

Un análisis de la evolución de la metrología en España



D. MANUEL CADARSO MONTALVO



UN ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LA METROLOGÍA EN ESPAÑA

CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA

Esta publicación es la versión editada de la tesis del mismo nombre presentada por el Ingeniero Manuel Cadarso Montalvo para la colación del grado de Doctor Ingeniero Geógrafo ante el Consejo de Geografía, Astronomía y Catastro, Dirección General del Instituto Geográfico y Catastral, Presidencia del Gobierno. La dirección de la tesis correspondió al Dr. Ingeniero Geógrafo D. Juan María Bonelli Rubio.

Una publicación del Centro Español de Metrología. Esta edición se realiza gracias a la cesión desinteresada y no exclusiva de los derechos de propiedad intelectual por parte de sus descendientes y derechohabientes.

En esta publicación se ha utilizado papel de acuerdo con los criterios medioambientales de la contratación pública vigente.

Publicación original de la Tesis: 1977
1.ª edición editada. Noviembre 2021
Edita: Centro Español de Metrología

Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, sin permiso expreso y escrito del titular del copyright.

NIPO: 113210091 (versión impresa)
NIPO: 113210100 (versión electrónica)
Depósito Legal: M-17118-2021

ÍNDICE GENERAL

Breve semblanza biográfica	7
PRÓLOGO, por <i>Raül Blanco Díaz, Presidente del Centro Español de Metrología</i>	13
PRÓLOGO, por <i>Lorenzo García Asensio, Director del Instituto Geográfico Nacional</i>	15
PRÓLOGO, por <i>José Ángel Robles Carbonell, Director del Centro Español de Metrología</i>	17
CAPÍTULO I	
Breve introducción Histórica hasta la Implantación del Sistema Métrico Decimal	25
CAPÍTULO II	
Antecedentes del Sistema Métrico Decimal	35
CAPÍTULO III	
La Ley de 19 de julio de 1849. Creación de la Comisión de Pesas y Medidas: Su actuación hasta 1860.	47
CAPÍTULO IV	
La Comisión Permanente de Pesas y Medidas desde 1860 hasta la Convención del Metro.	59
CAPÍTULO V	
De la Convención del Metro a la Ley de 8 de julio de 1892.	83
CAPÍTULO VI	
De la Ley de 8 de julio de 1892 al Real Decreto de 9 de junio de 1924.	93

CAPÍTULO VII

Del Real Decreto de 9 de junio de 1924 hasta la Guerra Civil Española de 1936..... 111

CAPÍTULO VIII

De la Guerra Civil Española de 1936 al Decreto de 1 de febrero de 1952, aprobando el Reglamento, en vigor, para la Ejecución de la Ley de Pesas y Medidas de 1892..... 125

CAPÍTULO IX

Del vigente Reglamento para la Ejecución de la Ley de Pesas y Medidas de 1 de febrero de 1952, a la Ley de Pesas y Medidas de 8 de noviembre de 1967 ... 151

CAPÍTULO X

Síntesis sobre el estado actual de las unidades básicas. 181

CAPÍTULO XI

Las Organizaciones Internacionales. 239

EPÍLOGO..... 269

BIBLIOGRAFÍA. 275

Breve semblanza biográfica



Manuel Cadarso Montalvo nació en Málaga, el día 5 de octubre de 1935, en el seno de una familia de gran tradición militar en la Marina. Un antecesor suyo, Luis Cadarso Rey fue almirante de la Armada y uno de los héroes de Cavite (Filipinas) en cuya batalla falleció en acto de combate. Posteriormente, dos buques de la Armada española fueron bautizados con su nombre. Su propio padre, Luis Cadarso González, fue vicealmirante de la Armada, aunque gran parte de su actividad profesional la dedicó a la Geodesia, al ingresar en el Instituto Geográfico y Catastral, donde llegó a ser Jefe del Servicio Nacional de Geodesia, dejando escritas muchas publicaciones sobre esta materia. Otros familiares suyos también alcanzaron puestos relevantes en la Armada.

Después de estudiar en los maristas de Madrid, en el año 1954 ingresó en la Escuela Naval Militar de Marín, donde coincidió con D. Juan Carlos de Borbón y Borbón que fue compañero suyo de promoción. Terminados los estudios con la graduación de teniente de navío y realizadas las prácticas navales en el buque escuela Juan Sebastián Elcano, regresó a Madrid para, siguiendo los pasos de su padre, preparar las oposiciones de ingreso en el Cuerpo Nacional de Ingenieros Geógrafos del Instituto Geográfico y Catastral, que aprobó el día 4 de diciembre de 1962, incorporándose al servicio activo como ingeniero jefe de brigada en el Servicio de Geodesia, donde realizó diversos trabajos geodésicos.

En el año 1969, se incorporó, voluntariamente, a la Comisión Nacional de Metrología y Metrotecnia (CNMM) como ingeniero verificador.

En el año 1977 leyó su tesis doctoral titulada «*Un análisis de la evolución de la metrología en España*», que es la que en esta obra se reedita. Su

preparación le proporcionó una amplia visión de la situación metrológica en España y en el extranjero, así como de los errores cometidos y oportunidades perdidas en nuestro país para haber tenido un instituto nacional de metrología análogo al de países como Alemania, Francia, Reino Unido o EE.UU.

En el año 1978 fue designado Vocal-Secretario de la mencionada Comisión.

El 17 de julio de 1980 fue nombrado Subdirector General de Geodesia y Geofísica, viéndose obligado, temporalmente, a abandonar su actividad metrológica. El Real Decreto 2902/1980, de 22 de diciembre, subsanó esta situación al establecer que el Subdirector General de Geodesia y Geofísica pasaba a ser Vicepresidente de la CNMM.

En 1983 fue designado como representante de España en el Comité Internacional de Metrología Legal (CIML) de la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML).

Finalmente, el 24 de abril de 1985, fue nombrado Subdirector General del recién creado Centro Español de Metrología, puesto en el que permaneció hasta el final de su vida.

Encontrándose de vacaciones en Tortosa sufrió una crisis cardíaca de la que no se recuperó, falleciendo el día 12 de agosto de 1989, a la edad de 53 años.

Hasta aquí una breve semblanza de la persona que centró gran parte de su vida en diseñar y poner en marcha la estructura legal, técnica y administrativa de lo que sería la metrología en España en los años posteriores.

Fuente: Revista e-medida nº 1.





PRÓLOGO

RAÚL BLANCO DÍAZ

*Secretario General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa.
Presidente del Centro Español de Metrología*

Las medidas son algo innato a los individuos de una sociedad, impregnan la vida cotidiana y todas sus actividades. Quizás es por ello, que gran parte de los ciudadanos no somos conscientes de su existencia y de la relevancia que tienen en ámbitos como la salud, la protección del medio ambiente, el desarrollo industrial, la mejora de la calidad de vida o la economía.

La metrología en España, liderada por el Centro Español de Metrología (CEM), constituye un firme apoyo para la generación de políticas de desarrollo e innovación industrial, así como para el afianzamiento de elementos de soberanía industrial y la autonomía estratégica nacional. No puede existir desarrollo e innovación sin medidas exactas y trazables que permitan cuantificar las diferentes magnitudes que intervengan en un proceso, ya sea una investigación científica o el cumplimiento de especificaciones de un producto. La metrología es un vector de competitividad, necesaria para el incremento del conocimiento y de la productividad.

La realidad metrológica nacional, representada por el CEM y sus laboratorios asociados, los laboratorios de calibración y ensayo de la red nacional de laboratorios acreditados por ENAC, así como por los diferentes laboratorios de industrias y centros de investigación, es consecuencia de un esfuerzo colectivo y una clara apuesta liderada por personas de amplia valía profesional, arrojo, convicción y dedicación, como fue el caso de D. Manuel Cadarso, autor de la tesis doctoral que en esta publicación reproducimos.

La gran virtud que tiene esta tesis es la de mostrar que la historia y la sociedad están construidas a partir de hombres y mujeres que no se

resignaron a conservar la realidad que habían heredado de sus antepasados. Quisieron mejorarla para el bien de las futuras generaciones y de su país. La historia de la metrología en España está llena de esos hombres y mujeres que consiguieron grandes logros, a veces contra viento y marea, enfrentándose en ocasiones a coyunturas poco favorables, a decisiones políticas que se mostraron erradas y trabajando por un país que no siempre acompañó sus esfuerzos. A pesar de ello, consiguieron que España se mantuviera en un honroso puesto en la escena mundial de la metrología. ¿Cómo si no explicamos que el primer presidente del Comité Internacional de Pesas y Medidas fuera español?

Por eso este libro es tan importante, por poner nombres y apellidos a aquellos hechos, por evitar que queden en el olvido grandes personajes sin los que difícilmente nuestra industria sería lo que es hoy en día. Este libro les honra y hace justicia, evitando así que sus nombres y logros se pierdan en los pliegues de la historia.

No conocí a D. Manuel Cadarso pero sí sé la importancia que tuvo para la creación del Centro Español de Metrología y para el desarrollo de la metrología moderna en España.

Su visión de la metrología nacional y su lucha por plasmarla en una realidad ha permitido que hoy en día se cuente con un marco normativo metrológico avanzado, adaptado a las necesidades de nuestra sociedad, y con un organismo como el CEM, que da soporte a nuestro tejido industrial, que está en constante evolución tecnológica, y que goza de reconocimiento internacional.

Esta publicación constituye un pequeño gesto de gratitud a D. Manuel Cadarso, primer director del CEM, que logró insuflar su ilusión a sus colaboradores para que continuasen su proyecto.

Mi reconocimiento y gratitud a D. Manuel Cadarso y a su familia.

PRÓLOGO

LORENZO GARCÍA ASENSIO
Director General del Instituto Geográfico Nacional

La metrología fue una de las principales competencias del Instituto Geográfico Nacional (IGN) desde su fundación hace ya más de siglo y medio. En efecto, el decreto de su creación de 12 de septiembre de 1870, le atribuía, entre sus funciones, «... la determinación y conservación de los tipos internacionales de pesas y medidas...».

Su primer director, D. Carlos Ibáñez e Ibáñez de Íbero, fue una figura muy destacada en el mundo por entonces en el ámbito de la metrología, siendo, además, el primer presidente del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) entre 1875 y 1892, donde realizó un riguroso trabajo para el diseño y fabricación de los prototipos internacionales.

Con ello, mi intención es destacar la estrecha relación que el IGN estableció desde el comienzo de su andadura con la metrología española, relación que se desarrolló durante más de un siglo, con sus luces y sus sombras, construyendo un vínculo indisoluble entre ambos.

Y es precisamente bajo ese contexto, donde la figura de D. Manuel Cadaso brilla, por supuesto, donde si no, en el apartado de las luces, valga la redundancia.

Si bien el IGN alcanzó hitos importantes en aspectos relacionados con la calibración y control metrológico, nuevos patrones de medida e impulsando en España el Sistema Métrico Decimal, también es verdad que hubo largos periodos donde no se produjeron avances significativos en el ámbito metrológico.

En 1967 se promulgó la Ley de Pesas y Medidas que declaraba de uso legal en España el Sistema Internacional de Unidades de Medida, justo

muy poco después de que D. Manuel ingresara como ingeniero geógrafo en el entonces Instituto Geográfico y Catastral, y apenas dos años antes de que este se incorporara a la Comisión Nacional de Metrología y Metrotecnia.

Eran años cruciales para la metrología española, precisamente cuando D. Manuel desarrolla con toda su intensidad sus trabajos en dicho ámbito y, particularmente, su tesis doctoral. Entre las diversas responsabilidades que fue desarrollando a lo largo de los siguientes años, destacan el ejercicio, a partir de 1980, de la vicepresidencia de la Comisión Nacional de Metrología y Metrotecnia (1980), su designación como representante de España en el Comité Internacional de Metrología Legal en 1983 o su nombramiento en 1985 como Subdirector General del entonces flamante Centro Español de Metrología dentro del Instituto Geográfico Nacional.

En 1990 fue promulgada la Ley 31 que creó el Centro Español de Metrología (CEM) como organismo autónomo, importantísimo hito base del excelente desarrollo posterior de nuestra metrología. La directa vinculación de aquellos hechos con dicho hito resulta más que evidente.

La presente edición de la tesis doctoral de D. Manuel Cadarso rinde, pues, merecido homenaje a su figura y al magnífico equipo que lideró, como artífices, en un corto pero intenso y crucial periodo de tiempo, de avances esenciales en la metrología española cuyos efectos son hoy reconocidamente patentes.

PRÓLOGO

JOSÉ ÁNGEL ROBLES CARBONELL
Director del Centro Español de Metrología

La edición y publicación de este trabajo de tesis, tiene como fin primordial rememorar la figura de **D. Manuel Cadarso Montalvo** y reconocer y valorar el esfuerzo y coraje de los diferentes miembros de la Comisión de Pesas y Medidas en la implantación del Sistema Métrico Decimal (SMD) en España, hoy Sistema Internacional de Unidades, SI, que constituye el sistema legal de unidades de medida de nuestro país.

Cada sociedad y época han requerido un sistema de unidades de medida en base a su nivel de desarrollo y necesidades y es por ello que a finales del siglo XVIII y principios del XIX los países, en plena revolución industrial, necesitaron un sistema de unidades más coherente e independiente de las actividades del hombre, que les permitiera expresar las diferentes características mensurables con una mayor exactitud y fidelidad. Es aquí donde el SMD tomó fuerza y muchas naciones empezaron a adoptarlo. Su implantación real fue una lucha titánica de los gobiernos y los organismos encargados de ello. Tuvieron que enfrentarse a un entorno socio económico que no favorecía un cambio tan radical y que iba en contra de muchas tradiciones e intereses. En nuestro país, tal como se detalla en este libro, los diferentes gobiernos y, sobre todo, la Comisión de Pesas y Medidas, creada a efectos de implantar el SMD, tuvieron que ir adaptándose a los medios disponibles, preparar a la sociedad y ser muy constantes e imaginativos para lograr su propósito. Todavía hoy en pleno siglo XXI, en algunos colectivos rurales se sigue haciendo mención de unidades pre-métricas.

En la actualidad, el 95 % de la población mundial utiliza oficialmente el Sistema Internacional de Unidades, algo difícilmente imaginable cuan-

do en 1849 se establece el SMD en España y más aún si se tienen en cuenta las tremendas dificultades para su implantación durante más de un siglo. Se puede afirmar sin lugar a dudas, que el SI es uno de los grandes logros del siglo xx y una herramienta imprescindible para la globalización y la fabricación distribuida. El SI sirve hoy como lenguaje común de las comunicaciones, de la tecnología, de la investigación, de la ciencia y del comercio internacional.

En esta obra, se hace un recorrido histórico, centrándose en las diferentes etapas que marcaron la implantación del SMD y en general en la situación de la metrología hasta la promulgación de la Ley de Pesas y Medidas de 8 de noviembre de 1967. Su lectura nos permite conocer los grandes esfuerzos y dedicación de muchas personas para llevar a cabo esa aventura.

La metrología española tiene mucho que agradecer a la heroicidad de muchos científicos y personas no suficientemente conocidas, cuando no injustamente olvidadas, que han llevado a cabo sus responsabilidades de una forma, diríamos que ejemplar y «quijotesca», sin esperar nada a cambio y a base de convencimiento e ilusión por lo que ellos consideraban lo mejor para el país. Este es sin duda el caso de D. Manuel Cadarso Montalvo y sus compañeros de fatiga (D. José Luis Flores Calderón, D. Mariano Martín Peña, D. Alfonso Martínez,...) que vivieron y fueron actores directos de la «revolución» de la metrología nacional de los años ochenta y que no viene recogida en este texto.

D. Manuel Cadarso tomó contacto con la metrología a finales de los años sesenta donde la situación de la metrología nacional, tal como ilustra en su trabajo, era lamentable: sin una organización estructurada y en una fase de abandono y desidia, consecuencia de un largo periodo de abandono institucional. A partir de ese momento, dedicó todo su tiempo e ilusión en sacar adelante un proyecto en el que otros muchos habían fracasado en el siglo xx: dotar a España de una infraestructura metroológica, encabezada por un Centro Nacional de Metrología, unificar la actividad metroológica y sentar las bases para el futuro desarrollo de la metrología nacional.

El legado de Don Manuel no es muy conocido por las nuevas generaciones, pero sin lugar a dudas constituye un antes y un después en la metrología nacional e, indirectamente, en todo lo que supone la protección de los intereses de los ciudadanos (metrología legal) y el apoyo a la industria (metrología aplicada). Tal como él mismo dice en la obra que aquí traemos, *«No puede concebirse una verdadera industrialización en un país, si no está cimentada en un sólido desarrollo metrológico, pues aquella sólo sería una fachada frágil y perecedera»*.

Si miramos al pasado y comparamos con el presente, nos cuesta entender cómo aquel equipo de personas, liderado por D. Manuel Cadarso, fue capaz, en tan solo una década y con grandes obstáculos, de revertir la situación de caos en un proyecto ganador que ha situado a España en el lugar que le correspondía en la metrología europea e internacional. Hoy en día nuestros científicos son reconocidos tanto a nivel nacional como internacional, participando activamente en organizaciones, instituciones y grupos de trabajo de la metrología.

Gracias Don Manuel, por su sacrificio y entrega a esta noble ciencia que es la metrología. Los que le conocimos y todavía estamos en el CEM, de aquellas promociones de los ochenta, le recordamos con cariño y admiración.

Desde estas líneas quisiera agradecer muy sinceramente a su familia las facilidades que nos han dado para rescatar y publicar de nuevo su trabajo de tesis doctoral, que aquí presentamos, y que sirve para pregonar nuestro reconocimiento a tan insigne metrólogo.

*«Si hemos llegado hasta aquí es porque
hemos estado sentados sobre hombros de gigantes»
(Isaac Newton)*

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su más viva gratitud a todos aquellos que directa o indirectamente le han ayudado en la realización de esta tesis Doctoral. Muy especialmente a:

Dr. Ing.° Geógrafo D. Juan María Bonelli y Rubio, Director de la Tesis.

Dr. Ing.° Geógrafo D. Roberto Rivas Martínez, Vocal-Secretario de la Comisión Nacional de Metrología y Metrotecnia.

A los Ingenieros Comprobadores y del Gabinete de Estudios de la Comisión Nacional de Metrología y Metrotecnia.

A todo el personal de la Secretaría que colaboró en la realización de este trabajo,

GRACIAS

«Sobre esta clase de materias, no se obtiene a menudo, a fuerza de investigaciones, más que el derecho a reconocer su ignorancia, y yo creo haberlo adquirido».

J. J. BARTHELEMY

CAPÍTULO I

BREVE INTRODUCCIÓN HISTÓRICA HASTA LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL

Cuando en el año 197 a. J. C. quedó consumada y legalizada la conquista de la península Ibérica por los romanos, los pueblos conquistados no tuvieron más remedio que aceptar su Sistema de pesas, medidas y monedas, sustituyendo con él al de uso común en el país, pues hay que conjeturar que si los íberos tenían sus leyes propias, según nos relata el historiador Estrabón, también tendrían sus pesas y sus medidas, ya que poseían monedas acuñadas.

Aunque el sistema métrico romano se derivaba del griego para las medidas lineales y del sistema asirio-caldeo-persa para las medidas de capacidad y peso, tuvo una característica fundamental y de origen exclusivamente romano: la adopción como base del sistema, del número 12, aunque en aritmética hicieron siempre uso de la numeración decimal. La regularidad entre sus medidas es perfecta, en oposición con otras medidas de la antigüedad que no tienen esta característica. Esta regularidad es tal que parece atribuírsela a disposiciones legislativas perfectamente elaboradas. La unidad de cada especie la denominaban bajo el nombre genérico de “as”, dividiendo ésta en doce pulgadas u onzas, con sus correspondientes múltiplos y submúltiplos.

		Unidades lineales		
Sistema legal	Pulgada (onza).....	—	—	1
	Pie (as).....	—	1	12
	Paso.....	1	5	60
	Decempeda.....	2	10	120

El pie puede ser considerado como la unidad fundamental del sistema romano, siendo su múltiplo, el paso, igual a cinco pies la unidad simple o elemental de las unidades itinerarias.

Unidades itinerarias			
Paso.....	—	—	1
Milla.....	1	—	1000

De los pies existentes en la actualidad, aproximadamente una decena, se ha deducido el valor métrico del pie romano, aceptándose un valor de 0,2963 metros como valor definitivo.

La decempeda, o dos pasos, se utilizó como base para las medidas superficiales agrarias: decempeda cuadrada (scrupule), pero nunca fue utilizada para las lineales.

El cubo del pie era la unidad de medida de capacidades. Esta unidad fue fijada por un plebiscito, que Festus nos ha conservado bajo el nombre de Pública Póndera. Este texto es de gran importancia, pues nos ha dado los medios para conocer el valor exacto de las medidas, descubriéndonos la ligazón y armonía entre todas las partes del sistema métrico romano.

La medida fundamental, y la más grande que esta Ley establece como de uso real y efectivo, era el ánfora o cuadrantal llena de vino, cuyo peso lo fijaba en 80 libras. Festus, en el citado plebiscito dice que el cuadrantal era un vaso de un pie cuadrado, lo que nos quiere dar a entender que era un vaso cuya capacidad era de un pie cúbico, de aquí su nombre también utilizado de cuadrantal.

Respecto a la unidad de peso, la libra, se ha llegado a determinar exactamente, pues se conoce que se tallaban 84 denarios por libra. Elegidos por Letronne 1350 denarios del tiempo de la república, entre los mejores conservados, y después de rigurosísimas pesadas, dio un valor medio de la libra de 325,55 gramos.

Este valor de la libra está completamente de acuerdo con el que se deduce del semi-pie cúbico, lleno de agua de lluvia, cuyo peso era de 10 libras.

En efecto, siendo el pie romano igual a 0,2963 m, el cubo de su mitad será de 3250 centímetros cúbicos, y el peso de este cubo lleno de agua destilada a 4° centígrados será, por tanto, de 3250 gramos, es decir, el valor de 10 libras. Pero los romanos no hacían uso de agua destilada, ellos utilizaban vino o agua de lluvia a una temperatura media de 15°, cuya densidad apenas difiere de la del agua destilada a 4° centígrados.

Este valor de 325 gramos está pues totalmente en concordancia con el del ánfora romana llena de vino cuyo peso lo fijaba el plebiscito en 80 libras como anteriormente dijimos.

Coexistiendo con este sistema legal, se utilizaba también otro sistema llamado el usual, con sus dedos, palmos, pies, codos, pasos naturales, etc. Dentro de este sistema usual existía la ulna, que aunque su valor no está definido de una manera precisa venía a ser un codo aproximadamente.

Estos sistemas romanos perduraron hasta la invasión árabe en el siglo V, continuándose utilizando el pie romano aun después de la invasión, apareciendo un sin número de pies, pues en cada provincia y aún en cada pueblo se utilizaba uno distinto.

Para terminar con tal variedad y confusión, en el siglo XIII, Jaime el Conquistador y Alfonso X el Sabio ordenaron que la vara de tres pies romanos fuera común a sus pueblos.

Más tarde Alfonso XI y Enrique II sustituyeron esta vara por la de Burgos, llamada desde entonces vara de Castilla.

Pero la dominación árabe había dejado ya una profunda huella en el sistema de pesas y medidas existente, pues su influencia todavía era muy reciente a pesar del enfrentamiento de ideologías tan completamente diferentes como la musulmana o la cristiana.

Pocos autores han escrito sobre la metrología árabe y así como las pesas y medidas de la antigua Grecia se conocen con gran perfección desde los tiempos de Hesiodo y Homero, conociéndose hasta sus hábitos, costumbres y detalles de su vida privada, de la metrología árabe conocemos bien poco, aún hoy en día, de cuya historia solamente algunos siglos nos separan.

Dos motivos parecen ser las causas de este desconocimiento. El primero como ya apuntábamos antes, la diferente mentalidad cristiana e islámica, que se levantaba como barrera prácticamente infranqueable. El segundo motivo, de orden más práctico, fue el difícil estudio de las lenguas orientales.

El primer erudito que trató sobre este tema fue el ilustre Sylvestre de Sacy, que efectuó la traducción de Tratado Metrológico de Makrizi.

Más tarde Edouard Bernard, profesor de Astronomía de Oxford, efectúa una recopilación de todos los escritos existentes hasta el momento. Gracias a sus investigaciones, podemos hoy en día extraer de la metrología árabe muchos datos y compararlos con medidas sobre monumentos que aún nos quedan de la dominación de este pueblo en España. El Tratado de Makrizi es sin duda una verdadera recopilación del sistema métrico. Vicente Vázquez Queipo, a mediados del pasado siglo y publicado en 1859 ⁽¹⁾, nos demuestra de una manera clara y evidente que todas las medidas existentes en España, en el momento de la implantación del Sistema Métrico Decimal, eran de origen árabe.

Así en el punto 47 del Tomo I nos dice:

«Nosotros demostraremos que todos los pesos y medidas de España son de origen árabe, lo que era fácil de prever, en contra de la opinión de autores regnícolas, que los creían derivados de las medidas y pesos romanos; pues el pie español o de Burgos es de 0,2786 m, como el zérèth de pik belady. Pero esta coincidencia, que puede ser fortuita, no sería suficiente ciertamente para establecer el origen egipcio del pie de Burgos si no se le viera al lado del nuevo codo belady árabe, donado por M. Costaz de 0,5775 m, el cual es una de las medidas más comunes y más usadas en la Marina Española, bajo el nombre de codo de ribera. Estos dos codos de uso en España han sido introducidos conjuntamente por los árabes, los cuales se servían de ellos indistintamente» ⁽²⁾.

¹ Ensayo sobre los Sistemas Métricos y Monetarios.

² Este último vale dos pies y un dedo de Burgos = 0,575 m.

Pero no es solamente esta afirmación del autor, la única que hace referencia en sus trabajos. Citaremos las más importantes recogidas de su estudio:

«Es probablemente debido a los Ptolomeos la introducción del codo belady, pero lo que es cierto es que la mitad de este codo, o el pie que se conserva todavía en España bajo el nombre de pie de Burgos, representa exactamente la raíz cúbica del nuevo talento ptolomeico, compuesto de 6000 dracmas, en lugar de 12000 que contenía el viejo talento de Alejandría» (1)

«Este codo que era todavía empleado en Egipto en tiempos de Greaves, y que hemos demostrado que los hebreos se sirvieron de él también, está completamente de acuerdo con el pie de egipcio de Plinio, introducido en España por los árabes» (2).

«Esta medida es la fanega vieja de Burgos, que fue la de toda Castilla, hasta que el rey Juan II ordenó por una ley, publicada por las Cortes en 1435 el uso de la de Ávila. Según testimonios existentes en varios archivos, la fanega de Ávila era 2 celemines mayor que la de Burgos. Tal es hoy día el valor de la fanega en muchos pueblos del antiguo Reino de Aragón; este valor representa 45,83 litros que es casi exactamente la cuarta parte del arbed del Cairo. Veremos que todas las medidas de uso en España, para granos, son de origen árabe, como nos indican sus nombres y como debía hacer presumir la larga dominación árabe, ya que la percepción de la contribución territorial debía necesariamente efectuarse desde luego con sus propias medidas» (3).

«La vieja fanega de Burgos, entonces capital de Castilla, representaba exactamente el cubo del pie negro de Almamoun o dos tercios del codo de dos de uso en España han sido introducidos conjuntamente por los árabes, los cuales se servían de ellos indistintamente» (4).

¹ Punto 81, tomo I.

² Punto 132, tomo I.

³ Punto 501, tomo II.

⁴ Este último vale dos pies y un dedo de Burgos = 0,575 m.

«La vieja fanega de Burgos, entonces capital de Castilla, representaba exactamente el cubo del pie negro de Almamoun o dos tercios del codo de Meqkyâs. Asimismo, en España se hacían uso de otras dos fanegas, una de 14 celemines en Ávila y otra de 16. La primera reproducía el artabe árabe y la segunda también de origen egipcio representaba la mitad del artabe magnífico o del cubo del codo real egipcio.

Estos dos valores se conservan aun hoy en día: el primero en la fanega de Galicia, compuesta por cuatro ferrados, iguales a la woëbe de 16,5 litros, que hacen 66 litros y la segunda en Asturias donde la fanega es de 74 litros, término medio.

Algunos autores españoles pretenden que la fanega de Ávila viene de la urna romana, pero es evidente que se deriva del cahiz, dividido en doce fanegas, en lugar de 10 cafiz o arbales, como se componía en su origen. Autores árabes hacen mención de un ardeb o garibe de 10 cafiz y que el nombre de cafiz se daba también a una medida que era el doble o artabe de 66 litros.

Este nombre de cahiz (cafiz) que es en España la mayor medida de granos, indica evidentemente su origen árabe, confirmado por su analogía con la medida de Túnez, el cafisso, verdadero múltiplo del cafiz. El valor de este mismo cahiz de España es exactamente 660 litros e igual por consiguiente a 10 artabes o doble cafiz de Mahoma. El garibe de 10 artabes era igual al cahiz de Ávila, de uso todavía en España» (1).

«Las medidas para líquidos prueban más especialmente su origen árabe. La mayor medida española es el moyo de Valladolid que contiene: 16 cántaras, 64 quartillas, 128 azumbres y 512 quartillos; su capacidad de 258,19 litros es aproximadamente igual al del árabe. Por consiguiente, la cántara corresponde al woëbe de 16,5 litros y la quartilla al makuk» (2).

¹ Punto 502, tomo II.

² Punto 503, tomo II.

En una Memoria realizada por D. Gabriel Ciscar y publicada en 1800 ⁽¹⁾ nos relata cómo eran los patrones nacionales existentes. Así en su punto número cinco nos dice sobre la unidad de longitud: «Pero volviendo a los patrones o modelos primarios de las medidas más acreditadas en España ¿qué cosa son más que unos monumentos de la barbarie e ignorancia del siglo en que fueron contruidos? La famosa vara de Burgos está torcida y tan mal escuadrada por sus extremos que entre las longitudes de una y otra cara y la distancia entre dos piezas apoyadas contra sus extremidades, se encuentran diferencias de más de un cuarto de línea. El patrón original de Burgos difiere cerca de un décimo y medio de línea del que se conserva en el archivo de Toledo».

En esa época había gran cantidad de varas en España como la de Burgos, la de Valencia, la de Aragón, la de Santiago, la de Allariz, etc.

Respecto a la unidad de pesos nos dice:

«No hay menos en la unidad de pesos, conocida generalmente con el nombre de libra en todo el reino. La libra se supone compuesta de un número de unidades menores llamadas onzas, cuyo peso no es el mismo en todas las provincias. Prescindiendo de esto, en una misma provincia, y aun en un mismo pueblo, se suele hacer uso de cuatro o cinco libras diferentes. Libras de doce ⁽²⁾, de dieciséis, de dieciocho y de treinta y seis onzas. De suerte que una libra de azúcar candi, una libra de harina, una libra de pescado fresco, una libra de pescado salado y una libra de carne son cantidades de pesos sumamente diferentes; y de tanta variedad infundada resulta que los mismos naturales del país ignoran muchas veces la verdadera significación de la palabra libra, por no saber de cuál de ellas se hace uso en las pesadas del género de que se trata».

«Se necesitarían algunas páginas para hacer la enumeración de las irregularidades que se advierten en las unidades de las superficies agrarias,

¹ Memoria Elemental sobre los Nuevos Pesos y Medidas Decimales Imprenta Real (año 1800).

² En los pueblos del reino de Valencia en que suele suceder esto, además de la libra ordinaria, de doce onzas valencianas, hay la de los boticarios, que consta de doce onzas castellanas. Estas vienen a estar con las valencianas en razón de treinta y uno a treinta y dos.

y en las de capacidad de líquidos y áridos. Un cuartillo de vino y otro de leche, ni ocupan el mismo espacio ni tienen igual peso. Para aumentar más la confusión se aplican frecuentemente a las unidades de capacidad las mismas denominaciones que las unidades de peso, a que no corresponden».

Respecto a las subdivisiones el caos es aún mayor.

«Hay divisiones en dos mitades, como la de la libra en marcos, en tres, como la de la vara en pies, en cuatro, como la de la misma vara en palmos, en ocho, como la del marco en onzas, en doce, como la del pie en pulgadas, etc. En cuanto a las unidades mayores, la arroba común de Castilla se compone de veinticinco libras, número que no tiene más divisor que el cinco».

En el informe de la Imperial Ciudad de Toledo al Real y Supremo Consejo de Castilla sobre igualación de pesos y medidas, impreso en Madrid en el año 1758, se encuentran muchísimos datos curiosos e importantes.

En dicho informe se manifiesta que la vara de Castilla no recibió el noble carácter de vara castellana hasta la Pragmática de Felipe II, despachada en junio de 1568 y que muchas medidas de capacidad provenían seguramente de la dominación árabe.

«Que la ciudad de Toledo recibió de D. Alfonso X el Sabio la vara primitiva castellana, compuesta de tres pies romanos y que en su Archivo aún se conserva el patrón del estándar para la medida de los campos, siendo dicha unidad igual a la decémpeda romana.

Que uno de los Reyes más sabios de la Corona de Aragón Don Jaime el Conquistador dio asimismo a la provincia de Valencia la vara de tres pies romanos, que está aún hoy en uso para todos los asuntos del comercio.»

Asimismo, manifiesta la gran imperfección del patrón original de Burgos y la gran variedad que se notaba entre sus copias o modelos autorizados. Todo esto dio motivo a la Real Resolución de S. M. Don Fernando VI para que en las dependencias de Guerra y Marina se usase la vara burgalesa, suponiendo que siete de sus pies eran iguales a la Toesa de París.

Esto equivalía a tomar el patrón francés como patrón para las medidas españolas.

Por todo ello al comenzar a efectuar un estudio sobre la Metodología en España, se llega a convencimiento de que antes de establecerse el Sistema Métrico Decimal reinaba sobre el país un monstruoso sistema de pesas y medidas.

Cuando en 1849 la Reina Isabel II promulga la Ley de 19 de julio, así como los Reales Decretos y Órdenes para su aplicación, se acomete por tercera vez en la legislación española la unificación de los pesos y las medidas, dándose un verdadero y definitivo paso en materia metrológica.

Bien es verdad que las «Medidas y pesos legales de Castilla» mandados emplear en tiempo de Carlos IV al ser promulgada la Novísima Recopilación ⁽¹⁾ por Real Cédula de 15 de julio de 1805, habían empezado a dar sus frutos, pero este intento de unificación solo quedó en eso, en un intento.

Sus patrones eran, para las medidas lineales, la vara de Burgos, archivada en la ciudad de Burgos; para las de capacidad, la media fanega, archivada en Ávila; para los líquidos, el cuartillo, archivado en Toledo, y para los pesos, el marco, archivado en el Consejo de Castilla. La legua legal y las medias agrarias se regulaban por este sistema.

A pesar de ello, son solo 25 provincias las que utilizan como unidad de longitud la vara burgalesa, cuya longitud es de 0,835905 metros, coexistiendo varas en distintas provincias cuyas longitudes oscilaban entre 0,768 metros y 0,912 metros.

La cana o la media cana eran los patrones de longitud en las cuatro provincias catalanas y Baleares con la característica que cada una de ellas tenía un valor distinto de las otras.

Respecto a la unidad de peso de uso común, la libra, la situación era bastante similar a la de la vara, no sucediendo lo mismo para las unidades

¹ La Novísima Recopilación consta de 12 libros y en su libro 9 se fija el Antiguo Sistema de Pesas y Medidas Españolas, llamado comúnmente «Medidas y Pesos legales de Castilla».

de capacidad para áridos y líquidos, ni para las superficiales, en las que casi cada provincia tenía sus unidades particulares.

Los nombres de jornal, aranzada, huebra, peonada, destremojada, ferrado, vesana, emina, robada, día de bueyes, obrada, cavadura, cana de rey, cuartal, caballería chovada, fanegada, etc. Correspondían a las más diversas unidades superficiales utilizadas en las provincias españolas.

En las medidas de capacidad para áridos las más comunes eran la fanega y el celemín y para los líquidos, la cántara y el azumbre. Asimismo, en las unidades de peso, se utilizaba también corrientemente la arroba.

Permanecían como submúltiplos de la vara o de la cana, pies, pulgadas, palmos y dedos.

La diseminación de las unidades legales por todo el país, parece no se realizó más que para la unidad lineal, ya que en el Acta de 16 de octubre de 1849 de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas se hace constar:

«Que se ha hallado en el Conservatorio de Artes un legajo en el que consta que se entregó la vara de Burgos a todas las provincias cuando en 1801 se mandó que ésta fuese la única medida legal en España, lo que indica que se hacían entonces trabajos de comparación de todas las medidas con la de Burgos».

La fecha de 1801 es bien significativa, pues nos indica la preocupación existente por la unificación cuatro años antes de promulgarse la Novísima Recopilación.

Pero quizá el primer intento legislativo en materia de unificación de pesas y medidas se dio en tiempos de Felipe II, al efectuarse la «Nueva Recopilación de las Leyes de España». Esta recopilación en la que se trabajó muchos años se dio por terminada el 14 de marzo de 1567 y en su Libro V —consta de nueve Libros— se efectúa el «Estudio de la moneda, pesas y medidas y contraste y fiel público».

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES DEL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL

Don Gabriel Ciscar, Capitán de Navío de la Real Armada y miembro de la Comisión de Pesos y Medidas del Instituto Nacional de Francia, en la Introducción de su Memoria Elemental sobre los Nuevos Pesos y Medidas Decimales, escrita en 1800, nos relata:

«La Nación Francesa fue la primera que oyendo las reclamaciones de los sabios decretó la abolición del monstruoso sistema existente de pesos y medidas, sustituyéndoles otros deducidos de la naturaleza misma, y tan constantes e invariables como ella».

La situación en Francia era bien parecida a la española al implantarse el Sistema Métrico Decimal.

Según nos relata Adrien Favre, profesor del Liceo de Toulouse, «antes del establecimiento del Sistema Métrico en Francia, había en las unidades de medida una increíble confusión».

Savary des Bruslons nos reafirma que la diversidad de medidas era mayor que en cualquier otro país.

Los contemporáneos se expresan de manera enérgica.

Delambre escribe por ejemplo... «Asombrosa y escandalosa diversidad».

Talleyrand nos dice: «... una variedad cuyo solo estudio espanta».

Un inglés, Arthur Young refiriéndose a la situación francesa escribe: «En Francia la infinita confusión de medidas sobrepasa todo lo que se puede imaginar (exceeds all comprehension)».

Talleyrand resume en dos frases los dos vicios del sistema existente el primero es «la innumerable variedad de nuestros pesos y de nuestras

medidas y sus singulares denominaciones»; el segundo, y más grave, es «la diversidad de cosas bajo la uniformidad de nombres».

Estos defectos nos los reafirman Tillet y Abeille al señalarnos «que las medidas difieren entre ellas, aunque se designen con el mismo nombre; que estas diferencias son muy considerables, no solamente entre provincias sino en la misma ciudad, en el mismo burgo, en el mismo pueblo».

La unidad fundamental de longitud presenta una gran variedad: «Esta medida, dice Vinet, hablando del pie, ha sido siempre muy incierta. Cada burgo y cada ciudad han tenido siempre la suya, más larga o más corta que la de sus vecinos».

En el siglo xviii, el pie de París o pie de rey, era conocido en toda Francia, pero su empleo no estaba generalizado.

Así, por ejemplo, en Burdeos, además del pie de rey, se utilizaba el pie de la ciudad, el pie de tierra y un pie de vidriero mucho más corto que los anteriores.

En el mercado de telas se empleaba en el Norte preferentemente la ana de París y en el Mediodía la cana.

La ana de París no era más que una unidad comercial cuyo empleo se limitaba, como antes dijimos, a la medida de telas y de cintas.

La unidad fundamental era el Pie de Rey, y el patrón, que valía seis pies, era la Toesa de Châtelet. Esta era la que debía conservarse invariable a través de los siglos como unidad nacional de longitud.

Era, escribía la Condamine, «una barra de hierro sujeta en el muro al pie de la escalera del gran Châtelet, terminada en dos salientes o ángulos en forma de escuadra... Este patrón había sido groseramente construido». Además «estaba expuesto a los choques, a la intemperie, a la herrumbre, al contacto de todas las medidas que le eran presentadas y a la malignidad misma de cualquier malintencionado».

En 1668 esta toesa fue reemplazada por otra nueva, más corta que la antigua, pero no se supo ciertamente como fue restablecida. Según La

Condamine se adoptó su longitud con arreglo a la longitud de una fachada del Louvre, señalando la mediocre precisión de la medida, ya que se había tomado entre dos piedras porosas y expuestas a la intemperie.

En 1758 la nueva toesa es torcida y maltratada. Mairán la encontró un día «curvada y convexa hacia el muro. Un obrero imprudente la ha debido golpear a golpes de martillo para asegurarla y aproximarla a la muralla».

Siendo la Academia la encargada por el Gobierno de la restauración de esta medida pública, La Condamine quiso hacer adoptar en su momento la toesa del Ecuador ⁽¹⁾ que él había construido en 1735 con arreglo a la de Châtelet, y que por haber sido mejor conservada era «una copia más auténtica que la original». Sin embargo, la Academia no dio su aprobación y es más tarde cuando por una Declaración Real (16 de mayo de 1766) se ordena la construcción de veinticuatro copias de la «toesa del Perú» que serán enviadas al Châtelet, así como a las principales capitales de provincias y aún asimismo fuera del reino, como a la Guayana, Viena, Turín y Florencia.

Es a partir de esta fecha en que París y Francia entera cuentan con un patrón de longitud digno de este nombre.

Las unidades de peso se conservaron con muchísimo más cuidado, pues ellas servían como patrón para la fabricación de moneda. El patrón era la Cruz llamada de Carlomagno, conservada bajo tres llaves en el Palacio de la Moneda.

Consistía en una serie de pesos en forma de vasos, que entraba uno dentro del otro, y que en conjunto pesaba 50 marcos. Pero las diversas piezas de que se componía no estaban en relación exacta unas con otras. La libra pesaba 2 y $\frac{1}{4}$ granos más que el doble marco. «En la Cruz de Carlomagno, dice Tillet, solamente su peso total y el del marco, son los que originariamente fueron ajustados con escrupulosidad.

