde será reemplazada por medio de sus copias." Esta barra y sus copias fueron construidas en 1878 por orden de la Imperial Standard-Yard. Las copias están depositadas en la Real Casa de la Moneda, Real Sociedad de Londres, Real Observatorio de Granwich y en ambas Cámaras.

Una Ley posterior ha establecido que el patrón esté en la Oficina de Marcas de la Junta de Comercio.

Dispone, además, de un patrón del metro, legalizado también como unidad de longitud por una Ley del Parlamento.

El patrón de peso es la libra, fijada en 1878 por la Imperial-Standard-Pound, y es la masa de cierta pieza de platino que lleva la marca

"P. S. 1844-I 1b", y se conserva junto a la yarda.

Dispone también de un patrón de kilogramo.

Los franceses encauzaron sus trabajos hacia la medida del meridiano terrestre; ello requirió muchos años de estudios y muchos trabajos experimentales; se midieron bases y se realizaron triangulaciones en distintas zonas de la Tierra.

En Perú se midió una base de 6.274 toesas, en la planicie de Quito.

La medición se realizó con una unidad conocida en el mundo científico con el nombre de toesa del Perú, de la que después se obtuvo el metro.

En Francia se midieron más tarde seis bases, y tan exactas se estimaron las medidas realizadas, que se decidió obtener un sistema métrico, y ello ocasionó la remediación del arco del meridiano parisién, desde Dunquerque a Barcelona, y de esta medida se dedujo el patrón metro como la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano para una temperatura de 0°, y que resultó ser igual a 443,296 líneas de la toesa del Perú, para una temperatura de ésta de 13° Reaumur.

Después de ello consideraron que ninguna nueva medición en el futuro diferiría de la obtenida, ni aun en observación microscópica, y por ello siempre se podría reproducir, en caso de pérdida, del patrón-tipo.

Pero al estimar la distancia entre los paralelos de Montjuich y Mola (Formentera), no se aplicó la corrección de convergencia, y por ello y por los datos deducidos de otros arcos resultó que el metro legal debería ser alargado en 0,00000856 de su propia longitud para que resulte ser el correspondiente al Decreto de la Convención.

Nuestro planeta está, además, sujeto a variaciones considerables, debidas a contracciones por enfriamiento, influencia de las mareas, aumento de partículas desprendidas de otros planetas, los efectos de la atracción y rotación, etc., y como consecuencia de todo ello no parece probable obtener una constante natural de la medida de la tierra, y el metro es, en definitiva, otra magnitud arbitraria, relacionada con la toesa del Perú.

El patrón-tipo es una regla de sección)-(de 2 centímetros de altura, hecha de una aleación de 90 por 100 de platino y 10 por 100 de iridio, que tiene la misma resistencia del acero, pero un coeficiente de dilatación mucho menor (aproximadamente 9μ por metro y grado centígrado).

Sobre el nervio central están marcados con un grueso inferior a 0,008 mm. los extremos de la longitud del metro, realizado en 1798 por el artista de París, Fortin.

Una Ley del 16 de diciembre de 1799 reconoció al metro como definitiva unidad de longitud para todos los usos.

Las 18 naciones que tomaron parte en la Conferencia Internacional de Pesas y Medidas de París, el 20 de mayo de 1875, obtuvieron reproducciones exactas de la misma forma y aleación; las inevitables discrepancias van indicadas sobre cada patrón.

El kilogramo patrón del sistema métrico consiste en un cilindro macizo de 39 mm. de diámetro y la misma altura, fabricado también de platino-iridio por Fortin en 1798.

Otros patrones semejantes se entregaron a los países que intervinieron en la Conferencia; los españoles se conservan en el Observatorio Astronómico de Madrid y en el Instituto Geográfico y Estadístico.

Por comprobaciones más recientes, el patrón de París no coincide exactamente con los valores originales de su definición, pues la masa de un decímetro cúbico de agua es solamente 0,999973 kg.

Tercera época.—Se realiza un gran paso de unificación en los sistemas de Pesas y Medidas a partir de esta época, al menos en el terreno oficial, y prácticamente en gran escala, que progresivamente aumenta en las actividades científicas y comerciales en general.

Dentro del sistema métrico, y con carácter oficial, se incluyeron entonces los siguientes países: En Europa: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Dinamarca, España, Francia, Grecia, Holanda, Hungría, Italia, Luxemburgo, Noruega, Portugal, Rumania, Finlandia, Serbia, Suecia y Suiza.

En América: Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Guatemala, Honduras, Méjico, Nicaragua, Perú, Salvador y Uruguay.

En Asia: Siam.

En Africa: El Congo.

En el sistema inglés se encuentran: El Imperio inglés y los Estados Unidos.

Pero el sistema métrico es facultativo en todos ellos, y los Estados Unidos lo emplean y cada vez tiene mayor número de adeptos.

Indudablemente costó muchísimos años de trabajos y estudios llegar a este primer gran paso de reducir prácticamente a dos los sistemas de Pesas y Medidas.

Naturalmente que hubiera sido mejor y más provechoso para la Humanidad haber unificado, reduciendo a uno únicamente estos dos sistemas, y ello es una demostración real de las ventajas que la unificación proporciona.

La realidad, sin embargo, no fué así, siendo difícil determinar los motivos fundamentales que existieron para que no se realizara esta unificación.

Pero aun sucediendo las cosas de esta forma, esta reducción a dos sistemas generalizados de Pesas y Medidas representa un gran paso dado por la Humanidad en este sentido, y buena prueba de ello es que, bajo estos dos sistemas, ha florecido un progreso industrial enorme y se ha pasado de los conceptos de elaboración artesana o individual y el de los gremios a los de Asociaciones y grandes producciones en serie.