Además de esta libra peso del marco de 16 onzas, conocida en todas partes, había libras locales, libra «poids de ville» como en Lyon, libra «poids de

¹ Esta toesa es más conocida con el nombre de «toesa del Perú» aunque La Condamine la llamaba normalmente «toesa del Ecuador».

Wicomté» en Rouen y la libra «poids de table» en todo el Sur de Francia, variando esta última entre 13 y 14 onzas de peso del marco. Para distintas mercancías, aun en la misma ciudad, había distintas libras, así en la ciudad de Lyon para la seda se empleaba una libra de 15 onzas, cuando la libra «poids de ville» utilizada comúnmente solo tenía 14 onzas de peso del marco.

La libra medicinal, utilizada por los farmacéuticos del tiempo, estaba fijada en 12 onzas.

Respecto a sus múltiplos sucedía algo bastante parecido, así en una misma ciudad, Ax, el quintal que normalmente tenía 100 libras, para pesar heno se utilizaba uno de 108 libras y para el aceite un quintal de 104 libras.

Si una unidad necesitaba particularmente de la uniformidad, esta era precisamente la de las medidas itinerarias. Este es el caso de la legua.

La legua marina era bien conocida y la misma era para Francia, Inglaterra y los Países Bajos, pero esta acertada uniformidad en la mar, no había sido conseguida para las tierras.

Las leguas eran diferentes en diversas provincias, sin embargo, se podían reducir a tres principales: la lengua de París, que constaba de 2.000 toesas; la legua de 25 al grado, de 2.282 toesas y la legua marina de 20 al grado con 2.853 toesas. Sin embargo, la Enciclopedia Francesa nos da un gran número de ellas, variando sus longitudes entre 1.700 a 3.000 toesas, como la provenzal. Pero aquí nos encontramos con indicaciones totalmente contradictorias.

Capelle nos distingue una pequeña legua de Francia de 12.000 pies o 2.000 toesas y una grande de 20.000 pies, es decir, de 3.333 toesas, pero nos añade que existen otras más que apenas pueden ser definidas de una manera concreta.

Muchos autores habían admitido que la legua de París era de 2.000 pasos geométricos, pero en 1674 la Academia de Ciencias midió la distancia entre París ⁽¹⁾ y varios pueblos cercanos. Comparadas estas distancias en

¹ La distancia se empezaba a contar desde el centro de Les Halles.

toesas con los valores en leguas tradicionalmente aceptados, se llegó a la «prueba demostrativa» de que la legua tenía 2.000 toesas.

Se puede imaginar uno que, con este estado de cosas, las dificultades jurídicas y administrativas tenían que ser enormes; dificultades en las herencias; fraudes en el comercio; dificultad en el establecimiento de impuestos, etc.

La uniformidad de las medidas debía parecer tan deseable a los reyes que la tomaron como símbolo de la unidad del reino. «Un rey, una ley, un peso y una medida» se encuentra como divisa en más de un cuaderno de los Estados Generales, en 1789.

«El pensamiento de establecer en Francia la unidad de peso y medidas, nos dice Daresté, puede ser tan antiguo como la Monarquía».

Pero en esta materia, la historia de los esfuerzos de la Monarquía es la historia de la buena voluntad impotente.

Si algunos autores atestiguan que Carlomagno realizó la uniformidad en su imperio, estableciendo las medidas romanas, la alteración total de esta posible uniformidad, quedó desechada en tiempos de Carlos el Calvo que toleró a sus señores feudales toda clase de arbitrariedades, consintiendo con las medidas pequeñas y reduciendo las grandes.

Las primeras medidas realizadas en Francia con carácter científico fueron las efectuadas por el abate Picard en 1670. En ese año terminó su medida del grado terrestre, medida célebre, cuya exactitud fue hasta 1740 tomada por encima de toda discusión. En este año se encontró un error en la medida de la base, pero antes de reconocerlo se realizó esta medida de comprobación hasta cinco veces ⁽¹⁾.

En esta época Huygens comenzó a publicar sus célebres estudios sobre el péndulo bate segundos.

La magnitud de la Tierra y el péndulo bate segundos proporcionaban longitudes que, tomadas de la misma naturaleza, parecían participar de su eternidad.

¹ Mesure des trois premiers degrés (La Condamine).

El péndulo tuvo en un principio el mayor número de partidarios. Su longitud era fácil de encontrar en todo tiempo y en todo lugar. Era suficiente pues determinar la relación entre las unidades de longitud en uso, para asegurar la perpetuidad de esta última. Se creía entonces que la longitud del péndulo era la misma en todos los lugares de la tierra. ¡Esta unidad natural era, por naturaleza, universal! ⁽¹⁾.

Gabriel Mouton (1618-1694), abate de San Pablo en Lyon prefería, conservando el péndulo como control, preguntar a las dimensiones de la Tierra la definición de la unidad: partir del minuto de arco terrestre, que dividía en décimas, centésimas y milésimas, dando sucesivamente todas las unidades de longitud. El «milliare» o minuto de arco terrestre de Mouton, no era más que la milla marina. Es pues, en este sistema de Mouton cuando se propone por primera vez la división decimal. El proyecto del abate se parecía extraordinariamente a nuestro Sistema Métrico por tanto y su división decimal la más útil de todas las innovaciones ⁽²⁾.

El problema se cifraba en encontrar una unidad que fuese «natural y universal al mismo tiempo, pero el descubrimiento de Richer había roto la ligazón entre las dos ideas de unidad natural y de unidad universal, ideas que podrían triunfar sobre las vanidades nacionales. Además, este descubrimiento había conducido a Huygens y Newton a demostrar el aplanamiento de la Tierra. De este modo se derrumbaba el proyecto de Mouton que suponía a la Tierra totalmente esférica.

La Condamine vuelve entonces hacia el péndulo, descontando la idea de universalidad. «No hay más que una medida sacada del mismo seno de la Naturaleza, una medida constante, inalterable, posible de verificar en todo momento, que puede por sus ventajas arrancar, por decir así, el consentimiento de todas las naciones y reunir todas las voces a su favor.

¹ En 1673 Richer había descubierto que el péndulo bate segundos era más corto en Cayena que en París.

² Precedentes de la división decimal, se han buscado en los chinos y los hebreos; pero cuando los Estados Unidos en 1786 reforman su sistema monetario adoptan para división del dólar la ley decimal. «La principal ventaja del sistema métrico está en su división decimal» dirá más tarde Laplace.

Se comprende que yo quiero hablar de la medida tomada del péndulo de segundos.

Pero un nuevo problema aparecía; la elección del lugar en donde se realizarían las medidas, y de nuevo dos tendencias aparecieron, unos apoyaban el tomar un valor medio de una serie de mediciones, otros el elegir un lugar único y aceptar su resultado.

La Condamine tendía por el segundo y se comprende claramente el por qué.

Su origen era un viaje al Ecuador. Él había hecho fundir una regla de bronce que conservaba la longitud del péndulo en la ciudad de Quito, unidad que fue el cuartel general de la expedición.

Esta longitud había sido grabada sobre una placa de mármol y colocada en la fachada externa del muro de la iglesia de los Jesuitas, «la más bonita de la ciudad», haciendo asimismo grabar la siguiente descripción:

PENDULI SIMPLICIS AEQUINOCTALIS,
UNIUS MINUTI SECUNDI TEMPORIS MEDII;
IN ALTITUDINE SOLI QUITENSIS, ARCHETYPUS.
(MENSURAE NATURALIS EXEMPLAR, UTINAM ET UNIVERSALIS) ⁽¹⁾

(En esta expedición de estudios participaron los insignes Teniente de Navío de la Real Armada Española Jorge Juan y Ulloa, mandados expresamente por S.M. el Rey).

Para La Condamine, el patrón universal estaba conseguido, no hacía más falta que adoptarlo. Pero Quito era un punto geométrico sobre la superficie terrestre y el Ecuador un círculo único. Para que el «péndulo de Quito» y el «péndulo del Ecuador» fuesen sinónimos bastaba con que la longitud del péndulo no dependiera más que de la latitud ⁽²⁾.

¹ Modelo de péndulo simple equinoccial que bate el segundo de tiempo medio a la altitud del suelo de Quito (¡Ejemplar de una medida natural, pudiendo ser también universal!). Esta inscripción se encuentra hoy en el pabellón central del Observatorio de Quito.

² «Esperemos al menos que la igualdad de la longitud del péndulo de segundos bajo la misma latitud sea confirmada por experiencias que aún no han sido hechas». (Measure des trois premiers degrés).

Sin embargo, el péndulo de 45°, que se podría proponer como promedio de los péndulos extremos entre el Polo y el Ecuador no era único, pues había dos paralelos de 45°, y nuevamente entraban las susceptibilidades nacionales, ya que el paralelo de 45° N atravesaba Francia.

«Ninguna nación, en ningún siglo venidero, podrá protestar contra esta elección. Un francés preferirá sin duda el de París, como un inglés el de Londres. Un europeo, en general, podría optar por el de 45°. El filósofo y el ciudadano del mundo elegiría sin lugar a dudas el péndulo equinoccial».

La Condamine ganó, al menos en la opinión de los científicos, la causa de la unidad universal, pero murió en 1774 sin poder ver realizado su sueño.

Su continuador, Condorcet, adopta un nuevo proyecto: el péndulo de 45° es preferible al de Quito, pues permite verificar su longitud más cómodamente y tantas veces como se necesite. El paralelo de 45° pasa cerca de Burdeos, siendo posible efectuar la operación al nivel del mar.

Condorcet, ayudado por Turgot, controlador de Hacienda, eligen a la persona para realizar la operación. Meissier, poniendo a su disposición el célebre péndulo del abate Chappe, pero cuando llega el momento de realizar las medidas encuentran que el referido péndulo es absolutamente inutilizable, abandonándose totalmente el proyecto al fracasar en la construcción de otro nuevo.

La unidad universal es todavía un sueño, como los proyectos de lengua universal y de paz universal.

El 25 de marzo de 1791, la Asamblea Constituyente recibe un estudio realizado por una comisión de la Asamblea de Ciencias. Esta comisión, compuesta por Condorcet, Borda, Laplace, Lagrange y Monge, abandonan el péndulo y eligen como base para el nuevo sistema de medidas, el cuarto meridiano terrestre ⁽¹⁾.

¹ La Comisión añadía que prefería el Meridiano al Ecuador, entre otras razones, porque se podía decir que cada nación tenía su propio Meridiano, en el que solamente una parte estaba bajo el Ecuador.

Aparece el deseo de emprender una gran medida geodésica de gran precisión, que eclipse a todas las anteriores. Lo que se presenta como un medio es en realidad el fin. Rápidamente Borda se lanza a construir su célebre «círculo repetidor» que permite alcanzar en las medidas angulares precisiones hasta entonces nunca igualadas.

Lalande dice francamente que el deseo de demostrar la utilidad de su círculo determinó, en parte, a Borda «a solicitar de la Academia y del Gobierno el emprender esta nueva medida de la Tierra».

Nos cuenta Delambre que él le propuso a Borda el empleo simultáneo de sectores y de su círculo, a lo que Borda le respondió con sequedad: «¡Será para saber si los sectores son buenos!» Era la ocasión única de darle toda la importancia que tenía a su círculo repetidor, a la vez que proporcionaba una magnífica ocasión a la Geografía y a la Astronomía para determinar la magnitud y la figura de la Tierra.

La Asamblea votó a su favor, a pesar de que la situación financiera no era todo lo buena que podía esperarse, pero su pensamiento al votar fue el de «resolver para el universo» con exclusión de toda arbitrariedad y nacionalismo. Delambre lamentó más tarde el que no se hubiese partido de Greenwich en lugar de Dunquerque. Ninguna palabra entraría en la definición que se relacionase con el territorio francés.

Las dimensiones de la Tierra iban a proporcionar directamente esta longitud natural, tomándose el cuarto de meridiano con preferencia a toda fracción, a causa de su carácter único de ángulo recto.

Pero si una definición puede ser general, una medida tenía que ser necesariamente particular. Se eligió pues el arco de meridiano a medir como el comprendido entre Dunquerque y Barcelona, en donde sus dos extremidades se encontraban al nivel del mar ⁽¹⁾.

Pero para deducir la longitud del meridiano hacía falta intervenir el aplanamiento terrestre. Este aplanamiento se pensaba sacar de la pro-

¹ Durante la ejecución de las medidas, que fueron efectuadas por Delambre y Mechain, fueron acompañados por los astrónomos Sres. Bueno y González y por el Teniente de Navío de la Armada Sr. Planes, nombrados para estas operaciones por S.M. el Rey de España.

pia medida, pero el resultado pareciendo dudoso se prefirió tomar el del Perú ⁽¹⁾ es decir, en otro meridiano. Pero si todos los meridianos no eran iguales ⁽²⁾ el metro deducido era pues una medida indeterminada.

En Europa se hizo un «gran escándalo» entre las diferencias encontradas en los nuevos resultados y las antiguas medidas de meridiano. Entre los delegados extranjeros que fueron a París para sancionar las operaciones, algunos publicaron rápidamente que el trabajo no servía para nada.

Doce años más tarde, el Presidente de los Estados Unidos Jefferson exigía que la medida de la base del sistema tuviese igual facilidad de realización en todos los países. ¡La medida del meridiano no podía ser hecha entre Dunkerque y Barcelona, ya que Francia y España habían monopolizado el control de la unidad de longitud!

El Decreto de 26 de marzo de 1791 no decía más que la base del sistema, no la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre, sin embargo, esta fecha señalaba la historia de los orígenes del Sistema Métrico.

Al estallar la Revolución, la realización de las medidas sufren un gran retraso, solo en la preparación de los instrumentos geodésicos se había tardado más de un año.

El 7 de abril de 1795 la convención ordena la continuación de las operaciones con el fin de fijar el metro «verdadero y definitivo». Las antiguas medidas reales deben desaparecer y los ciudadanos darán «una prueba de su lealtad a la Unidad y a la Indivisibilidad de la República» acatando las nuevas medidas, antes de que estas sean obligatorias.

Pero el período crítico toca a su fin, la Revolución está a punto de terminar la reforma de las medidas debe acabar con ella.

¹ Se tomó el aplanamiento obtenido de la medición del Perú (1/334) pensando en que se trataba del arco más extenso de las medidas fuera de Francia hasta la fecha. Este dato se recalculó de nuevo en esos momentos. El aplanamiento del elipsoide internacional de Hayford es de 1/297 por lo que se considera que el tomado para aquella medida es bastante grosero.

² Según se pensaba en aquel tiempo.

A la Academia de Ciencias le sucedió el Instituto Nacional. Este respetable cuerpo continuó los trabajos de la Academia con la mayor actividad posible y confió al ilustre físico Lefèvre las experiencias relativas al peso de una cantidad determinada de agua destilada en diferentes grados de condensación.

Se estaban concluyendo todas estas operaciones preliminares a mediados del año 1798 cuando el Instituto invitó a los científicos de las naciones amigas y aliadas a una reunión en París para la «fijación definitiva» de las nuevas unidades.

Los científicos franceses y los diputados extranjeros ⁽¹⁾ reunidos indistintamente en un solo cuerpo, formaron en noviembre de 1796 la comisión de pesas y medidas. Fueron sus objetivos examinar las observaciones, discutir sobre ellas, calcularlas y dirigir la construcción de los prototipos o patrones primarios de las nuevas unidades.

En estos estudios la definición de la unidad de peso sufre una modificación. El decímetro de agua debería ser tomado a la temperatura de congelación, es decir, a su máximo de densidad. Este fue un acto de deferencia hacia el delegado helvético Trallés. La razón de esta elección radicaba en el espíritu de 1891 al preferir el meridiano al péndulo. La elección de un estado del agua que fuera no solamente «constante» sino «único»

Una noción extranjera la de la temperatura, entraba en la primera definición, sin embargo, no entró en la segunda al menos explícitamente: «El agua pura, a su máximo de densidad, desprendiéndose de toda determinación e indicación de temperatura».

Dos fueron los representantes de España en esta reunión D. Gabriel Ciscar y D. Agustín Pedrayes.

Ciscar se expresa de este modo en su Memoria Elemental: «Los prototipos o patrones primarios de medida y pesas que he traído de París son cinco metros o varas decimales y cinco kilogramos o libras decimales.

Todos los metros prototipos, que llevan el sello de la comisión, han sido construidos por el célebre artista Lenoir. Representa el verdadero

¹ Los diputados extranjeros, representaron a los reinos de España, Dinamarca y Cerdeña y las Repúblicas Batava, Cisalpina, Helvética, Liguriana, Romana y Toscana.

metro o medidera cuando se halla en la temperatura del hielo que se liquida, y se han verificado con tanta escrupulosidad que las mayores diferencias entre unos y otros no llegan a una millonésima de toesa».

«Entre los kilogramos o libras decimales tampoco hay diferencia de la millonésima de su peso. El profundo exactísimo físico Lefèvre Gineau ha llevado al último extremo su verificación. La balanza de que se ha hecho uso fue construida por el célebre artista Fortin».

«Uno de los patrones de la vara decimal y otro de los de la libra correspondiente, fueron construidos por la comisión y destinados a nuestro Soberano; y los restantes se hicieron por orden de S. M., para el uso de su Real Armada.

La vara decimal de la comisión es toda de hierro, no está dividida, y lleva en sus extremos dos pedazos de latón en forma de escuadra, que cubre la mitad de sus cabezas. Dichas piezas están sujetas con un tornillo, y solo deben quitarse para verificaciones sumamente delicadas».

«La libra o kilogramo de la comisión es de latón sin dorar, y su figura es cilíndrica, con un pomo en su parte superior».

«Las cuatro medideras o varas decimales construidas por orden de S. M. son también de hierro y están divididas en décimas y centésimas. Llevan perfectamente embutidos en las medianías de sus cabezas unos pedacitos de platino, de suerte que las varas se terminan en dichas piezas (por el medio) y están al abrigo de las alteraciones que podían resultar de la oxidación del hierro. Las piezas en forma de escuadra que cubren sus cabezas hasta la medianía, son de hierro, con la interposición de una lámina delgada de latón. Conviene advertir que en estos modelos de la medidera se debe tomar la verdadera longitud entre las superficies más distantes, de las piezas de platino embutidas en sus extremos».

«Los patrones del kilogramo o libra decimal se doraron al fuego, y se afinaron después para dejarlos en su justo peso».

«He entregado al Señor Ministro de Estado los patrones de la libra y vara decimal de la comisión y uno de cada clase de los construidos por orden de S. M. Los tres restantes quedan a la disposición del Señor Ministro de Marina».

CAPÍTULO III

LA LEY DE 19 DE JULIO DE 1849, CREACIÓN DE LA COMISIÓN DE PESAS Y MEDIDAS: SU ACTUACIÓN HASTA 1860

Hemos visto hasta ahora que la historia de la fundación del Sistema Métrico Decimal se confunde con la de la Revolución Francesa: comienza y se acaba con ella, tal es así que el sancionamiento legal de los patrones definitivos se realiza cuatro días antes de la terminación de la Revolución. Aquí acaba verdaderamente la historia de los orígenes del Sistema Métrico Decimal: «las unidades son definidas por sus patrones».

Sus prototipos realizados en platino son los de longitud y peso. El metro fue representado por la distancia que separaba las dos extremidades de una barra de sección triangular y el kilogramo, peso de un decímetro cúbico de agua pura a la temperatura de su máxima densidad, bajo la forma de un cilindro de diámetro igual a su altura. Estos prototipos fueron depositados solemnemente en los Archivos de Francia, por eso más tarde se los denominaría «Metro de los Archivos» y «Kilogramo de los Archivos». Sin embargo, hasta el 1 de enero de 1840, el nuevo sistema de pesas y medidas no fue hecho obligatorio en Francia. La nación que había sido su creadora tardó casi medio siglo en hacer el sistema obligatorio.

La reacción en España es casi paralela a la francesa. Primero el 15 de abril de 1848 un Real Decreto de S. M. establece las bases del sistema monetario y casi un año más tarde el 19 de julio de 1849 se establece lo que podríamos llamar Primera Ley Fundamental de la Metrología Española.

Las ventajas que proporciona el nuevo sistema de pesas y medidas se indican de una manera rotunda en su artículo 1.º en el que la Ley dice:

«En todos los dominios españoles habrá un solo sistema de medidas y pesas».

El concepto de uniformidad queda claramente establecido; y, en efecto, con la uniformidad en el sistema se evitarán muchos perjuicios, abusos y complicaciones de todo género.

La unidad fundamental queda fijada por el artículo 2.º de la Ley:

«La unidad fundamental de este sistema será igual en longitud a la diezmillonésima parte del arco del meridiano que va del Polo Norte al Ecuador y se llamará metro».

El artículo 3.º nos materializa el patrón:

«El patrón de este metro, hecho de platino, que se guarda en el Conservatorio de Artes y que fue calculado por D. Gabriel Ciscar ⁽¹⁾ y construido y ajustado por él mismo y D. Agustín Pedrayes, se declara patrón prototipo y legal y con arreglo a él se ajustarán todos los del reino.

El Gobierno, sin embargo, se asegurará previa y nuevamente de la rigurosa exactitud del patrón prototipo, el cual se conservará depositado en el archivo nacional de Simancas».

El artículo 3.º es verdaderamente significativo, pues además de establecer materialmente el prototipo, le dota del carácter legal, pidiendo nuevamente al Gobierno se asegure de su exactitud.

El artículo 4.º fija las condiciones físicas para las cuales el prototipo debe considerarse como legal.

«Su longitud a la temperatura de cero grados centígrados es la legal y matemática del metro».

¹ En el año 1808 presentó D. Gabriel Ciscar una Memoria sobre el sistema de pesas y medidas, fundada en el metro, y al efecto se le encargó calculara, construyera y ajustara un patrón que sirviera de modelo; y como construido por el mismo y D. Agustín Pedrayes, quedara el sistema en tal estado, se depositó y se guarda en el Conservatorio de Artes; y este patrón es el que se declara en la Ley patrón prototipo y legal, al que se han de ajustar todos los del reino (Tratado completo de Metrología de D. Juan Teresa Nougaro. Año 1852).

El artículo 5.º declara de una manera evidente cuales son los submúltiplos del metro.

«Este se divide en diez decímetros, cien centímetros y mil milímetros».

En los siguientes artículos se dan las normas generales para las demás unidades de medida y peso, así como todas las órdenes complementarias para su adopción. El párrafo primero del artículo 7.º añade que «El Gobierno procederá con toda diligencia a verificar la relación de las medidas y pesas actualmente usadas en los diversos puntos de la Monarquía con las nuevas y publicará los equivalentes de aquéllas en valores de éstas».

Este párrafo dará lugar más tarde a la realización de una de las más ingentes labores de la Comisión.

El último párrafo del artículo 10.º señala:

«El primero de enero de 1860 será éste obligatorio para todos los españoles.»

En los artículos 11.º, 12.º, 13.º y 14.º, se dan las normas necesarias para la enseñanza, establecimiento en las dependencias estatales, Tribunales y contratos públicos.

El artículo 15.º establece que: «Los nuevos tipos o patrones llevarán grabado su nombre respectivo».

El artículo 16.º tiene totalmente un carácter vigilante: «El Gobierno publicará un reglamento determinando el tiempo, lugar y modo de procederse anualmente a la comprobación de las pesas y medidas, y los medios de vigilar y evitar los abusos».

Añadiendo en su artículo 17.º, con un carácter penal: «Los contraventores a esta Ley quedan sujetos a las penas que señalan o señalaren las leyes contra los que emplean pesas y medidas no contrastadas».

En este artículo se nota claramente la intención amplia del legislador al dejar abierto el campo de las penalizaciones, al determinar «las penas que señalan o señalaren las leyes».

La Ley finaliza con un cuadro, determinado en el artículo 6.º, por el que se fijan todas las Nuevas medidas y pesas legales, así como sus múltiplos y divisiones.

Esta Ley, decretada por las Cortes y sancionada por la Reina Doña Isabel II, se dio en San Idelfonso el día 19 de julio de 1849, siendo rubricada por Real mano, y por la del entonces Ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas, D. Juan Bravo Murillo.

El mismo día en que fue decretada esta Ley, la Reina Doña Isabel II, por disposición oficial, crea la Comisión de Pesas y Medidas, disposición que por su gran importancia se inserta íntegramente:

Real Decreto

«Para que tenga cumplido efecto lo prevenido en el párrafo segundo del artículo 3.º y en el párrafo 1.º del artículo 7.º de la Ley de esta fecha, conformándome con lo propuesto por el Ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas, Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º. Una comisión compuesta por personas peritas. Me propondrá los medios de asegurarse de la rigurosa exactitud del metro de platina que existe en el Conservatorio de Artes, y procederá asimismo a verificar la relación de las medidas y pesas actualmente usadas, con las métricas, desempeñando también los demás trabajos relativos al mismo asunto que Mi Gobierno le encargue.

Artículo 2.º. La Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio facilitará a la Comisión cuantos datos necesite, reclamando de los jefes políticos y cualesquiera otras Autoridades los que no existan en aquella dependencia.

Artículo 3.º. Los haberes de los auxiliares de la Comisión y los demás gastos que ésta ocasione, se cargarán por este año, y hasta que puedan incluirse en el presupuesto al artículo de imprevistos de los ramos de Agricultura, Industria y Comercio. Dado en San Idelfonso a 19 de julio de 1849. = Está rubricado de la Real mano. = El Ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas — Juan Bravo Murillo».

Al día siguiente de la firma de este Real Decreto S. M. efectúa los nombramientos correspondientes de las personas que deben componer la Comisión creada por el anterior Real Decreto.

La Comisión queda compuesta por los siguientes individuos nombrados por Real Orden de 20 de julio:

Presidente: D. Vicente Sancho, Senador del Reino.

D. Alejandro Olivan, Diputado a Cortes.

D. Vicente Vázquez Queipo, Diputado a Cortes.

D. Juan Subercase, Inspector General del Cuerpo de Caminos, Canales y Puertos.

D. Cristobal Bordiú, Director General de Agricultura, Industria y Comercio.

D. Joaquín Alfonso, Director del Conservatorio de Artes.

Secretario: D. Rafael Escriche, profesor de matemáticas.

El 24 de agosto de ese mismo año, la Comisión se reúne por primera vez, en el piso bajo del ex convento de la Trinidad, ocupado por el Conservatorio de Artes, iniciando las tareas que la Ley y el Real Decreto la encomiendan.

La primera cuestión de que debía ocuparse la Comisión era la de asegurarse la exactitud del metro existente ⁽¹⁾; la segunda, la de pedir a los jefes políticos, muestras de todas las pesas y medidas que tuviesen uso legal en las provincias y cabezas de partido, sin perjuicio de extender más tarde el pedido a los pueblos en particular, si así se considerase oportuno.

En el seno de la Comisión se nombran sendas subcomisiones encargadas de redactar las instrucciones necesarias para la realización de ambos fines.

¹ En el seno de la Comisión se pone de manifiesto que era indispensable ir a París para asegurarse de la exactitud del metro o *hacer otro*, puesto que el que hay, no ofrece seguridad por haber estado abandonado durante muchos años.

La Comisión se reúne seis días más tarde y las instrucciones elaboradas son aprobadas por unanimidad, El Sr. Alfonso es designado para ir a París y realizar las correspondientes comprobaciones del metro ⁽¹⁾ así como para que proponga a la Comisión el número y clase de patrones de cada especie, y los aparatos de comparación que convenga adquirir.

La Comisión recibe del Ministro de la Gobernación todas las pesas y medidas que estaban bajo su custodia, entre ellas tres metros, uno de bronce y dos de acero, uno de estos con topes de platino, que son los que trajo el Sr. Ciscar cuando estuvo comisionado en París, proponiéndose asimismo si con ellos podrían empezarse a efectuar la comparación de las medidas españolas, por lo cual se hallarían muy adelantados los trabajos, cuando se trajese de París el metro de platino, pudiéndose de igual modo comenzar los trabajos con los dos kilogramos que también existían y que fueron traídos igualmente por el Sr. Ciscar de París ⁽²⁾.

La proposición es aceptada unánimemente, proponiendo la Comisión al Gobierno lo siguiente:

- 1.º Que no halla inconveniente en que se empiece desde luego las comparaciones con el metro existente ⁽³⁾.
- 2.º Que al efecto se pida la vara original de Burgos, ya que el fundamento de todos los trabajos ha de ser la comparación de ésta con el metro.
- 3.º Que se pidan al archivo en que se hallan los papeles del extinguido Consejo de Castilla, todos los antecedentes que existan

¹ El punto 3.º de estas instrucciones dice textualmente: «Que si el metro español no estuviere exactamente conforme con el patrón de París se proceda a la construcción de un metro, un kilogramo y un litro, todos tres de platina, para que sirvan de patrones tipos y cuya esmerada construcción vigilará el comisionado cerciorándose también de la pureza y excelente calidad del metal y aprovechando si es posible el del metro inexacto. En el caso de que el metro español estuviere justo solo se construiría un kilogramo y un litro de platino».

² La Comisión parece desconocer donde se encuentran los otros metros y kilogramos que Ciscar trajo de París.

³ Metro de acero.

sobre las pesas y medidas, pues probablemente allí se hallarán los documentos que debió entregar Ciscar a su vuelta de París.

- 4.º Que se recuerde a los jefes políticos el cumplimiento de la circular en que se les pidieron las pesas y medidas que tienen uso en el día.

En la sesión del 3 de diciembre de 1849 es mostrada a la Comisión la vara original de Burgos, recibida del jefe político de aquella ciudad, acordándose que fuese entregada para su custodia al Conservatorio de Artes.

Mientras tanto el Sr. Alfonso realiza todas las gestiones necesarias en París, con el fin de construir un comparador; pero encontrando que el patrón legal francés del metro, que se creía era a cantos, había sido renovado por otro trazado ⁽¹⁾, manda construir un comparador en que se puedan realizar estos dos tipos de medidas: a cantos y a trazos.

Del mismo modo decide que para que el metro de España pueda reunir todas las ventajas de los de Francia, será a la vez terminado y trazado, construyéndose en forma de prisma triangular, en vez de la paralelepípedica con el fin de que no contenga tanto platino.

En cuanto al litro de platino, y después de haber conferenciado con varios fabricantes llegó al convencimiento de que una medida de ese metal sería de un precio elevadísimo, de tal manera que el gobierno francés no había considerado tener el litro de platino; además, de todos los artistas que lo podrían hacer, solamente uno «tal vez» quisiera encargarse de realizarlo, dadas las dificultades que ofrecía su construcción. Por todo ello y conociendo este comisionado que el Ministro de Comercio y de Francia deseaba obtener una colección de pesas y medidas de todos los países, se puso de acuerdo con las autoridades francesas, ofreciendo éstas un litro de cobre dorado, con todas las garantías, a cambio de una vara de Burgos, un marco de Castilla y un cuartillo.

Es el mismo artista francés Mr. Froment el que realiza la construcción del metro y del kilogramo de platino, pero Mr. Arago se niega a realizar

¹ Por Mr. Arago y Mr. Gambey.

las medidas de comprobación con los modelos de París con la urgencia que las necesidades españolas reclamaban, considerando que las comparaciones debían realizarse con toda la exactitud y escrupulosidad posibles, por lo que necesitaría bastante tiempo, pues se trataba de prototipos que habían de servir de patrones en España.

Por lo cual el Sr. Alfonso deseando soslayar estas dificultades y tener un metro con el cual pudiesen adelantarse en España los trabajos de comparación de las antiguas medidas con las nuevas, adquiere un metro de latón construido por Mr. Gambey y un kilogramo asimismo de latón, que son comparados con los patrones del Observatorio Astronómico por miembros del Bureau des Longitudes de aquella Capital, acreditándose en un documento el resultado de ambas comparaciones ⁽¹⁾.

El 26 de junio de 1851 el secretario da cuenta a la Comisión del resultado de sus trabajos presentando en disposición de remitir al Gobierno las tablas de correspondencia de las pesas y medidas actuales con las del sistema métrico, cumplimentando de este modo lo prescrito en el artículo 7.º de la Ley, a excepción de los datos de siete provincias.

En la sesión del 15 de septiembre de 1851, el Sr. Alfonso da cuenta a la Comisión de haber traído de París el metro y el kilogramo de platino, habiendo llegado ambas piezas sin la más mínima lesión, encontrándose depositadas en el Conservatorio de Artes, con un documento firmado por cinco miembros de la Academia de Ciencias de París en el que constan las operaciones de verificación realizadas en el Observatorio de aquella capital ⁽²⁾.

Mientras tanto la Comisión había trabajado denodadamente para conseguir las 56 colecciones de pesas y medidas que habían de servir de tipos en las capitales de provincia, pero componiéndose cada colección

¹ La copia literal del documento consta en el acta de la sesión del día 17 de diciembre de 1850 de la Comisión.

² En el acta de Comisión, de fecha 28 de abril de 1852, se hace constar que el Sistema Métrico será obligatorio desde el 1.º de enero de 1853, en todos los documentos públicos y dependencias del Gobierno, pero no se hace constar ningún Real Decreto que justifique esta demora.

de 100 piezas había que verificar 5.600 de estas unidades. Estas verificaciones fueron realizadas por el Sr. Alfonso y ayudantes en los locales de la Comisión, encontrando gran parte de ellas defectuosas, otras entregadas fuera de plazo y otras que hasta la fecha no habían sido entregadas por la fundición barcelonesa encargada de su realización.

Por todo ello se da cuenta al Gobierno y por una Real Orden de 1.º de junio de 1852, S. M. concede a la fundición barcelonesa un nuevo plazo de tres meses para reponer las piezas desechadas por inexactas o mal fabricadas y entregar las que faltaban.

La casa constructora entrega por fin todas las colecciones, contestando la Comisión al Gobierno en 12 de noviembre de 1852, a la Real Orden de fecha 28 de octubre del mismo año, en que la empresa constructora «Fundición Barcelonesa de bronce y otros metales» se dirigía al Gobierno, para que la Comisión manifestase si efectivamente habían sido entregadas las colecciones y si este fuese el caso, proceder al pago de su importe. La contestación de la Comisión es afirmativa, declarando la gran exactitud alcanzada y su esmerada construcción hasta el punto de poder competir ventajosamente con los tipos franceses, por lo cual el Gobierno estaba en el caso de satisfacer a dicha empresa el importe de las mencionadas colecciones.

Una Real Orden de la misma fecha que la contestación anterior, 12 de noviembre, encarga a la misma sociedad barcelonesa 61 colecciones más, dándole un plazo de tres meses para su entrega.

El vicepresidente de la sociedad contesta que procede a ejecutar el pedido «sin levantar mano», pero que ve muy difícil el poderlo efectuar en ya solo dos meses y medio, cuyo tiempo no sería suficiente para la comprobación escrupulosa de las 61 colecciones, pero que, sin embargo, se harán por parte de la sociedad todos los esfuerzos para cumplir los deseos del Gobierno, señalando que dentro del plazo quedarán entregadas un crecido número de colecciones. (Acta de la sesión del 6 de junio de 1853).

En esta misma acta consta que por un Real Decreto de 31 de diciembre de 1852 se mandó aplazar el establecimiento del sistema métrico y su no-

menclatura científica hasta el año 1854 en todo cuanto debía tener efecto en 1853 según la Ley.

Desde la anterior sesión, la Comisión no se vuelve a reunir hasta el 12 de noviembre de 1854, lamentándose el no estar todavía en vigor el nuevo sistema y esperando pueda estarlo a primero de año de 1955.

Dos años más tarde, el 5 de enero de 1857, se reúne de nuevo la Comisión con objeto de dictaminar acerca de las disposiciones propuestas por el Negociado de Comercio, con el fin de facilitar más pronta adopción del sistema métrico decimal y procurar se generalice su uso por todos los medios posibles. Diecisiete disposiciones son las propuestas, pero por su interés particular resaltaremos las siguientes:

- «1.^a Que se acuerde en Consejo de Señores Ministros aplazar hasta el 1.º de enero de 1859 el establecimiento del sistema métrico decimal en todas las dependencias del Estado y de la administración provincial incluso las posesiones de Ultramar, y si se considerase conveniente hacer extensivo a estas últimas».
- «8.^a Que desde la época mencionada de 1.º de enero de 1859 no se permite publicar en la Gaceta, ni usar en ningún documento público que por cualquier concepto pueda tener carácter oficial, medida alguna ni pesa que no vaya expresada en unidades del sistema métrico, comunicándose al efecto por los respectivos Ministerios las órdenes oportunas a todas sus dependencias para que tenga le debido cumplimiento».
- «11.^a Que siendo indispensable procurar por todos los medios posibles que el pueblo se familiarice con la nomenclatura métrica y siendo uno de los medios más eficaces para conseguir este objeto la enseñanza de las escuelas públicas y privadas, convendrá se encargue a la Dirección General de Instrucción Pública adopte las disposiciones convenientes para que en todas las Universidades, institutos y escuelas que de la misma dependan tenga exacto cumplimiento lo prevenido en el artículo 11 de la Ley acerca de la enseñanza del sistema métrico decimal; cuya disposición podrá

hacerse extensiva a los negociados de donde dependen las escuelas especiales de minas, montes, agricultura, industria, comercio y bellas artes; así como al Ministerio de Gracia y Justicia a cuyo cargo está la escuela de notariado».

«13.^a Que como medio de facilitar la ejecución de la Ley será conveniente remitir a todas las dependencias del Estado, así como también a las provinciales y municipales, ejemplares de aquella y de las tablas publicadas por el Gobierno de la correspondencia entre las medidas actuales y las métricas».

«17.^a Que la comisión creada para la ejecución de la parte científica de la Ley se reúna inmediatamente y emita su dictamen acerca de las medidas que el negociado propone para que tenga cumplimiento de lo prevenido en la Ley a fin de someterlas a la deliberación del Consejo de Señores Ministros».

La Comisión nombra en su seno una subcomisión para efectuar el estudio de las referidas propuestas, reuniéndose nuevamente el 17 de febrero. La subcomisión encuentra todas las propuestas aceptables, excepto la primera, en que propone que la fecha de entrada en vigor del sistema métrico se retrase hasta el 1.º de enero de 1860, pues piensa que no será posible que el Gobierno haya adquirido antes de esta fecha todas las colecciones de pesas y medidas que necesita para todas sus dependencias. Sin embargo, la Comisión no está de acuerdo con el dictamen de la subcomisión, proponiendo al Gobierno que «se acuerde en Consejo de Ministros que se empiece a usar desde luego el sistema métrico decimal en todas las dependencias del Estado» pues estima que las diligencias que se realicen en estos tres años pasarán sin que adelante más que en los ocho años que han transcurrido desde la publicación de la Ley.

El 17 de diciembre de 1859 se reúne nuevamente la Comisión dando lectura el secretario de la misma de una comunicación del Ministerio de Fomento en la que se pide que la Comisión dictamine sobre una instancia de los Sres. Nallard y Compañía en la que hacen presente que habiendo establecido en esta Corte una fábrica de aparatos y contadores para gas y

agua, desean que dicho sistema sea aprobado por el Gobierno y que los aparatos que se disponen a entregar al consumo sean contratados por un delegado de la administración.

Es la primera vez que se le presenta a la Comisión un problema de esta índole, por lo que la Comisión acuerda nombrar a un vocal de la misma para que efectúe un examen de estos aparatos y contadores, así como del laboratorio de ensayos de la compañía, realizándose éste y determinándose:

- 1.º Que los fabricantes del gas del alumbrado empleen o coloquen en casa de los consumidores del mismo, los contadores intervenidos o autorizados con el punzón o marca del Estado.
- 2.º Que estos contadores, una vez colocados, sean revisados, para justificar su buen servicio, por un delegado o representante de la autoridad cuantas veces fuese menester o lo solicitaren así el que vende, como el que paga el gas del alumbrado.
- 3.º Que los mismos sean examinados y marcados como buenos siempre que experimenten alguna reparación antes de funcionar nuevamente.

Este dictamen está dado en Madrid a 30 de enero de 1860. Once años han transcurrido hasta la fecha y la Ley de 19 de julio de 1849 sigue sin entrar en vigor en su totalidad. Los esfuerzos realizados por la Comisión no han sido vanos, pues a pesar de los avatares políticos de la época, con la revolución de 1854 y las constantes crisis de Gobierno, esta ha trabajado día a día y con escasos presupuestos, para alcanzar los fines señalados por la Ley. Los cimientos para la construcción de ese gran edificio que será la implantación del Sistema Métrico Decimal en España han sido ya colocados.

CAPÍTULO IV

LA COMISIÓN PERMANENTE DE PESAS Y MEDIDAS DESDE 1860 HASTA LA CONVENCION DEL METRO.

REAL DECRETO DE 12 DE DICIEMBRE DE 1860

MINISTERIO DE FOMENTO

Tomando en consideración las razones que me ha expuesto el Ministro de Fomento, vengo en decretar lo siguiente:

Art. 1.º La Comisión creada por mi Real Decreto de 19 de julio de 1849, con objeto de proponerme los medios de ejecutar lo dispuesto en el párrafo segundo del artículo 3.º y primero del artículo 7.º de la Ley de 19 del propio mes y año sobre pesas y medidas, se reorganiza con carácter de permanente. Su atribución es consultar al Gobierno sobre las cuestiones a que dé lugar la ejecución de la referida Ley y que éste someta a su consejo y ejecutar e inspeccionar los trabajos que para llevar a cabo tenga por conveniente ordenarla.

Art. 2.º La Comisión se compondrá además de los individuos de la actual Comisión residentes en Madrid, de tres profesores del Instituto industrial o Escuela mercantil y de tres individuos más, que por sus estudios o cargos reúnan conocimientos especiales en el ramo. El Director de Agricultura, Industria y Comercio será vocal nato.

Art. 3.º El tiempo de desempeño del cargo de Vocal de la Comisión de Pesas y Medidas se computará para la clasificación y abono de los derechos pasivos a los que tenga adquirida o adquisición en lo sucesivo opción a ellos.

Art. 4.º La Comisión de Pesas y Medidas tendrá un Presidente y un Secretario nombrado por mí entre sus mismos individuos. Tendrá también el

número de subalternos que se consideren indispensables, pudiendo además el Ministro de Fomento agregar para auxiliar en sus trabajos, a propuesta suya y temporalmente, empleados activos de otras dependencias.

Art. 5.º El Ministro de Fomento queda encargado de la ejecución de este Decreto.

Dado en Palacio a 12 de diciembre de 1860.

Rubricado de la Real Mano

El Ministro de Fomento
Rafael de Bustos y Castilla

Por otro Real Decreto de la misma fecha se nombran los individuos que compondrán la nueva Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

La primera sesión de la nueva Comisión reorganizada se celebró el 17 de marzo de 1861. El primer problema presentado fue el que la Comisión necesitaba de manera imprescindible un local exclusivamente destinado al servicio de la Comisión a fin de poder practicar oportunamente los trabajos que exigía su cometido, proponiéndose que este local fuese el salón de pesas y medidas del Real Instituto Industrial en el que se celebrase la referida sesión. Asimismo el Sr. Presidente propuso que atendiendo a las diversas índoles de trabajos que la Comisión debía efectuar, ésta, se dividiera en Secciones, acordándose que éstas fueran tres: la de reducción, la de construcción y subastas y la de comprobación.

La Comisión trabaja arduamente en su cometido, se llega en los primeros años hasta reunirse tres veces en el mismo mes.

Los problemas presentados tienen que solucionarse, la Dirección General de Ultramar pide colecciones de las pesas y medidas existentes, para que puedan llevarse a los dominios de América y Asia el sistema métrico decimal.

S. M. la Reina, dispone se realicen los trabajos necesarios para la formación de unas tablas de reducción de las pesas y medidas usadas a las

métricas ⁽¹⁾ que sirvan de base para introducir en las dependencias del Estado el referido sistema, así como que se redacte el reglamento que prescribe el Art. 16.º de la Ley de 1849 sobre el tiempo, lugar y modo de proceder anualmente a la comprobación de las pesas y medidas y los medios de vigilar y evitar los abusos.

El 15 de diciembre de 1861, dos vocales de la Comisión efectúan en ésta la siguiente propuesta, que ellos califican como ensayo, y que consiste en implantar solo en Madrid el sistema métrico decimal de una manera completa y definitiva durante el año próximo de 1862, proponiéndose a continuación que si el resultado fuese satisfactorio podría repetirse al año siguiente a las capitales de provincia y extenderse en otros dos años a las cabezas de partido y demás pueblos de la Monarquía.

La sección de construcción y subastas presenta el pliego de condiciones para realizar la subasta de 600 colecciones que han de enviarse a los pueblos cabezas de partido, así como a los dominios de Ultramar.

El 25 de abril de 1862 una R. O. de S. M. aprueba las tablas de reducción de las pesas y medidas de Castilla a las métrico-decimales formadas por esta Comisión, y que en su día fueron confeccionadas por la sección de reducción y elevadas al Gobierno, disponiéndose asimismo se realice la impresión de las referidas tablas.

El 4 de mayo de 1862 queda redactado por la Comisión el Decreto por el cual debe de implantarse el sistema métrico decimal en todos los lugares de la Monarquía en las siguientes fechas: en Madrid a finales de 1863, en las capitales de provincia a finales de 1864 y en 1865 en todas las cabezas de partido. Esta propuesta de Decreto que consta de 16 artículos no se llegó nunca a realizar.

La acción de la Comisión en estos años se centra en la adquisición de las 600 colecciones que sacadas a subasta pública se adjudica su cons-

¹ La antigua Comisión había confeccionado unas tablas de correspondencia recíproca entre las pesas y las medidas métricas y las usadas en las diversas provincias de España. Estas tablas habían sido publicadas oficialmente por el Gobierno.

trucción a la proposición efectuada por el Sr. D. Francisco Malabouche vecino de Valencia.

Asimismo, se encarga al Sr. Rivadeneyra la impresión por el método estereotípico de veinte mil ejemplares de las tablas de reducción de las pesas y medidas legales de Castilla a las métrico-decimales.

Estando en la elaboración del Reglamento de Fieles Almotacenes, la Dirección general de la Administración Militar, pide en diciembre de 1862 se realice la contrastación de sus básculas, romanas y balanzas, así como de las pesas construidas por dicha Dirección. Tres vocales de la Comisión, especialmente nombrados y de acuerdo con las autoridades militares, realizan esta misión, teniendo presente que al no tener redactado aún el reglamento, las tolerancias que pueden admitirse en dichos objetos debe ser la señalada en los reglamentos franceses.

El 14 de febrero de 1863, redactado ya el proyecto de Reglamento para el servicio de los fieles contrastes y almotacenes se pide al Alcalde de Madrid, así como a los Gobernadores de provincias, todos los antecedentes que sobre este servicio ⁽¹⁾, ya sea enviando sobre de lo que del particular existe en los archivos de los Ayuntamientos, como recibido de declaraciones verbales de cierta garantía.

Durante todo el año 1863 se van recibiendo en la Comisión antecedentes del servicio de fieles-contrastes y almotacenes de diversas provincias españolas, así como se empiezan a recibir las primeras colecciones efectuadas por el Sr. Malabouche.

En el mes de julio de este año se le encarga al Sr. Rivadeneyra una nueva tirada de veinte mil ejemplares de las tablas de reducción, que la Comisión estima son necesarias.

En la sesión del 26 de octubre de 1863 la Comisión contesta a una reclamación efectuada por el Sr. Malabouche que protesta al ser desechadas algunas piezas de su colección, por defectuosas. Por su interés

¹ Hasta entonces municipal.

reproducimos el primer párrafo de la contestación de la Comisión al Sr. Malabouche:

«Que se haga entender el reclamante el disgusto con que ha visto la Comisión el lenguaje usado en la solicitud recibida, por ser poco conveniente y no hacer favor a quien lo emplea, y que, si por esta vez se prescinde de él y lo da la Comisión por no oído, en otra sabría hacer entender la razón al reincidente, obligándole a respetar sus fueros y su decoro».

Las colecciones empiezan a ser enviadas a las capitales de provincia y ayuntamientos una vez verificadas, dándose por este motivo una serie de casos curiosos, como el que se señala en el acta de la sesión del 11 de febrero de 1864. La picaresca española hace su aparición hasta en el transporte de las colecciones. En esta acta se señala:

«La Comisión quedó enterada de las comunicaciones que le dirigen los Sres. Gobernadores de Barcelona y Gerona, con fechas cuatro y seis del corriente, participando haber hecho sin novedad la entrega definitiva de las colecciones de pesas y medidas a sus respectivos ayuntamientos y añade el primero que verificado el repeso de los cajones en que estaban empaquetados, resultaron ocho arrobas menos de lo que se cargaba en el talón, que fueron descontadas al contratista del transporte cuando ejecutó el pago».

A finales de noviembre de 1864, y en el acta de la sesión celebrada el día 9, consta una proposición efectuada por uno de sus vocales, el Sr. Ardanaz, de la que se puede deducir cierto malestar interno en el seno de la Comisión. Transcribo a continuación la propuesta del referido vocal:

«El Vocal Sr. Ardanaz propuso, acto continuo, que se hiciese presente al Gobierno la conveniencia que, en su opinión, existe de que se reforme la actual Comisión para impedir o evitar que suceda con ella lo que se observa con otras varias, donde se agolpan o reúnen muchos individuos con el solo objeto de ganar años de servicio, sin que les anime el deseo de trabajar; disponiéndose entre otras cosas; primero: que sea fijo el número de señores vocales; segundo: que estos tengan o lleven el número de su nombramiento; tercero: que se prevenga que pierda el derecho de vocal el que falte a un determinado número de sesiones; cuarto: etc.».

En el acta de la sesión del 31 de marzo de 1865 consta un nuevo proyecto de Decreto, redactado por una subcomisión especial nombrada, al efecto, para el planteamiento o establecimiento del sistema métrico decimal.

Su artículo primero nos dice: «Desde primero de julio de mil ochocientos sesenta y cinco regirá en las dependencias del Estado y de la Administración provincial en todos los ramos el sistema métrico decimal mandado observar por la Ley de 19 de julio de 1849 etc.»

La Comisión estaba deseosa de establecer el nuevo sistema, las capitales de provincias tenían ya sus colecciones y los pueblos cabezas de partido estaban finalizando de obtenerlas, por lo cual se pensó en el establecimiento del sistema en 1865.

A primeros de enero de ese año la Comisión empezó a mandar las colecciones a las capitales de provincia para que los Gobiernos respectivos dotasen de ellas a sus cabezas de partido.

Pero los pasos a dar antes de efectuar un establecimiento definitivo eran aún bastante grandes. Faltaba una uniformidad en la estructura metrológica a nivel provincial y local, pues si bien cada provincia y en muchos pueblos de ellas tenían sus fieles almotacenes, cada cual operaba por su cuenta y no existía un órgano rector para todos ellos. Asimismo, si se quería que todos operasen bajo unas mismas normas, hacía falta reglamentar estas, y dotar a los fieles almotacenes de los medios necesarios para su buen funcionamiento.

Por todo ello, y respecto a la parte material se mandó ejecutar a Mr. Collot de París sesenta estuches de verificación, necesarios para el servicio de fieles contrastes, similares a los utilizados por la Administración francesa. Esta adjudicación acordó la Comisión efectuarla sin subasta pública, dadas las garantías extraordinarias que ofrecía el constructor.

En el proyecto de Decreto de marzo de 1865 se fijaban en los artículos noveno, décimo y décimo primero las obligaciones de los fieles almotacenes, de acuerdo con el Reglamento que se expresa en el artículo primero;

sin embargo, en el artículo primero solo dice «con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento especial aprobado por S. M. en «no determinando ni la fecha, ni la Real Orden de aprobación, lo que nos indica que el Reglamento aunque confeccionado, aún no estaba aprobado (1).

Respecto a la ejecución material del establecimiento aún quedaban muchos aspectos sin realizar ¿qué iba a suceder con los pueblos no cabezas de partido, pero que por su importancia necesitaban asimismo de colecciones de verificación? Pues bien, una Real Orden fijó que todos los pueblos no cabezas de partido cuyo vecindario superase las 2.000 almas o que su presupuesto excediera de 4.000 escudos deberían adquirir una colección de pesas y medidas. Para este fin, se redactó el pliego de condiciones necesario para la celebración de la subasta de las mil colecciones, que según el informe de la Comisión eran los pueblos a los que debía dotarse de las colecciones. Fue grande el trabajo de la Comisión, sobre todo, el de su sección de verificación, en el empeño de comprobación de todas estas colecciones.

En el acta del 8 de agosto de 1866 consta:

«Del estado de comprobación de las pesas y medidas métricas que se destinan a los Ayuntamientos no cabezas de partido.

Con tal motivo, el Secretario hizo observar a la Comisión que las medidas de capacidad para áridos que entrega D. Guillermo Malabouche eran presentadas seis y siete veces a la comprobación. En su consecuencia la Comisión declara subsistente su acuerdo de 12 de septiembre de 1863, por el cual se determinó que fuese detenida toda medida que no saliera exacta la segunda vez que fuese presentada a la comprobación, haciéndose extensivo este acuerdo a los demás contratistas que se hallen en igual caso».

A finales de 1866 y por una Real Orden de 22 de noviembre, se participa a la Comisión que de conformidad con lo propuesto por la Comisión

¹ En el acta de la sesión de 3 de diciembre de 1866 consta que el 16 de septiembre de 1863 se envió al Ministerio de Fomento el proyecto de Decreto sobre el Reglamento de fieles almotacenes, sin que hasta la fecha hubiera recaído por parte del Gobierno de S. M. resolución alguna sobre el mismo.

General Española que se ocupa en esta Corte de los asuntos relativos a la Exposición de París de 1867, S. M. la Reina se ha servido designar a D. Ramón de la Sagra y D. Carlos Ibáñez, para que en representación de España concurren al Comité de pesas y medidas y monedas. A su vista la Comisión acuerda estar bien lo hecho y no cree necesaria una mayor representación.

Ya empieza a resaltar en aquellas fechas la tremenda personalidad de D. Carlos Ibáñez, que, sin ser miembro de la Comisión, es designado directamente por S. M. la Reina para representar a España en un Comité de pesas y medidas allende de nuestras fronteras.

Es en ocasión de estas exposiciones universales en que las grandes ventajas del Sistema métrico comienzan a ser apreciadas por todos los Estados.

El profesor Leone Leví, miembro de la Real Sociedad de Londres se expresa de este modo:

«La primera manifestación de necesidad de un sistema decimal universal de pesas y medidas se produjo en la Exposición Internacional ⁽¹⁾ de 1851, en donde encontrándose en presencia una inmensa variedad de productos enviados desde todas las partes del mundo, sus valores, así como sus cantidades, se relacionaban a toda clase de patrones de medida».

Por una orden de 29 de julio de 1864, el uso de medidas y pesos métricos fue autorizado en Inglaterra. Cuatro años más tarde, el 15 de junio de 1868, El Parlamento federal de la Confederación de Alemania del Norte, ordena la introducción del Sistema métrico.

Pero es precisamente en la época de la Exposición de París de 1867, cuando un movimiento de opinión del mundo científico y también industrial, se manifiesta con gran intensidad.

Un comité, formado por los delegados de la mayor parte de los países representados en esta Exposición se constituye bajo el nombre de «Comité de pesas, medidas y monedas», teniendo como fin principal, el de ocuparse de la uniformidad de las medidas.

¹ Celebrada en Londres.

Una ponencia redactada por Jacobi, presidente de la Academia de Ciencias de San Petersburgo fue aprobada el 15 de junio de 1867. El 5 de octubre del mismo año la Asociación Geodésica, en la que estaban incluidos la mayor parte de los Estados europeos, se preocupó asimismo de la cuestión metrológica, adoptándose una serie de resoluciones a este respecto, sobre los cuales el Bureau de Longitudes llamó la atención al Gobierno francés. Una comisión, formada por científicos pertenecientes a este Bureau y a la Academia de Ciencias, fue encargada de estudiar las cuestiones promovidas. Esta, presentó una serie de conclusiones al Gobierno, y antes de que este pudiese tomar resolución para su establecimiento, la Academia de Ciencias de San Petersburgo dio la noticia relativa a la construcción de patrones prototipos, bajo la forma de un estudio elaborado por una comisión nombrada el 8 de abril de 1869. Rápidamente la Academia de Ciencias de París formó una comisión para discutir las proposiciones rusas, dando su aprobación en la sesión celebrada el 23 de agosto de 1869.

El Gobierno Francés fue invitado a convocar una Conferencia internacional con el fin de estudiar los mejores medios posibles para la ejecución de las copias que irían destinadas a los diversos países, así como de la elección de los métodos de comparación y de los instrumentos de verificación a emplear para su obtención.

Las voces unánimes formuladas por las Academias de Ciencias de San Petersburgo y París, así como por la Asociación Geodésica Internacional, indicaron claramente la marcha a seguir al Gobierno francés, que invitó inmediatamente a todos los países extranjeros a enviar a París a sus representantes a una Conferencia Internacional. La invitación fue enviada el 16 de noviembre de 1869, teniendo una gran acogida en todos los Estados.

Veinticuatro Estados designaron sus delegados, en total treinta y ocho, a los cuales se añadieron los diez miembros de la sección francesa ⁽¹⁾. En esta época el sistema métrico había sido adoptado por bastantes países:

¹ Inmediatamente que el Gobierno francés envió la invitación para la Conferencia Internacional, constituyó una Comisión en un principio de nueve miembros, y más tarde de diez, a la que se la denominó «Sección francesa» de la Comisión Internacional del Metro.

Bélgica, Francia, Países Bajos, Luxemburgo, Italia, España, Portugal, Alemania y una gran parte de la América Latina.

La reunión de la Comisión en París fue fijada para el 8 de agosto de 1870, celebrándose cinco sesiones solamente, al estallar la guerra franco-alemana, y en razón a las ausencias que se produjeron, sus resultados solo tuvieron un carácter provisional.

Mientras tanto la Sección francesa había comenzado sus trabajos examinando primero los patrones de los Archivos, encontrando «al metro en un estado de conservación muy satisfactorio, tal que podría servir de base, con toda confianza, a cualquier tipo de operaciones». Respecto al kilogramo, reconoció que «su estado era perfecto».

Sin embargo, el platino, tal como se fabricaba en la época de la fundación del Sistema métrico, contenía todo el iridio del mineral, de manera que los patrones de los Archivos debían estar formados por una aleación de platino e iridio, con un poco de paladio. Por tanto, el metal que pareció más apropiado para la construcción de los nuevos meros fue una aleación de platino y un 10 por 100 de iridio ⁽¹⁾. Esta aleación se recomendó por su inalterabilidad, su homogeneidad, su dureza, la buena pulimentación a que era susceptible y su coeficiente de dilatación que era prácticamente igual que el del Metro de los Archivos.

El Gobierno francés y la Sección francesa admitieron que no podía haber otro punto de partida para la unidad de longitud que esta regla, pues si se admitía que el metro debía ser realmente la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre, conduciría a tener que modificar constantemente su longitud, según progresivamente las mediciones del meridiano se fueran haciendo cada vez más precisas.

Pero desde el primer momento, se vio claramente la tendencia en muchos delegados de diferentes países de ampliar el programa primitivo

¹ Fue el químico belga STAS, miembro del Comité permanente, el que preconizó el empleo de esta aleación. Más tarde efectuó vigilancia sobre las coladas, rechazando una efectuada por el Conservatorio de Artes y Oficios de París y aceptando otras realizadas en Londres.

cuya finalidad era exclusivamente establecer un metro internacional a trazos y realizar copias de éste para los diversos países. Esta tendencia en un principio fue combatida por diversos delegados franceses, que creían ver en ella relegado el Metro de los Archivos, pero aclarada la situación, la totalidad de los delegados aceptaron su longitud, como tal patrón, si bien manifestaron su preferencia por el metro a trazos, por presentar mayores garantías de exactitud y conservación.

Finalizadas las sesiones por la guerra, como anteriormente dijimos, y antes de que los delegados volviesen a sus países, la Comisión nombró un «Comité de investigaciones preparatorias» que comprendía a los miembros de la sección francesa y nueve miembros extranjeros.

Este Comité se reunió en París en el año 1872 y después de haber tomado conocimiento de los trabajos de la sección francesa, discutió una serie de cuestiones relativas a ciertas resoluciones tomadas por la Comisión Internacional de 1870.

De nuevo la Comisión Internacional fue convocada en París en 1872, celebrándose 11 sesiones entre el 24 de septiembre y el 12 de octubre. A ellas acudieron 51 delegados representantes de treinta Estados, once de los cuales eran americanos.

Para la unidad de longitud, la Comisión proclamó sin discusión alguna que el Metro de los Archivos debía ser tomado como punto de partida «en el estado en que se encuentra».

El nuevo metro sería construido con platino iridiado, con un 10 por 100 de iridio, aleación especialmente estudiada por H. Sainte-Claire Deville, y cuya sección transversal sería en forma de X, según había propuesto H. Tresca. En cuanto al patrón de masa, el kilogramo de los Archivos, levantó una discusión larga y animada. Muchos delegados sostenían que la diferencia entre su valor real y su definición teórica alcanzaba entre 200 a 300 miligramos de diferencia. Por fin se decidió que el kilogramo Internacional sería deducido del kilogramo de los Archivos «en su estado actual». Como material de construcción, se eligió asimismo el platino iridiado y como forma un cilindro de altura

igual al diámetro, con sus cantos romos, como era el kilogramo de los Archivos.

El problema de la unificación de pesos y medidas estaba así resuelto en principio, pero su ejecución también exigía una serie de estudios complementarios que podía tener larga duración. Fue por esto, por lo que se creó un Comité Permanente, que debería funcionar hasta la próxima reunión de la Comisión Internacional.

Este Comité Permanente elegido por la Comisión tenía la organización y atribuciones siguientes:

- a) El Comité permanente se compondrá de doce individuos que pertenezcan todos a naciones diferentes; para que sus deliberaciones sean válidas es necesario, por lo menos, la presencia de cinco de sus individuos; elige su Presidente y su Secretario; se reúne siempre que lo juzgue necesario y por lo menos una vez al año.
- b) El Comité dirige y vigila la ejecución de las decisiones de la Comisión Internacional relativamente a la comparación de los nuevos tipos métricos entre sí, así como la construcción de los comparadores, balanzas y otros aparatos auxiliares que hayan de servir para estas operaciones.
- c) El Comité permanente ejecutará los trabajos indicados en el párrafo que precede, con todos los medios que tenga a su disposición; para estos trabajos recurrirá a la Oficina Internacional de pesas y medidas, cuya fundación se recomendará a las Naciones interesadas.
- d) Cuando los nuevos tipos estén construidos y comparados, el Comité permanente dará cuenta de todos los trabajos a la Comisión Internacional, la cual sancionará los tipos antes de distribuirlos a las diferentes Naciones.

Asimismo, la Comisión Internacional llamó la atención de los Gobiernos interesados acerca de la gran utilidad que reportaría la fundación en París de una Oficina internacional de pesas y medidas bajo las siguientes bases:

- 1.º El establecimiento será internacional y se le declarará neutral.
- 2.º Se establecerá en París.
- 3.º Su fundación y entretenimiento se harán con cargo a todas las naciones que se adhieran al tratado que se ha de llevar a cabo entre los Estados interesados para la creación de la Oficina.
- 4.º El establecimiento dependerá de la Comisión internacional del Metro, y quedará bajo la vigilancia del Comité permanente, el cual designará al Director.
- 5.º La Oficina internacional tendrá las atribuciones siguientes:
 - a) Estará a la disposición del Comité permanente para las comparaciones que han de servir de base a la verificación de los nuevos tipos, de la cual se halla encargado el Comité.
 - b) La conservación de los prototipos internacionales según las prescripciones de la Comisión.
 - c) Las comparaciones periódicas de los prototipos internacionales con los tipos nacionales y con los testigos que después se mencionaron, así como la de los termómetros tipos, según las reglas establecidas por la Comisión.
 - d) La construcción y la verificación de los tipos que otros países puedan pedir en lo sucesivo.
 - e) La comparación de los nuevos prototipos métricos con los otros tipos fundamentales empleados en los diferentes países y en los trabajos científicos.
 - f) La comparación de los tipos y escalas de precisión que se le envíen, sea por los Gobiernos, sea por corporaciones científicas, sea por artistas o por hombres de ciencia.
 - g) La Oficina ejecutará todos los trabajos que la Comisión o su Comité permanente le pidan en interés de la metrología y de la propagación del sistema métrico.

Antes de levantar sus sesiones, la mesa de la Comisión quedó encargada de dirigirse al Gobierno francés, para que se sirviera comunicar, por vía diplomática, a los Gobiernos de todos los países representados en la Comisión, el ruego de esta relativo a la fundación de una Oficina Internacional de pesas y medidas, y para que invitara a los mencionados Gobiernos a que hiciesen un tratado para crear de común acuerdo, lo más pronto posible, el referido establecimiento científico, bajo las bases propuestas por la Comisión Internacional del Metro.

En la última sesión se procedió a la elección, por votación secreta, del Comité permanente, resultando elegidos los delegados que a continuación se relacionan:

Sres. Foerster e Ibáñez, ambos por unanimidad

Por mayoría absoluta: Sres, Bosscha, Herr, Wild, Baron de Wrede, Hilgard, Morin, Chisholm, Broch, Stas y Husny-Bey.

Este Comité que se reunió inmediatamente eligió Presidente en la persona del Brigadier D. Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero, y como Secretario al Sr. Bosscha, Inspector de instrucción pública y miembro de la Academia de Ciencias de los Países Bajos (1).

Constituido el Comité Permanente, comenzó sus trabajos en concordancia con la Sección francesa, pues una de las resoluciones aprobadas por la Comisión Internacional fue que la construcción de los nuevos prototipos del metro y del kilogramo, el trazado de los metros, la comparación de los nuevos prototipos con los de los archivos de Francia, así como la construcción de los aparatos auxiliares necesarios para estas operaciones, se confiaban a la Sección francesa de la Comisión internacional, con el concurso del Comité permanente.

La Sección francesa había aceptado una misión delicada, en donde encontró grandes dificultades.

¹ Noticia sobre los trabajos de la Comisión Internacional del Metro (*Revista de los progresos de las Ciencias*, t. 19, n.º 6)

El perfil adoptado para las reglas no presentó grandes problemas, no así la preparación de la aleación, pues su fusión fue francamente difícil. No se había obtenido hasta entonces platino realmente puro, al menos en grandes cantidades, como se necesitaba, y para el iridio, los métodos de preparación y purificación estaban todavía por crear, pues lo que se consideraba entonces como iridio puro, solamente contenía un 50 por 100 de este metal.

Con el fin de asegurar a todos los nuevos patrones la misma composición, la Comisión internacional había decidido que todos los patrones fuesen hechos de un lingote único, producto de una sola colada. Era preciso por tanto fundir de una sola vez 250 kilos de una aleación extremadamente refractaria. Esta operación tenía amilanada a la Sección francesa, pues en París solamente se habían realizado coladas de cantidades muy inferiores.

En Londres la casa Johnson, Matthey y Compañía no fue capaz en un principio de lograr un lingote de 50 kilos, sin embargo, después de numerosos ensayos y de operar con masas cada vez mayores, se pudieron vencer todas las dificultades.

El platino necesario para los primeros ensayos había sido preparado por Henri Sainte-Claire Deville cuyo concurso fue verdaderamente estimable en todas las operaciones. Pero para obtener la cantidad necesaria para la gran colada, hizo falta dirigirse a la Casa Johnson, Matthey y Compañía que proporcionó asimismo el iridio correspondiente, el cual fue purificado más tarde en París. En cuanto al platino, éste era prácticamente puro.

La experiencia demostró que para obtener una materia bien homogénea era conveniente refundirla varias veces. Más de treinta coladas se efectuaron, antes de lanzarse a efectuar la fusión definitiva de los 250 kilos. Este hecho tuvo lugar el 13 de mayo de 1874 en presencia del Presidente de la República Francesa. La aleación fue designada con el nombre de aleación del Conservatorio o Aleación de 1874 ⁽¹⁾.

¹ Para obtener la fusión se hizo actuar sobre el crisol, dardos inflamados de gas del alumbrado y de oxígeno, alcanzándose en la temperatura de 2000°, pero no siendo ésta suficiente

El lingote sirvió para la confección de las reglas patrones. Si se hubiese podido evitar toda merma, se podrían haber obtenido alrededor de sesenta y cinco reglas, pero en razón a diversos accidentes, laminado, desgarraduras, etc. Este número fue considerablemente más reducido ⁽¹⁾.

El Comité permanente, constituido en 1872, se reunió nuevamente en París en octubre de 1873. Este aprobó los procedimientos empleados para la fabricación de las reglas en X, ocupándose de diversas cuestiones técnicas y encargándose de pedir al Gobierno francés la convocatoria en París de una Conferencia diplomática que tomaría las disposiciones necesarias para la continuación de los trabajos.

La Comisión internacional y el Comité permanente que tenía la delegación, poseían un carácter totalmente provisional. Ambos estaban compuestos de científicos, que concurrían a un trabajo puramente técnico, pero sin la cualidad de poder comprometer a sus respectivos Gobiernos. De hecho, algunos Estados representados en la Comisión, no habían reconocido al Comité permanente. Por tanto, era el momento oportuno para tomar las medidas definitivas.

Por todo ello, el Gobierno francés, a la vista de los informes emitidos por la Comisión internacional en 1872 y por el Comité permanente en 1873 y 1874, propuso a los Estados interesados deliberar sobre las medidas que convendría tomar en común a fin de dar a la unificación del Sistema métrico el carácter de un acto internacional.

Veinte Estados respondieron a esta invitación y cada uno designó sus plenipotenciarios, que, asistidos por delegados especialistas o técnicos, se reunieron en París el 1 de marzo de 1875. Esta reunión se la conoce con el nombre de Conferencia Diplomática del Metro.

Las cuestiones a tratar fueron de dos clases: unas de orden científico

para fundir totalmente la aleación, hubo de recurrirse al dardo de hidrógeno, procedimiento que idearon Delnay y Sainte-Claire para alcanzar alrededor de los 2500° de temperatura.

¹ Los metros patrones nacionales en forma de X tienen una longitud de 102 cm, teniendo un trazo en cada extremo, y otros dos junto a estos, a medio milímetro de separación.

y las otras de tipo diplomático. Los plenipotenciarios tenían competencia para resolver las segundas, pero estas podían depender de las soluciones preliminares de las cuestiones científicas, por tanto, la Conferencia se desarrolló desde su primera sesión, en confiar a los delegados especiales el modo de proceder de los trabajos que sirvieron de base a las resoluciones.

Se efectuaron siete reuniones entre el 4 de marzo y el 1 de abril de 1875. Al final de estas, se habían establecido tres claras tendencias:

- 1.º Los que se adherían a la creación de un Bureau internacional permanente.
- 2.º Los que estaban en contra de esta creación.
- 3.º Los que no teniendo instrucciones suficientes o no habían formado opinión, se reservaban esta.

Los primeros se apoyaban principalmente en la resolución votada por la Comisión internacional en 1872, preconizando la creación de un Bureau permanente y enumerado en detalle sus atribuciones. Estos invocaban la necesidad de comparar frecuentemente los patrones nacionales con los prototipos internacionales, así como la comparación de numerosas reglas geodésicas empleadas en las medidas de bases, dando un importante papel al Bureau como agente de propagación del Sistema métrico y del progreso de las ciencias metrológicas. Insistían en la formación de técnicos a nivel práctico que realizaran las comparaciones, ya que habituados estos en las operaciones, las ejecutarían de manera más completa y exacta que los científicos, quizá mucho más preparados teóricamente, pero menos ejercitados ⁽¹⁾.

Los delegados opuestos al proyecto estimaban que se sobrepasaban los límites que los Estados podían abarcar y que el Bureau propuesto, lejos

¹ Podemos citar ejemplos sorprendentes; el primero, el error de 12 mg cometido por Arago y Humboldt en la verificación de un kilogramo que sirvió durante mucho tiempo de patrón en Prusia y el segundo el error cometido en la ecuación de la regla empleada por Angstron como patrón para longitudes de onda.

de favorecer el libre desarrollo de la metrología, iría en contra de esta y podría llegar a ahogarla.

Entre los dos campos, la discusión fue muy fuerte; los dos puntos de vista se fueron aproximando, sin llegar a conciliarse absolutamente. Los delegados franceses tomaron una actitud neutral durante las discusiones, pero cuando ambos grupos habían expuesto todas sus razones, fue entonces cuando tomando la palabra se pronunciaron por el primer proyecto, lográndose entonces alzarse con la mayoría de las adhesiones.

La Conferencia tuvo una segunda reunión el 12 de abril de 1875. En ella no se juzgó entrar de nuevo en discusiones y finalmente de los veinte Estados representados, catorce se adhirieron al proyecto de un Bureau permanente, dos votaron por la creación de un Bureau que funcionase durante el tiempo de la creación y adopción de los nuevos prototipos y cuatro se reservaron su decisión para más adelante.

Las disposiciones a tomar, numerosas y especiales, fueron divididas en tres grupos, bajo los siguientes títulos:

- Convención
- Reglamento
- Disposiciones transitorias

La Convención creaba un Bureau internacional de Pesas y Medidas, científico y permanente, teniendo su sede en París y funcionando bajo la vigilancia de un Comité internacional, subordinado a la autoridad de la Conferencia General.

El Reglamento determinaba el modo de proceder en los trabajos de la Conferencia, del Comité y del Bureau.

Las Disposiciones transitorias preveían esencialmente la organización de la Primera Conferencia General que tendría por misión la de sancionar y distribuir los prototipos.

Conforme al artículo 6 de estas Disposiciones transitorias de la Convención y siguiendo la decisión tomada por la Conferencia diplomática del Metro, en su sesión del 15 de abril de 1875, el Comité internacional de pesas y medidas se reunió el 19 de abril en la Sala de Conferencias de la Dirección de Consulados del Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia.

En esta sesión asistieron los siguientes señores:

Foerster, Herr, Stas, Ibáñez, Morin, Govi, Wild, Broch, de Wrede, Hirsch y Husny-Bey.

En ella se iba a tratar de la elección de Presidente.

El Sr. Herr presentó una carta en que le delegaba el voto el delegado de los Estados Unidos Sr. Hilgard.

Efectuado el escrutinio secreto, se procedió a la elección del Presidente dando el siguiente resultado:

General Ibáñez: 11 votos a favor y un voto en blanco.

Por tanto, el Sr. Foerster que había ocupado la presidencia de modo provisional, proclamó al General D. Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero, Presidente del Comité internacional de Pesas y Medidas.

Ocupada la presidencia por el Sr. Ibáñez, se procedió a continuación a la elección de Secretario, dando el siguiente resultado:

Sr. Hirsch, 10 votos

Sr. Govi, 1 voto

Un voto en blanco

A continuación, el General Ibáñez proclama al Sr. Hirsch Secretario del Comité internacional de Pesas y Medidas declarando constituido el citado Comité.

Varias sesiones se celebran con posterioridad, en una de ellas, precisamente la celebrada el día siguiente, 20 de abril, se efectuó el nombramiento de Director del Bureau de Pesas y Medidas, recayendo el citado

nombramiento, efectuado también por votación secreta, en la persona del Sr. Govi, representante por el Gobierno italiano.

Por fin y después de numerosas reuniones y activas gestiones el 20 de mayo de 1875 es firmada la Convención del Metro, comprendiendo 14 artículos y el Reglamento anexo que comprendía 22 artículos.

Los países signatarios fueron los siguientes:

Alemania, Austria-Hungría, Bélgica, Brasil, La Confederación Argentina, Dinamarca, España, los Estados Unidos de América, Francia, Italia, Perú, Portugal, Rusia, Suecia y Noruega, Suiza, Turquía y Venezuela.

El Reglamento base de la Convención establece en su artículo 3.º que. «El Bureau Internacional funcionará bajo la dirección y vigilancia exclusivas de un Comité Internacional de Pesas y Medidas, puesto asimismo bajo la autoridad de una Conferencia General de Pesas y Medidas, formada por los delegados de todos los Gobiernos contratantes».

* * *

Mientras tanto la Comisión de Pesas y Medidas española no cejó en desarrollar en España todos sus programas de trabajo.

Los territorios de Ultramar, Cuba, Puerto Rico y Filipinas reciben sus colecciones de pesas y medidas respectivas, pero se dirigen de nuevo a la Comisión para que les sean facilitados los estuches de verificación para los fieles almotacenes. Sin embargo, era imprescindible que al facilitar éstos, les fueran enviados igualmente los punzones de contrastación, sin los cuales estos no podrían realizar su servicio.

Los punzones son adquiridos directamente en el departamento de la Casa de la Moneda.

Hay un Real Decreto de fecha 19 de junio de 1867, y que no consta en las actas de la Comisión, en el que se fijan las prácticas reglamentarias a realizar por todas aquellas personas que aspiren a ser fieles almotacenes.

Sin embargo, en el acta de la sesión de la Comisión de fecha 30 de noviembre de 1867, esta acuerda por unanimidad «se haga por presente al Sr. Ministro de Fomento la necesidad de imprimir pronto el Reglamento, con su apéndice, para el planteamiento del sistema métrico decimal, así como la de adquirir los punzones ⁽¹⁾ que debe completar los estuches hechos por los Sres. Collot de París, sin cuyos elementos o medios de trabajo no podrán empezar a servir sus destinos los nuevos fieles almotacenes el primero del próximo mes de enero, quedando en suspenso el Real Decreto de 19 de junio último respecto a este importante asunto».

El proyecto de Reglamento para el planteamiento del sistema métrico decimal (Acta de la sesión del 31 de marzo de 1865) estipulaba en su artículo 10.º que: «En todo el año 1866 quedarán nombrados los fieles almotacenes hasta el número de ciento sesenta que como mínimo fija el expresado Reglamento».

Sin embargo, el primer nombramiento de almotacenes no se efectúa hasta el 26 de septiembre de 1867, en que por un Real Decreto de igual fecha son nombrados solamente cuarenta y nueve almotacenes, correspondientes a las cuarenta y nueve provincias españolas existentes en esa fecha.

Por fin, por Real Decreto de 27 de mayo de 1868, publicado en la Gaceta el 1.º de junio del mismo año, se decretó el Reglamento para la ejecución de la Ley de Pesas y Medidas de 19 de julio de 1849. Este Reglamento consta de seis títulos y dos anejos, así como de tres disposiciones transitorias. Los seis títulos de su articulado son los siguientes:

- I. De los casos en que son obligatorias las pesas y medidas del sistema métrico y sus denominaciones.
- II. De la comprobación y marca de las pesas y medidas.
- III. De las penas en que incurren los contraventores.

¹ La ejecución en la fabricación de los punzones llevó bastante tiempo, no pudiéndose enviar estos a las provincias hasta el 7 de agosto de 1868, así como los estuches de verificación.

IV. De la vigilancia en el uso de las pesas y medidas y del modo de proceder en caso de infracción.

V. De los derechos de comprobación y de marca y del modo de verificar su exacción.

VI. De los Almotacenes y de sus Fielatos.

El primer anejo se refiere a la instrumentación, aparatos de pesar y forma de las medidas, así como a las tolerancias. El segundo trata de los derechos que los almotacenes percibirán por la verificación de las medidas.

El 24 de junio de 1868 efectúa la Comisión la primera aprobación de un aparato de medida, una romana, presentada por D. Juan Vich de Palma de Mallorca.

El 11 de noviembre de 1869 la Comisión se reúne una vez más y la subcomisión nombrada al efecto propone el modo de hacer cumplir o generalizar el sistema métrico decimal, fijando el día 1.º de enero de 1870 para su definitivo planteamiento.

España sufre por esas fechas grandes alteraciones en el orden político. El 30 de septiembre de 1868, la Reina Isabel II se ve obligada a abandonar España, formándose gobiernos provisionales hasta que el 18 de junio de 1869, Serrano es elegido Regente. El 16 de noviembre de 1870 las Cortes designan a Amadeo de Saboya como Rey de España.

Un hecho significativo en la historia de la Comisión Permanente y, por tanto, de la Metrología nacional es el nombramiento como vocal de la misma, y a propuesta de esta, de D. Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero, miembro de la Academia de Ciencias y Director del Instituto Geográfico. Su toma de posesión se efectuó en la sesión de la Comisión de fecha 18 de febrero de 1871.

La próxima sesión de la Comisión se realiza el 23 de mayo de ese año, y en ella se da la lectura a un Real Decreto de fecha 24 de marzo, publicado

en la Gaceta del 2 de abril siguiente que por su extraordinaria importancia transcribimos:

DECRETO

En vista de las razones expuestas por el Ministerio de Fomento y de acuerdo con el Consejo de Ministros

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º desde 1.º de julio del corriente año regirá definitivamente en las dependencias del Estado y de la Administración provincial y municipal en todos los ramos, así como para los particulares, establecimientos y corporaciones en la Península e islas adyacentes, el sistema métrico decimal y su nomenclatura científica, mandado observar por la Ley de 19 de julio de 1849 y reglamento para su ejecución aprobado por Real Decreto de 27 de mayo de 1868.

Artículo 2.º Por los Ministerios respectivos se adoptarán las disposiciones convenientes para que el planteamiento del indicado sistema pueda realizarse en la época prefijada en el artículo anterior.

Dado en Palacio a 24 de marzo de 1871. AMADEO. El Ministro de Fomento, Manuel Ruiz Zorrilla.

Veintidós años tardó la Ley en implantarse y ser obligatoria. La Comisión había trabajado tenazmente durante este tiempo y, por tanto, su satisfacción fue inmensa, quedando reflejada esta en el acta de la sesión de 23 de mayo, en la que la Comisión «acuerda se manifieste al Excmo. Sr. Ministro de Fomento la satisfacción con que ha visto el referido Decreto y la esperanza que abriga de que continuará dictando las disposiciones necesarias para que la Ley sea cumplida en todas sus partes».

Mientras tanto la Comisión continúa sus trabajos, extendiendo el sistema métrico por todos los confines del Reino, alcanzando las metas previstas a pesar de toda clase de dificultades.

El 15 de julio de 1872 y por una Real Orden se dispone que el Director del Instituto Geográfico D. Carlos Ibáñez de Ibero asista a las sesiones

que en el siguiente mes de septiembre se celebren en Ley de por la Comisión de la Asociación Geodésica Internacional, de la que el Sr. Ibáñez es delegado permanente y una de las personas encargadas de la Dirección de la mencionada Asociación científica, y en atención también a que como Vocal de la Comisión Internacional del Metro, debía por la misma época tomar parte en sus deliberaciones en París.

Durante los años 1873, 1874 y 1875, la Comisión se reúne solamente dos veces por año, resolviendo los asuntos pendientes tanto de orden interno, como externo, relacionados con escritos de los Gobernadores civiles, fieles almotacenes, etc. Los dos primeros años son los de la I República Española, restaurándose la Monarquía con la entrada triunfal de Don Alfonso XII el 14 de enero de 1873 en Madrid.

CAPÍTULO V

DE LA CONVENCIÓN DEL METRO A LA LEY DE 8 DE JULIO DE 1892

Efectuada la Convención del Metro el 20 de mayo de 1875, la Comisión inicia sus tareas con una tendencia revitalizadora.

El 17 de febrero de 1876, D. Carlos Ibáñez manifiesta a la Comisión la conveniencia de que le facilite el metro de platino, a fin de proceder a la comprobación científica y directa entre el mismo y la regla-tipo que se halla bajo su custodia como Director General del Instituto Geográfico y Estadístico.

«La Permanente en su vista acoge con satisfacción el pensamiento del Sr. Ibáñez». Así consta en el acta de la sesión de fecha 25 de febrero de 1876 ⁽¹⁾.

Por un Real orden de 28 de marzo de ese año, se ordena a la Comisión efectúe un estudio para dotar de colecciones de pesas y medidas a todos los Ayuntamientos que carecen de ellas. Efectuando un previo estudio se estima que el número de colecciones, clasificadas en seis categorías, es de seis mil doscientas cincuenta y una colecciones.