Ello demuestra que cualquier sistema de Unidades de Medida permite el desarrollo industrial colectivo, y se puede considerar como aceptable, siempre que sea posible conseguir constancia de las magnitudes en los patrones-tipo, y el que éstos sean aceptados por la generalidad; pero, naturalmente, siendo varios estos sistemas, varias serán también las características peculiares de las producciones.

Características de los dos sistemas de unidades.—Los dos sistemas coinciden en la adopción de las magnitudes que han de servir de base para la formación de otros sistemas que se describen después. Estas magnitudes son las de longitud, peso y tiempo, y difieren en las unidades de las dos primeras magnitudes y en la derivación de unidades superiores e inferiores a las elegidas como patrones-tipo, que se denominan fundamentales de los sistemas.

Sistema anglosajón.—Las unidades prácticas de longitud en este sistema son varias y peculiares, con nombres propios, siendo el patrón yarda la unidad de longitud fundamental de este sistema.

Otras unidades de longitud son:

La pulgada, subdividida en 12 o en 16 partes (líneas).

Una pulgada ~ a 25,4 mm. (la americana difiere un poco y es igual a 25,400051 mm.).

El pie, que tiene 12 pulgadas.

La yarda, que tiene 3 pies.

El Fathom (braza) de dos yardas; la cadena de 100 mallas de 7,92 pulgadas.

1 Fathom ~ a 1,609,344 km.

La milla de 1,760 yardas.

La milla estatutaria (statute milla) de 10 Furlongs, de 40 Rutes, de 2,75 Fathoms.

La "milla inglesa", de $1,666\frac{2}{3}$ yardas o 5.000 pies.

La milla geográfica, de 2.028,633 yardas.

La legua "league", de tres millas geográficas.

La milla estatutaria americana es 0,24 milímetros menor; posee también la milla náutica ~ a 1,85496 km., y la legua, que es igual a 3 millas, bien sea de la estatutaria o de la náutica.

Como unidades de peso: la libra "Pound" (lbs.), de 16 onzas de 16 dracmas de 27,343 gramos aproximadamente. 1 lb. ~ a 453,592 g's.

Existe, además, la libra Troy, para metales preciosos, monedas y usos farmacéuticos, de 12 onzas de 20 penny.

La tonelada marina de 2.000 libras, la tonelada larga de 20 hundred de 4 quarters de 28 (lbs.), o sea 2,240 (lbs.). En América el hundred es de 4 quarters de 25 (lbs.); posee, además, el barril de harina de 196 (lbs.), el de carne de 200 (lbs.), el de sal de 280 (lbs.) y el humpheon de harina de maíz, de 800 (lbs).

La unidad de tiempo (es lo mismo en los dos sistemas) es el segundo, definido como la 86400 partes del día solar medio.

Otras unidades son la hora de sesenta minutos de sesenta segundos.

Sistema Métrico Decimal.—Suficientemente conocido, tanto en sus unidades fundamentales, metro-kilogramo-segundo, como en los múltiplos y submúltiplos de las dos primeras, puesto que la tercera es la misma que en el anterior; su importancia y extensión tal vez se deba a adoptar el sistema decimal para sus dos primeras unidades.

Criterio sobre las unidades fundamentales.—

La unidad de longitud es, como ya se ha indicado, tanto en un sistema como en otro, completamente arbitraria; pero es una unidad material que se puede reproducir constantemente con la exactitud y precisión que cabe en las artes técnicas, y que se puede conservar en distintos lu-

gares de la Tierra. Se le puede, pues, considerar a esta unidad de longitud el carácter de invariabilidad práctica.

La unidad de tiempo está sometida a variación, pues nuestro planeta gira $1''\frac{6}{1.000}$ por siglo más lentamente, y a otras de índole diferente; pero habría que considerar una inmensa duración de siglos para que se puedan apreciar estas variaciones; los fenómenos astronómicos, la exactitud de sus observaciones y la precisión alcanzada en la construcción del péndulo o de los cronómetros proporcionan a esta unidad también todos los caracteres de invariabilidad práctica.

La unidad de peso, por el contrario, no es invariable, porque el valor de la gravedad es esencialmente variable con la latitud geográfica, y, por tanto, el patrón-tipo sacado de París dejaría de ser tal como unidad de fuerza.

Probablemente, ni aun en París se puede considerar asegurada la existencia de esta unidad, porque es posible que el valor de la gravedad no permanezca constante en el transcurso del tiempo.

Unidades derivadas.—Antes de proseguir adelante y de obtener nuevas consideraciones en relación con estas unidades fundamentales y su intervención en los procesos industriales, parece conveniente mencionar, aunque sólo sea de una manera pasajera, otras unidades de medida que por su importancia constituyen otro gran problema y deben figurar también en la acción unificadora general.

La ciencia (con diferentes alternativas) ha seguido en la Historia un camino de progreso, descubriendo horizontes más amplios de intervención y nuevas magnitudes que determinar, y, por tanto, nuevas unidades de medida aparecieron en todos los órdenes.

Así, por ejemplo, aparecen unidades de medida, distribuidas en geométricas, mecánicas, térmicas, electrostáticas, electromagnéticas, ópticas, etcétera, etc., creadas para medir magnitudes de: superficie, volumen, ángulo, velocidad, aceleración, giro, fuerza, trabajo, potencia, energía, densidad, elasticidad (tracción, flexión, torsión), rozamiento, resistencia, presión, tensión, dureza, viscosidad, temperatura, calor, dilatación, fusión, ebullición, vaporización, humedad, sublimación, congelación, disolución, licuefacción, entropía, entalpia, frecuencia, vibración, tono, potencia (óptica), reflexión, refracción, difracción, sensibilidad (fotográfica), luminosidad, esplen-