El 24 de mayo de ese año son recibidos en la Comisión para su Archivo, dos ejemplares del Convenio firmado en París el 20 de mayo de 1875 enviándose, asimismo, al Jefe del Archivo Histórico Nacional copias de los sellos de todas clases que hayan existido y actualmente se usen en la Comisión acompañadas de breves reseñas históricas de

¹ El Instituto Geográfico ya se había interesado por estas materias, habiendo publicado un «Resumen de los trabajos hechos para la determinación del metro y kilogramo internacionales, desde octubre de 1873 hasta mayor de 1875».

los mismos. Sin embargo, durante los años 1877 y 1878 la Comisión se reúne únicamente una vez al año, resolviéndose los asuntos de trámite ordinarios.

El 11 de enero de 1879 se reúne la Comisión, dándose lectura a un Real Decreto de fecha 20 de diciembre de 1878, en el cual se dispone que la Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico, quede encargada del servicio general de pesas y medidas, el cual estaba encomendado hasta la fecha a la Dirección general de Obras Públicas, Comercio y Minas, añadiendo que en lo sucesivo la Comisión dependerá de la Dirección General indicada, siendo presidida por su Director. Leído el Real Decreto, D. Carlos Ibáñez ocupa la presidencia que accidentalmente regentaba el Sr. Vázquez Queipo.

A continuación, por una Orden de la Dirección general del Instituto Geográfico y Estadístico de fecha 3 de enero trasladando una Real Orden de fecha 2 del mismo mes, se comunica que dicha Dirección general se hará cargo de todos los expedientes, documentos, libros, colecciones y objetos de toda clase relativos al servicio general de pesas y medidas, disponiéndose a su vez se entregue a la Dirección general de Obras Públicas la gran sala que ocupa la Comisión. Cumplimentándose la orden, se efectúa el traslado de todo el material a las dependencias de la Dirección general del Instituto Geográfico y Estadístico, destinándose tres salas en el cuarto bajo de la casa número 7 de la calle de Jorge Juan ⁽¹⁾.

En la sesión del 21 de febrero de 1880, D. Carlos Ibáñez da cuenta a la Comisión que, de acuerdo con la Real Orden de 17 de abril de 1879, había efectuado un viaje a París para hacer entrega en la Oficina Internacional de Breteuil de los tipos del metro y del kilogramo de platino pertenecientes a la Comisión, para ser comparados con los prototipos internacionales, provisionalmente construidos y cuyas comparaciones se ejecutarán cuando llegue el turno correspondiente.

¹ La Secretaría y los talleres que aún quedan en el Ministerio de Fomento fueron trasladados, más tarde, a la calle de la Cabeza, n.º 23.

Por una Real Orden de 4 de enero de 1881 se redacta un cuadro de abreviaturas para los nombres de las medidas, conforme al acuerdo tomado por la Comisión Internacional de Pesas y Medidas.

La Comisión trabajó con el fin de obtener el número de colecciones necesarias para su cometido. Efectuando un segundo estudio, en junio de 1883, se estima que el número de colecciones necesarias será de 7.197 colecciones divididas en seis categorías distintas, con ellas se podrían cubrir todos los pueblos más importantes del territorio nacional.

A mediados del año 1884 se enviaron a los Ayuntamientos 7.082 colecciones. El trabajo de recepción, comprobación y envío realizado por la Comisión ha sido enorme, siendo ésta la única forma real de ir cada vez más asentado en España el Sistema métrico decimal.

En 1885 el Presidente de la Comisión, D. Carlos Ibáñez, entrega a esta el Metro y Kilogramo tipos que había recibido hace algunos años con el objeto de compararlos, el primero con el prototipo geodésico de la Dirección General del Instituto Geográfico y el segundo con el kilogramo prototipo internacional. La primera comparación la llevó a cabo el Ingeniero Geógrafo Sr. Barraquer ⁽¹⁾ publicándose sus resultados en el Tomo IV de las Memorias del Instituto. Posteriormente fue comparado con el prototipo internacional del Pabellón de Breteuil. El certificado de las comparaciones del Metro y Kilogramo españoles con los prototipos internacionales son también presentados por D. Carlos Ibáñez, así como una carta del Sr. Mareck que operó con el kilogramo, y en la que consta que este había adquirido gran valor científico por haber figurado en 15 comparaciones de gran precisión, ya con el prototipo internacional, ya con otros kilogramos de la Oficina de Breteuil, y así como con los kilogramos tipos de Alemania, Austria, Noruega, Rusia y Suiza. En esta misma sesión de entrega de los referidos prototipos, el Sr. Presidente manda formar dos subcomisiones para el estudio de la Ley o del Reglamento de pesas y medidas.

¹ Es de resaltar que la primera comprobación científica de un prototipo efectuada en España es realizada por un Ingeniero Geógrafo; otros Ingenieros Geógrafos, como Motta, Casado, Álvarez Guerra y Álvarez Sereix fueron, asimismo, pioneros en esta especialidad.

La intensidad de los trabajos en las grandes poblaciones es enorme, por lo que se resuelve dividir el Fielato de Barcelona en dos demarcaciones, que se denominarán: demarcación Este y demarcación Oeste (Real Orden de 4 de agosto de 1885). Asimismo, la Comisión informa a un escrito de estos dos fieles contrastes «que están sometidos a contrastación todos aquellos instrumentos que se encuentren a la vista del público en las tiendas, almacenes y cualesquiera otro local y sitio destinados a las transacciones comerciales y mercantiles y que se circule este acuerdo a todas las provincias del Reino».

El 15 de julio de 1889 Don Carlos Ibáñez preside su última sesión en la Comisión.

En enero de 1890 el Gobernador de Madrid se dirige a la Comisión, proponiendo que para su mejor servicio se divida en dos zonas a Madrid y su provincia, para la contrastación de pesas y medidas como existía en Barcelona.

El 20 de diciembre de 1890 se reúne la Comisión con su nuevo Presidente, El Excmo. Sr. Conde de Tejada. En ella se dictamina que, por una Real Orden de 31 de marzo anterior, el casco de Madrid y su provincia se dividen en dos demarcaciones, que como en el caso de Barcelona, se denominan Este y Oeste respectivamente.

En esta misma sesión se da conocimiento a la Comisión de un Real Decreto de 7 de diciembre, en el que se dispone «que el Instituto Geográfico y Estadístico constituye una Dirección General del Ministerio de Fomento, que tiene por objeto desempeñar los servicios geodésicos, topográficos, estadísticos, y de pesas y medidas que le están atribuidos y los que en relación con los mismos el Gobierno estime conveniente. También se dispone entre otros servicios que la misma Dirección tendrá bajo su dependencia el personal de Geodestas Militares y Civiles, el de los Cuerpos de Topógrafos y Estadística, los Fieles Contrastes de pesas y medidas, los Auxiliares de Geodesia, Grabadores, Litógrafos, Escribientes, Portamiras y subalternos de las clases; siendo órganos consultivos para los servicios del Instituto Geográfico y Estadístico, la Junta Consultiva

de esta denominación y la Comisión permanente de pesas y medidas, que tendrá además las atribuciones ejecutivas que al presente le están conferidas. Esta Comisión será presidida por el vocal que el Gobierno designe.

El día 7 de noviembre de 1890 toma posesión como Director General del Instituto Geográfico y Estadístico el vocal de la Comisión Excmo. Sr. D. Francisco de Paula Arrillaga por un Real Decreto de igual fecha.

Asimismo, se da traslado a una Real Orden de igual fecha que el anterior Decreto, por la que se pide a la Comisión la revisión y reforma de la Ley vigente de pesas y medidas de 19 de julio de 1849 y del Reglamento para su ejecución de 27 de mayo de 1868, a fin de sustituir los volúmenes por pesos para la venta de áridos.

El 29 de enero de 1891 muere en Niza el General D. Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero, que con anterioridad a su muerte había sido nombrado Marqués de Mulhacen.

En la sesión del 3 de julio de 1891 son discutidos todos los artículos de la nueva Ley de pesas y medidas, presentada por la subcomisión nombrada al efecto. Solo el artículo 3.º mereció una detenida discusión pues era el que fijaba el prototipo nacional del metro.

La nueva Ley sale a la luz pública una vez aprobada en Cortes el 8 de julio de 1892. Por su interés y por solo constar de 12 artículos la transcribimos en este trabajo:

DON ALFONSO XIII, por la Gracia de Dios y la Constitución REY DE ESPAÑA, y en su nombre y durante su menor edad la REINA REGENTE del Reino;

A todos los que la presente vieren y entendieren sabed, que las Cortes han decretado y Nos sancionado lo siguiente:

Artículo 1.º En todos los dominios españoles regirá un solo sistema de unidades de pesas y medidas: el métrico decimal.

Artículo 2.º La unidad fundamental del sistema será la longitud del metro prototipo construido y conservado conforme a las estipulaciones del Convenio, también internacional, firmado en París en 20 de mayo de 1875.

Artículo 3.º El prototipo nacional del metro, formado de platino puro aleado con 10 por 100 en peso de iridio puro, será el deducido del prototipo internacional, con la ecuación o corrección que le corresponda, determinada por comparación directa en la oficina internacional constituida según las disposiciones del citado Convenio.

Artículo 4.º La unidad de peso y el prototipo nacional del kilogramo serán, asimismo, respectivamente, la determinada con el concurso de las naciones convenidas, y el derivado directamente del prototipo internacional.

Artículo 5.º Los múltiplos y submúltiplos de ambas unidades fundamentales, así como los de las derivadas, serán decimales, con la nomenclatura propia del sistema.

Artículo 6.º La custodia y conservación de los prototipos nacionales del metro y del kilogramo, con el esmero y precauciones y por los medios que la ciencia aconseja y exige, así como las comparaciones directas que con ellos se juzgue indispensable practicar, estarán a cargo del Ministerio de Fomento, el cual guardará también con análogas precauciones y para utilizarlos en las comparaciones usuales, los patrones que hoy posee, comparados con los prototipos internacionales.

Artículo 7.º El Ministerio de Fomento mantendrá con carácter oficial las equivalencias de las antiguas pesas y medidas de las provincias, de España con las del sistema métrico decimal, sin perjuicio de modificarlas cuando fuere necesario con la garantía científica oportuna.

Artículo 8.º Todos los Ayuntamientos estarán provistos de una colección de tipos de pesas y medidas métrico decimales, contrastadas por la Comisión permanente de Pesas y Medidas, y la conservarán cuidadosamente.

Artículo 9.º El uso del sistema métrico decimal y de su nomenclatura es obligatorio en los actos y documentos de todas las dependencias del Estado, de provincia y del Municipio, lo mismo de la Península que de Ultramar, en el orden civil, militar, judicial y eclesiástico, así como en los contratos públicos y privados; es igualmente obligatoria la enseñanza del sistema en todas las escuelas de Instrucción primaria.

Artículo 10.º Las pesas y medidas métricas llevarán grabado su nombre o la abreviatura correspondiente y la marca del Contraste del Estado.

Artículo 11.º Un reglamento especial, que el Ministerio de Fomento publicará, contendrá todas las disposiciones concernientes a la ejecución de esta Ley y al servicio del Contraste de Pesas y Medidas.

Artículo 12.º Los contraventores de los preceptos de esta Ley quedarán sujetos a las penas que el Código penal señala, o señalare en lo sucesivo, a los que usen pesas y medidas ilegales o no contrastadas, sin perjuicio de las correcciones administrativas que el Reglamento imponga.

Por tanto:

Mandamos a todos los Tribunales, Justicias, Jefes, Gobernadores y demás Autoridades, así civiles como militares y eclesiásticos, de cualquier clase y dignidad, que guarden y hagan guardar cumplir y ejecutar la presente Ley en todas sus partes.

Dado en Palacio a 8 de julio de 1892.

YO LA REINA REGENTE

El Ministro de Fomento
Aureliano Linares Rivas

En esta nueva Ley no se menciona para nada el planteamiento del sistema métrico decimal, pues se reconocía el alto grado a que había llegado la implantación de éste. La unidad fundamental, el metro, deja de estar definida como una parte del meridiano, para pasar a estar definida por una longitud fija estipulada en la Convención del Metro. Asimismo, señala la realización de un nuevo Reglamento, sin poner fechas topes a su entrada en vigor.

El artículo 8.º, fundamental por su gran transcendencia, estaba prácticamente realizado al decretarse la Ley, resumiéndose en él una parte de la gran labor realizada por la Comisión hasta esta fecha.

Las contrastaciones efectuadas hasta la entrada en vigor de la nueva Ley y que se habían realizado de la mejor manera posible, debieron ser

en un principio del tipo de contrastación primitiva ⁽¹⁾, pues es a finales de 1871, cuando se ordena, de acuerdo con el Reglamento en vigor, efectuar los punzones correspondientes a la letra A, para ser empleados en la contrastación anual o periódica correspondiente al año 1872.

Los punzones eran confeccionados por el grabador oficial de la Casa de la Moneda de Madrid.

En 1873 al no haber realizado los correspondientes punzones con la letra B, se ordenó que se contrastase con la misma letra que el año anterior, pero colocada en la siguiente posición ◁, es decir, con el vértice hacia la izquierda.

En 1874 se debió seguir contrastando con la misma letra A pues no se realizó ninguna nueva serie de punzones. Se desconoce si se dictaron normas sobre su posición.

Es notorio en esta época las grandes dificultades económicas por las que atravesaba la Comisión, reflejo de las que estaba pasando la Nación. Si muchas veces no se pudieron efectuar los gastos necesarios para el mejor desempeño del servicio, como preceptuaban las leyes, esta lo suplió siempre con su mayor celo.

En 1875 se efectuó una nueva serie de punzones, grabados con la letra B, precisamente para la contrastación periódica de ese año.

No se efectuó una serie grabada con la letra C, hasta el año 1882, realizada para contrastar en ese año, por lo que es presumible que, durante los años 1876, 1877, 1878, 1879, 1880 y 1881 se estuviesen utilizando los anteriores punzones grabados con la letra B.

En 1882 se vuelve a la normalidad de la Ley, pues en 1883 se vuelven a realizar nuevos punzones grabados con la letra D.

En el año 1884 se contrastó con punzones grabados con la letra E.

¹ Desde el mes de agosto del año 1868, los fieles Almotacenes disponían de punzones fabricados por la Casa de la Moneda.

En el año 1885 se contrastó con punzones grabados con la letra F.

En el año 1886 se contrastó con punzones grabados con la letra G.

En el año 1887 se contrastó con punzones grabados con la letra H.

En el año 1888 se contrastó con punzones grabados con la letra I.

En el año 1889 se contrastó con punzones grabados con la letra J.

En el año 1890 se contrastó con punzones grabados con la letra K.

En el año 1891 se contrastó con punzones grabados con la letra L.

En el año 1892 se contrastó con punzones grabados con la letra LL.

Hasta 1892, la serie de punzones de contrastación periódica enviada a cada provincia debió constar de cuatro unidades de cuatro calibres diferentes, el mayor de 10 mm de diámetro, el siguiente de 8 mm, el inferior de 6 mm y el más pequeño de 4 mm. Pero a partir de ese año de 1892 se enviaron a provincias 6 punzones, adicionando a la serie antes mencionada 2 nuevos punzones, uno de martillo de 12 mm, utilizable para las pesas comprendidas entre 5 y 50 kilogramos y otro de 2 mm de diámetro para pesas inferiores a 5 gramos.

En las contrastaciones primitivas hasta esta fecha, se debieron utilizar dos tipos de grabados de los punzones, uno con la Corona del Estado, así era llamado, y un segundo denominado como el de Dos Mundos (1881) que soportaba dos columnas y una cartela con el lema PLUS ULTRA.

De estas series cada año se realizaban alrededor del medio centenar, correspondiendo a cada provincia un número de serie. En las provincias en que había dos demarcaciones, como, por ejemplo, sucedía en Barcelona, los punzones se diferenciaban una serie de otra, en que al lado del número correspondiente se les solía añadir un punto (.). Así, en la demarcación Este llevaba el número ocho y en la demarcación Oeste el mismo número ocho con su punto a continuación. La labor realizada en estos años, sobre todo en el período comprendido entre 1882 y 1892, fue una labor decisiva en la historia de la implantación del sistema.

El Servicio general de pesas y medidas, dirigido desde Madrid por la Comisión, ejecutó su misión con la mayor perfección posible.

Los fieles contrastes trabajaron con todo su empeño, encontrando generalmente gran apoyo en los gobiernos civiles, pues su misión, además, era incompatible con cualquier otro tipo de actividad u ocupación, punto este de extraordinaria importancia, y que más adelante al ser modificado comenzó a dar frutos totalmente negativos.

Estos puestos de fieles contrastes fueron cubiertos en un principio por los antiguos almotacenes municipales y por personas peritas. Más tarde se fueron sustituyendo por tres géneros de personal cualificado: ingenieros industriales, jefes de comprobación de pesas y medidas y por individuos que desempeñaban el cargo por oposición, aunque los diferentes reglamentos para la ejecución de la Ley fijaron casi siempre de una manera sistemática, diferencias profundas en la procedencia o titulación para optar a ser fiel contraste, elevando normalmente su categoría técnica.

CAPÍTULO VI

DE LA LEY DE 8 DE JULIO DE 1892 AL REAL DECRETO DE 9 DE JUNIO DE 1924

Seis días después de decretada la Ley, se reúna la Comisión dándose lectura a un Real Decreto de 28 de mayo último, por el que se dispone: 1.º Que desde el 1.º de julio de 1893 será obligatorio en la Península e Islas adyacentes, en las dependencias del Estado, en todos los ramos de la Administración provincial y municipal y en cuantos contratos se realicen con el intermedio de un fiel-medidor, verificar las transacciones de los cereales y legumbres por medio del peso, apreciado en unidades del sistema métrico decimal. 2.º El artículo 8.º del Reglamento de 27 de mayo de 1868 quedará modificado desde dicha fecha del modo siguiente: «Los cereales y legumbres, la leña y los demás combustibles, excepto el cok y el carbón vegetal no podrán venderse por medida sino al peso. Las operaciones de compra-venta, de condición esencialmente privada y sin que en ella actúe un fiel medidor, podrán realizarse al peso o a la medida, pero en uno o en otro caso habrán de emplearse las unidades o medidas del sistema métrico».

En esta misma sesión, se nombra la composición de una subcomisión con el fin de que formule un nuevo proyecto de Reglamento de aplicación de la nueva Ley, que sustituya al actual, de acuerdo con lo preceptuado en el artículo 11 de la Ley.

El antiguo Reglamento, en su artículo 54, preceptuaba que se efectuará la comprobación de los tipos provinciales una vez por lo menos cada diez años. Realizada por la Comisión una visita de inspección a una serie de provincias españolas, pues hasta el momento no se había cumplido el Reglamento respecto a estas inspecciones de comprobación, encontró que en muchas oficinas provinciales el material de comprobación se en-

contraba bastante deteriorado por el uso, proponiéndose que a la vista de los inventarios de material de las provincias se procediese a formar un plan general para efectuar la contrastación de los tipos provinciales.

Asimismo, se trabaja en el proyecto de reglamento interno de la Comisión, de acuerdo con la Real Orden de 27 de julio de 1891 en la que se disponía: 1.º Que la Comisión formule un proyecto de Reglamento interior para la misma, que en su día será aprobado por S. M. y 2.º Que mientras no posea dicho Reglamento, los acuerdos que se tomen en sesión convocada por más de una vez y se reúnan cinco o más de los individuos de su seno, sean válidos sus acuerdos, entendiéndose sin embargo, que si no llegan a la mitad más uno del total de los que la componen, la validez solo tendrá efecto para aquellos asuntos que hayan sido señalados en convocatorias anteriores ⁽¹⁾.

En la sesión del 25 de mayo de 1894 se pone a discusión en el seno de la Comisión el Proyecto de Reglamento interno, que, con ligeras modificaciones en algunos de sus cuarenta y cinco artículos, fue aprobado por unanimidad.

Nuevamente se reúne la Comisión el 4 de junio, pero esta vez para poner a discusión el proyecto de Reglamento de Pesas y Medidas. En esta sesión son aprobados los veintitrés primeros artículos. El día 18 del mismo mes, continúa la Comisión la discusión del Reglamento aprobando hasta el artículo 97. Siete días más tarde se reúne de nuevo la Comisión para finalizar el nuevo proyecto de Reglamento, aprobándose hasta el artículo 103 último del citado Reglamento, pasando a discutir las cuatro disposiciones transitorias, que asimismo fueron aprobadas.

Sintetizando, dos diferencias esenciales existen entre este nuevo Reglamento y el anterior; la primera es la modificación de tarifas, la segunda la creación de los Auxiliares de los Fieles contrastes.

El nuevo proyecto de Reglamento es elevado a la Superioridad el 20 de septiembre, a los fines que estime conveniente, haciendo constar los

¹ Esta disposición se tomó, a causa de la mayor o menor inasistencia de los vocales a los plenos de la Comisión. Fue propuesta por el Sr. Presidente, Conde Tejada de Valdosera.

principales motivos que han existido para realizar este trabajo que modifica lo establecido.

Por una Real Orden de 9 de junio de 1894 el Reglamento para el régimen interior de la Comisión es aprobado por S. M. ⁽¹⁾

Durante los meses de mayo y junio de 1895, se realiza por el Jefe de Comprobación de la Comisión, una serie de visitas de inspección a varias provincias, a las cuales hasta la fecha no se las había efectuado.

El 5 de septiembre de ese año es dado el Decreto de aprobación del Reglamento para la ejecución de la Ley de Pesas y Medidas, elevado al Gobierno casi un año antes. El texto del citado Decreto es el siguiente:

MINISTERIO DE FOMENTO REAL DECRETO

Conformándome con lo propuesto por el Ministro de Fomento, de acuerdo en lo sustancial con el Consejo de Estado;

En nombre de Mi Augusto Hijo el REY DON ALFONSO XIII, y como REINA REGENTE del Reino;

Vengo en aprobar el adjunto Reglamento para la ejecución de la Ley de Pesas y Medidas de 8 de julio de 1892.

Dado en San Sebastián a 5 de septiembre de 1895.

MARÍA CRISTINA

El Ministro de Fomento
Alberto Bosch

El Reglamento aprobado consta como el del proyecto presentado al Gobierno de siete Títulos, que contienen 103 artículos, cuatro disposiciones transitorias y una disposición general de tipo derogatorio.

¹ En este Reglamento interior se dividía a la Comisión en tres secciones a las cuales debían pertenecer todos los Sres. Vocales, estas eran: Sección 1.ª Reducción y equivalencias; Sección 2.ª Construcción y adquisición de tipos; Sección 3.ª Comparaciones.

Los títulos se refieren en sus artículos:

Título I. De las pesas y medidas e instrumentos de pesar.

Título II. De los casos en que es obligatorio el uso de las pesas, medidas y nomenclatura del sistema métrico decimal.

Título III. De la Comisión permanente de Pesas y Medidas y del personal de contrastación.

Título IV. De la comprobación y marca de las pesas y medidas.

Título V. De los derechos de comprobación y de marca y del modo de verificar su exacción.

Título VI. De la vigilancia en el uso de las pesas y medidas y del modo de proceder en el caso de infracción.

Título VII. De las penas en que incurren los contraventores.

En septiembre de 1897 la Comisión que estaba instalada en las calles de Jorge Juan y de la Cabeza, se traslada con todos sus muebles y efectos, al nuevo edificio del Ministerio de Fomento. Por Real Orden del 20 de octubre se nombra Director General del Instituto Geográfico a D. Bernardo M. Sagasta.

En 1898 y 1899 se estudia la creación de nuevas demarcaciones en las provincias, realizándose esta de la manera siguiente:

Madrid, en la que ya existían las Demarcaciones Este y Oeste, se aumenta en una demarcación más, denominada Norte.

Barcelona, en las que igualmente ya existían las Este y Oeste, se crea, asimismo, otra denominada Norte.

Cádiz se desdobra en dos, la propia de Cádiz y la llamada demarcación de Jerez.

Oviedo se desdobra asimismo en dos, creándose la demarcación de Gijón.

La Coruña queda dividida en dos demarcaciones llamadas demarcaciones Este y Oeste.

Sevilla igualmente se divide en dos, denominándose a las demarcaciones Norte y Sur.

Vizcaya se divide también en dos, llamando a sus demarcaciones Este y Oeste.

Y, finalmente, Valencia también se la divide en dos zonas, llamando a estas Demarcación 1.^a y Demarcación 2.^a.

Ocho nuevas demarcaciones fueron creadas, dando motivo a los consabidos traslados de personal de fieles contrastes, así como la adquisición de todo el material necesario, para dotar a éstas a los fines que preceptuaban las Leyes y Reglamentos.

En la sesión de la Comisión celebrada el 26 de marzo de 1903, se nombra una subcomisión que queda encargada de formular un dictamen relacionado con la modificación del Reglamento actual. Asimismo, en la sesión celebrada el 20 de julio se da lectura a una Real Orden en la que se declara incompatible el cargo de Fiel contraste de pesas y medidas, con el de Profesos numerario de la Escuela de ingenieros Industriales.

El 29 de mayo de 1905 la subcomisión encargada de estudiar la reforma del vigente Reglamento de Pesas y Medidas evacua su informe a la Comisión, estudiándose este en sucesivas sesiones, dándose por terminado el 18 de noviembre del mismo año, elevándose a continuación a la Superioridad en la forma acostumbrada.

El 31 de diciembre de 1906 sale el Decreto aprobando el nuevo Reglamento. El texto del Decreto es el siguiente:

MINISTERIO DE INSTRUCCIÓN PÚBLICA Y BELLAS ARTES

REAL DECRETO

Conformándome con lo propuesto por el Ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes, de acuerdo con el Consejo de Estado;

Vengo en aprobar el adjunto nuevo Reglamento para la ejecución de la Ley de Pesas y Medidas de 8 de julio de 1892.

Dado en Palacio a 31 de diciembre de 1906.

ALFONSO

El Ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes
Amalio Gimeno

El nuevo Reglamento consta de siete Títulos, que contienen 106 artículos, tres disposiciones transitorias y una disposición general de carácter derogatorio.

Los siete Títulos tienen las mismas denominaciones que las del anterior Reglamento.

El Título III, en su artículo 34, lleva consigo una profunda modificación en la forma de ser nombrados los fieles contrastes:

«Los Aspirantes a Fieles contrastes de las diversas provincias de España serán nombrados por la Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico, previo informe de la Comisión permanente de Pesas y Medidas en la forma siguiente:

1.º Por concurso anunciado en la Gaceta de Madrid y en el Boletín Oficial de la provincia respectiva, entre Ingenieros Industriales e Ingenieros Geógrafos de edad que no exceda de cuarenta años.

2.º Si el concurso precedente quedase desierto, por otro para las personas que tengan título cualquiera de las clases de Ingenieros, Ayudantes o Auxiliares facultativos de aquellos, de Licenciados en ciencias u Oficiales del Cuerpo de Estadística.

3.º Cuando ninguno de los concursos anteriores hubiese dado resultado, se convocará a oposición libre».

La construcción de punzones se había llevado hasta la fecha con toda rigurosidad, así como las contrastaciones periódicas realizadas con ellos. Las marcas utilizadas desde 1892 hasta 1906 fueron las siguientes:

Año 1893 se contrasta con la letra M

Año 1894 se contrasta con la letra N

Año 1895 se contrasta con la letra O

Año 1896 se contrasta con la letra P

Año 1897 se contrasta con la letra Q

Año 1898 se contrasta con la letra R

Año 1899 se contrasta con la letra S

Año 1900 se contrasta con la letra T

Año 1901 se contrasta con la letra U

Año 1902 se contrasta con la letra V

Año 1903 se contrasta con la letra X

Año 1904 se contrasta con la letra Y

Año 1905 se contrasta con la letra Z

En el acta de la sesión de la Comisión celebrada el 6 de noviembre de 1905, esta acuerda proponer lo siguiente:

«La Comisión acuerda proponer que se adopte el alfabeto español, con letras minúsculas, para marca de los punzones de contrastación periódica, de igual tamaño y tipo que los que venían usándose, debiendo emplearse en el año próximo la letra *a*».

Es decir, que en el año 1906 se comenzó a contrastar con letras minúsculas, correspondiendo a ese año la letra *a*.

Ya en abril de 1899, y en vista del mal estado en que se encontraban los punzones de contrastación primitiva, se mandó realizar una serie nueva, con un nuevo diseño.

Sin embargo, a pesar de toda la actividad desplegada por la Comisión y el Servicio de Fieles contrastes, la situación en que se encontraba la implantación del sistema métrico decimal no complacía a la Comisión, haciéndolo así constar en el acta de la sesión del 23 de marzo de 1907, que se transcribe textualmente:

«La Comisión acordó, por unanimidad, que se eleve una moción al Excmo. Sr. Ministro en la que se haga constar lo lamentable que resulta la lentitud con que marcha la implantación del sistema métrico decimal, dándose el caso de que, después de más de medio siglo, en la Capital de la Monarquía, vendiéndose en la medida de longitud por varas, en la de capacidad para áridos, por fanegas y la de superficie por pies cuadrados».

El 27 de junio de 1908 se efectuó la comprobación del kilogramo tipo de la oficina de comprobación, con uno de los prototipos traídos de París, resultando el de la oficina de comprobación menos pesado en un decígramo.

Durante los dos años siguientes no se produce en la Comisión ningún hecho relevante, resolviéndose los normales expedientes de traslado de fieles contrastes, comprobación, etc.

La sesión del 3 de julio de 1911 es presidida por D. Eduardo Saavedra, por fallecimiento del anterior presidente Sr. Conde de Tejada de Valdosa, que venía ejerciendo esta función desde 1890.

En esta sesión se da cuenta que se ha pasado a los Fieles contrastes, a través del conducto de los Gobernadores civiles, una circular para conocer el estado en que se encuentran las colecciones tipos de los Ayuntamientos de España, y teniendo en cuenta que la citada circular ha dado origen a la presentación de pesas, medidas y aparatos de medir para su comprobación, por el Jefe de comprobación de la Comisión, es necesario adquirir una serie de punzones con la marca de un castillo u otra, completamente distintos de los usados hasta la fecha, para contrastar estos tipos que son presentados a comprobación. La Comisión, en consecuencia, aprueba la fabricación de los referidos punzones.

Solo un año estuvo D. Eduardo Saavedra de Presidente, pues la sesión celebrada el 23 de mayo de 1912 es presidida por Don Faustino Rodríguez San Pedro, haciendo constar en este acta el sentimiento por pérdida tan irreparable. En estas fechas era Director General del Instituto Geográfico el Sr. Galarza.

En 1914 y en la sesión del 11 de marzo son presentadas a la Comisión tres propuestas de reforma del vigente Reglamento de Pesas y Medidas: la primera, elaborada por la Dirección general del Instituto Geográfico y Estadístico, la segunda por la Asamblea de Fieles-contrastes y la tercera efectuada por la Secretaría de la Comisión, comenzándose una nueva etapa de reforma del Reglamento.

Por una Real Orden de fecha 23 de junio de 1914, fueron entregados por la Comisión los dos metros prototipos que se guardaban en sus cajas para ser remitidos al Bureau International des Poids et Mesures de Breteuil, habiéndose efectuado la referida entrega por el Vocal Secretario de la Comisión.

En el año de 1914 se crean tres nuevas demarcaciones en la provincia de Barcelona, dejando las tres primitivas como estaban, denominándose las nuevas demarcaciones de Villafranca del Panadés (4.^a Demarcación), demarcación de Manresa (5.^a Demarcación) y demarcación de Mataró (6.^a Demarcación).

La Comisión estima enviar a estas nuevas demarcaciones los punzones necesarios con el mismo número de serie que corresponde a Barcelona, pero para diferenciarlos de las anteriores demarcaciones, con una, con dos y con tres rayas.

La reforma del Reglamento sigue su marcha aceptándose ser oídas por la Comisión las Cámaras de Comercio de Madrid y las de las capitales de provincia, que envíen sus informes antes de la fecha señalada.

El 22 de noviembre de 1914 se abren las discusiones sobre las reformas del citado Reglamento y después de 18 sesiones, el 7 de junio de 1915 queda elaborado el nuevo Reglamento elevándose a la Superioridad, así como una exposición de motivos por los que se ha realizado la citada reforma.

En la sesión del 10 de julio de 1916 asiste por primera vez el nuevo Director del Instituto Geográfico y Estadístico, Sr. Marqués de Teverga, el cual en la reunión siguiente manifestó que aprovecharía toda ocasión

para obtener del Sr. Ministro la pronta aprobación del Reglamento redactado hacía casi dos años y que previo informe del Consejo de Estado estaba pendiente de la resolución ministerial.

Por fin el 4 de mayo de 1917 es dado el Real Decreto que se transcribe textualmente:

MINISTERIO DE INSTRUCCIÓN PÚBLICA Y BELLAS ARTES
REAL DECRETO

Conformándome con lo propuesto por el Ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes, de acuerdo en lo substancial con el Consejo de Estado, Vengo en aprobar el adjunto nuevo Reglamento para la ejecución de la Ley de Pesas y Medidas de 8 de julio de 1892.

Dado en Palacio a 4 de mayo de 1917.

ALFONSO

El Ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes
José Francos Rodríguez

Este nuevo Reglamento está dividido en siete Títulos, que contienen ciento tres artículos, así como dos disposiciones transitorias y una última general.

El nombre del Título III cambia respecto al anterior Reglamento llamándose en este: Organización del servicio de pesas y medidas.

El primer artículo de este Título que es el número 27 fue modificado por Real Decreto de 23 de julio de 1917 ⁽¹⁾ quedando redactado de la manera siguiente:

Artículo 27. El servicio, comprobación y vigilancia de las pesas y las medidas están encomendados al Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, llevándolos a cabo por la Dirección general del Instituto

¹ Los artículos modificados por este Real Decreto (Gaceta del 27) fueron el 22, 27, 29, 30, 33, 88 y 89 del Reglamento aprobado en 4 de mayo de 1917.

Geográfico y Estadístico al que dará la Comisión permanente de Pesas y Medidas la cooperación que en este Reglamento se establece.

El artículo 29 quedó modificado como sigue:

«Habrà una Comisión permanente de Pesas y Medidas, que será el Cuerpo superior consultivo en los asuntos del ramo y con atribuciones ejecutivas en todo lo que se refiere a contraste. Será oída en los asuntos técnicos y en los demás que se expresan en los diferentes artículos de este Reglamento, y podrá proponer a la Dirección general del Instituto Geográfico y Estadístico las reformas que considere convenientes para el mejor servicio, *como asimismo las visitas de inspección que estime necesarias en la fase ejecutiva de sus atribuciones referentes a contraste*».

En el artículo 27 primeramente redactado, colocaba además a los Fieles contrastes bajo la inmediata dependencia de los Gobernadores civiles y los Alcaldes. La modificación sufrida en el artículo 29 añade directamente a la inspección, añadiendo el párrafo subrayado respecto a la primitiva redacción.

Los otros artículos modificados se refieren a la provisión de vacantes, a la composición de la Comisión, vigilancia y visitas de inspección que recalca el último de los artículos modificados.

Sin embargo, el Presidente de la Comisión, en acuerdo unánime con esta, no está conforme con la nueva redacción dada al artículo 27 pidiendo al Sr. Ministro que subsistan los párrafos 2.º y 3.º que habían sido suprimidos. El Sr. Ministro accede a ello y por un Real Decreto de 1.º de febrero de 1918, se vuelve a dar nueva redacción al artículo.

A finales de 1918 cambia el Director General del Instituto Geográfico, recayendo el nombramiento en el Sr. López Pelegrin, vocal de la Comisión, sin embargo, en la sesión del 14 de julio de 1919 asiste como Director General del Instituto Geográfico D. José Elola.

Don Severo Gómez Núñez, Marqués de Teverga, vuelve a ocupar nuevamente la Dirección general del Instituto Geográfico, asistiendo como tal, a la sesión de la Comisión de fecha 29 de enero de 1921.

En ese año las complicaciones de tipo jurídico de los Fieles Contrastes debieron llegar a tal límite que el Director General del Instituto Geográfico en fecha 26 de marzo se dirigía al Excmo. Sr. Fiscal del Tribunal Supremo, «poniendo en su conocimiento el desamparo que en repetidas ocasiones han dejado algunos Jueces Municipales a los Fieles Contrastes, cuando estos funcionarios han denunciado faltas cometidas por el incumplimiento de la Ley y Reglamento de Pesas y Medidas; solicitando recomiende al Ministerio Fiscal preste a aquellos la debida cooperación en asuntos de tan vital interés».

Reunido el Bureau Internacional des Poids et Mesures en París a finales de 1922 el Director General del Instituto asiste como representante español, realizando una serie de gestiones para que vuelva a la Comisión el prototipo del metro que desde hace algunos años se encuentra allí para su corrección.

A mediados de 1923 la Comisión sufre una fuerte reestructuración en su seno; las primeras noticias que llegan a ésta, están reflejadas en el acta de la sesión del 14 de junio de 1923, bajo la Presidencia accidental de D. Ángel Galarza ⁽¹⁾. Transcribo los tres primeros párrafos del acta por su alto interés significativo:

«Reunidos en Junta los señores relacionados, se dio lectura al acta de la Sesión anterior que fue aprobada.

El Sr. Presidente manifestó, que por la prensa primero y después por la lectura de la Gaceta, se había enterado del Real Decreto fecha 20 del mes de mayo próximo pasado, por el que se modifican varios artículos del Reglamento, disolviendo la actual Comisión Permanente de Pesas y Medidas y constituyendo otra nueva. Leído dicho Real Decreto por el Sr. Secretario, la Comisión acordó darse por enterada y delegar en el Ingeniero Jefe de Comprobación afecto a la misma, a los efectos de la entrega que habla el artículo segundo».

El Real Decreto de fecha 18 de mayo de 1923 consta de dos artículos que dado su interés transcribo. En la exposición de motivos

¹ El Presidente efectivo era el Excmo. Sr. D. Faustino Rodríguez San Pedro.

el Sr. Ministro manifiesta que ante el interesantísimo aspecto social y técnico que el Servicio de Pesas y Medidas tiene, es conveniente concretar la mayoría de los cargos de vocal en representación de entidades y organismos que por sus relaciones con el servicio o con aquellos aspectos del mismo, tengan no solamente la capacidad individual, sino también aquella otra que es consecuencia de la representación corporativa.

REAL DECRETO

«Conformándome con las razones expuestas por el Ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes.

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º Los artículos 29, 30 y 31 del Reglamento para la ejecución de la Ley de Pesas y Medidas, hoy en vigor, quedan redactados en la forma siguiente:

Artículo 29. Habrá una Comisión permanente de Pesas y Medidas que será para la Dirección general del Instituto Geográfico, Cuerpo consultivo y asesor en los asuntos del ramo.

Esta Comisión deberá ser oída en todos los asuntos de carácter técnico y en los demás que se expresen en los diferentes artículos de este Reglamento.

Podrá proponer a la Dirección general del Instituto Geográfico las reformas que considere convenientes para el mejor servicio. La Dirección, a propuesta de la citada Comisión, podrá otorgar a uno o varios de sus Vocales atribuciones inspectoras o ejecutivas.

Artículo 30. Constituirán la Comisión permanente como Vocales:

El Presidente o un miembro de la Academia de Ciencias Exactas.

El Presidente o un miembro de cada una de las Cámaras de Comercio, de la Industria y Agricultura de Madrid.

El Vicedirector del Instituto Geográfico.

El Fiscal del Tribunal Supremo o un representante de la Fiscalía.

Un representante del Instituto de Reformas Sociales.

El Coronel Jefe del Taller de Precisión de Artillería de Madrid.

El Fiel contraste más antiguo de Madrid.

El Jefe del Negociado de Metrología de Precisión y Pesas y Medidas del Instituto Geográfico, que ejercerá las funciones de Secretario de la Comisión; y

Cuatro vocales más, nombrados libremente por el Gobierno entre quienes reúnan condiciones de competencia en tales asuntos.

El cargo de Vocal que es gratuito y honorífico, confiere el carácter de Jefe superior de Administración civil y es compatible con cualquier otro destino o empleo público.

Podrá asignársele dietas o remuneraciones, que se consignarán en el presupuesto de la Dirección general del Instituto Geográfico. La asistencia a las sesiones es obligatoria y solo excusable por causas justificadas.

Artículo 31. La Comisión tendrá un Presidente, nombrado por el Gobierno entre los Vocales que la constituyen y un Vicepresidente elegido por ellos entre sus miembros.

Celebrará sesiones, previa convocatoria de la Presidencia, cuando hubiere asuntos de que tratar.

La Dirección del Instituto Geográfico podrá convocar sesión cuando lo tenga por conveniente.

El Director General del Instituto podrá asistir con voz y voto a las reuniones de la Comisión, siendo presididas por él las sesiones a las cuales concurra.

En los demás casos lo serán por el Presidente o, en su ausencia, por el Vicepresidente, y en ausencia de ambos por el Vocal más antiguo o por el de mayor edad, en caso de tener varios igual antigüedad.

Los nombramientos de Vocal se harán por Real Decreto, debiendo hacerse los de aquellos que representen a Corporaciones a propuesta de las mismas.

Artículo 2.º. En el plazo máximo de un mes quedará constituida esta Comisión, y desde dicho instante disuelta la anterior, que hará entrega a la misma de cuantos asuntos tuviera el trámite.

Dado en Palacio a 18 de mayo de 1923.

ALFONSO

El Ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes
Joaquín Salvatella

Hasta esta fecha la composición de la Comisión, según decretaba el artículo 30, estaba compuesta por dieciocho vocales nombrados por Real Decreto; tres de estos nombramientos debían recaer en personas que pertenecían a las Cámaras Agrícolas, del Comercio y de la Industria, uno por cada entidad. El Director General del Instituto podía asistir a las reuniones de la Comisión con voz y voto, pero nunca como Presidente.

Con esta nueva reestructuración el Director General pasa a tener toda su autoridad, en todos los aspectos respecto a la Comisión, tomando esta un carácter más representativo-corporativista.

En conformidad con este Real Decreto S. M. el Rey, con fecha 22 de junio de 1923 (Gaceta del 24) sancionó tres Reales Decretos. El primero nombrando a los cuatro vocales que el Gobierno elige libremente. El segundo a todos los vocales representantes de las corporaciones y el último nombrando Presidente de la Comisión a D. Leonardo de Torres y Quevedo.

El día 3 de julio todos estos Sres. Son citados por el Director General del Instituto D. Antonio Izquierdo Velez, quedando constituida desde ese día la nueva Comisión Permanente de Pesas y Medidas en nombre del Gobierno de Su Majestad el Rey.

Habiéndose retirado de la Presidencia el Director General del Instituto y ocupando ésta el Presidente nombrado, Don Leonardo Torres y Quevedo, propuso el nombramiento de Vicepresidente en la persona de D. Eduardo Escribano, aceptándose la proposición por unanimidad.

Esta Comisión, a propuesta del Sr. Presidente, quedó subdividida en dos subcomisiones, una de carácter técnico y otra de carácter administrativo.

Cuatro días más tarde, se reúne la Comisión para solucionar todos los asuntos pendientes: aprobación de las prácticas de fieles-contrastes, aprobaciones de básculas, balanzas y aparatos de medir, etc. Queda, sin embargo, pendiente una báscula pesa personas, de marca «Waiting-Automatic», que presenta doble graduación en libras y en kilogramos. Puesta a votación su aprobación, en la sesión siguiente celebrada el día 11 de julio, se decide su aprobación con la condición de que desaparezca la división en libras. Este acuerdo fue tomado por unanimidad ⁽¹⁾.

En la sesión del 31 de julio de 1923 el Sr. Secretario da cuenta a la Comisión de que los metros-tipos que estaban en estudio en el Bureau International des Poids et Mesures de París se han mandado recoger, encargándose de ello el Ministerio de Estado. En la sesión siguiente celebrada el 27 de octubre se da cuenta de haber sido recibidos y encontrarse guardados en buen estado en la caja de hierro que al efecto tiene la Comisión en el sótano del Ministerio.

La Comisión trabaja, de modo continuado en todas las actividades que le corresponde, realizando los inventarios técnicos y administrativos de la misma, aprobando aparatos de medida y solucionando todos los expedientes relacionados con los Fieles-contrastes. Las discusiones acerca de la clasificación de balanzas llevan consigo la idea de una nueva Reforma del Reglamento.

El 23 de septiembre de 1923 el General Primo de Rivera da un golpe de estado e implanta la Dictadura.

El 15 de marzo de 1924 se reúne la Comisión, bajo la Presidencia del nuevo Director General del Instituto Geográfico D. Luis Cubillo, ofreciendo este su ayuda incondicional a la Comisión encomendándola el

¹ Hoy en día existen en comercios de la capital básculas pesa personas con doble graduación, en libras y en kilos.

pronto estudio del Reglamento de Pesas y Medidas, cuya reforma está ya en proyecto, para hacerle más compatible con la realidad y más fácil de aplicar con estricta justicia e imparcialidad en el servicio de todos los intereses.

Al retirarse el Sr. Cubillo de la Presidencia, la ocupa el Presidente Sr. Torres y Quevedo, proponiendo nombrar Presidente de la Subcomisión administrativa al nuevo Subdirector del Instituto Sr. Galbis, encomendándole proceda al estudio de la reforma del Reglamento.

En esta misma sesión, el Sr. Secretario da cuenta de la situación anómala en que se encuentran dos vocales de la Comisión que no asisten a las sesiones, sin justificar causa alguna.

En la Gaceta correspondiente al día 10 de junio de 1924 y por un Real Decreto de 9 de junio del mismo año, se efectúa una reorganización del Ministerio de Trabajo, Comercio e Industria. Este Real Decreto que consta de 39 artículos y dos adicionales, viene a deshacer toda la unidad metrológica constituida hasta la fecha.

En su artículo 25 se fija lo siguiente:

«A la Jefatura superior de Industria corresponderá entender de las cuestiones... y de comprobación y vigilancia de pesas y medidas que pasarán a depender del Ministerio de Trabajo, Comercio e Industria desde 1.º de julio de 1924 con el personal afecto a los mismos, y salvo a lo referente a metrología de precisión, inspección técnica y patrones internacionales, que continuarán dependiendo del Instituto Geográfico.»

Más adelante añade:

«Entenderá en los nombramientos de Verificadores de contadores, Fieles-contrastes de pesas y medidas y de metales preciosos...»

Todas las funciones de carácter ejecutivo de la Comisión, que le confiaría la Ley de 8 de julio de 1892 y el Reglamento para su ejecución de 4 de mayo de 1917, quedan conferidas a la Jefatura superior de Industria. El declive de la Metrología Nacional ha comenzado.

CAPÍTULO VII

DEL REAL DECRETO DE 9 DE JUNIO DE 1924 HASTA LA GUERRA CIVIL ESPAÑOLA DE 1936

No tardó la Comisión en reaccionar ante el Real Decreto del 9 de junio. El Sr. Presidente convoca a la Comisión para el día 14 del mismo mes, dándose lectura al referido Decreto, quedando en el seno de la Comisión la duda de cuáles serán sus funciones en lo sucesivo y cual su actitud en el momento presente. Se nombra una ponencia de tres vocales, los cuales quedan encargados de redactar una consulta a la Superioridad. El encargo es realizado y leído en sesión siguiente del día 26.

«Al Excmo. Sr. Director General del Instituto Geográfico.»

«Modificada por el Real Decreto de 18 de mayo de 1923 publicado en la Gaceta oficial el día 20 del expresado mes y año la constitución de esta Comisión Permanente de Pesas y Medidas, llevando a ella para mejor acierto en sus dictámenes, propuesta y resoluciones, representación no solo de las Cámaras Agrícola, Industrial y del Comercio, sino también del elemento obrero del Instituto de Reformas Sociales, Ministerio Fiscal del Tribunal Supremo y Fiel Contraste más antiguo, en el deseo de realizar el precepto legal de ser solo el sistema métrico decimal el de uso y aplicación en la Nación, buscando además para ello la necesaria armonía de los intereses de aquellas clases con los preceptos fiscales, surge un nuevo Real Decreto de fecha 9 del corriente en virtud del cual la inspección y vigilancia del servicio de Pesas y Medidas pasa al Ministerio de Trabajo, Comercio e Industria que asimismo entenderá del nombramiento de los Fieles Contrastes, a cargo de los cuales está el expresado servicio, quedando únicamente el técnico de Metrología afecto al de Instrucción Pública a que corresponde esa Dirección general de su digno cargo y esta Comisión.»

«Pero como de esta disgregación quedan limitadas al parecer las funciones de la misma a los asuntos técnicos antes indicados y que son la

base para luego deducir de ellos los administrativos y penales al proceder a su aplicación huelgan completamente aquellas representaciones y los preceptos del vigente Reglamento de Pesas y Medidas en cuanto se refieren a ese servicio en la mencionada parte administrativa y penal.»

«Por ello preciso que la Superioridad solucione el anormal estado de cosas creado por aquella Soberana disposición y se den claras, precisas y terminantes instrucciones para definir la actuación de este organismo».

Sin embargo, esta consulta no tuvo nunca contestación.

En enero de 1925 el Presidente da cuenta a la Comisión de una Orden del Excmo. Sr. Director General del Instituto Geográfico, para que los objetos de platino de la Comisión sean depositados en el Banco de España para su mejor custodia.

La Comisión estima que la seguridad de la custodia de material de valor intrínseco, que está en posesión de la misma, requiere que se ponga en práctica la determinación tomada por el Director general del Instituto Geográfico en cuanto el uso de dichos patrones no sea indispensable para los trabajos de la Comisión, por tanto, se autoriza a que dichos patrones sean depositados en el Banco de España.

El Sr. Álvarez Guerra envía una comunicación al Director general del Instituto Geográfico en virtud de la cual y de acuerdo con lo preceptuado en el R. D. de 4 de septiembre de 1924 propone que se enajenen los siguientes objetos pertenecientes a la Comisión ⁽¹⁾:

- A. Una vara de platino construida por Magerie en Madrid en el año 1799.
- B. Una vara de platino del mismo constructor rectificada por Perarel.
- C. Un metro de platino de sección triangular, construido por Froment y trazado por el Sr. Alfonso en 1850.
- D. Un kilogramo de platino marcado con la letra H ⁽²⁾

¹ Acta de la sesión del 10 de marzo de 1925.

² Debíó contrastarse en 1887.

- E. Una colección de ocho pesas de platino, la mayor de media libra en caja de caoba con un hueco vacío y sin auténtica ni certificado de contrastación.

Con estas enajenaciones se trata de obtener fondos para la adquisición del material indispensable para montar un laboratorio de Metrología industrial cuya necesidad era cada día más perentoria. Pero como se pensaba que este material necesitaría personal especializado para su conservación y manejo, esta cuestión podría solucionarse haciendo entrega de él al Instituto Geográfico que cuenta con personal apropiado y con una base de instalación metrológica que podría ser ampliada y completada.

Estando en estos trámites sale un Real Decreto de 11 de abril de 1925 en que se nombran nuevos vocales en la Comisión, dándose la actual por disuelta.

La nueva Comisión es presidida por el Excmo. Sr. Subsecretario de Instrucción Pública D. Javier García de Leaniz, reuniéndose por primera vez el 13 de julio de 1925. En esta sesión y después de las presentaciones protocolarias se nombra Vicepresidente de la Comisión al Sr. D. Leonardo de Torres y Quevedo, que hasta la fecha había venido realizando funciones metrológicas como Presidente de la Comisión.

Por una Real Orden de 6 de noviembre de ese año, el Sr. Subsecretario delega la Presidencia en el Vicepresidente Sr. Torres Quevedo, para todos los asuntos de trámite y reforma del Reglamento. La Comisión pasa a ser asesora de dos Ministerios, del de Trabajo y del de Instrucción Pública.

El señor Galbis, que trabaja en la reforma del Reglamento, informa a la Comisión en enero de 1928, que, habiendo leído otros Reglamentos de diversos países, están en ellos comprendidos toda clase de medidas, lo que no ocurre con el nuestro, por lo que propone que la Comisión se dirija al Gobierno para que el nuevo Reglamento sea aprobado en este sentido, es decir, que comprenda toda clase de medidas.

En este año y en una de las sesiones de la Comisión un vocal de la misma pone de manifiesto:

«Que hallándose ya extendido en varias capitales, y concretamente en Bilbao, el uso de aparatos medidores automáticos de capacidad, *aun no*

estando aprobados, parece conveniente para evitar perjuicios al comercio y al público, llamar la atención de las autoridades correspondientes y de los Fieles Contrastes para que se impida su utilización...»

Significo este párrafo anterior como una consecuencia fatal del R. D. de 9 de junio de 1924. La acción de los Fieles Contrastes que hasta la aparición de este Real Decreto fue uniforme y dirigida por la Comisión, parece empieza a descontrolarse a pesar de los viajes de inspección que realiza el Secretario de esta, para comprobar el buen funcionamiento del material de comprobación.

La sesión del 23 de noviembre de 1928 es el trámite significativo para la Comisión, después de una reforma ministerial se queda sin Presidente efectivo.

Transcribo el siguiente párrafo del acta:

«El Secretario lee una moción de la Presidencia ⁽¹⁾ dando cuenta de las gestiones que ha realizado respecto a la Presidencia efectiva de la Comisión, que el firmante ocupa por delegación y en realidad está vacante desde que la Comisión Permanente ha dejado de pertenecer al Ministerio de Instrucción Pública, cuyo jefe la ocupaba, según el Real Decreto en que se modificaba su constitución. Pasó posteriormente la Comisión Permanente a depender de la Presidencia del Consejo, y últimamente y por la reorganización ministerial, del Ministerio de Trabajo y Previsión.

En consecuencia, la Vicepresidencia visitó al Ministerio de Instrucción Pública para preguntar si en realidad seguiría presidiendo la Comisión, y en vista de su respuesta negativa, hizo igual gestión cerca del Ministro de Trabajo, el cual se excusó por sus muchas ocupaciones, en vista de lo cual propone a la Comisión se eleve a la Superioridad respetuosa súplica, en el sentido de que sea designado para presidirla el Director General del Instituto Geográfico y Catastral.

La Comisión acuerda por unanimidad hacer suya la moción del Sr. Torres Quevedo y hacer una visita de cortesía al Ministro de Economía Nacional, del cual dependen en parte los servicios de Pesas y Medidas.

¹ Se refiere al presidente en funciones D. Leonardo de Torres Quevedo.

El 27 de febrero de 1929 se reúne la Comisión bajo la presidencia del Director General del Instituto Geográfico y Catastral, General Elola, que había sido nombrado Presidente de la misma por Real Decreto de 5 de enero del corriente año.

Cuatro son las sesiones que preside el Sr. Elola, pero durante este período son presentadas a la Comisión una serie de instancias y peticiones que demuestran el descontrol metrológico existente.

Así, por ejemplo, hay una instancia de la Sociedad Anónima Española de balanzas y básculas en la que se pide se dicte una disposición regulando los derechos de contrastación de las balanzas automáticas para evitarlas desigualdades existentes en el pago de estos derechos de contrastación. La Comisión considera de justicia la petición, dando a entender que las acciones de los Fieles Contrastados a este respecto se encuentran desarticuladas.

Hay otra en la que se pide la aprobación de un contador volumétrico de alcohol, pero teniendo en cuenta que existe una Ley y Reglamento de alcoholes, la Comisión no puede aprobar este contador, pues según las referidas Ley y Reglamento estos aparatos deben ser examinados o aprobados por Real Decreto del Ministerio de Hacienda, previos los informes técnicos de aquel Departamento.

Respecto a los metales finos, se está pendiente de una reglamentación que según se cree está a falta solamente de la firma del Sr. Ministro de Economía Nacional (Acta de la sesión del 1.º de abril de 1929).

En esta sesión el Presidente pone en conocimiento de la Comisión, que debiendo reunirse próximamente el Bureau International des Poids et Mesures, a cuya reunión debe asistir como Delegado de España, el vocal de esta Comisión Sr. Cabrera, debe este vocal explicar a la Comisión los asuntos a tratar, resumiéndolos el citado vocal en tres puntos:

- 1.º La necesidad de rectificar los patrones de medidas eléctricas usadas en la práctica, para realizar lo mejor posible más medidas absolutas del sistema métrico.

- 2.º Determinar cuáles serán las funciones del Bureau y de las Comisiones Nacionales respectivas y proponer que el primero debe procurar la unión y relación de todas éstas y de los laboratorios respectivos con objeto de unificar las patronas.
- 3.º Estudio y aprobación de los planos del Laboratorio Internacional que se pretende construir en Sèvres.

Por tanto, el Sr. Cabrera entiende que la función de la Comisión Permanente debe extenderse no solo a las unidades fundamentales en uso, sino también a las unidades derivadas, haciéndose algo análogo a lo que hace el Bureau International, incluyendo desde luego las unidades eléctricas, e incluso a los metales preciosos, pues entiende que es la Comisión Permanente quien debe dar la norma general.

El Sr. Presidente estima, resumiendo toda clase de opiniones, que lo primero que hay que hacer, es consultar con el Gobierno para que éste de su opinión sobre las normas generales del nuevo Reglamento en proyecto, para poder de este modo redactarlo teniendo la seguridad de que responde a las ideas de las autoridades, esperando el regreso del Sr. Cabrera de París. Por tanto, se nombra una ponencia, para que redacte un informe preliminar o extracto de avance del Reglamento.

Los nuevos adelantos de la técnica hacen aparecer nuevos aparatos de medida. Esto sucede con los surtidores de gasolina, recibándose comunicaciones de los Gobernadores de varias provincias españolas, que piden que dichos aparatos queden sujetos a la Ley y Reglamento vigentes de Pesas y Medidas para evitar toda clase de fraudes. Nuevamente aparece una dualidad de funciones entre los Fieles Contrastes y los Verificadores de Líquidos ⁽¹⁾ ambos ingenieros industriales, pero la dualidad podría existir en la verificación o contrastación, no así en la aprobación de modelo, que por la vigente Ley de Pesas y Medidas estos aparatos debían ser sometidos a aprobación y, por tanto, comprobados por los Fieles Contrastes.

¹ Estos Verificadores, solo actuaban a instancia de parte.

La Comisión estima que se eleve informe al Gobierno para que el Ministerio de Trabajo de acuerdo con el de Economía Nacional resuelva el problema.

En la sesión del 12 de diciembre de 1929 se leen dos proyectos de Reales Decretos, el primero referente a los surtidores de gasolina antes citados y el segundo a la reorganización de la Comisión, proponiéndose sean elevados al Gobierno.

El 7 de abril de 1930 vuelve a reunirse la Comisión, pero esta vez bajo la Presidencia del Sr. Álvarez Guerra que ha sido nombrado Director General del Instituto Geográfico y Catastral. Asimismo, entran a formar parte de la Comisión el Subdirector de Industria Sr. Grancha y el representante de la Fiscalía del Tribunal Supremo Sr. González Besada. Surge una nueva reorganización ministerial, quedándose la Comisión nuevamente en una posición poco clara respecto al Departamento Ministerial que pertenece, lo que hace el Sr. Cánovas del Castillo pregunte al Sr. Presidente de quien depende de la Presidencia del Consejo de Ministros. Respecto a la implantación del sistema métrico en España, el Sr. Presidente de la Comisión hace la siguiente declaración, en relación con un asunto de pesas ⁽¹⁾.

«Lo definitivo será imponer que todas las transacciones se hagan por el sistema métrico, pidiendo al Gobierno medios de implantarlo en la práctica de todas las operaciones comerciales».

En estos años de auténtica evolución industrial europea en todos los aspectos, esta se deja sentir igualmente en España. A la Comisión se le presentan innumerables problemas que va soslayando, o solucionando en otros casos, en espera de la redacción de un nuevo Reglamento que abarque todos los aspectos de la Metrología.

En la sesión correspondiente al 16 de diciembre de 1930 se pone a discusión en el seno de la Comisión un asunto importante:

¹ Acta de la sesión celebrada el 7 de julio de 1930.

El proyecto de Decreto elaborado por la Comisión, referente a la unificación de todas las pesas y medidas utilizadas en la comprobación y transacciones comerciales.

El acuerdo tomado por el Bureau International, no obligaba a España en el sentido que pudiera obligarla un convenio diplomático, sino simplemente en un orden de conveniencia. El Bureau, a petición de diversos laboratorios de electricidad, se encargó de la definición y conservación de los patrones eléctricos, del mismo modo que antes venían haciendo con las pesas y las medidas métricas. Asimismo, tomó a su cargo todas las medidas ópticas, de manera que el Bureau International quedó encargado de la definición y conservación de toda clase de medidas.

Muchas de las naciones a él adheridas siguieron este ejemplo de unificación en una sola mano de la definición y conservación de toda clase de unidades. Por ello, el Delegado de España ante el Bureau propone que la Comisión Permanente sea la encargada de la definición y conservación de todas las unidades de medida, teniendo en cuenta que, por ejemplo, las unidades eléctricas han estado a merced de los verificadores, *que carecían de patrón legal y oficial*, pues no había ni siquiera una definición oficial de estas unidades. Por un antiguo decreto ley se definieron estas unidades y se encargó a la Comisión de Electrotecnia de su conservación, pero ésta no tuvo efectividad alguna en la práctica, pues todo quedó en papeles, sin que haya patrones oficiales que los Verificadores puedan utilizar.

Por ello, el Delegado de España propuso a la Comisión de Electrotecnia, de la cual forma parte, ceder a la Comisión Permanente la definición y conservación de las unidades eléctricas, que el citado Decreto Ley atribuía a esta Comisión, aceptándose la propuesta, en presencia del Sr. Artigas, Presidente del Consejo Industrial, reservándose que tuvieran audiencia dos Vocales de dicha Comisión de Electrotecnia, cuando se trataran en esta asuntos referentes a unidades eléctricas, en las cuales dichos Vocales actuarían como ponentes. Por tanto, no concibe este Delegado que ahora el Sr. Artigas ponga dificultades a la firma de este proyecto de Decreto y entiende que debe de insistirse cerca de la Superioridad para su promulgación. La Comisión acuerda elevarlo al Gobierno para su aprobación.

Nuevamente cambia el Director General del Instituto Geográfico, Catastral y de Estadística, siendo nombrado el Sr. Castro que asiste a la sesión celebrada el 17 de julio de 1931 como Presidente de la Comisión Permanente.

El Decreto anteriormente citado es causa de una de las mayores disensiones en el seno de la Comisión.

El Presidente propone que el Decreto una vez aprobado por el Pleno e informado por cuantos debían de hacerlo es necesario elevarlo al Gobierno, en contra de la opinión del Sr. Grancha que pide no se lleve el Decreto a la firma por haber variado la Presidencia del Consejo Industrial. El Presidente accede a esta petición retrasando su elevación una semana, hasta recibir el informe de la Dirección General de Industria, pero transcurrido dicho plazo citará nuevamente a sesión, elevando el Decreto al Sr. Ministro de Trabajo.

Reunida nuevamente la Comisión el 31 de julio, el Sr. Grancha no asiste a la sesión, por lo que el Sr. Presidente decide cumplir con los acuerdos tomados y elevar al Ministro de Trabajo el proyecto de Decreto.

Asimismo, el Sr. Secretario pone de manifiesto que el proyecto lleva dos años redactado y aprobado por la Comisión Permanente así como por el Ministerio de Economía Nacional, y que tanto este Ministerio como la Dirección General de Industria, tienen carácter de permanencia, aunque cambien las personas que desempeñan los cargos, entendiéndose por tanto, muy acertada la decisión del Sr. Presidente.

El Sr. Cánovas, a mayor abundamiento, dice que la Comisión Permanente depende del Ministerio de Trabajo, aunque sea consultiva del de Economía y del Gobierno y, por todo ello, cree debe elevarse el proyecto a la Superioridad.

El Sr. Galbis, encargado de la redacción del Reglamento, abunda en la necesidad de que se publique cuanto antes el Decreto, pues él serviría de base para la redacción del futuro Reglamento, pues el mismo si se firma o no, consignará la misión de esta Comisión.

El Sr. Cánovas vuelve a tomar la palabra para decir claramente que:

«Lamenta tener que afirmar que toda la discusión viene girando alrededor de los intereses de Cuerpo, a los cuales en ningún caso deben supeditarse los generales de la Nación y del público, y debe hacerse sin vacilar, lo que a estos y no a aquellos convenga, por lo que une su opinión a las manifestadas en pro de la propuesta del Sr. Presidente...»

El Sr. Presidente concreta el debate en los siguientes términos:

- 1.º Que la Comisión Permanente acuerda elevar al Gobierno el proyecto de Decreto y se ratifica en este acuerdo.
- 2.º Que, asimismo, reconoció y reconoce ahora la imprescindible necesidad de crear los laboratorios a que el mismo se refiere.
- 3.º Que estos laboratorios deben estar a cargo del organismo que los crea o sea de esta Comisión Permanente.

Por fin por un Decreto ministerial de 11 de septiembre de 1931 (Gaceta del 12) se aprueba la creación de los laboratorios y la Reforma del Reglamento.

Sin embargo, las disensiones en el seno de la Comisión continúan; cualquier asunto es motivo de las más acaloradas discusiones.

En mayo de 1932 y con relación al Reglamento orgánico del Cuerpo de Ingenieros Industriales ⁽¹⁾ el Sr. Presidente ordena que la Secretaría redacte un escrito sobre esta cuestión al existir una dualidad de funciones. Leído este escrito en el Pleno de la Comisión el Sr. Cabrera, Delegado de España ante el Bureau International toma la palabra y expone:

«Que la duplicidad de informes de que se trata y la aprobación de los aparatos por el Cuerpo de Ingenieros Industriales, en vez de la Comisión que viene y debe seguir haciéndolo, le parecen cosas que no pueden aceptarse sin dar conocimiento de ello a la Superioridad para que se modifique aquel Reglamento o se disuelva esta Comisión Permanente».

El Sr. Grancha pide que conste como anejo al acta el escrito de la Secretaría en el que lamenta profundamente el tono que estima «agresivo».

¹ Realizado sin previo informe de la Comisión Permanente.

Otro Vocal el Sr. González Besada dice que, si hay contradicción entre los preceptos de un Decreto y una Ley votada en Cortes, está dispuesta la nulidad de aquel.

El Sr. Cánovas está de acuerdo con el Sr. Cabrera añadiendo:

«que lamenta tener que repetir una vez más lo que tantas ha dicho aquí, que, en este asunto, igual que desdichadamente ocurre con algunos más, se dictan disposiciones para beneficiar un determinado Cuerpo, con daño del interés general, y es lamentable que se intente inutilizar la labor de la Comisión Permanente por sorpresa y sin decirlo claramente, de lo cual protesta y pide que así se haga constar».

Más adelante y en la misma sesión afirma:

«Antes había hablado partiendo de un supuesto, pero que ahora ya seguro de que no solo se pretende inutilizar la labor de esta Comisión, sino de los móviles que impulsan este despojo, cree que no hay más camino digno que el trazado por la propuesta del Sr. Cabrera, que pide se vote seguidamente». La votación es ganada por mayoría, con la abstención del Sr. Grancha.

Por un Decreto ministerial de 12 de mayo de 1932, publicado en la Gaceta del día 19, se dispone que todos los aparatos automáticos de medir, pesos, capacidades, longitudes y demás unidades del sistema métrico decimal, que sirven para comerciar con el público, estarán sometidos a la Ley de Pesas y Medidas y su Reglamento.

Un año antes, el 18 de abril de 1931, se forma la Generalitat en Cataluña. La Comisión, consciente de su misión, indica la conveniencia de dirigirse al Gobierno para que sea tenida en cuenta al implantarse el Estatuto de Cataluña, con el fin de que no se rompa la unidad de criterio que debe existir en todo el territorio nacional en lo que a pesas y medidas afecta. Asimismo, pone de manifiesto que son muchos los fabricantes catalanes de aparatos de medida y a estos les interesará que la aprobación de sus aparatos tenga eficacia en toda la Península.

En la sesión del 27 de octubre de 1932 se da cuenta a la Comisión que habiendo desaparecido la dualidad de funciones del Consejo de In-

dustria y esta Comisión Permanente es llegado el momento de ampliar lo dispuesto en el Decreto de 11 de septiembre de 1931, respecto a la instalación de laboratorios y la adquisición de los medios económicos para ello necesarios.

El asunto de Cataluña vuelve a enturbiar el clima de la Comisión Permanente. El Presidente de la Comisión Permanente forma parte como vocal de la Comisión de traspaso de servicios a la Generalitat, afirmando que esta propondrá que un representante de la Generalitat forme parte de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas, cuyos Fieles deberán comparar sus medios de contraste con las unidades tipo que la Comisión Permanente conserva y precisamente en los laboratorios u oficinas de esta.

Habla, asimismo, del traspaso de los servicios de las Jefaturas de Industria y verificación de contadores de fluidos y que como hay presentada una ponencia, respecto al particular, por los representantes de Cataluña, dice que tomará nota de las observaciones que sobre el particular le hagan, para tenerlas presentes cuando el asunto se discuta.

El Sr. Secretario indica la conveniencia de que en el acta de traspaso se haga constar la dependencia de los Fieles Contrastes de Pesas y Medidas y verificación de contadores, de esta Comisión Permanente, que es la que debe dar las instrucciones y elementos técnicos para desempeñar esos servicios.

El tono de la discusión debió llegar a tal extremo que el Sr. Grancha manifestó «que lamenta lo que ocurre y se siente cohibido para opinar ante la gravedad de lo que ha escuchado, en relación con los servicios del Cuerpo de Ingenieros Industriales».

Otro de los problemas que suscitaron duras discusiones, fue el Reglamento de aparatos surtidores de carburantes propuesto por CAMPSA, llegándose al final a una fórmula conciliatoria que no eludía el cumplimiento de lo legislado.

En 1933 se inicia el plan de montaje de los laboratorios, dándose cuenta en el pleno, de los aparatos que la Comisión posee, así como de las pro-

posiciones recibidas de adquisición de diversos instrumentos de medida, que deberán ser montados en los locales que la Dirección General del Instituto Geográfico destine al efecto.

El 9 de agosto de 1933 toma posesión como Presidente de la Comisión el nuevo Director General del Instituto Geográfico, de Estadística y Catastral Don Luis Doporto, presidiendo únicamente esta sesión, pues la sucesiva que se celebra el 18 de enero de 1934 es presidida por D. Enrique Gastardi Peón que sustituye al Sr. Doporto en sus funciones de Director General del Instituto. En esta sesión solo se resuelven asuntos de trámite ordinario.

En la sesión celebrada el día 23 de junio de 1934, el Presidente da cuenta del acuerdo emitido por la Comisión de traspasos de Cataluña, para que forme parte de esta Comisión Permanente un representante de la citada región autónoma. Por ello, se acuerda proponer al Gobierno de la República un Decreto adaptando la actual composición de la Comisión a las denominaciones de los cargos representativos que la integran, incluyendo entre los mismos un representante del Gobierno de la Generalitat de Cataluña.

El 13 de septiembre de ese año promulgado el nuevo Decreto modificando la composición de la Comisión Permanente, incluyendo un representante de la Generalitat.

La nueva Comisión se reúne por vez primera el 21 de noviembre de 1934, estando compuesta por un Presidente y dieciocho miembros. En esta sesión se acuerda que sin perjuicio de celebrar sesión cuantas veces se requiera y lo determine el Sr. Presidente, se celebren cuatro reuniones al año, una por cada trimestre, en los cuatro primeros jueves de cada trimestre natural o al jueves siguiente, si alguno de los primeros fuera festivo.

La Comisión pasa por tiempos de gran escasez económica y de medios, por lo que se rescita el Decreto del 11 de septiembre de 1931, con el fin de poder enajenar una serie de aparatos del Museo que se considera pueden venderse, y con esos fondos montar los laboratorios necesarios.

El 27 de junio de 1935 se reúne la Comisión bajo la Presidencia del Sr. Director General del Instituto Geográfico Sr. Gastardi, poniéndose a discusión la propuesta de Decreto sobre la instalación de laboratorios y venta de aparatos del Museo. Leídos y discutidos los trece artículos del proyecto son aprobados con ligeras modificaciones sobre el proyecto presentado por la ponencia.

El proyecto de Decreto es elevado al Gobierno, publicándose el Decreto, aprobado con fecha 5 de julio de 1935, en la Gaceta del día 10 del mismo mes y año.

En el presente Decreto se declara que corresponde a la Presidencia del Consejo de Ministros la aprobación de toda clase de instrumentos de pesar y medir y las autorizaciones para su circulación y uso legal, previo informe de la Comisión, creando, asimismo, los laboratorios de esta Comisión.

Por una Orden Ministerial del 20 de noviembre de 1935 es nombrado Presidente de la Comisión Permanente el nuevo Director General del Instituto Geográfico D. Enrique Meseguer.

El día 5 de diciembre preside su primera sesión en la Comisión, quedando sobre la mesa los asuntos relativos a la aprobación de contadores eléctricos, hasta que se verifique el nombramiento de los vocales de la Comisión Permanente de Electricidad que deben asesorar a la Comisión Permanente de Pesas y Medidas en los asuntos de esta índole.

En la próxima sesión celebrada el día 9 de enero de 1936 es aprobado el primer contador eléctrico en España.

El contador lleva la marca REMA, tipo WK, para corriente alterna monofásica, construido por Hajos Szantos, de Budapest. La aprobación se efectúa por la O. M. de 24 de enero de ese año, publicándose en la Gaceta del día 29.

La subasta de los aparatos del Museo sigue sus trámites, celebrándose el 23 de junio de 1936 la última sesión de la Comisión, no volviéndose a reunir la Comisión hasta 1940 al estallar la Guerra Civil el 17 de julio de 1936.

CAPÍTULO VIII

DE LA GUERRA CIVIL ESPAÑOLA DE 1936 AL DECRETO DE 1 DE FEBRERO DE 1952 APROBANDO EL REGLAMENTO EN VIGOR PARA LA EJECUCIÓN DE LA LEY DE PESAS Y MEDIDAS DE 1892

Finalizada la Guerra Civil el 1.º de abril de 1939, se reorganiza la Comisión Permanente de Pesas y Medidas por una Orden de la Presidencia del Gobierno de fecha 29 de enero de 1940. Su texto es el siguiente:

PRESIDENCIA DEL GOBIERNO

Orden de 29 de enero de 1940 reorganizando la Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

Ilmo. Sr.: La Comisión Permanente de Pesas y Medidas, cuyo funcionamiento, debido a las circunstancias pasadas, no ha sido lo intenso y amplio que las necesidades nacionales requieren y los convenios internacionales nos obligan, ha de actuar en lo sucesivo con plena eficacia, lo que exige de una parte adaptación a la nueva organización de los servicios del Estado, y de otra una composición adecuada, simplificando la muy amplia que tenía anteriormente a los límites de lo absolutamente indispensable, ya que un excesivo número de Vocales ha demostrado la práctica que hace lenta y dificultosa la labor que tiene a su cargo. En su virtud, esta Presidencia del Gobierno ha dispuesto que en lo sucesivo la referida Comisión de Pesas y Medidas quede constituida en la forma siguiente:

Presidente:

El Director General del Instituto Geográfico y Catastral.

Vocales:

El representante de España en el Bureau International des Poids et Mesures, designado por este organismo.

Uno designado por la Fiscalía del Tribunal Supremo, en representación de esta.

El Presidente del Consejo del Servicio Geográfico.

El Presidente del Consejo de Industria.

El Jefe del Taller de Precisión de Artillería.

Un vocal designado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas en representación de este.

El Ingeniero Geógrafo Jefe de la Sección Primera del Instituto Geográfico y Catastral.

Un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos designado por el Ministerio de Obras Públicas, en representación de este.

Un Ingeniero Agrónomo designado por el Ministerio de Agricultura, en representación de este.

El Ingeniero Jefe del Servicio de Metrología de Precisión del Instituto Geográfico y Catastral.

Vocal Vicesecretario:

El Ingeniero Industrial encargado de los asuntos de Pesas y Medidas en la Dirección General de Industria.

Ingenieros Comprobadores adscritos:

Un Ingeniero Industrial designado por la Dirección General de Industria.

Un Ingeniero Geógrafo designado por la Dirección General del Instituto Geográfico y Catastral.

Auxiliares de Secretaría:

Un Auxiliar de Secretaría.

Un Mecnógrafo.

Un Mozo de Laboratorio designado por la Dirección General del Instituto Geográfico y Catastral.

Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid 29 de enero de 1940. P.D., El Subsecretario, Valentín Galarza

Ilmo. Sr. Director General del Instituto Geográfico y Catastral.

Por una Orden de 12 de junio de 1940 se dispuso que fuera ampliada la Comisión Permanente en un vocal más, con el Jefe del Servicio de Armas Navales del Ministerio de Marina, en representación de dicho Departamento.

Meses más tarde y por una Orden de la Presidencia del Gobierno, complementaria de la primera reorganizando la Comisión se efectúa el nombramiento de los individuos que componen esta:

PRESIDENCIA DEL GOBIERNO

Orden de 24 de julio de 1940 sobre reorganización de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

Excmos. Sres.: Reorganizada la Comisión Permanente de Pesas y Medidas, según lo dispuso la Orden de esta Presidencia de 29 de enero último (Boletín Oficial del día 30) y las demás complementarias dictadas con el mismo fin, quedará constituida en la forma siguiente:

Presidente:

Director general del Instituto Geográfico y Catastral, Ilmo. Sr. D. Félix Campos-Guereta y Martínez.

Vicepresidente:

Presidente del Consejo del Servicio Geográfico, Ilmo. Sr. D. Juan Cruz-Conde y Fustegueras.

Vocales:

Representante de España en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (sin designar); Representante de la Fiscalía del Tribunal Supremo, Ilmo. Sr. D. Alfonso Palma Blázquez, Abogado; Representante del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Ilmo. Sr. D. José María Torroja y Miret; Representante del Ministerio del Ejército, Jefe del Taller de Precisión de Artillería, Sr. D. Pedro Méndez Parada; Representante del Ministerio de Marina, Jefe del Servicio de Armas Navales, Sr. D. Amador Villar Marín; Representante del Ministerio de Obras Públicas, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Sr. D. Gonzalo Torres-Quevedo Polanco; Representante del Ministerio de Agricultura, Ingeniero Agrónomo, Ilmo. Sr. D. Juan Miranda González; Representante del Ministerio de Industria y Comercio, Ingeniero de Minas, Sr. D. Juan Manuel López Azcona ⁽¹⁾; Presidente del Consejo de Industria, Ilmo, Sr. D. José Montes Garzón; Ingeniero Jefe de la Sección 1.^a del Instituto Geográfico y Catastral, Ilmo. Sr. D. Manuel Cifuentes y Rodríguez.

Vocal Secretario:

Jefe del Servicio de Metrología de Precisión del Instituto Geográfico y Catastral, Ingeniero Geógrafo, D. Guillermo Sans Huelin.

Vocal Vicesecretario:

Encargado de los asuntos de Pesas y Medidas en la Dirección General de Industria, Ingeniero Industrial D. Luis Iparraguirre de la Cueva.

Madrid, 24 de julio de 1940. P.D., El Subsecretario, Valentín Galarza, Excelentísimos Sres. Ministros...

La primera sesión de la Comisión Permanente después de la conflagración bélica se efectúa el día 7 de agosto de 1940, efectuando el Sr. Secretario de la misma un sucinto resumen de los acontecimientos ocurridos durante el período bélico.

¹ Es de señalar como nota curiosa, que este señor siga perteneciendo a la Comisión, después de 36 años, por el mismo cargo.

Durante dicho período no se reunió la Comisión, consiguiéndose que continuaran guardados en las cajas fuertes del sótano del Instituto Geográfico los prototipos de platino del metro y kilogramo, habiéndose trasladado a los sótanos del Banco de España los estuches de medidas antiguas de la Comisión y al edificio provisional del Instituto, en la calle de Claudio Coello n.º 23, el litro, el kilogramo y el metro que se utilizaban en las comprobaciones como tipos, recuperándose todos estos objetos terminada la guerra civil. Respecto a los aparatos del Museo de la Comisión, se recuperaron todos, encontrándose algunos deteriorados, excepto cuatro balanzas.

En esta sesión se acuerda nombrar dos subcomisiones, la técnica, presidida por el Sr. Montes Garzón y la administrativa, presidida por el Sr. Palma.

Tres veces se reúne a continuación la Comisión durante el año 1940, efectuándose las aprobaciones de balanzas con los medios de que dispone la Comisión y las aprobaciones de los contadores eléctricos, gas y agua, de acuerdo con los informes emitidos por la Dirección General de Industria.

En la sesión celebrada el 30 de septiembre de ese año, el Sr. Iparraquirre pone de manifiesto que «echa de menos en la cuestión de pesas y medidas una concreta legislación respecto a los requisitos que se exigen a los aparatos», por lo que a propuesta del Sr. Presidente se acuerda que por la Secretaría se recopile lo actualmente legislado y se envíen copias a todos los Vocales de la Subcomisión Técnica, para que puedan estudiarse y tratar del asunto en la reunión próxima.

En la próxima, celebrada el 7 de noviembre, se pasa a estudiar la ejecución del Decreto de 5 de julio de 1935, para efectuar la subasta de los aparatos de pesar y medir, pertenecientes a la Comisión que ésta no estime interesantes, con el ánimo de recaudar fondos y montar laboratorios.

En la sesión celebrada el 30 de enero de 1941 se efectuó la apertura de las cajas fuertes, examinándose pieza por pieza según el inventario de la última apertura, comprobándose que todos los objetos estaban en buen estado e introduciendo en ellas los certificados adicionales remitidos por

la Oficina Internacional de Pesas y Medidas relativos a las fórmulas de dilatación aplicables a los metros prototipos n.º 17 y 24, así como sus longitudes a 0° y sus ecuaciones respectivas.

La siguiente reunión de la Comisión celebrada el día 12 de febrero de 1941 la podemos calificar como una sesión de «sorpresa».

El Sr. Presidente dice que se ha recibido un oficio, al que da lectura el Secretario, remitiendo un proyecto de reglamento para la ejecución de la Ley de Pesas y Medidas de 1892, que ha sido redactado por el Ministerio de Industria y Comercio y que la Presidencia remite para que esta Comisión emita su informe sobre él a la mayor brevedad posible. Surge una primera cuestión de principio en cuanto a quién sea el organismo que deba redactar el reglamento y sus modificaciones, y por todas las disposiciones oficiales sobre la materia, este asunto resulta ser de la competencia de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas, la que redactó el actual Reglamento en vigor aprobado en 4 de mayo de 1917, así como los Reglamentos anteriores aprobados por el Real Decreto en 1895 y 1906. Tales atribuciones se han visto sancionadas posteriormente por el Real Decreto de 15 de abril de 1925 en el cual se confirma a la Comisión Permanente de Pesas y Medidas como Cuerpo superior consultivo del Gobierno y taxativamente en su artículo 5.º le encarga este estudiar y proponer las modificaciones que estime pertinentes introducir en el actual Reglamento.

Ante la gravedad de la cuestión el Presidente del Consejo de Industria, tratando de justificar este atropello legislativo, dice «que el Ministerio de Industria ha redactado un proyecto que solo es de ejecución de servicios, sin entrar en cuestiones de principio privativas de la Comisión Permanente; que lo ha distribuido entre los distintos Ministerios, y al llegar a la Presidencia, es natural que esta pida asesoramiento a la Comisión Permanente, razón por la cual viene a estudio e informe el proyecto.»

A mayor abundamiento de «razones», el Sr. Iparraguirre manifiesta «que el proyecto redactado es como una recopilación de las

disposiciones en vigor en materia de ejecución de la Ley de Pesas y Medidas» (1).

El representante del Ministerio de Industria y Comercio, Sr. López Azcona, no interviene a este respecto, según consta en el acta de la sesión de ese día.

El Sr. Presidente propone se nombre una ponencia que con toda urgencia estudie el proyecto y emita un informe que pueda servir para que el Plan de la Comisión se pronuncie en una próxima reunión que deberá celebrarse con urgencia.

La Ponencia queda compuesta por el Sr. Cruz-Conde, Presidente del Consejo del Servicio Geográfico, como presidente de la misma y los Sres. Iparraguirre y López de Azcona como vocales, siendo el secretario de dicha Ponencia el Sr. Sans Huelin.

En la siguiente sesión celebrada el día 27 de febrero del mismo año, la anterior Ponencia da cuenta de su informe aceptándose «de hecho» que el Reglamento haya sido redactado por el Ministerio de Industria, señalando pequeñas modificaciones respecto a las tolerancias. Terminado el estudio del informe sobre el Reglamento, se acuerda que la Ponencia redacte de nuevo los puntos modificados y sin nuevo examen por el Pleno, se eleve a la Superioridad. La Comisión Permanente de Pesas y Medidas una vez más ha sido atropellada.

En esta misma sesión, el Sr. Méndez Parada habla de la necesidad de que la Comisión cuente con un buen laboratorio, sin tener que recurrir a los de otros Centros, el cual pudiera tener verdadero carácter de Laboratorio Nacional.

El Sr. López de Azcona expone convendría efectuar los nombramientos de los Comités de unidades de medida, proponiendo el Sr. Presidente que los Presidentes de dichos Comités ya nombrados remitan las listas de las personas cuya colaboración interesa obtener.

¹ Copia textual del Acta de la sesión del 12 de febrero de 1941.

En la sesión celebrada el 27 de marzo se presenta un anteproyecto de laboratorio de comprobación de aparatos surtidores de gasolina, redactado por la casa Harry Wallker, así como un esquema del pabellón que se proyecta construir en el jardín del Instituto, para instalar en el mismo el laboratorio de comprobación. El Secretario da cuenta que los gastos de instalación serían sufragados con el producto de la subasta de aparatos de la Comisión, que ya está en marcha.

Por un Decreto de la Presidencia del Gobierno de 30 de mayo de 1941, publicado en el Boletín Oficial del día 7 de junio, es aprobado el nuevo Reglamento para la ejecución de la Ley de Pesas y Medidas de 8 de julio de 1892.

Dicho Reglamento consta de ochenta y un artículos, en nueve Títulos, con la siguiente disposición:

- Título I. Organización general.
- Título II. Nomenclatura y condiciones técnicas del material de pesar y medir.
- Título III. Unidades o equipos de pesar y medir cuya posesión es obligatoria.
- Título IV. Obligación de adaptar todas las transacciones y documentos al Sistema Métrico Decimal.
- Título V. Práctica del Servicio. Contrastación.
- Título VI. Inspección del Servicio.
- Título VII. Material de laboratorios y Oficinas de las Delegaciones de Industria.
- Título VIII. Tarifa de comprobación y contraste.
- Título IX. Infracciones y forma de corregirlas.

Asimismo, termina con dos disposiciones generales, la primera de carácter arancelario y la segunda de carácter derogatorio.

El Reglamento es publicado por el Consejo de Industria, correspondiéndole el n° 20 de sus publicaciones.

En la sesión del día 10 de julio de 1941, el Secretario pone en conocimiento del Pleno que efectuada la subasta de 76 balanzas automáticas y semiautomáticas, 20 básculas y 22 aparatos medidores de líquidos, la cantidad recaudada ascendió a 49175,13 ptas.; presentando el proyecto definitivo para la construcción del laboratorio de surtidores de gasolina, que se propone levantar en terrenos del Instituto Geográfico; el coste aproximado del pabellón y la instalación alcanzará la suma de unas 31.000 ptas. aproximadamente. Este gasto se efectuará con cargo a los fondos obtenidos de la subasta.

En la construcción del Pabellón surgen dificultades en la cimentación, teniendo que modificar el proyecto primitivo y realizar un sótano de 2,50 m de altura. El coste total es, por tanto, modificado, alcanzando la suma de 41.266,24 ptas. Nuevas dificultades surgen como consecuencia de la falta de material de construcción, como cemento y varillaje de hierro, quedando las obras paralizadas por algún tiempo.

En mayo de 1942 se trata en la Comisión sobre el nombramiento de un representante español en el Comité Internacional de Pesas y Medidas, acordándose que dicho nombramiento debe recaer en un miembro de la Comisión Permanente.

En la sesión celebrada en julio de ese mismo año el Sr. Méndez Parada pone de manifiesto que dado que la Comisión Permanente es el organismo que debe emitir el último informe en la aprobación de toda clase de aparatos de pesar y medir, y, por tanto, en los contadores eléctricos, dado que las pruebas reglamentarias de los mismos se verifican en los laboratorios dependientes de la Dirección General de Industria, sería conveniente que algunos miembros de la Comisión presenciasen las pruebas de aquellos en los mencionados laboratorios, tomándose el acuerdo por unanimidad de solicitar de la mencionada Dirección General de Industria que se autorice a miembros de la Comisión o a los Ingenieros comprobadores a asistir a dichas pruebas reglamentarias.

En junio de 1943 y resueltas todas las dificultades de construcción se acabó el Pabellón para el laboratorio de surtidores.

Asimismo, en la sesión del 15 de noviembre de ese año, la Comisión en pleno asiste a la inauguración del nuevo Pabellón de comprobación de surtidores de gasolina y verificación de medidores de aceite, montados por la casa Harry Walker.

En esa misma sesión se efectúa un hecho relevante. El Presidente de la Subcomisión Administrativa propone al Pleno la petición de un voto de gracias por la labor realizada por el Secretario de la Comisión Permanente Sr. Sans Huelin, así como la concesión de una remuneración especial que cifra en la cantidad de 10.000 ptas. dadas las características del trabajo realizado (¹)

El Sr. Secretario que en esos momentos se encontraba fuera del salón de sesiones, a invitación del Presidente, oída la resolución tomada, expresó su profunda gratitud por la generosidad de todos los vocales presentes al acordar premiar con tanta esplendidez su labor personal que solo había emprendido en cumplimiento de su deber, sin miras de lucro alguno.

El 20 de diciembre de 1943, en la sesión celebrada en dicho día, el Sr. Presidente de la Comisión ofrece a la Comisión Permanente los laboratorios adquiridos últimamente por el Instituto Geográfico, para que en ellos la Comisión pueda realizar las pruebas que juzgue oportunas, leyendo a continuación las siguientes cuartillas:

«El Instituto Geográfico ha adquirido las siguientes instalaciones de comprobación de aparatos de medir, con destino al Servicio de Metrología de aquel:

1. Instalación para la verificación de contadores eléctricos de corriente continua.

¹ El trabajo realizado consistió en la traducción del Reglamento Alemán de Contraste de 24 de enero de 1942.

2. Instalación para la verificación de contadores eléctricos de corriente alterna.
3. Instalación de medida para la comprobación y ensayo de aparatos radio-eléctricos.
4. Instalación para la verificación de contadores de agua.

Las cuatro instalaciones han sido traídas de Alemania. Se espera que en el primer trimestre de 1944 queden montadas y en perfectas condiciones de servicio las instalaciones citadas. Dada la estrecha afinidad que siempre ha existido entre el Servicio de Metrología del Instituto y la Comisión Permanente de Pesas y Medidas, parece natural ofrecer a esta las cuatro instalaciones mencionadas y considerarlas como partes integrantes de los laboratorios afectos a la misma, con lo que de hecho serán 6 los laboratorios de que disponga la Comisión para efectuar las últimas comprobaciones de los aparatos de medir sometidos a su aprobación, correspondientes a la electricidad, agua, gasolina y aceite».

En la Sesión celebrada el 29 de marzo de 1944, el Sr. Presidente lee un oficio del Secretario General del CSIC Ilmo. Sr. D. José M.^a Albareda en el que le comunica que habiendo inaugurado en el Instituto de Física «Alonso de Santa Cruz» un laboratorio para medidas de magnitudes fotométricas de precisión, el Consejo Ejecutivo del CSIC acordó ofrecerlo a la Comisión Permanente para cuanto pueda necesitarlo.

El Pleno acuerda por unanimidad la aceptación de dicho ofrecimiento así como dar las gracias al CSIC.

Al final de esta sesión se trasladan los Sres. Vocales a los laboratorios de electricidad recién instalados ofrecidos a la Comisión por el Instituto Geográfico.

Elaborado por la Comisión, el Reglamento (interno) de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas se publica en el Boletín Oficial del Estado del día 2 de junio de 1944 el siguiente Decreto:

DECRETO de 25 de mayo de 1944 por el que se aprueba el Reglamento de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

A propuesta de la Presidencia del Gobierno y previa deliberación del Consejo de Ministros

DISPONGO

ARTÍCULO ÚNICO. Se aprueba el adjunto Reglamento de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

Así lo dispongo por el presente Decreto dado en Madrid a 25 de mayo de 1944.

FRANCISCO FRANCO

El Reglamento está dividido en diez capítulos que comprenden 46 artículos. Los títulos de los capítulos son los siguientes:

- Capítulo I. Estructura y funciones.
- Capítulo II. De las subcomisiones en que la Comisión Permanente se divide.
- Capítulo III. De las secciones de la Comisión Permanente.
- Capítulo IV. De las deliberaciones y consulta de la Comisión en pleno.
- Capítulo V. De las Subcomisiones.
- Capítulo VI. Del Presidente de la Comisión.
- Capítulo VII. De los Presidentes de la Subcomisiones.
- Capítulo VIII. Del Vocal Secretario.
- Capítulo IX. De los Secretarios de las Subcomisiones.
- Capítulo X. De los Laboratorios de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

En la sesión del 30 de junio de 1944, dos nuevos laboratorios son ofrecidos a la Comisión. El vocal y Director del Taller de Precisión de Artille-

ría, Sr. Méndez Parada, con la autorización de la Superioridad, ofrece los laboratorios del Taller de Precisión a la Comisión Permanente.

Asimismo, se da cuenta del ofrecimiento de los servicios y laboratorios del Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica a la Comisión Permanente, dándose lectura a un oficio dirigido por el Director General de este, al Sr. Presidente de la Comisión.

El Pleno agradece ambos ofrecimientos.

El Sr. Presidente pone de manifiesto que ha quedado instalado el nuevo laboratorio para la verificación de contadores de agua, hasta 100 mm de diámetro, suministrado por la casa Siemens Halske de Berlín y que se está en trámites para la adquisición de dos nuevos laboratorios, uno para contadores de gas y otro para termómetros y pirómetros.

Un mes más tarde, el Pleno de la Comisión acepta la petición, de que un representante del INTA forme parte de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas, siendo asimismo representante del Ministerio del Aire, elevándose dicha petición a la Superioridad.

El 30 de septiembre de este mismo año y con el informe favorable de la Dirección General de Industria son aprobados los Tacógrafos «Kienzle TCO2 y TCO7», aparatos registradores de velocidades de marcha, tiempo de recorrido y parada, así como de trayectos recorridos en automóviles ⁽¹⁾.

La última sesión del año 1944 se celebra el 18 de diciembre dando cuenta el Sr. Secretario de lo siguiente:

- a) Que careciendo la instalación de verificación de contadores eléctricos que corriente alterna, del dispositivo para conseguir la variación de frecuencia de 50 períodos dentro de un 10 por 100, prueba exigible en el vigente Reglamento de contadores eléctricos, se aconseja la adquisición de los siguientes elementos:

¹ Se desconoce bajo qué normas o reglamentación fueron aprobados estos aparatos.

- 1.º Un alternador de 3 KVA, 220/127 voltios para 35/65 períodos.
- 2.º Un motor de corriente continua de 8 HP hasta 2.400 rpm de 220 voltios.
- 3.º Resistencias reguladoras, para ajuste de frecuencia, voltaje del alternador y excitación del motor.

De llevarse a cabo estas adquisiciones estaría la Junta de Laboratorios en condiciones de efectuar todas las pruebas reglamentarias para la verificación de nuevos modelos de contadores eléctricos.

- b) Que estando ya en perfectas condiciones de funcionamiento el laboratorio de contadores de agua, se han estudiado los requisitos para una reglamentación de las pruebas a realizar con estos.

Durante estos años la Comisión efectúa la aprobación de básculas y balanzas presentadas, efectuándose la comprobación de las mismas en los Laboratorios de la Comisión. Los micrómetros y pies de rey son verificados en los Laboratorios del Taller de Precisión de Artillería.

Durante el año 1945 la Comisión se reúne seis veces, aprobándose contadores eléctricos, balanzas, medidores de aceite, micrómetros, pies de rey, etc. Poniéndose en contacto con la Comisión de Normalización Textil encargada de unificar los diferentes sistemas de medición empleados en la industria textil, como consecuencia de la diversidad de unidades no métricas usadas en la práctica para la contabilización del número y espesor de los hilos constitutivos del tejido. Dicha Comisión de Normalización desarrolla una campaña, antes de implantarse el sistema único, en el que el número de hilo expresa «el peso en gramos de 1000 metros de hilo».

En la sesión celebrada el 30 de junio el Sr. Secretario de cuenta de un informe de la Junta de Laboratorios en el que se dice que los Laboratorios que posee la Comisión Permanente están en condiciones de realizar la totalidad de las pruebas reglamentarias para el examen de cualquier nuevo modelo de contador eléctrico cuya aprobación se solicite, así como

de la instalación correspondiente para contadores de agua de uso doméstico e industriales hasta 100 mm de diámetro. Por todo ello, la Junta se somete a la consideración del Pleno la conveniencia de modificar el Decreto de 5 de julio de 1935, a fin de simplificar y abreviar la tramitación que hoy día exige el estudio de los modelos tipos de contadores, evitando la duplicidad de ensayos que hasta la fecha se efectúan con los mismos, en el sentido de poder presentar las solicitudes de aprobación indistintamente en la Comisión, como en el Ministerio de Industria y Comercio, suprimiendo las pruebas que hasta la fecha se han venido efectuando en los Laboratorios de dicho Ministerio, para realizarlas únicamente en los Laboratorios de esta Comisión.

La Comisión no decide en atención a la falta de asistencia del Sr. Montes Garzón, Presidente del Consejo de Industria, que había excusado su asistencia a la sesión.

Asimismo, se pone en conocimiento del Pleno que se están activando las gestiones para el montaje de un laboratorio de comprobación de manómetros, así como otro laboratorio para la comprobación de contadores de gas.

En la siguiente sesión celebrada a primeros de octubre, el Sr. Montes Garzón significa que estando pendiente la publicación por el Ministerio de Industria de un nuevo Reglamento para los suministros de agua y gas, se prevé en el articulado del mismo el estudio de los sistemas de modelos de dichos contadores por la Comisión Permanente de Pesas y Medidas y que él se encargará por su parte de que figure una disposición parecida en el nuevo Reglamento de verificación de contadores eléctricos, que está un poco más retrasado en su estudio, por todo lo cual opina no es necesario modificar el Decreto de 5 de julio de 1935 (¹).

En la primera sesión celebrada en 1946 se da cuenta de haberse presentado a aprobación un contador de gasolina de 50 mm de calibre. Instalado por su gran gasto en una de las naves de carga de la CAMPSA por

¹ La realización de estas comprobaciones por el Ministerio de Industria dejó de hacerse bastantes años más tarde.

no disponer la Comisión de un laboratorio que abarque estos grandes gastos, se realizaron las pruebas convenientes, dando como resultado un error en las medidas que no rebasaba el 1 por 100. A la vista del informe dado por la Junta de Laboratorios, el Pleno aprueba el modelo presentado, teniendo la particularidad de ser el primer tipo de esta clase de contadores presentado a la aprobación de la Comisión.

Durante este año de 1946 se entablan relaciones con los Ayuntamientos Cabezas de Partido con el fin de que puedan proporcionar datos sobre medidas antiguas que complementen las existentes hasta la fecha. El Ayuntamiento de Palma de Mallorca regala para el Museo de Medidas Antiguas una romana para pesar libras y onzas que data de mediados del siglo XVIII.

En octubre de este año, el Sr. Secretario presenta en el Pleno una extensa memoria que desarrolla el historial de la Comisión desde su fundación en 19 de julio de 1849 hasta la fecha, recibiendo merecidos elogios por la labor desarrollada.

En la sesión celebrada el 14 de noviembre de 1946 el Sr. Méndez Parada cuenta de un escrito dirigido a él por la Central Española de Aplicaciones Científicas, S.A. con el ruego de que se efectúen en el Taller de Precisión de Artillería las pruebas de contrastación de un cierto número de patrones de FEM importados por dicha Sociedad. Encuentra que este asunto entra dentro de la competencia de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas y por eso lo comunica al Pleno ofreciendo el Laboratorio del Taller de Precisión para ejecutar dicha contrastación.

Oídas las opiniones de varios vocales se acuerda, por unanimidad, aceptar la propuesta del Sr. Méndez Parada, dándole las gracias por su iniciativa, *que entra de lleno* y amplía los fines encomendados a esta Comisión, así como que sea la propia entidad la que presente directamente a la Comisión su propuesta.

El Sr. Montes Garzón expone su opinión respecto al Laboratorio más indicado para efectuar dicha contrastación, indicando convendría averiguar si no existe otro o algún organismo encargado oficialmente de esta clase de contrastaciones.

En la última sesión del año se presenta la modificación de los artículos 3.º, 44.º y 45º del Reglamento de la Comisión siendo aprobados por unanimidad. Asimismo, el Sr. Montes Garzón manifiesta que convendría la presentación previa de normas a las que deben de ajustarse las verificaciones de las pilas patrones. El Sr. Méndez Parada contesta que encargado él del asunto podrá presentarlas en la próxima reunión.

Por último, el Sr. Secretario pone de manifiesto que por encargo del Instituto Geográfico y Catastral se ha efectuado la instalación de un Laboratorio para la verificación de los nuevos tipos de contadores de gas.

En la primera sesión del año 1947 celebrada el día 16 de enero, el Pleno tomó el siguiente acuerdo respecto a los planos que deben de acompañar al aparato cuya aprobación se solicite. Dicho acuerdo es el siguiente:

«Que los planos, en adelante, sean del tipo llamado de taller y de que tanto éstos como las memorias vayan autorizados con la firma de un ingeniero con título de Estado».

Para cumplimentar este acuerdo se encomienda al Secretario se dirija por carta circular a las Casas que hasta ahora han presentado aparatos a la aprobación de la Comisión, recomendado el cumplimiento de este requisito.

En la sesión del 26 de junio de ese año, el Sr. Secretario informó que en la reunión celebrada por la Subcomisión Técnica el día 18 del mismo mes, presentó en nombre del Sr. Méndez Parada un guion de lo que pudieron ser las normas de pilas patrones, redactado por el Comandante de Artillería e Ingeniero de Telecomunicación Sr. D. Roberto Rivas, Jefe del Laboratorio de Electricidad del Taller de Precisión de Artillería. Acogido favorablemente dicho anteproyecto de normas, propuso, asimismo, que pudiera encargarse de su estudio y desarrollo el propio Sr. Rivas, el cual debía ser recompensado por la delicada labor que se le encomendaba.

Después de un amplio cambio de impresiones sobre el asunto, con la intervención de la mayoría de los vocales, se acordó:

- 1.º Encomendar al Sr. Rivas el estudio de las normas de pilas patrones de potencial.

- 2.º Que constara en acta el agradecimiento de esta Comisión por el desinteresado ofrecimiento de dicho Señor Ingeniero al prestarse a desarrollar, si se le encargase, el guión presentado por las normas y
- 3.º Que por exclusiva iniciativa de la Comisión y dentro de los recursos disponibles de esta, se recompensase el trabajo del Sr. Rivas.

En julio de 1947 la Subcomisión Administrativa presenta una propuesta al Pleno para organizar una exposición de aparatos de pesar y medir, con ocasión del primer centenario de esta Comisión el 19 de julio de 1949 ⁽¹⁾ indicando como local más apropiado uno de los palacios del Retiro.

En el Pleno celebrado el 16 de octubre el Secretario dio lectura a una circular del Comité Internacional de Pesas y Medidas, remitida por el Ministerio de Estado, en la que se da cuenta de una proyectada comparación de los kilogramos nacionales prototipos con los internacionales, a partir del mes de enero próximo e invitando a España a la remisión de sus ejemplares para realizar dicho estudio.

Sobre este particular, aclara el Secretario, que ya en el año 1910 se efectuó en el Pabellón de Breteuil, por la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, una comparación de nuestros kilogramos prototipos con los internacionales, opinando que no parece el momento propicio para aceptar la invitación cursada, manifestándose en igual sentido la mayoría de los vocales presentes ⁽²⁾.

En junio de 1948 se celebra sesión, designándose a los Sres. Campos-Guereta, Sans Huelín, Méndez Parada y López de Azcona para asistir a la IX Conferencia General de Pesas y Medidas que se había de celebrar en Sèvres en el mes de octubre. Pero las primeras invitaciones recibidas son enviadas por equivocación al Consejo Superior de Investigaciones Científicas proponiendo este organismo a los Sres. Artigas y

¹ Parece que la idea inicial partió del Sr. López de Azcona.

² Se involucraban las cuestiones políticas, en cuestiones puramente científicas.

Durán como representantes de España en la Conferencia antes citada. Más tarde es subsanada esta equivocación, siendo anulados los nombramientos de los Sres. Artigas y Durán, interviniendo en este asunto para deshacer el acuerdo, el vocal representante en la Comisión del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Sr. D. José M.^a Torroja.

En julio de este año D. Mario Rodríguez Aragón presenta una obra titulada «Unidades – Diccionario Técnico de Pesas, Medidas y Monedas» que ofrece para su publicación a la Comisión.

La Comisión estima que el trabajo reúne los méritos suficientes para ser editado por la Comisión, habiéndose notado únicamente la falta de algunas unidades fundamentales y equivalencias, fáciles de subsanar por el propio autor. Por todo ello, decide «recompensar al Sr. Rodríguez Aragón por la cesión de sus derechos de autor a esta Comisión con una remuneración de 10.000 pesetas. Abonable en dos períodos, por partes iguales, la primera de 5.000 pesetas a la entrega de la obra ampliada y las 5.000 restantes al publicarse la obra».

En la última sesión del año 1948 se da cuenta por la Delegación española que asistió a la IX Conferencia General de Pesas y Medidas de los asuntos examinados. El Sr. Campos-Guereta como Presidente de la Delegación comenta la protesta de la Delegación soviética por la representación oficial española en dicha Conferencia y la acertada intervención del Director de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, M. Albert Pérard que hizo fracasar, con la anuencia de la mayoría de las Delegaciones, el intento de exclusión de España de las sesiones de dicha Conferencia. Respecto a la vacante existente en el Comité Internacional, que había ostentado el Sr. Cabrera y del cual había dimitido, el Sr. Presidente informó de la promesa formal efectuada por el Sr. Pérard de que a España se le reservaría el puesto en el Comité que siempre había ocupado.

En marzo de 1949 el Secretario da cuenta al Pleno de una carta cursada por el Director de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, recibida en el mes de enero, en el que éste manifiesta al Presidente de que los diversos países signatarios de la Convención del Metro que fueron

invitados en julio de 1947, a enviar sus kilogramos prototipos nacionales al Pabellón de Breteuil para que participasen en la segunda verificación periódica de sus prototipos, los han enviado, manifestando que entre los pocos países que no los han enviado figura España.

A este propósito el Secretario manifiesta, que habiendo desaparecido las circunstancias políticas adversas, con relación a Francia, que existían cuando se cursó la primera invitación, debía de aceptarse la nueva invitación, enviando a Francia los prototipos nacionales de kilogramos para su verificación.

El Pleno, por mayoría, tomó el acuerdo de proponer enviar por vía diplomática ambos ejemplares, enviando primeramente uno y cuando éste hubiese sido recibido en la Embajada de España en París, enviar el otro, efectuándose de este modo solo por razones de prudencia.

En la sesión celebrada el 9 de junio de 1949 se da cuenta de las gestiones realizadas para la cesión del Palacio de Cristal del Retiro, para instalar en el mismo, la Exposición de material de pesar y medir con ocasión del Primer Centenario de la Creación de la Comisión de Pesas y Medidas, llegándose a un acuerdo con la Dirección General de Bellas Artes, de que dicha Exposición se celebre del 1 al 15 de octubre. Se presenta, asimismo, una prueba del anverso de la medalla conmemorativa del Centenario hecho con el troquel correspondiente, a cuya confección se procederá en breve.

En el mes de septiembre se da cuenta de la aceptación por SE el Generalísimo Franco de la Presidencia de Honor de la Exposición del Centenario, supeditándose la fecha de la inauguración a dicha Suprema Autoridad, pero vislumbrándose que no podrá efectuarse antes del 15 de octubre. Pero el 5 de septiembre cae sobre Madrid una granizada dejando inservible el Palacio de Cristal del Retiro por lo cual se acepta la proposición del Sr. Presidente de la Comisión para que sea efectuada en los locales del Instituto Geográfico y Catastral.

El día 2 de noviembre y bajo la Presidencia del Excmo. Sr. Ministro de Industria y Comercio, en representación del Jefe del Estado, se abre la

sesión Conmemorativa del I Centenario en el Salón de Actos del Instituto Geográfico y Catastral.

Concedida la palabra al Sr. Campos-Guereta y después de varios discursos protocolarios, tomó la palabra el Sr. Ministro de Industria y Comercio pronunciando unas elocuentes palabras «en las que ensalza la labor abnegada y científica de los precursores de las unidades fijas de medida, los ilustres marinos Jorge Juan y Antonio de Ulloa, aclarando que si bien en las tareas de medir son necesaria la unidad y la continuidad, es preciso también algo más, a saber el “sentido de la medida”, como reza un viejo dicho español». Terminó su discurso transmitiendo a la Comisión en nombre del Jefe del Estado su felicitación y su saludo. A continuación, declara terminada la sesión e inaugurada la Exposición organizada para honrar estas efemérides.

En la última sesión celebrada en 1949, el Sr. Presidente anuncia que la Dirección General del Instituto Geográfico y Catastral ha cedido a la Comisión Permanente, para su custodia, la Regla del General Ibáñez, que se había exhibido en la Exposición del Centenario. El Pleno agradece al Sr. Presidente la cesión de tan valioso objeto histórico.

La cuarta unidad del sistema métrico hace su aparición en 1950. El punto arduo que se debate hace años es precisamente la fijación de la cuarta unidad, eléctrica, discutiéndose entre el ohmio y el amperio, el que debe incorporarse al metro, kilogramo y segundo, para los cuales hay unanimidad completa. La Comisión decide elevar la consulta a la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, así como a otros Centros.

En el número de las «Comptes Rendus» de la Academia de Ciencias de Francia, correspondiente al 13 de febrero de ese año, aparece una información referente a las comparaciones de los kilogramos prototipos nacionales, de las que se deduce que nuestros prototipos de masa n.^{os} 3 y 24 han sufrido desde el año 1889 a la fecha actual un pequeño incremento de +0,023 y +0,018 milésimas de miligramo, variación que puede considerarse comprendida entre los límites de los errores accidentales de

la propia comparación. En la sesión del 25 de mayo, se da cuenta por el Secretario de haberse recibido los kilogramos prototipos nacionales, así como los certificados correspondientes a las comparaciones efectuadas. En junio de ese año se nombra una ponencia con el fin de proponer las reformas a introducir en el Reglamento para la Ejecución de la Ley de Pesas y Medidas.

En la sesión correspondiente al 25 de enero de 1951 el Presidente de la Subcomisión Administrativa da cuenta en el Pleno de haberse dado por terminada la redacción definitiva modificando el vigente Reglamento para la Ejecución de la Ley de Pesas y Medidas. El Pleno juzga que se reparta el nuevo texto a todos los Sres. Vocales, para que estos presenten por escrito las modificaciones que estimen pertinentes.

En mayo de 1951 el Secretario de la Comisión Sr. Huelin deja la Secretaría, continuando en la Comisión como vocal, al haber sido nombrado Inspector General de la 1.^a Sección del Instituto Geográfico y Catastral. Se nombra Secretario de la Comisión al Sr. Rodríguez Bachiller en su calidad de Jefe del Servicio de Metrología de Precisión del Instituto. En la sesión celebrada el último día de este mes, a propuesta del Sr. Presidente, y por unanimidad, se aprueba el nuevo texto del Reglamento, acordándose su envío, para informe al Ministerio de Industria y Comercio, elevándose a continuación a la Presidencia del Gobierno.

El Comité Internacional Provisional de Metrología Legal envía un ejemplar de las actas de las sesiones celebradas en París en junio de 1950, así como una carta del Presidente de dicho Comité M. Jacob explicando las finalidades de dicho Comité, que aspira a la creación de un Organismo Internacional Permanente de Metrología Legal y Práctica.

En la sesión celebrada el 19 de julio el Sr. Presidente anuncia que recibido el informe del Ministerio de Industria sobre el nuevo Reglamento elevará este a la Presidencia del Gobierno.

Devuelto por la Presidencia del Gobierno el nuevo proyecto de Reglamento, con las ligeras modificaciones propuestas por el Consejo de Estado, se acuerda en la sesión del 20 de diciembre que el Secretario redacte

el Preámbulo para el Decreto referente al Reglamento para la Ejecución de la Ley de Pesas y Medidas.

El 1 de febrero de 1952 es dado el siguiente Decreto de la Presidencia del Gobierno.

PRESIDENCIA DEL GOBIERNO

DECRETO de 1 de febrero de 1952 por el que se aprueba el Reglamento que a continuación se publica para la ejecución de la Ley de Pesas y Medidas de 8 de julio de 1892, con las modificaciones introducidas por la Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

El Reglamento aprobado por Decreto de la Presidencia del Gobierno de fecha 30 de mayo de 1941, para la aplicación de la Ley de Pesas y Medidas, dictada el 8 de julio de 1892, respondía, en la fecha de su publicación, a todas las exigencias derivadas de dicha Ley básica; pero en el transcurso del tiempo surgieron nuevas modalidades de muy diversos aspectos y alcance que han aconsejado efectuar una revisión completa del texto de dicho Reglamento, modernizándolo y poniéndolo en consonancia con la prestación del servicio que ha de ser realizado.

En su virtud, a propuesta de la Presidencia del Gobierno, de conformidad con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros.

Vengo en aprobar el Reglamento que a continuación se publica ⁽¹⁾ para la Ejecución de la Ley de Pesas y Medidas de 8 de julio de 1892, con las modificaciones introducidas por la Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

Dando en Madrid a 1 de febrero de 1952.

FRANCISCO FRANCO

El nuevo Reglamento consta de ochenta y cinco artículos, comprendidos en los siguientes Títulos:

¹ Publicado en el Boletín Oficial del Estado el día 13 de febrero de 1952.

- Título I. Organización General.
- Título II. Nomenclatura y condiciones técnicas del material de pesar y medir.
- Título III. Unidades o equipos de pesar y medir cuya posesión es obligatoria.
- Título IV. Obligación de adaptar todas las transacciones y documentos al Sistema Métrico Decimal.
- Título V. Práctica del servicio. Contrastación.
- Título VI. Inspección del servicio.
- Título VII. Material de laboratorios y oficinas de las Delegaciones de Industria.
- Título VIII. Tarifa de comprobación y contraste.
- Título IX. Infracciones y forma de corregirlas.

Durante este período de tiempo, comprendido entre el final de la Guerra Civil y la publicación de este nuevo Reglamento, la Comisión trabajó en la confección de normas metrológicas.

Se da a continuación una lista de las normas realizadas adjuntando las fechas de sus entradas en vigor:

- Calibres, Pies de Rey, Compases de Precisión y Micrómetros (8/6/1944)
- Reglas graduadas (18/11/1944).
- Contadores de agua (2/7/1945).
- Contadores de gas (2/7/1945).
- Termómetros (23/7/1946).
- Matraces, pipetas, buretas y probetas (6/11/1946).
- Medidores de líquidos (4/2/1947).

- Vidrios ópticos (8/7/1947).
- Manómetros (22/7/1947).
- Areómetros (26/6/1951).
- Balanzas, básculas (1/2/1952).
- Surtidores de gasolina (1/2/1952).
- Medidas de capacidad (1/2/1952).
- Pesas (1/2/1952).

Anteriormente solo se había publicado una norma, la correspondiente a aparatos taxímetros, el 28 de septiembre de 1934.

CAPÍTULO IX

DEL VIGENTE REGLAMENTO DE EJECUCIÓN DE LA LEY DE PESAS Y MEDIDAS DE 1 DE FEBRERO DE 1952 A LA LEY DE PESAS Y MEDIDAS DE 8 DE NOVIEMBRE DE 1967

El 25 de septiembre de 1952 el Presidente D. Félix Campos-Guereta preside por última vez la Comisión, siendo su Vicepresidente D. Antonio Fernández Sola quien preside ésta, hasta el nombramiento de D. Vicente Puyal como Director General del Instituto Geográfico y Presidente de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas. El 26 de marzo de 1953 y bajo su presidencia se reúne la Comisión, haciendo constar en acta el profundo sentimiento por el fallecimiento del Vicepresidente de la Comisión Sr. Fernández Sola.

El 28 de mayo de ese año se reúne nuevamente la Comisión tomando posesión de su cargo como Vicepresidente D. Fernando Gil Montaner cuya preparación y prestigio en Geodesia le revelan como uno de los mejores geógrafos contemporáneos en España. El Sr. Sans Huelin cesa como vocal de la Comisión por imperativos de la edad, sin embargo, la Subcomisión Administrativa propone se estudie el medio de lograr que dicho señor continúe incorporado a la Comisión.

En la sesión correspondiente al 25 de junio, el Presidente da cuenta de haberse recibido una comunicación del Ministerio de Asuntos Exteriores Dirección General de Política Exterior (Organismos Internacionales) fecha 16 del mismo mes, en la que se da traslado a otra del Embajador de España en París, a la que acompaña el texto traducido de una carta del Director de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas.

En dicha carta se anuncia la provisión de varias vacantes en el Comité Internacional de Pesas y Medidas, entre ellas la de España, para la que

la mencionada Oficina propone como candidato al Sr. D. José M.^a Otero Navascués, Director del Instituto «Daza de Valdés», al propio tiempo que se consulta sobre la posible conformidad del Gobierno Español respecto a dicha candidatura, antes de que sea ésta sometida a vocación, por correspondencia, de los restantes miembros que actualmente integran el Comité Internacional de Pesas y Medidas. El Ministerio de Asuntos Exteriores, por su parte, solicita la opinión de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas sobre dicha consulta.

«El Pleno acuerda contestar a esta comunicación del Ministerio de Asuntos Exteriores, que la Comisión lamenta el hecho de que la Dirección de la mencionada Oficina Internacional de Pesas y Medidas no haya considerado oportuno proponer como candidato para tal representación a un Miembro de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas que ostenta, como es sabido, *la representación oficial de aquella oficina en España* y que cuenta en su seno con personas capacitadas para llenar dicha representación».

En la sesión del 11 de julio se da cuenta que visto el escrito de la Delegación Especial del Gobierno en Tasas y Abastos referente a determinadas pruebas a efectuar con 4 manómetros y 2 termómetros industriales, se acuerda proponer al Pleno que comunique a dicho Organismo que la competencia en cuanto se refiera a la comprobación de si los aparatos fabricados coinciden o no con los modelos aprobados por la Presidencia del Gobierno, es propia de los organismos dependientes de la Dirección General de Industria. En esta sesión, y previas discusiones sobre el tema son aprobadas definitivamente las normas sobre pirómetros.

En el Boletín Oficial del Estado n.º 212 de fecha 31 de julio de 1953 aparece un Decreto de Presidencia del Gobierno que dice lo siguiente:

«El número creciente de magnitudes físicas que el progreso científico ha venido haciendo intervenir en las nuevas unidades técnicas usadas en la industria y el comercio, dio lugar a que las disposiciones legales que regulan la Comisión Permanente de Pesas y Medidas estableciesen la incorporación a ella de determinadas representaciones de los órganos oficiales en la correspondiente competencia científica. Siendo conveniente

esta incorporación en cuanto se refiere a las unidades ópticas. Vengo en nombrar Vocal de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas a D. José María Otero Navascués, Director del Instituto de Óptica «Daza de Valdés».

Así lo dispongo por el presente Decreto, dado en Madrid a veinticuatro de julio de 1953.

FRANCISCO FRANCO

El Ministro Subsecretario de la Presidencia

LUIS CARRERO BLANCO

El presente anterior decreto, soslayaba la dificultad jurídica que creaba la Orden de la Presidencia del Gobierno de fecha 29 de enero de 1940 en la que se señalaba, que el representante de España en el Bureau International des Poids et Mesures debía ser vocal de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

El 17 de diciembre de 1953, el Presidente da cuenta del fallecimiento del anterior Presidente de la Comisión D. Félix Campos-Guereta dedicándole un sentido elogio, aprobándose que conste en acta el profundo sentimiento de la Comisión.

En esta misma sesión se da cuenta de un escrito del Sr. Ministro de Información y Turismo solicitando para dicho Ministerio un Vocal representante en la Comisión Permanente de Pesas y Medidas, acordándose conceder un voto de confianza al Sr. Presidente para que actúe del modo que considere más conveniente.

El 25 de febrero de 1954, se reúne la Comisión bajo la presidencia accidental del Sr. Gil Montaner, dando la bienvenida al nuevo Vocal de la Comisión Sr. Otero Navascués, que asiste por primera vez a sus reuniones. El Sr. Otero Navascués contesta al Presidente agradeciéndole sus palabras de bienvenida.

En esta sesión el Secretario da cuenta de una comunicación del Ministerio de Asuntos Exteriores referente a una propuesta de creación de

una Organización Internacional de Metrología Legal, que tendrá su sede en París, repartiéndose una copia a los señores Vocales para su estudio.

En la sesión el Secretario da cuenta de una comunicación del Ministerio de Asuntos Exteriores referente a una propuesta de creación de una Organización Internacional de Metrología Legal, que tendrá su sede en París, repartiéndose una copia a los señores Vocales para su estudio.

En la sección correspondiente al 29 de abril de ese año, el presidente accidental Sr. Gil Montaner da la bienvenida al nuevo Vocal, representante del Ministerio de Información y Turismo, Sr. D. Mario Rodríguez Aragón.

En este año de 1954 y en los últimos días del mes de junio fallece el Vicepresidente de la Comisión Sr. Gil Montaner, constando en el acta del 23 de septiembre el sentimiento unánime por el fallecimiento de tan ilustre geógrafo, cuyas virtudes cristianas son conocidas de todos. En esta sesión el Sr. Presidente designa a los Sres. Otero, Méndez Parada y López de Azcona para asistir en representación de España a la X Conferencia General de Pesas y Medidas que tendrá lugar en París del 5 al 14 del mes de octubre.

En la sesión del 25 de noviembre de este año se lee un informe del Vocal Sr. Iradier relacionado con la limitación de tiempo en las aprobaciones de prototipos de aparatos de pesar y medir tramitados por intermedio de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

En dicho informe el Sr. Iradier estima, en la idea de que los prototipos se autoricen por tiempo limitado, que este criterio debe aplicarse para las concesiones y autorizaciones que se otorguen en lo sucesivo por la Presidencia del Gobierno y previa la promulgación del correspondiente Decreto que así lo establezca, en el que se fije el plazo de duración de la concesión.

Propone, asimismo, que se dicte una disposición estableciéndose la obligación por parte de todos los propietarios de aparatos de pesar y medir legalmente autorizados y que sigan fabricándose, de presentar una

declaración detallando dichos aparatos y justificando su actual fabricación inscribiéndose los que se fabrican y circulan efectivamente en un Registro que al efecto se crease.

El Pleno se manifiesta de acuerdo con el Sr. Iradier, acordando rogar a dicho señor redacte los correspondientes proyectos de disposiciones.

En esta misma sesión, el Sr. Rodríguez de Aragón aporta la idea de que se dicte una publicación comprensiva de todas las actividades desarrolladas anualmente por la Comisión Permanente de Pesas y Medidas. Acordada la ejecución de esta idea, se encarga al Sr. Rodríguez de Aragón de la puesta en práctica de dicha publicación.

En 1955 y en la sesión celebrada el 31 de marzo, el Sr. López de Azcona reitera la manifestación expuesta en la sesión anterior de que se comunique a la Presidencia del Gobierno el deseo de la Comisión de que se haga constar en la redacción del nuevo Código de la Circulación en estudio, la competencia de este Departamento respecto a la aprobación de los prototipos de aparatos autotaxímetros, previo ensayo de los mismos en los Laboratorios de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas y redacción por esta del oportuno informe.

El Pleno acuerda que, por la Secretaría de la Comisión, ocupada accidentalmente por el Sr. Iparraguirre, se prepare el oficio correspondiente en el sentido expuesto ⁽¹⁾.

Multitud de denuncias se han efectuado hasta la fecha por parte de los Sres. Vocales de la aparición en el comercio de aparatos no aprobados por la Comisión, dando lugar a que en la sesión del 26 de mayo de 1955 el Sr. Artigas proponga «que la Subcomisión Administrativa estudia la posibilidad de solicitar de la Presidencia una Orden que amplíe las facultades de vigilancia del material de precisión que aparece

¹ El vigente Código de la Circulación, en su Art. 9.º dice lo siguiente: «Corresponde al Ministerio de Industria cuanto se relacione con el reconocimiento de automóviles, con el funcionamiento de las academias de conductores, con el examen de estos y la *aprobación de tipos de aparatos taxímetros* y sus comprobaciones, llevando las Jefaturas de Industria los correspondientes Registros».

en el comercio sin la aprobación de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas» (1).

En la sesión celebrada en julio de este año, se da cuenta al Pleno de haberse recibido una comunicación de la Organización Internacional de Metrología Legal, enviada por conducto diplomático, dando de plazo hasta el 31 de diciembre, para que conteste España si se adhiere a dicha Organización, ya que los países que se adhieran antes de esa fecha están exentos de derechos de ingreso.

Varios señores vocales presentan objeciones sobre las posibles interferencias entre esta nueva Organización y la antigua de Pesas y Medidas de Sèvres, quedando el asunto sin decidir en espera de la resolución que adopten los portugueses.

El Sr. Rodríguez Aragón da lectura a un informe sobre la creación de una Biblioteca y Archivo metrológico al servicio de la Comisión, que entre otras cosas debería disponer de los microfilms, de la Pregunta 9 del Catastro del Marqués de la Ensenada, sobre cuyo particular indica que el importe de los mismos ascendería a unas 18.000 pesetas.

Al abrirse la sesión del 29 de septiembre se reparte entre los señores vocales el Tomo I del Boletín de Metrología, Revista oficial de la Comisión Permanente, haciéndose unánime la felicitación al Sr. Rodríguez Aragón por su iniciativa y tenacidad en este logro.

En las dos últimas sesiones del año 1955 se discute ampliamente en la Comisión, sobre la adhesión de España a la OIML (2), resolviéndose que, dadas las características particulares de la nueva Organización, justifica el criterio de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas de la conveniencia de la adhesión de España a dicha Organización Internacional. Asimismo, se pone de manifiesto que, de realizarse dicha adhesión por parte de España, la Comisión Permanente de Pesas y Medidas sea el enlace

¹ El Sr. Artigas era Vocal de la Comisión en esta fecha como Presidente del Consejo Superior de Industria.

² Organización Internacional de Metrología Legal.

directo con dicha Organización, recayendo la Representación de España en la citada Organización en uno de los actuales vocales componentes de la Comisión Permanente. Establecidos estos criterios se acuerda que debidamente firmados por el Sr. Presidente se eleven a la Presidencia del Gobierno y a la Dirección General de Política Exterior del Ministerio de Asuntos Exteriores.

En la sesión celebrada el 9 de febrero de 1956, el Sr. Presidente notifica al Pleno que con fecha 27 de diciembre ha tenido lugar la adhesión de España al Convenio Consultivo de la Organización Internacional de Metrología Legal, aclarando que el Ministerio de Asuntos Exteriores abonará la cuota anual correspondiente a dicha Organización.

En el mes de abril y en la sesión correspondiente al 12 de abril, el Sr. Presidente da cuenta del nombramiento como Vocal Secretario de la Comisión de D. Agustín de Torrontegui, nombrado asimismo, Jefe del Servicio de Metrología de Precisión del Instituto Geográfico y Catastral.

Un mes más tarde la Subcomisión Administrativa da cuenta al Pleno de las Resoluciones que con carácter definitivo fueron aprobadas en la X Conferencia General de Pesas y Medidas.

La más importante de todas, es la Resolución 6.^a que por su extraordinario interés transcribimos:

Resolución 6.^a

«La Décima Conferencia General de Pesas y Medidas dando carácter ejecutivo a la propuesta formulada en su Resolución 6.^a por la Novena Conferencia General relativa al establecimiento de un sistema práctico de unidades de medida para las relaciones internacionales,

«decide adoptar, como unidades base de este sistema a establecer, las unidades siguientes:

longitud.....	metro
masa	kilogramo
tiempo	segundo
intensidad de corriente eléctrica.....	amperio

temperatura termodinámica..... grado kelvin
intensidad luminosa candela»

Quedan, pues, establecidas seis unidades base fundamentales.

En el mes de julio de 1956 y en la sesión del día 12 se discute en el Pleno sobre la representación española en la OIML.

El Sr. Iparraguirre defiende la conveniencia de la intervención del Ministerio de Industria en la representación española en el Comité Internacional de Metrología Legal, proponiendo forme parte de la representación de España el Sr. Artigas.

Sin embargo, el Sr. Rodríguez Aragón es de la opinión que la representación de España no debe estar vinculada a ningún determinado Ministerio.

En la siguiente sesión y a propuesta del Sr. Presidente es designado para representar a España ante la OIML al Presidente del Consejo Superior de Industria Sr. Artigas.

En esta misma sesión el Sr. Otero habla sobre los asuntos a tratar en la próxima reunión del Comité Internacional de Pesas y Medidas, informando que se tratará de la definición del segundo de tiempo y del cambio de definición del metro, que llevará consigo la desaparición del metro de platino, para sustituirlo por un patrón menos percedero y más exacto. Se ocupa de la imperfección de los metros trazados, cuya exactitud está muy por debajo de los procedimientos de medida basados en longitudes de onda de una radiación luminosa, entre los que se encuentran los de los isótopos de cadmio, del kriptón y del mercurio 180.

A su vuelta de Sèvres y en la sesión del 25 de octubre el Sr. Otero informa lo siguiente: Que como de costumbre, el Comité se dividió en dos comisiones, la técnica y la administrativa, recayendo el nombramiento de presidente de la primera, en su persona. Que respecto a la definición del segundo se adoptó la definición siguiente:

«El segundo es la fracción $1/31556925,9747$ del año trópico 1900, enero, día 0, a las 12 del tiempo de las efemérides».

Esta definición estableció serias discusiones entre astrónomos y físicos, por lo que se tomó el acuerdo de crear un Comité Consultivo para la Definición del Segundo, proponiéndose que el Observatorio de Marina de San Fernando formase parte de dicho Comité.

Respecto a los trabajos realizados para la definición del metro por longitudes de onda, el Dr. Terrien, expuso los progresos alcanzados, poniéndose de manifiesto la superioridad de los rayos en espectro visible del kriptón 84, usados en todas las experiencias realizadas en el PTB de Braunschweig. Por todo ello, parece que podría proponerse una nueva definición del metro en la Asamblea a celebrar en 1960.

A continuación, el Sr. Presidente concede la palabra al Sr. Artigas, Delegado de España en la 1.^a Conferencia Internacional de Metrología Legal. El Sr. Artigas informa que la sesión se inició con la elección, por unanimidad, como primer Vicepresidente de la Conferencia, en su persona, pasando a actuar en la siguiente Asamblea como Presidente efectivo. A la Conferencia asistieron 25 países, acordándose constituir el Comité Internacional, tratando con ello de poner en marcha la Organización. En dicho Comité se dio la representación de España al Sr. Artigas, nombrándose Presidente del mismo a Mr. Jacob, persona de gran relieve científico, que había contribuido grandemente desde su puesto de Presidente del Comité Provisional a los fines de la Organización. Para Director del Bureau Internacional de Metrología Legal fue elegido Mr. Costamagna. Se acordó también con arreglo al articulado de la Comisión fijar la sede en París y que la próxima Conferencia se celebre entre un plazo de tres a cuatro años, estableciéndose que la próxima reunión del Comité se realice en el plazo de dos años.

El Sr. Presidente de la Comisión felicita al Sr. Otero y al Sr. Artigas por el papel desempeñado en ambas Organizaciones Internacionales. En este año es publicado el Tomo II del Boletín de Metrología, Revista oficial de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

En la primera sesión celebrada en el año 1957, el Sr. Artigas da lectura al nombramiento de la ponencia designada para el estudio de la comunicación del Director del Centro Metro-Físico y la redacción de la corres-

pondiente propuesta que habría de ser presentada al Pleno, subrayando el alto valor científico de dicho Organismo, que ofrece su colaboración a la Comisión, ofrecimiento que opina es fundamental y primordial agradecer.

Durante estos años la Comisión ha efectuado la aprobación de gran cantidad de aparatos de medida, contadores eléctricos, contadores de agua y gas y especialmente un gran número de aprobaciones de termómetros y manómetros.

En la sesión del 26 de septiembre de 1957 el Sr. Presidente lee un escrito dirigido a la Comisión, por el Vocal Sr. Otero, en su condición de Vocal del Comité Internacional de Pesas y Medidas. En dicho escrito se da cuenta del contenido de una carta dirigida al mismo por la Dirección de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas interesando la posibilidad de ceder a Australia uno de los dos prototipos patrones del metro de platino iridiado que posee la Comisión, cuya cesión se realizaría, al parecer, mediante su pago en divisas fuertes.

La Comisión acuerda que el Sr. Otero se dirija a la Oficina Internacional de Pesas y Medidas interesando que por el País solicitante se concrete el material experimental de metrología con expresión de las características que podría ceder en trueque del mismo. Estos datos servirían para que la Comisión Permanente, emitiera su informe, que elevaría a la Superioridad, una vez planteado al Estado Español la cesión del prototipo confiado a la Comisión.

En el mes de octubre cesa el Sr. Artigas como Presidente del Consejo Superior de Industria, siendo sustituido en este cargo y nombrado Vocal de la Comisión al Sr. Velasco de Pando. Sin embargo, el Sr. Artigas continua como Vocal de la Comisión como Presidente de la Comisión Permanente Española de Electricidad ⁽¹⁾.

Durante los primeros meses de 1958 la Comisión se reúne mensualmente solucionando las aprobaciones de prototipos y todos los asuntos de trámite presentados.

¹ Decreto del 10 de marzo de 1949. Boletín Oficial del Estado de 17 de marzo de 1949.

En la sesión del 25 de septiembre de este año, el Sr. Rodríguez Navarro da lectura a una carta del Profesor Vieweg en la que ofrece al Instituto Geográfico un elemento normal de tipo Weston fabricado por el PTB solicitando un documento para introducirlo en España con ocasión de su venida a nuestro país, en donde tomará parte en el Congreso Internacional de Automática.

El Pleno acuerda que el Presidente facilite dicho documento haciendo constar que el aparato de referencia carece de valor comercial y que después de ser utilizado por el Prof. Vieweg en sus tareas científicas en España, pasará a formar parte del material científico de los Laboratorios de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

En esta sesión el Sr. Otero da cuenta del informe del Comité Consultivo para la Definición del Metro en el que unánimemente se propone el cambio de definición de esta unidad, realizando ésta en función de la longitud de onda a bajas temperaturas de la raya naranja del kriptón 86.

El 27 de noviembre se reúne nuevamente la Comisión, dando cuenta el Sr. Artigas de la inauguración por el General Franco de la Junta de Energía Nuclear, rogando que conste en acta un hecho tan destacado entre las actividades científicas nacionales, felicitando asimismo al Sr. Otero Navascués.

El Sr. Otero Navascués parodiando a Nelson dice: «Hemos cumplido con nuestro deber» manifestando que la JEN ha logrado montar unas nuevas técnicas que permiten augurar un lisonjero porvenir.

A continuación, informa sobre la reunión del Comité Internacional de Pesas y Medidas, a la que asistió como representante de España, poniendo de manifiesto que tras amplia discusión se acordó proponer para la próxima Conferencia General de Pesas y Medidas el siguiente proyecto de resolución:

Resolución n.º 1: La XI Conferencia General de Pesas y Medidas considerando que el prototipo internacional no define el metro con una precisión suficiente para los problemas actuales de la metrología y que, por

otra parte, es deseable adoptar un patrón natural e indestructible decide: 1.º Que el metro es la longitud igual a $.1650.763,73$ longitudes de onda en el vacío de la radiación correspondiente a la transición entre los niveles $2 p_{10}$ y $5 d_3$ del átomo de kriptón 86. 2.º Que se anule la definición del metro en vigor desde 1889. El Sr. Otero da cuenta, asimismo, que se fijó la fecha del 11 de octubre de 1960 para la próxima Conferencia General.

En la sesión del 26 de febrero de 1959 el Sr. Rodríguez Navarro propone como necesidades más urgentes para los Laboratorios de la Comisión los siguientes instrumentos: a) Adquisición de una caja de pesas contrastadas para comprobación de balanzas de precisión. b) Adquisición de un mínimo de 2 termómetros subpatron. c) Adquisición de una prensa de pesas para comprobación de manómetros de pequeñas presiones. d) Instalación de un equipo para comprobación de hidrómetros. e) Adquisición de un equipo de pirometría, en previsión de que puedan presentarse a aprobación prototipos de esa clase.

Todas estas propuestas merecen la aprobación del Pleno, encomendando este a la Junta de Laboratorios, realizar las gestiones pertinentes para alcanzar los fines que se persiguen.

Sin embargo, tres meses más tarde, y a propuesta del Sr. Iparraguirre, se desiste de la adquisición del equipo de pirometría dado su elevado coste y que hasta el presente no han sido presentados pirómetros para su estudio y aprobación ⁽¹⁾.

En la sesión del 16 de julio de ese año, el Presidente de la Comisión da cuenta de la entrevista recientemente sostenida con Mr. Jacob (Maurice) en la que este le propuso la conveniencia de unificar, entre países, las normas para ensayos de prototipos con un criterio de coordinación internacional, manifestándole que como Presidente del Comité Internacional ⁽²⁾ deseaba que un certificado favorable expedido para un cierto prototipo por dos determinados países, tuviese validez en un tercero en

¹ En el acta de la sesión celebrada el 28 de abril de 1960 consta que el inventario de la Comisión no ha sufrido modificaciones durante el año 1959.

² De la OIML.

el que se diese la circunstancia de que su fabricación ofreciese las mismas garantías técnicas que en los dos primeros.

El Sr. Artigas aclara que la propuesta de Mr. Jacob pudiera ser una consecuencia del Mercado Común Europeo, proponiendo «sea tomada en consideración, pero procediendo con cautela a la vista de los acontecimientos y de las disposiciones específicas españolas».

En la sesión celebrada el 28 de abril de 1960 es designada la representación española que deberá asistir a la XI Conferencia General de Pesas y Medidas quedando integrada por los Sres. Requena, Torrontegui López de Azcona.

En el mes de mayo de ese año el Sr. Otero Navascués informa sobre la reunión extraordinaria del Comité, preparatoria de la XI Conferencia General de Pesas y Medidas.

Expone como punto primero del Orden del día la composición del Comité Consultivo para los patrones de medida de radiaciones ionizantes y el nombramiento definitivo de sus miembros. En este sentido, informa, se acordó confirmar los del Comité provisional, entre los que está el Profesor Sánchez del Río, como especialista español.

Asimismo, el Sr. Otero informó que el Organismo Internacional de Energía Atómica de Viena había querido construir en su seno un laboratorio de patrones de medida de las radiaciones ionizantes, pero las grandes potencias, por una vez de acuerdo, pensaron que era mucho mejor confiar tales patrones de medida al Laboratorio de Sèvres, por su gran tradición y efectividad. Por todo ello, se tomó el acuerdo de que un especialista destacado en la materia del Canadá, sería la persona encargada de iniciar el desarrollo de estos nuevos servicios. Es de hacer notar que el puesto confiado al especialista canadiense había sido ofrecido a nuestro compatriota Sr. Sánchez del Río, quien no pudo aceptar por sus deberes en la JEN como Director de Física y Reactores.

Un punto importante que se puso a examen fue el de un nuevo proyecto de Convención del Metro, discutiéndose si era procedente hacer tabla

rasa de la antigua o bien modificar la existente. Los delegados soviético, austriaco y español presentaron sendas proposiciones, pero el Presidente sugirió que dichas propuestas debían entrar en el Bureau por vía diplomática y no por los miembros del Comité de los respectivos países.

La propuesta soviética introducía reformas de base, en la forma de seleccionar los miembros del Comité.

Como se sabe, hasta el presente, la Convención del Metro, en su aspecto científico, está regida por un Comité de físicos seleccionados por sus propios compañeros, y si bien se atiende a una cierta distribución geográfica y a que siempre estén representados los países que cuenten con grandes laboratorios metrofísicos nacionales, este reparto geográfico no es imperativo.

La propuesta rusa considera que los miembros del Comité deben ser representantes directos de los respectivos gobiernos, debiendo existir un reparto geográfico equitativo para que todas las regiones del mundo estén representadas en dicho Comité. Este argumento, con una gran carga de realismo, tiene validez en el sentido de que las reelecciones indefinidas de los miembros del Comité originan que forme parte del mismo personal totalmente inactivo en el terreno científico, técnico y administrativo por su edad.

Este inconveniente puede soslayarse mediante las nuevas propuestas de elección de miembros quienes, por otra parte, han de ver confirmados sus nombramientos por la Asamblea General, donde sí existe una representación directa de los gobiernos.

En la sesión del 30 de junio de 1960, el Sr. Otero informa acerca de las gestiones realizadas en el Patronato de la Fundación March, en virtud de las cuales el Patronato ofrece sufragar los gastos de la instalación de un interferómetro para medida de longitudes de onda que habría de construirse en el Instituto de Óptica Daza de Valdés y que pasaría a ser propiedad de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas, gastos que podrían llegar a una cifra aproximada de dos millones de pesetas. Dice el Sr. Otero que por tener el Instituto Daza de Valdés personal especializado, este tendría a su cargo el manejo de la instalación.

El Sr. López de Azcona, dice que, por el hecho de pertenecer el equipo a la Comisión, debería llevar implícita la intervención de esta en su utilización, para lo cual se debería nombrar una comisión o delegación a tal objeto.

Nuevamente y en la sesión celebrada el 14 de julio de ese año se vuelve al tema de la adquisición de un interferómetro, presentando el Sr. Otero Navascués una propuesta dirigida al Sr. Presidente, a la que da lectura el Secretario y por la que debido a su alto interés transcribo íntegramente:

«Desde que este Instituto de Optica tuvo conocimiento del inminente cambio de la definición del metro, un equipo de su Sección de Optica Física, ya especializado en problemas de Interferometría, dedicó una especial atención a la medida del metro en longitudes de onda, adiestrando su personal, realizando medidas interferométricas cada vez más finas y dificultosas y estableciendo contacto con los laboratorios nacionales más importantes del mundo que se ocupaban de aquellos problemas, fundamentalmente con el Physikalisch – Technische Bundesanstalt de Braunschweig (donde se estudió la raya rojo-naranja del kriptón 86 como «standard» para la medida del metro en longitudes de onda), con el National Bureau of Standards de Washington y con el National Physical Laboratory de Teddington (Inglaterra) así como con los laboratorios internacionales de Sèvres.

Aparte de ello, ha preparado sus instalaciones generales, reuniendo buena parte del material auxiliar indispensable para el acoplamiento en su día de los interferómetros de gran precisión.

El legislador, por otra parte, en su día previó la máxima importancia que alcanzarían las medidas ópticas como patrones de magnitudes físicas, estatuyendo que un vocal de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas fuese «ex officio» el Director del Instituto de Optica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

El Instituto de Optica ha entablado contacto con el Patronato de la Fundación «Juan March» tendente a obtener una subvención para lograr montar el interferómetro de altísima precisión necesario para materiali-

zar el metro en longitudes de onda, terminar de especializar su personal e iniciar el mantenimiento de estos servicios.

El Patronato de la Fundación «Juan March» de una forma oficiosa ha hecho saber que, dado que tiene en trámite varias peticiones de subvención de diferentes Institutos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y dada la índole del asunto tendría muchas más probabilidades de lograrse la subvención solicitada (que sería en un principio de un millón de pesetas, posiblemente ampliable, de acuerdo con la marcha de los trabajos) si esta petición se realizase a través de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas, entidad que tiene el máximo interés en la materialización del patrón del metro en longitudes de onda, sin perjuicio de que el Instituto de Optica —en cuya eficacia técnica y científica tiene plena confianza el Patronato— ejecutase materialmente el instrumental necesario y custodiase el interferómetro, que sería propiedad de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas. Esta fórmula de que una entidad posea y otra opere es muy normal en América y la conoce perfectamente el Patronato de la Fundación «Juan March».

Por otra parte, dado el interés que en la marcha de los trabajos tiene la Comisión Permanente, sería extraordinariamente adecuado —siguiendo la sugerencia del Vocal de la Comisión Permanente Sr. López de Azcona— que un subcomité del seno de la misma supervisase los trabajos del Instituto de Optica, sirviese de enlace entre el mismo y la Comisión, y en cualquier momento estuviese plenamente informado de cuantas vicisitudes acaeciesen.

Por todo ello, me honro en proponer a VE lo siguiente:

1.º Que la Comisión Permanente de Pesas y Medidas se dirija al Patronato de la Fundación «Juan March» pidiendo una ayuda de un millón de pesetas para que el Instituto de Optica construya un interferómetro capaz de lograr la medida del metro en longitudes de onda y mantenga los contactos con los organismos extranjeros especializados mediante la presencia de sus especialistas en sus instalaciones por el tiempo necesario.

2.º Que el Instituto de Optica envíe toda la documentación científica y técnica necesaria para poder presentar dicha petición a la Fundación «Juan March».

3.º Caso de que la Fundación «Juan March» aceptase esta propuesta y concediese la subvención, nombrar del seno de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas un subcomité de no más de tres miembros, que actuaría como comité de dirección y de enlace con el Instituto de Optica a los fines expresados».

El Pleno aprueba la propuesta del Sr. Otero Navascués y acuerda formular la petición correspondiente al Presidente del Patronato de la Fundación «Juan March».

En la sesión celebrada el día 27 de octubre cesa como Secretario de la Comisión el Sr. Torrontegui, por imperativos de la edad, siendo presentado por el Sr. Presidente el nuevo Vocal Secretario Sr. Rivas, nombrado asimismo Jefe del Servicio de Metrología del Instituto Geográfico y Catastral.

En esta sesión los Vocales asistentes, como Delegación española, a la XI Conferencia General de Pesas y Medidas, informan al Pleno de todas las vicisitudes acaecidas en la Conferencia.

El 22 de noviembre y en el Pleno celebrado en ese día, el Sr. Presidente da lectura a un escrito de la Fundación «Juan March» por el que se asigna a la Comisión Permanente de Pesas y Medidas la cantidad de un millón de pesetas para la construcción de un interferómetro de altísima precisión. Asimismo, se nombra a un Comité presidido por el Sr. Artigas con los Vocales Sres. Otero, García Santesmases y Rivas, actuando este último como Secretario, para que estudie, desarrolle y someta a la consideración del Pleno lo más conveniente para cumplimentar el acuerdo de la mencionada Fundación.

En la sesión celebrada en marzo de 1961 se plantea el problema de las básculas pesa personas ⁽¹⁾ de las cuales ya existen precedentes de aproba-

¹ El problema se presentó al ser sometida a aprobación de prototipo una báscula pesa personas de 130 kg de alcance, marca «SOLER», cuyo fundamento de funcionamiento se basaba en la elasticidad de resortes.

ción por la Comisión con la condición de que no se empleen en transacciones comerciales, ni sirvan para fines médicos.

El Sr. Carriles expone que el hecho de previo pago por la pesada ya define e implica una transacción comercial y por esta a disposición del público es lógico exigir y asegurar la obligada garantía y precisión.

El Sr. Iparraguirre expone la circunstancia de que básculas de este tipo, ya existentes en el mercado y no sujetas a verificación por las Delegaciones de Industria, podrán seguir fabricándose sin inconveniente alguno oficial y sin posibilidad futura de evitarlo.

El Pleno acuerda por unanimidad rechazar la báscula automática para pesar personas presentada, por no cumplir las condiciones técnicas que especifica el Reglamento vigente.

En la sesión celebrada el 6 de julio, el Pleno acuerda por unanimidad que el Sr. Artigas siga representando a España en la Organización Internacional de Metrología Legal por un nuevo período de seis años.

En la sesión siguiente celebrada el 28 de septiembre, el Sr. Artigas que no había asistido a la anterior, da las gracias por su nombramiento, señalando con toda claridad y realismo que el hecho de pertenecer España a la Organización Internacional de Metrología Legal implica unas obligaciones que de ningún modo pueden reducirse al pago de la cuota internacional. Por el contrario, si de hecho se limitase España únicamente a este compromiso, juzga que es preferible proponer la baja definitiva de nuestro país en dicha Organización.

En la última sesión celebrada en el año 1961 los representantes españoles en el Comité Internacional de Pesas y Medidas y en la Organización Internacional de Metrología Legal informan al Pleno sobre las actividades desarrolladas en dichos organismos.

El Sr. Otero, que había asistido a la 5.^a Sesión del Comité, informó que en dicha sesión se centró todo el interés en el nuevo cometido del Bureau sobre los Patrones de Radiaciones Ionizantes. Respecto a España manifestó que, en efecto, sería necesario prever una solución técnica

satisfactoria, para lo cual habría que estudiar la posibilidad de que otros Organismos colaboren con la Comisión Permanente de Pesas y Medidas para que ésta pueda cumplimentar su cometido oficial, al menos mientras no disponga de suficientes y adecuados medios propios.

El Sr. Artigas vuelve a señalar lo que ha dicho en sesiones anteriores, es decir, nuestras insuficientes posibilidades económicas reducidas a un presupuesto medio anual de 200.000 pesetas, que, una vez deducidos los gastos de personal, material administrativo, conservación y gastos de ensayo, no será nunca posible crear nuevos laboratorios que ya obligan los cometidos oficiales actuales, ni aumentar el número de ingenieros especialistas que, asimismo, exigen las nuevas técnicas. Con respecto a la Metrología Legal, añade el Sr. Artigas, no existe consignación de ninguna clase, por tanto, es evidente deducir que el desarrollo de su cometido en España sería inadecuado. Por otra parte, las cuotas del Bureau y al Comité de Metrología Legal ascenderá en el próximo año de 1962 a unas 800.000 pesetas, cantidad desproporcionada a nuestras realidades técnicas y lo que es aún peor incongruente de seguir las cosas por los derroteros actuales ⁽¹⁾. Por todo ello, se hace preciso que la Superioridad conozca a fondo estos problemas, se le planteen con todo su realismo señalando que llegaría a ser aconsejable que nuestro país dejase de pertenecer a los Organismos Internacionales, con todos los inconvenientes subsiguientes, si en definitiva la decisión final no permitiese disponer de los adecuados medios técnicos y personal necesario para colaborar convenientemente en nuestro país en los problemas fundamentales que hoy día imperativamente exigen la ciencia y la técnica de la Metrología, no solo en el aspecto legal, sino también en el avance industrial de una nación, máxime en estos momentos de verdadera evolución y desarrollo técnico en España.

¹ En 1973 las cuotas pagadas por España al BIPM y a la OIML ascendieron a 1.251.917 pesetas y 270.691 pesetas respectivamente.

En 1977, dados los aumentos porcentuales aprobados en las Conferencias Generales respectivas, paridad de oro, devaluación de moneda, etc., las cuotas se elevaron a 3.909.143 y 555.434 pesetas.

En el acta del Pleno de la Comisión celebrada el 29 de marzo de 1962, el Sr. Artigas refiriéndose a la construcción del interferómetro manifiesta «...que sin negar las estrecheces de cifras han venido a complicar gravemente el plan sencillo y claro del principio, de que el Interferómetro fuese propiedad de la Comisión y estuviese en depósito en el Instituto de Óptica, continúa esperando de que gracias al entusiasmo de todos para que España tenga un patrón primario de longitud lleguemos en plazo no largo a iniciar la construcción e instalación del interferómetro».

Celebrada la Segunda Conferencia Internacional de Metrología Legal en Viena en el mes de junio de 1962, el representante español Sr. Artigas, después de exponer al Pleno un detallado informe de los aspectos políticos y técnicos, informa que en el plano nacional «considera que paralela y conjuntamente al cometido oficial de esta Comisión Permanente de Pesas y Medidas es preciso una real y eficaz organización nacional que corresponda a los problemas científicos de la Organización Internacional de Metrología Legal, que colabore en su cometido, que introduzca con fuerza legal sus decisiones y permita así conocer y utilizar en nuestras industrias las nuevas técnicas internacionales de fabricación, único medio para que en su día nuestro país pueda integrarse industrialmente en un Mercado Común Europeo, con las garantías que la técnica obliga y la eficiencia del producto exige».

El 27 de septiembre de 1962 el Sr. Secretario expone el trabajo realizado por la Comisión para la redacción de un nuevo Proyecto de Ley de Pesas y Medidas. En la discusión sobre fundamentales aspectos de la futura Ley de Pesas y Medidas intervienen todos los Sres. Vocales acordándose que el Secretario redacte un nuevo escrito para su envío a todos los Vocales de la Comisión Permanente.

En la siguiente sesión el Sr. Secretario distribuye a cada uno de los Sres. Vocales las definiciones internacionales de las tres unidades fundamentales que faltaban en la anterior información y las ligeras modificaciones propuestas en su articulado existiendo ya una base inicial para su discusión definitiva.

En el acta de la sesión correspondiente al 30 de mayo de 1963, el Presidente propone conste en acta la satisfacción de la Comisión por el nombramiento del Vocal-Secretario Sr. Rivas, en plaza de número de la Academia de Doctores, habiendo además tratado su discurso sobre los problemas actuales de la Metrología Científica y Legal. El Sr. Rivas expresa al Presidente y a todos los Vocales su sincero agradecimiento.

En la primera sesión celebrada en 1964, el Vocal Sr. Carballo destaca la importancia de la Ley aprobada por el Parlamento Británico por la cual quedan admitidas en todo el territorio del Reino Unido, en pie de igualdad, las clásicas unidades inglesas, yarda y libra, con las correspondientes del sistema métrico decimal.

El 29 de octubre de ese año el Sr. Rivas, que asistió a la XII Conferencia General de Pesas y Medidas celebrada en París, da cuenta al Pleno de los resultados de dicha Conferencia, acordando este que conste en acta: 1.º La satisfacción de que el idioma español fuese aceptado con idéntico rango y utilización que el inglés y el ruso en los debates de las Conferencias Generales de Pesas y Medidas. 2.º La satisfacción del Pleno de la Comisión por el nombramiento del Sr. Otero Navascués para la Vicepresidencia del Comité Internacional de Pesas y Medidas.

En la siguiente sesión celebrada el 26 de noviembre el Sr. Artigas realiza con gran detalle una exposición de todos los asuntos concernientes a la Metrología Legal. Destaca la necesidad de que nuestro país disponga de los medios necesarios, económicos y técnicos para hacer posible el desarrollo de las normas que se vayan estableciendo, consiguiéndose una estructura metrológica adecuada. Después de una larga exposición, informa que en algunos países que tienen poco desarrollados sus servicios de metrología, como es el caso de Venezuela, esta nación con menos de 10 millones de habitantes, invierte 14 millones de pesetas en trabajos de carácter metrológico.

Ante estos datos el Sr. Artigas informa que desearía que la gestión española con que hoy se ve honrado y que es prácticamente unipersonal, fuese pronto sustituida por un órgano que por su propia constitución

asegurase mayor permanencia, haciendo presente que en este año Francia, ha otorgado su estatuto jurídico a la OIML.

La sesión del 17 de diciembre de 1964 se celebra en el Instituto de Óptica Daza de Valdés. El motivo es el de realizar una visita a la instalación del interferómetro ya que se halla prácticamente finalizada su construcción.

El Sr. Otero hace una amplia explicación, en términos generales, subrayando que los gastos ocasionados en su instalación doblan la donación de la Fundación Juan March, aproximadamente su coste a los dos millones de pesetas. Apreció la conveniencia de seguir perfeccionando la instalación del interferómetro, tanto para lograr en el futuro medidas a trazos además de las medidas a cantos, que son las únicas que actualmente puede realizar, así como la adquisición de un puente de Wheatstone apropiado para controlar con la necesaria garantía la temperatura de la instalación de las operaciones de medida.

El 25 de febrero se reúne la Comisión por primera vez en el año 1965. El Sr. Iparraguirre da cuenta de un escrito recibido de la Dirección General de la Energía y como consecuencia del mismo se suscita nuevamente la conveniencia de actualizar la Ley vigente sobre Pesas y Medidas, al mismo tiempo que la modificación y puesta al día del Reglamento correspondiente. A estos fines se propone se forme una comisión para su estudio.

En la sesión del 25 de marzo de ese año, el Sr. Rivas da cuenta de haberse recibido un escrito del Bureau de Sèvres referente a la situación oficial en nuestro país del Sistema Internacional SI ⁽¹⁾. El Pleno decide que la Secretaría conteste al cuestionario señalando concretamente que se está trabajando en una propuesta de modificación de la Ley de Pesas y Medidas que próximamente será sometida a la consideración del Gobierno, recogiendo los acuerdos de la Conferencia General.

Al año siguiente y en el Pleno correspondiente al 2 de junio se da cuenta de haber recibido el Bureau de Sèvres el informe del pasado año, en el

¹ Aprobado en la XI Conferencia General de Pesas y Medidas.

cual se expresa la decisión del Comité Internacional de Pesas y Medidas de convocar la XIII Conferencia General en París en el mes de octubre del próximo año 1967. En esta sesión el Sr. Artigas, haciendo nuevamente un resumen de nuestra situación real en el campo de la metrología y de las circunstancias específicas en relación con la OIML, siente insistir —«y lo hace con la natural y sincera protesta de todos sus respetos para los superiores»— en que urge llegar a un mínimo plan de estudio colectivo de los temas metrologógicos internacionales, evitando una propuesta de posible baja voluntaria de España en la Organización, no obstante deber a esta Entidad, por su parte, creciente gratitud personal desde que presidió en París su sesión general de constitución.

El 26 de octubre de 1966 se celebra reunión extraordinaria de la Comisión. El Sr. Presidente expone al Pleno que el objeto de esta sesión extraordinaria es el estudio y si procede aprobación del Proyecto de la nueva Ley de Pesas y Medidas, elaborada por los Sres. Carriles, Ioparraguirre y Rivas. Después de destacar su transcendencia, expone que el Proyecto de Ley que se somete a consideración se basa en el Sistema Internacional SI, adoptado por la Undécima Conferencia General de Pesas y Medidas celebrada en París en octubre de 1960, sin que ello implique el abandono momentáneo de las unidades que nuestra legislación vigente autoriza en estos momentos. Destaca, asimismo, la importancia de que, aceptando este nuevo Sistema, nos permitiría ponernos al día en las relaciones internacionales. Comienza la discusión del Proyecto, recogiendo la Nota de reparos enviada por el Sr. Artigas, que por imposibilidad justificada no pudo asistir a la reunión, discutiéndose en primer lugar el Preámbulo y a continuación el articulado de la nueva Ley. El artículo 5.º fue el que presentó mayores dificultades, exponiendo el Sr. Otero su plena disconformidad, formulando un voto particular en contra del referido artículo.

Nuevamente se reúne la Comisión en sesión extraordinaria ⁽¹⁾ para tratar sobre el estudio de las enmiendas recibidas al Proyecto de Ley de Pesas y Medidas.

¹ El 27 de abril de 1967.

El Sr. Presidente en breve resumen expone la situación del Proyecto; las enmiendas recibidas por algunos Departamentos Ministeriales y los trabajos llevados a cabo por la Ponencia nombrada a estos fines. Añade que como se expresa en la documentación repartida, el punto fundamental a tratar se concreta en la enmienda del Ministerio de Industria y sobre la cual la Ponencia presenta dos posibilidades. Centrado así el problema procede considerar inicialmente la enmienda, a la cual da lectura el Secretario.

Se delibera ampliamente y sometida a votación lo hacen a favor de la misma los Sres. Artigas, García Usano, Iparraguirre, López Azcona y Otero. En contra los 13 restantes vocales presentes, por lo que la enmienda del Ministerio de Industria queda rechazada.

Por fin en la sesión celebrada el día 9 de noviembre de 1967, el Sr. Presidente expone al Pleno la gran satisfacción que para todos los componentes de la Comisión debe ser que las Cortes hayan aprobado definitivamente la nueva Ley de Pesas y Medidas, que implica una superación de nuestras actividades y una directriz firme para la resolución de los problemas metrológicos en nuestro país. La colaboración de todos y el único deseo de servir a España que han presidido los trabajos para la redacción de esta Ley, es nuestra íntima y plena satisfacción.

Destaca, asimismo, la labor de la Ponencia de las Cortes en los trámites oficiales para la aprobación de la Ley. De una manera destacada la del Sr. Sirvent, Presidente del Instituto Nacional de Industria, que la defendió en el Pleno de las Cortes; por ello, propone el agradecimiento personal de esta Comisión Permanente a dicho señor.

La nueva Ley de Pesas y Medidas de 8 de noviembre de 1967, declarando de uso legal en España el denominado Sistema Internacional de Unidades de Medida SI, consta de un Preámbulo, ocho artículos y dos disposiciones finales. Dada su importancia transcribiremos las partes más fundamentales de la nueva Ley:

Ley 88/1967, de 8 de noviembre, declarando de uso legal en España el denominado Sistema Internacional de Unidades de Medida SI.

La Ley de Pesas y Medidas de 8 de julio de 1892 adoptó el sistema métrico decimal para todos los dominios españoles y se fijó la unidad fundamental, derivada de la Convención del Metro.

El desarrollo de la ciencia y la técnica en los últimos cincuenta años ha suscitado la necesidad de introducir modificaciones esenciales en el sistema métrico y establecer nuevas unidades de medida utilizables en las relaciones internacionales.

El proceso de determinación de estas nuevas unidades culminó en la XI Conferencia General de Pesas y Medidas, celebrada en París en octubre de 1960, en la que los países signatarios de la Convención del Metro, entre los que figuraba España, resolviendo adoptar el denominado Sistema Internacional SI, compuesto por seis unidades fundamentales, dos unidades suplementarias y veintisiete unidades derivadas.

La interdependencia entre naciones y las necesidades de nuestro desarrollo aconsejan que España adopte el referido Sistema Internacional de Unidades, no obstante, el hecho de que alguna unidad fundamental, específicamente la cuarta, carezca, hasta ahora, de especificaciones para la realización material del patrón correspondiente. Por otra parte, no debe abandonarse de momento, por el tiempo que las circunstancias aconsejen en cada caso, el empleo de aquellas otras unidades cuya utilización autoriza en la actualidad la legislación vigente.

En su virtud, y de conformidad con la Ley aprobada por las Cortes Españolas, vengo en sancionar:

Artículo primero: Se declara de uso legal en España el denominado Sistema Internacional de Unidades de Medida, en abreviatura SI, en el que figuran actualmente como unidades fundamentales las seis siguientes:

	Unidades	Símbolos
Longitud	metro	m
Definición: El metro es la longitud igual a 1.650.763,73 longitudes de onda, en el vacío, de la radiación correspondiente a la transición entre los niveles $2p_{10}$ y $5d_5$ del átomo de kriptón 86.		
Masa	kilogramo	kg
Definición: El kilogramo masa es la masa del prototipo de platino iridiado, sancionado por la III Conferencia General de Pesas y Medidas en 1901 y depositado en el Pabellón de Breteuil, de Sévres.		
Tiempo	segundo	s
Definición: El segundo es la fracción $1/31.556.925,9747$ del año trópico para enero de 1900, cero a doce horas del tiempo de efemérides.		
Intensidad de corriente eléctrica	amperio	A
Definición: El amperio es la intensidad de corriente eléctrica constante que, mantenida en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y colocados en el vacío a una distancia de un metro uno de otro, produce entre estos dos conductores una fuerza igual a $2 \cdot 10^{-7}$ Newton por metro de longitud.		
Temperatura termodinámica	grado Kelvin	°K
Definición: El grado Kelvin es el grado de la escala termodinámica de las temperaturas absolutas, en la cual la temperatura del punto triple del agua es 273,16 grados. Se puede emplear la escala Celsius, cuyo grado es igual al grado Kelvin y su punto cero corresponde a 273,15 grados de la escala termodinámica Kelvin.		
Intensidad luminosa	candela	cd
Definición: La candela es la intensidad luminosa en una dirección determinada de una abertura perpendicular a esta dirección, que tenga una superficie de $1/60$ centímetros cuadrados y radie como un radiador integral (cuerpo negro) a la temperatura de solidificación del platino.		

En el artículo 2.º se fijan los nombres de los múltiplos y submúltiplos de estas unidades, que se formarán mediante el empleo de prefijos.

En el artículo 3.º se señalan las dos unidades suplementarias y las veintiséis derivadas que fijaba el preámbulo de la Ley añadiendo que:

«El gobierno mediante Decreto, podrá declarar de uso legal en España las unidades fundamentales y suplementarias o derivadas que sean adoptadas internacionalmente en el futuro por las Conferencias Generales de Pesas y Medidas».

Artículo 4.º Las unidades del Sistema denominado SI serán de enseñanza obligatoria, en el nivel que corresponda, en todos los centros docentes.

Artículo 5.º Una Comisión Nacional de Metrología y Metrotecnia, integrada en la Presidencia del Gobierno, absorberá la función de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas y tendrá además por misión coordinar las actividades actuales y futuras de los distintos Departamentos ministeriales y Organizaciones paraestatales y autónomas en relación con dicha materia.

Artículo 6.º Todo el material de aplicación en Metrología y Metrotecnia: utensilios, instrumentos, aparatos y máquinas de medida, sean o no de fabricación nacional, para que puedan tener uso y difusión legal en España deberán ser objeto de aprobación oficial del prototipo y verificación posterior. Corresponderá a la Presidencia del Gobierno, o al Ministerio más idóneo, la ejecución de esta Ley en lo relativo a los aspectos enunciados en este artículo.

Artículo 7.º La Presidencia del Gobierno, a propuesta de la Comisión Nacional de Metrología y Metrotecnia, propondrá al Gobierno las normas que hayan de regular la custodia, conservación y reproducción, en su caso, de los prototipos nacionales de las unidades fundamentales y las comparaciones directas que con ellas proceda practicar.

Artículo 8.º Los contraventores de los preceptos de esta Ley quedarán sujetos a las penas establecidas en el Código Penal para quienes

usen pesas y medidas ilegales, sin perjuicio de las sanciones administrativas que el Reglamento señale para la infracción de las normas del mismo.

DISPOSICIONES FINALES

Primera. Queda derogada la Ley de Pesas y Medidas de 8 de julio de 1892. No obstante, en tanto el Gobierno no disponga lo contrario, la utilización de las unidades del Sistema denominado SI será compatible con el legítimo empleo de las autorizadas por dicha Ley.

Segunda. El Gobierno aprobará por Decreto, a propuesta de la Presidencia del Gobierno, un Reglamento General de aplicación de esta Ley.

En tanto no se dicte dicho Reglamento para desarrollo y aplicación de la presente Ley, continuarán vigentes, en lo que resulte compatible con ella los preceptos contenidos en el Decreto de 1 de febrero de 1952, aprobatorio del Reglamento para la ejecución de la Ley de Pesas y Medidas de 8 de julio de 1892.

Dado en el Palacio del Pardo a 8 de noviembre de 1967.

FRANCISCO FRANCO

El Presidente de las Cortes
ANTONIO ITURMENDI BAÑALES

Por Decreto 1.257/1974 de la Presidencia del Gobierno de 25 de abril, publicado en el Boletín Oficial del Estado número 110, el 8 de mayo de 1974, se modifican las definiciones vigentes de la unidad de tiempo, temperatura termodinámica e intensidad luminosa, de acuerdo con las modificaciones sustantivas introducidas en las decimotercera y decimocuarta Conferencias Generales de Pesas y Medidas celebradas en París en los meses de octubre de 1967 y 1961.

Las definiciones modificadas quedan redactadas en la forma siguiente:

	Unidades	Símbolos
Tiempo.	segundo	s
Definición: El segundo es la duración de 9.192.631.770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental de átomo de cesio 133.		
Temperatura termodinámica.	kelvin	K
Definición: El kelvin, unidad de temperatura termodinámica, es la fracción $1/273,16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.		
Este mismo nombre y este mismo símbolo son utilizados para expresar un intervalo de temperatura.		
Un intervalo de temperatura puede también expresarse en grados Celsius °C.		
Intensidad luminosa.	candela	cd
Definición: La candela es la intensidad luminosa en la dirección perpendicular de una superficie de $1/6000.000$ metro cuadrado de un cuerpo negro a la temperatura de congelación del platino, bajo la presión de 101.325 pascales.		

Asimismo, en el artículo 3.º de dicho Decreto se actualiza el cuadro de las unidades suplementarias y derivadas.

CAPÍTULO X

SÍNTESIS SOBRE EL ESTADO ACTUAL DE LAS UNIDADES BÁSICAS

En general, cuando realizamos observaciones experimentales, su carácter es cuantitativo, es decir, efectuamos medidas de magnitudes, ya bien sean de longitud, de masa, etc.

El resultado de toda medida es expresado por un número seguido de la indicación de la unidad correspondiente. Por convenio la unidad elegida es la cantidad de magnitud a la cual atribuimos el valor unitario. Este valor es elegido normalmente por convención y con el consenso internacional. Por esto antes de introducirnos en los patrones de unidades, es necesario establecer el concepto de unidad.

En principio la elección de unidades es convencional y en gran parte arbitraria. No hay razones convincentes para elegir una unidad con prioridad sobre otra, pero es totalmente necesario indicar, que un conjunto de unidades no debe ser elegido de una manera arbitraria, sino que su elección nos debe llevar al encuentro de un conjunto coherente. Se dice que un sistema de unidades es coherente cuando su conjunto es capaz de simplificar la expresión de las leyes físicas o al menos de un determinado número de leyes, pero hay que tener en cuenta que, si se radicaliza la elección en un sentido determinado, esta definida tendencia nos puede conducir a diferentes sistemas.

Por tanto, es preferible efectuar la elección de tal modo que aunque sepamos a priori que no es la mejor, nos lleve a encontrar un único sistema de unidades.

Sin embargo, hay que tener en cuenta un hecho indiscutible, que es que las unidades forman parte del lenguaje de los pueblos; por esto, el

nuevo Sistema Internacional de Unidades que en realidad no es más que una evolución del Sistema Métrico, tiene una característica fundamental y esta es su universalidad ⁽¹⁾, a pesar de los múltiples defectos que pueda tener.

Esta característica fundamental de universalidad en el lenguaje es quizá, la más importante cualidad esencial de cualquier sistema de unidades.

Las unidades, pues, de todo sistema, deben ser definidas.

Son definiciones primarias o absolutas aquellas que no están relacionadas con otras unidades previamente establecidas. A estas unidades son las que llamamos unidades base de un sistema. Un condicionamiento en la elección de las unidades base de todo sistema es, que estas deben ser definidas con precisión ⁽²⁾.

Si las medidas a efectuar van a ser realizadas tomando como punto de partida estas unidades, ya sean base o derivadas, los resultados obtenidos nunca podrán expresarse con mayor precisión que la precisión de estas unidades base. Es, por consiguiente, la precisión, la condición esencial más importante, a pesar de la intrínseca arbitrariedad de la elección. Precisamente por esta causa de la precisión es por lo que los sistemas en uso llegan a tener hasta siete unidades base, y puede ser que en un futuro se pueda aumentar el número de estas unidades.

Las unidades son, pues, conceptos definidos por palabras, siendo los patrones los medios de trabajo de que se sirven los investigadores para materializar estas definiciones.

Su utilidad no es puramente científica, sino que en niveles inferiores son utilizados en la industria y en el comercio.

En principio un investigador provisto de los medios necesarios, puede realizar en el laboratorio los patrones que materializan las unidades

¹ No pasarán muchos años para que los Estados Unidos e Inglaterra lo adopten de manera obligatoria.

² Tomamos esta palabra en su acepción más generalizada.

definidas internacionalmente, y partiendo de estos patrones, proporcionar a su país el medio de medir correctamente las magnitudes correspondientes.

Realizar estos patrones de partida según la definición de las unidades básicas establecidas, sin referirse a patrones preexistentes, es lo que se llama realizar una medida absoluta. Muy pocos laboratorios nacionales en el mundo han realizado esta labor. En la Europa occidental solamente dos laboratorios nacionales, el NPL del Reino Unido y el PTB de la República Federal Alemana, han sido capaces de llevar a cabo estos delicados y extremadamente laboriosos trabajos. Además de haber establecido sus propios patrones, a excepción del patrón de masa que proviene necesariamente del BIPM por comparación al prototipo internacional del kilogramo, han contribuido con sus investigaciones al establecimiento de nuevas definiciones. Así, por ejemplo, Kösters y Engelhard estudiaron y propusieron la lámpara de kriptón 86 como nuevo medio para definir el patrón de longitud, debido a las cualidades de sus radiaciones; en el Reino Unido, el primer patrón de frecuencia partiendo del cesio, fue construido en el NPL por Essen. Más tarde el PTB construyó sobre la misma base de cesio el patrón de frecuencia, actualmente el más exacto del mundo.

Investigaciones para mejorar patrones siguen realizándose en estos dos grandes laboratorios, los cuales han adquirido tal competencia y autoridad, que muchos otros países se dirigen a ellos para la realización de sus patrones primarios o para la verificación de estos. La larga tradición metrológica, importantísima en el aspecto de formación de personal, así como la reunión en un laboratorio único de los patrones y equipos necesarios para sus investigaciones, han constituido las circunstancias favorables para lograr el éxito de estos dos grandes laboratorios.

Medidas absolutas se han realizado también en otros países o están en curso de realización o proyecto. Este es el caso de Francia en que en la actualidad se trabaja en la realización del ohm, del amperio, del faradio y de la candela.

Otros dos grandes laboratorios mundiales, que quizá dispongan de mayores recursos económicos, son asimismo adelantados en la ciencia metrológica y en la realización de medidas absolutas. Nos referimos al National Bureau of Standards (NBS) en los Estados Unidos y el Instituto Mendeleiev de la Unión Soviética, constituyendo con los dos anteriormente mencionados los cuatro pilares básicos de la metrología mundial. Así, igualmente que la República Federal Alemana trabaja sobre la lámpara de kriptón 84 u 86 para la nueva definición del metro, los Estados Unidos realizaban trabajos similares con la lámpara de Mercurio 198 y la Unión Soviética con la del cadmio 114.

Todas estas medidas absolutas y estas difíciles investigaciones, así como las de otros países del mundo, son coordinadas y verificadas mutuamente gracias a la acción del Bureau Internacional de Pesas y Medidas de Sèvres. Para controlar la exactitud de las determinaciones absolutas la confrontación de los resultados con otros laboratorios es esencial, aunque por desgracia sean muy pocos los laboratorios capaces de realizarlos.

Efectuada esta introducción con el fin de aclarar un poco algunos conceptos básicos metrológicos, trataremos de examinar algunas magnitudes, centrándonos sobre las magnitudes base, sus unidades y sus patrones.

Longitud

La nueva definición del metro difiere considerablemente de las precedentes.

Con la creación del sistema métrico, se efectuó la primera definición de longitud digna de este nombre. Esta definición fue debida a Francia. «El metro es la diezmillonésima parte de un cuadrante de meridiano terrestre». El patrón fue, pues, inicialmente el meridiano terrestre, concretizándose esta longitud así definida, en una regla roma de platino aglomerado, que se depositó en los Archivos Nacionales de Francia el 22 de junio de 1799.

Esta regla era un patrón de los denominados a cantos, es decir, el metro estaba representado por la distancia entre las dos caras terminales del

patrón, permitiendo comparaciones alrededor de 10 u (n.e.), es decir, de precisiones de 10^{-5} .

Sin embargo, este patrón no era bueno, pues es conocido que las dimensiones de la tierra son variables, así como el efectuar una medida referida al meridiano no es una operación fácil.

Casi un siglo después, en 1875, la necesidad de un patrón universal se hizo sentir nuevamente, tanto por razones comerciales como por razones científicas, y bajo la presión de todas estas circunstancias, diecisiete Estados firmaron en París un tratado, que se le denominó Convención del Metro.

Por este tratado se instituyó un Laboratorio Internacional llamado Bureau International des Poids et Mesures, existente en la actualidad. Este laboratorio, así como el Comité Internacional encargado de dirigirlo, tuvo como primera misión crear los patrones internacionales del metro, unidad de longitud y del kilogramo, unidad de masa.

Hoy nos parecería sencillo construir una barra de platino grabada con dos trazos, de tal manera que su longitud fuese igual a la longitud del metro de los Archivos, pero las dificultades que tuvieron que vencer entonces fueron enormes.

Como es sabido los metales, que son aglomeraciones de micro cristales, cambian su longitud con el tiempo.

No se trata aquí de su dilatación térmica que es prácticamente reversible pues si se les coloca a la misma temperatura, en primera aproximación recuperan su longitud inicial. Se trata de hecho, de que, a través de los años, esta longitud no permanece exactamente la misma, apareciendo generalmente un acortamiento ⁽¹⁾.

¹ n.e. En el texto D. Manuel Cadarso emplea de forma repetida u como símbolo de micrómetro, cuyo símbolo solía ser μ . En aras de respetar lo más fielmente posible el texto, se ha dejado como el autor original lo escribió. En ocasiones, cuando acompaña a otra magnitud, hace referencia a micro.

El patrón de la yarda inglesa, que es anterior al metro, y que fue realizado con bronce de cañón, se ha acortado de una manera absolutamente cierta.

Después de diversas experiencias, efectuando envejecimientos acelerados sobre diversas aleaciones, se eligió la aleación de platino y 10 por 100 de iridio, resultando ser la más apropiada a pesar de ser una aleación, como ya expresamos en capítulos anteriores, extremadamente difícil de fundir, ya que ambos metales son refractarios, pero es por esto precisamente por lo que la aleación es altamente estable.

Perfeccionamientos progresivos aportados al comparador, así como el empleo de microscopios especiales, el prototipo internacional a trazos, definía al metro con una precisión cien veces superior que el del patrón inicial a cantos, es decir, con una precisión de 10^{-7} .

Ello implica que, para su utilización, así como para poderlo comparar a las copias que se iban a distribuir en las diferentes naciones, establece una escala de temperaturas con el fin de tener en cuenta las dilataciones.

Medidas efectuadas después de 1909 admitieron para la Tierra la forma del Elipsoide de Hayford ($a = 6.378.388$ m, $b = 6.356.912$ m y un aplanamiento de $1/297$), dando para la longitud de un cuarto de meridiano terrestre $10.002.288$ metros.

El metro definido por el prototipo internacional de platino sería, pues, inferior en $228,8$ u a la longitud correspondiente a su primera definición.

Por todo ello, los científicos permanecieron siempre con la ilusión de establecer la unidad de longitud sobre una constante natural, pero que no fuera un objeto material eventualmente destructible.

El metro patrón de platino iridiado no surgía de una constante natural. Las dimensiones de la Tierra, como dijimos antes, no son constantes naturales, pues la Tierra es un cuerpo macroscópico de forma y dimensiones variables.

Ya en 1827, Babinet había dicho: «Si se quiere encontrar en la naturaleza un patrón de longitud, hará falta recurrir a las longitudes de onda luminosas, pues las radiaciones ópticas que se propagan con la velocidad de la luz, definen unas longitudes de onda que proceden de átomos, y los átomos son iguales en todas partes, ya sean tomados sobre la Tierra o sobre un planeta;

una longitud de onda luminosa puede, pues, constituir un patrón que sea verdaderamente universal y natural». Así, pues, las investigaciones se realizaron en este sentido, proponiéndose a menudo reemplazar el prototipo internacional del metro de platino iridiado, por una longitud de onda.

Se trató primero de la radiación amarilla del sodio, pero se apercibió claramente que esta radiación no era más que un conjunto de dos rayas separadas por un intervalo de una milésima de la longitud de onda, un doblete, por lo que se estaba todavía lejos de la precisión del metro patrón. Más tarde se propuso la raya verde del mercurio, pero pronto se vio que esta raya verde era una de las rayas espectrales más complejas de los elementos naturales. Luego se pasó a la raya roja del cadmio, sobre la cual se sobreestimaron sus posibilidades.

Se estaba aún lejos de resolver el problema, con la simplicidad que Babinet había vaticinado.

El gran desarrollo de la ciencia espectrográfica, que estudia las radiaciones ópticas y en particular las de los átomos, nos ha proporcionado la teoría de la estructura del átomo, así como de la mayor parte de los fundamentos de la mecánica cuántica. Por ello, hemos sabido que estas radiaciones ópticas estaban cargadas de mensajes procedentes del átomo comunicándonos toda clase de influencias a las cuales son sensibles.

Así, por ejemplo, se ha conocido que los átomos de un mismo elemento químico no son todos idénticos. Hay, Pues, isótopos, que tienen las mismas propiedades químicas, que tienen espectros ópticos prácticamente iguales, pero que presentan pequeñas diferencias debidas a las diferentes masas de sus núcleos.

Los niveles energéticos de un átomo son calculados en primera aproximación, considerando el núcleo como una carga puntual, alrededor de la cual gravitan los electrones, pero en realidad el núcleo no es una carga puntual, además de tener una carga eléctrica, tiene un spin ⁽¹⁾ determina-

¹ En un átomo el momento cinético del sistema de electrones se representa por un vector, que se le define comúnmente con la letra J. Por analogía, el momento cinético del núcleo, se

do, y según la orientación de este spin con relación a la órbita, los estados de energía quedan subdivididos en subniveles.

La mayor parte de los núcleos de los átomos tienen un spin al que corresponde una raya que es simple; es necesario, pues, elegir un átomo o un isótopo, cuyo spin sea nulo. En estas condiciones, el núcleo tiene una simetría esférica y la orientación de la órbita electrónica no tiene ninguna importancia. Por todo ello, antes de elegir una radiación óptica que nos sirva como patrón de longitud, es necesario primero separar sus isótopos, conocer sus spin nucleares y tomar aquel isótopo cuyo spin sea nulo ⁽¹⁾. Entonces estamos en condiciones de ser capaces de reproducir una radiación cuya longitud de onda en el vacío pueda ser definida con precisión y sea al mismo tiempo una constante natural.

Los estados energéticos de los electrones de un átomo están sometidos a la naturaleza del núcleo y a las leyes de la mecánica cuántica, es decir, en el fondo, a la ley de Planck. La frecuencia de una radiación será, pues, proporcional a la diferencia de energía entre dos niveles energéticos, con la constante de proporcionalidad de Planck, proporcionándonos una frecuencia impuesta por la naturaleza, quedando perfectamente definida, si se especifica el átomo o isótopo y los dos niveles de energía. La velocidad de propagación de las ondas en el vacío está, asimismo, sujeta a la naturaleza, por tanto, la longitud de onda resultante será una constante natural.

En este estado de cosas, el problema parecía resuelto, pero se vio experimentalmente que surgían otro tipo de complicaciones. Así, los átomos que no son nunca inmóviles están sometidos a agitación térmica y este movimiento desordenado hace que la longitud de onda que pueda ser

le denomina spin del núcleo y se le define con la letra i . La interacción entre ambos momentos cinéticos da lugar a un nuevo número cuántico, denominado F , y esta interacción es la causa de la estructura hiperfina.

¹ Los isótopos en los que el número atómico y masa atómica son ambos pares no tienen spin nuclear. Será en gases extraordinariamente enriquecidos en un solo isótopo que tenga estas condiciones, entre los que se encontrará el patrón más óptimo.

producida, esté modificada por la velocidad de propagación del átomo con relación al observador.

Cuanto mayor sea la agitación térmica, más extenso será el espectro de longitudes de onda, sin poder lograr, pues, una frecuencia y una longitud de onda que sean únicas (efecto Doppler).

Otra complicación surge con las fuentes luminosas, pues si se quiere trabajar con un patrón de esta clase es necesario producir luz, y para un átomo produzca luz es necesario excitarlo produciéndole la consiguiente perturbación.

Podrá ser perturbado por campos eléctricos, por campos magnéticos o por la propia presencia de átomos contiguos, por lo que no tendremos el sistema teórico simple que hemos considerado hasta el momento.

Las investigaciones continuaron y fue después de la segunda guerra mundial cuando se llegó a saber separar perfectamente los isótopos. La solución general del problema fue dada en 1960 por la Conferencia General de Pesas y Medidas.

A partir de esa fecha, el metro quedó definido por medio de la longitud de onda de una radiación luminosa simple emitida por un gas bien específico y en condiciones determinadas.

El gas elegido fue el isótopo del kriptón de masa atómica 86.

El kriptón, gas raro en el aire, es extraído del aire líquido por destilación fraccionada; el isótopo 86 es separado de los otros isótopos por decantación en un tubo vertical refrigerado por el exterior y calentando en el interior por un hilo axial.

Las principales razones para la elección del kriptón 86 fueron las siguientes:

- El kriptón 86 permanece gaseoso a bajas temperaturas y sus átomos son pesados. En estas condiciones, se puede considerablemente reducir la agitación térmica de sus átomos, por lo cual se logra reducir el ensanchamiento de su raya espectral, debida al efecto Doppler – Fizeau, incluso cuando se mantiene una descarga eléctrica.

- El perfil espectral de la raya naranja del kriptón 86 es relativamente estrecho.
- La raya naranja puede ser producida por descargas eléctricas con un mínimo de perturbación de los átomos, perturbación por otra parte medible.
- La parte central de la raya es absorbida muy débilmente por la raya del kriptón.
- La luminosidad de la raya es satisfactoria.

El proceso general es el siguiente:

La radiación es obtenida por descarga eléctrica en el gas entre dos electrodos. Cuando se produce una descarga, los electrones que van del cátodo al ánodo chocan con los electrones periféricos de los átomos del gas. Bajo el choque estos últimos electrones cambian de órbita, absorbiendo cada uno, uno o varios cuantuns de energía, recuperándose o volviendo a su órbita primitiva, restituyendo bajo forma de radiación luminosa estos cuantuns de energía ($W = h\nu$, siendo $h = 6,625 \cdot 10^{-27}$ erg. seg, constante de Planck y ν la frecuencia de la vibración correspondiente al color de la radiación emitida).

La descarga provoca, pues, cambios en el estado energético de los átomos del gas. Los del kriptón 86 emiten una radiación naranja cuando pasan del nivel de energía $2 p_{10}$ al nivel de energía $5 d_5$. Estos niveles corresponden a la notación de Paschen dentro de su escala espectroscópica.

La comparación entre la longitud de onda de esta radiación naranja y la radiación roja del cadmio ⁽¹⁾, obtenido este último valor después de numerosas medidas, ha permitido asignar a la longitud de onda del kriptón 86 el valor $\lambda = 0,605780211$ u y por consecuencia al metro, el valor de $1.650.763,73 \lambda$.

¹ En 1892 Michelson recomendó como más conveniente la raya roja del cadmio natural. Entre esta fecha y 1945 fue comparada siete veces en el Bureau International. En 1927 y, por acuerdo internacional fue tomada como definición del patrón espectroscópico de longitud adoptándose un valor de $\lambda = 6438,4696 \text{ \AA}$.

La comparación directa y precisa de una longitud al nuevo patrón puede efectuarse por medio de un interferómetro provisto de una lámpara de kriptón 86.

El Bureau Internacional de Pesas y Medidas está dotado de un equipo que por el método de desplazamiento longitudinal permite la comparación directa a la longitud de onda del kriptón 86 de reglas patrones a trazos, así como el estudio de su graduación y la comparación entre ellas de patrones a trazos.

Instalado en una sala, a temperatura constante, 20 °C, y con un aislamiento térmico rigurosísimo, este equipo está compuesto esencialmente por los siguientes elementos:

- Un comparador asociado a un interferómetro de Michelson cuyo conjunto está encerrado en un espacio estanco en el cual se hace el vacío, calorifugado y colocado sobre cimientos estables, prácticamente insensibles a las vibraciones del suelo. El sistema antivibratorio consta de una losa de 30 toneladas colocada sobre resortes.
- La medida de temperatura se realiza mediante termómetros de resistencia de platino, para lo cual se requiere un puente de medida de resistencias eléctricas, así como de los dispositivos que realizan los puntos fijos termométricos necesarios para el calibrado de dichos termómetros.
- El índice de refracción del aire enrarecido que contiene el espacio estanco, es medido mediante un refractómetro interferencial.
- El verdadero corazón de todo el sistema es la lámpara de kriptón 86. La lámpara está compuesta por un tubo de descarga eléctrica provista de un cátodo caliente, emisor de electrones y un ánodo, a un potencial positivo de algunas centenas de voltios.

Sumergida en aire líquido que contiene un vaso de Dewar, se encuentra dicho conjunto encerrado en un recipiente estanco, al cual por aspi-

ración se le ha hecho un vacío parcial, regulándose la presión entre 0,03 y 0,003 mm Hg ⁽¹⁾, con el fin de refrigerar el aire líquido por ebullición, obteniéndose unas temperaturas entre $-210\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-215\text{ }^{\circ}\text{C}$. Lleva incorporado un dispositivo de agitación para el aire líquido.

- Un monocromador separa de las diversas radiaciones del kriptón, la radiación naranja emitida en el momento de la transición de los átomos entre los niveles de energía 2 p_{10} y 5 d_5 . Asimismo, se utiliza un fotomultiplicador para la medida de interferencias.

Como consecuencia de las corrientes gaseosas en el capilar y de los campos de átomos o de iones vecinos, el número de ondas de la radiación producida depende de varios factores:

- a. Del sentido de la observación; la luz camina en el capilar del lado catódico al lado anódico.
- b. De la presión del gas kriptón, es decir, de la temperatura de la lámpara.
- c. De la densidad de corriente en el capilar de la lámpara.

Para que se compensen estos efectos el método operatorio a seguir es el siguiente:

Sentido de la luz, de cátodo a ánodo

Temperatura 63 K ($-210\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Densidad de corriente, alrededor de $0,3\text{ A cm}^{-2}$

Gracias a todo el sistema y a los métodos operatorios científicamente estudiados y efectuados por personal experimentado, la longitud de onda de la radiación del kriptón 86 permite definir el metro con una precisión de 10^{-9} , es decir, 100 veces mejor que la precisión del metro de platino iridiado.

¹ La presión del kriptón gaseoso es la tensión del vapor de la fase condensada a esta temperatura y puede ser ajustada a voluntad con la temperatura.

En la actualidad se continúan las investigaciones para lograr un patrón de longitud más preciso.

Dos son los caminos tomados en este sentido.

El primero consiste en obtener una radiación cuya anchura fuese más pequeña.

La radiación del kriptón, tal y como se produce en la actualidad, aunque simple y desprovista de estructura hiperfina, tiene, sin embargo, una anchura debida al ensanchamiento por efecto Doppler, y esta anchura no despreciable es del orden de la millonésima de longitud de onda. Esto crea la consiguiente dificultad, pues está demostrado que esta distribución de energía alrededor de su longitud de onda central, no es perfectamente simétrica por razones que se desconocen hasta el momento. Por ello, si se dejase de trabajar con un gas en equilibrio térmico, y se produjesen las radiaciones con un haz atómico, es decir, por medio de átomos dirigidos a través de canales en una dirección determinada la observación transversal permitiría entonces liberar la mayor parte de los componentes de la velocidad.

El otro camino, en el que en la actualidad se cifran más esperanzas, es el de utilizar una fuente de luz láser, pero hasta el momento presente los láser presentan también grandes inconvenientes, pues son fuentes de luz en las cuales la frecuencia de la oscilación continua que se produce no depende solamente de las propiedades del átomo, sino también de la cavidad resonante en el interior de la cual se obliga a permanecer a estos átomos. Por consiguiente, la frecuencia emitida por un láser no es una frecuencia natural, estando afectada por el dispositivo experimental ⁽¹⁾.

Hasta aquí se ha tratado de realizar un esbozo del nuevo patrón de longitud, patrón, que, si en principio sirve para la mayoría de las medidas de longitud, no lo es para su totalidad.

¹ Las últimas investigaciones están centradas sobre la estabilización de un láser He - Ne por absorción de metano a una $\lambda = 3,39 \mu\text{m}$ u óido a una $\lambda = 0,633 \mu\text{m}$. Se conoce que la estabilidad así obtenida sobrepasa a la de la radiación del kriptón 86.

Así, por ejemplo, las medidas de longitud que se efectúan en astronomía de posición y en los cálculos de experiencias espaciales. El sistema de la mecánica del sistema solar está establecido no para medidas de longitud, sino para medidas angulares y de tiempo.

Los astrónomos no tienen necesidad de una unidad de longitud para la mecánica del sistema solar, pero por propia comodidad de lenguaje han creado su propia unidad astronómica de longitud, de extensa definición, y que en el fondo viene a ser igual al radio de la órbita terrestre alrededor del sol.

La relación entre el metro y esta unidad astronómica es bien pobre en precisión, del orden de una diezmilésima. Las últimas técnicas han tratado de mejorar esta precisión, a pesar de ello la unidad astronómica no es conocida en metros sino con una precisión inferior a la propia precisión de la definición del metro.

Así, pues, cuando se quiere lanzar un vehículo espacial, los cálculos iniciales se realizan en función del metro, pero una vez el vehículo en el espacio, todas las correcciones que se realizan sobre su trayectoria son consecuencia de observaciones astronómicas de acuerdo con el sistema de medidas de la mecánica celeste.

Otra difícil aplicación del metro se nos presenta igualmente en la espectrografía de rayos X. Las medidas efectuadas con longitudes de onda de rayos X tienen su propia unidad, que se la denomina como unidad X.

Esta unidad concebida por Manne Siegbahn está definida por el intervalo reticular de la calcita, cristal que se suponía totalmente regular y cuya malla reticular estaba considerada como una constante natural.

Sin embargo, se vio más tarde que cristales perfectos no existen, pues si esto sucediera no podría tener la posibilidad de incrementarse y, por tanto, de existir. Por ello, hay que pensar que existen dislocaciones e impurezas químicas que introducen átomos extraños, que perturban la red cristalina, resultando que esta unidad X, es una unidad

mal reproducible, encontrándose grandes diferencias entre diferentes muestras.

Se ha logrado, pues, obtener un patrón de longitud que no nos abarca todos los dominios actuales de la ciencia.

Masa

El kilogramo es la masa del prototipo de platino iridiado, sancionado por la I Conferencia General de Pesas y Medidas celebrada en 1889 y depositado en el Pabellón de Breteuil de Sèvres.

Según la primera definición francesa dada en la Ley de 7 de abril de 1795 (Ley del 18 germinal, año III), el gramo debía ser el peso absoluto de un volumen de agua pura, igual al cubo de la centésima parte del metro, tomada a la temperatura del hielo fundente.

Por razones de orden práctico y de precisión, la unidad adoptada fue el kilogramo, pero ante la dificultad en esa época de proceder a las experiencias necesarias con agua a 0 °C, Lefevre Gineau, encargados de la determinación precisa de la masa del kilogramo, operaron con agua a su máxima densidad (4 °C). Fue, a partir de estos resultados, cuando fue construido el primer patrón de platino que, junto con el metro, fueron depositados en los Archivos Nacionales de Francia el 22 de junio de 1799.

Cuando en 1872 la Comisión Internacional del Metro decidió la construcción de un nuevo prototipo del patrón de masa, fue la casa Johnson, Matthey y C^{ia} la encargada de su realización. La ejecución de estos trabajos no comenzó hasta 1878, finalizados en 1881, efectuándose las comparaciones en 1882. Una comisión mixta fue la encargada de supervisar su construcción y de ejecutar las comparaciones con el kilogramo de los Archivos. La realidad es que, desde un principio, no se encargó un solo prototipo, sino que se pidió a la casa constructora que realizara tres kilogramos, de entre los cuales se elegiría uno como prototipo internacional.

Así, pues, la casa constructora inglesa proporcionó en la primavera de 1879, tres cilindros de platino iridiado, cuya pureza de aleación fue

constatada separadamente por Sainte-Claire Deville y Stas, ambos componentes de la comisión mixta ⁽¹⁾.

Estos tres cilindros fueron enviados a continuación a M. Collot, constructor de París, para su pulimentación y para disminuir su peso, ajustándolos provisionalmente al kilogramo del Observatorio, teniendo la precaución de dejar en cada uno de ellos un exceso de peso suficiente para compensar la diferencia que podía existir ante este patrón y el de los Archivos.

Estos cilindros fueron designados con los símbolos K I, K II y K III.

Después de pequeños retoques en los patrones, se efectuaron las operaciones definitivas de comparación, con una balanza construida por M. Collot, provista de un mecanismo de transposición, que permitía transportar los kilogramos de un plato a otro. Estas operaciones fueron realizadas en el Observatorio de París.

Los kilogramos empleados en estas comparaciones definitivas fueron los siguientes:

- El kilogramo de los Archivos, de platino.
- Los dos kilogramos K I y K III, de platino iridiado.
- Uno de los patrones de kilogramo belgas, de platino, designado por BL, que anteriormente había sido comparado por Marek con uno de los kilogramos tipo del Bureau.
- El kilogramo K II fue empleado como tara.

Después de todas las comparaciones ⁽²⁾, La Comisión Mixta formuló la siguiente conclusión:

¹ La comisión mixta estaba constituida por los señores Dumas, Mouchez y Sainte-Claire Deville, delegados de la Sección Francesa y por Broch y Stas, Delegados del Comité Internacional.

² Cada comparación constaba de 24 series independientes (Tomo IV de los Trabajos y Memorias).

«Se puede declarar con toda certeza que el kilogramo K III y el kilogramo de los Archivos de Francia coinciden, en cuanto a su peso en el vacío, en los límites de incertidumbre en el cual se encuentran el volumen del kilogramo de los Archivos».

Un año más tarde y en la sesión del 3 de octubre de 1883 el Comité Internacional de Pesas y Medidas tomó por unanimidad la siguiente resolución:

«El kilogramo K III, cuya ecuación con relación al Prototipo de los Archivos ha sido determinada igual a cero por la Comisión mixta, es elegido como Prototipo internacional del kilogramo».

En 1888 se efectuaron las comparaciones con los prototipos nacionales, cuarenta en total, quedando guardado este kilogramo internacional prototipo bajo una doble campana de vidrio y depositado en el Bureau Internacional de Pesas y Medidas.

Este patrón es, como hemos dicho, un cilindro de platino iridiado con una altura, igual a su diámetro, de 39 mm, cuyas aristas están ligeramente achaflanadas. Teniendo, pues, la misma masa que el patrón de los Archivos, define a la unidad de masa, el kilogramo.

Experiencias efectuadas por el Bureau Internacional de Pesas y Medidas al final del siglo pasado pusieron de manifiesto que la masa del prototipo superaba en 27 miligramos a la del decímetro cúbico de agua pura a 4 °C. Nuevas experiencias realizadas posteriormente por el mismo Bureau, dieron como resultado que el aumento apreciado era de 28 miligramos.

Las balanzas del Bureau Internacional permiten comparar kilogramos con una precisión de dos centésimas de miligramo. Con algunas balanzas más modernas se llevan a alcanzar precisiones superiores, 0,001 mg, es decir en valor relativo 10^{-9} .

En la actualidad sería muy difícil todavía ejecutar un patrón de masa más perfecto que el kilogramo internacional ⁽¹⁾. Posee una serie de cualidades que ponen de manifiesto este grado de perfección. Es inalterable a

¹ Un medio mejor para definir la unidad de masa, como una función de una constante atómica con una suficiente precisión, aún no ha sido encontrado.

los agentes atmosféricos normales, tiene una gran densidad ($21,5 \text{ g/cm}^3$) y es totalmente amagnético. No posee marca alguna, ni rugosidades o asperezas que puedan retener polvo.

Para su conservación, y posteriormente a como fue colocado en un principio, se añadió una tercera campana de vidrio.

Hay que tener en cuenta que el principal agente de deterioro de todo patrón es el uso. Por ello, el BIPM conserva además del prototipo otros patrones-testigo que sirven para las determinaciones de masa que le son encomendados o solicitados.

El prototipo no ha sido utilizado desde su creación en 1889 más que en el año 1939.

Aparte del uso que tiende irremediamente a disminuir realmente la masa de un patrón, es necesario vigilar el polvo y las condensaciones que pueden aumentar ficticiamente su masa. Conviene, por tanto, operar siempre con patrones que estén rigurosamente limpios, por ello son lavados con diferentes disolventes y después sometidos a un chorro de vapor de agua.

Por lo general, todos los países poseen uno o dos prototipos del kilogramo, certificados por el BIPM. Las diferencias encontradas en precisión, en las comparaciones de este prototipo con los patrones secundarios del kilogramo, oscilan de unos países a otros entre 10^{-7} y 10^{-9} en valor relativo.

Los métodos sencillos y bien conocidos de calibración de una serie de masas proporcionan a la vez que los resultados, controles y estimaciones de las balanzas utilizadas. Es, sin duda, por estas razones por las cuales muy pocos países piden la calibración de su serie de masas al BIPM, estimándose que es mucho mejor así.

Tiempo

La unidad de tiempo ha estado relacionada durante muchos años con el movimiento aparente del sol, pues se pensaba que ningún mecanismo

hecho por el hombre podría constituir un patrón indestructible y reproducible. Esta consideración se extendía claramente a la oscilación de un péndulo al aire libre, pues sus dimensiones, su forma, la temperatura, la presión atmosférica, así como su uso o el envejecimiento de su suspensión, eran factores importantes en la duración de la oscilación que nos podía proporcionar. Un buen cronómetro podía servir como base de interpolación de tiempo entre dos determinaciones astronómicas, pero nunca como patrón. Por todo ello, la unidad de tiempo, el segundo, fue definida como la fracción $1/86400$ del día solar medio, el cual representaba la duración media del día solar, tomado a lo largo de un gran número de años, con el fin de corregir las desigualdades periódicas existentes, tales como la ecuación de centro, debida a la desigualdad en la elipticidad de la órbita terrestre, o la reducción al ecuador, debida a la oblicuidad de la eclíptica sobre el ecuador. Se tenía, pues, un patrón de tiempo sobre la base, de la rotación de la Tierra sobre ella misma.

El empleo del día solar medio y, por tanto, del segundo hubiera sido totalmente imposible, si la mecánica celeste no nos hubiera hecho conocer con gran precisión el movimiento aparente del sol, así como proporcionarnos los valores de las constantes arbitrarias de este movimiento.

Pero para utilizar esta definición no era suficiente el saber corregir las determinaciones de tiempo, de las desigualdades previstas por la teoría; era necesario que la duración de la revolución sideral de la Tierra fuese constante. Todavía hace muy poco se le atribuía una duración invariable de 86164,09890 segundos.

Hasta entonces la teoría de Euler, que consideraba la Tierra como un cuerpo sólido, sometido principalmente a la atracción del Sol y de la Luna, había permanecido, estableciendo la uniformidad absoluta de la rotación terrestre.

Pero en la segunda mitad del siglo diecinueve, se empezó a dudar de esta uniformidad, al ser imposible representar rigurosamente las observaciones de la luna y los planetas por medio de las leyes de la mecánica celeste.

En 1926 Brown demostró de manera irrefutable que estas dificultades podían ser salvadas si se admitía que la rotación terrestre estaba sometida a una variación secular, además de posibles fluctuaciones.

La rotación terrestre se retrasaba progresivamente, frenada por los frotamientos debidos a las mareas. Asimismo, se vieron que existían fluctuaciones irregulares, que se manifestaban en avances o retardos que llegaron a alcanzar hasta 1,4 segundos en un año, acumulándose en años sucesivos. Otros fenómenos de tipo estacionario, como vientos, corrientes marinas, fusión de glaciares, etc. desplazaban grandes masas sobre la tierra, provocando irregularidades en su velocidad de rotación.

Más tarde Stoyko evidenció la variación periódica anual. La teoría de Euler, válida para un cuerpo sólido ideal, no podía aplicarse con todo rigor a la tierra, cuerpo deformable, cubierto por masas líquidas y gaseosas. Por tanto, habiendo perdido el día solar medio su característica de patrón invariable, los astrónomos no tuvieron más remedio que elegir un movimiento no perturbado por las deformaciones terrestres. Este movimiento fue el movimiento orbital de la Tierra y los planetas alrededor del Sol.

La escala de tiempo universal, basada en el tiempo solar medio, fue sustituida por una nueva escala denominada Tiempo de Efemérides ⁽¹⁾.

La nueva definición del segundo se basada sobre la duración de la revolución de la tierra alrededor del sol, es decir, sobre el año trópico, intervalo de tiempo que sucede entre dos pasos consecutivos del sol por el punto vernal o equinoccio de primavera en su movimiento aparente. El nuevo intervalo era mucho más constante que el precedente, pero no absolutamente invariable, pues debido al movimiento de precisión de los equinoccios, el año trópico disminuía 0,53 segundos por siglo.

La nueva definición del segundo adoptada en 1955 por la Unión Astronómica Internacional y en 1956 por el Comité Internacional de Pesas

¹ Esta nueva escala fue establecida por el astrónomo americano Newcomb, que dedujo la ecuación de la longitud geométrica media del sol a través de las observaciones realizadas sobre los planetas y la luna en el transcurso de varios siglos, así como de sus propias observaciones.

y Medidas, en virtud de los poderes conferidos a este, por la X Conferencia General de Pesas y Medidas fue la siguiente:

«El segundo es la fracción $1/31.556.925,9747$ del año trópico para enero 0 de 1900 a 12 horas del tiempo de efemérides» ⁽¹⁾.

La precisión de este nuevo patrón se podía evaluar en 10^{-9} o algunas unidades del orden de 10^{-10} . Establecida una tabla de concordancias entre las dos escalas de tiempo, remontándose hasta los últimos años del siglo XVII, se comprobó que sus diferencias eran pequeñas, inferiores a 10 segundos entre los años 1700 y 1900.

Pero era presumible que este segundo de tiempo de efemérides sería reemplazado por un patrón físico, dadas las necesidades exigidas hoy en día por la física, del orden de 10^{-12} de precisión. Por ello, el Comité Internacional de Pesas y Medidas confió a un Comité Consultivo para la Definición del Segundo ⁽²⁾ el estudio de un nuevo patrón.

El apoyo y las investigaciones realizadas por los grandes laboratorios fue decisiva en este campo.

Sin embargo, las investigaciones habían comenzado años antes de la creación del Comité Consultivo. El primer patrón de frecuencia molecular fue construido por el NBS en 1949. La frecuencia correspondía a la máxima absorción de una onda electromagnética en amoníaco a 23.870 MHz_z .

Siguiendo este método de trabajo otros laboratorios trataron de mejorar las experiencias, principalmente Japón, pero vieron que con este método de absorción escasamente se excedía a la precisión de 10^{-8} . Más tarde se realizaron estudios con el máser de amoníaco, que, configurando una cavidad resonante sostenida por medio de un haz de moléculas excitadas, era un mejor patrón para una misma frecuencia.

Este nuevo invento fue estudiado hasta por diez grandes laboratorios, como el de Moscú, Tokyo, Inglaterra, Francia... pero a pesar del gran

¹ El lenguaje corriente es el 31 de diciembre de 1899 a mediodía.

² Este Comité Consultivo fue creado en el año 1956.

trabajo realizado, la reproductibilidad de la frecuencia del máser de amoníaco no excedió a 10^{-10} , a causar principalmente de las condicionantes del método operatorio sobre la frecuencia.

Fue L. Essen, en el NPL, cuando en el año 1955 construyó el primer patrón de cesio de frecuencia atómica, siendo dicho prototipo uno de los más estudiados posteriormente en el mundo.

Reproducido y perfeccionado por los grandes laboratorios, con la inclusión de Italia y Canadá, se ha llegado a la realización hasta de modelos comerciales de tipo portable.

En 1964, el Comité Internacional de Pesas y Medidas en virtud de los poderes conferidos a éste, por la XII Conferencia General (1964) decidió el empleo temporal del nuevo patrón de frecuencia de cesio.

Sin embargo, la nueva definición del segundo no llegaría hasta 1967. Celebrada la XIII Conferencia General de Pesas y Medidas en ese año se decidió, que estando el patrón de frecuencia de cesio lo suficientemente probado, y obteniéndose con él precisiones que cubrían las necesidades actuales, reemplazar la antigua definición basada en el tiempo de efemérides, por la siguiente:

«El segundo es la duración 9.192.631.770 períodos de la radiación correspondientes a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133».

Patrones de frecuencia atómica de cesio de varios laboratorios como Suiza, PTB, NBS, NPL, Canadá, Observatorio Naval de Washington (1)... son utilizados como patrones de tiempo y frecuencia de acuerdo con la actual definición del segundo, asegurándonos una precisión en las señales del radio de tiempo y frecuencia de algunas partes de 10^{-12} .

Este enorme progreso alcanzado en pocos años se ha realizado como consecuencia de las múltiples investigaciones realizadas no solamente so-

¹ Precisamente este Observatorio fue el que, trabajando en colaboración con el NPL, obtuvo el número de períodos de la definición del segundo.

bre los patrones de frecuencia, sino también sobre aparatos auxiliares en la investigación, como multiplicadores de frecuencia, servomecanismos, campanas de cuarzo, etc. Otros trabajos están en estudio y podrían resultar más aceptables que el patrón de cesio, que en la actualidad es el único con categoría de primario o absoluto. Así en Neuchâtel y NBS se trabaja actualmente sobre un patrón a base del talio y sobre el primer máser de hidrógeno estudiado por NF Ramsey se realizan investigaciones en el PTB, Universidad de Harvard y en otros importantes laboratorios.

En la actualidad existen tres tipos de relojes atómicos que están comercializados o desarrollados en laboratorio: el patrón de cesio, el patrón de rubidio y el máser de hidrógeno.

Antes de finalizar esta breve exposición sobre el tiempo hay que distinguir claramente dos aspectos de esta magnitud. El primero es el concerniente a las escalas de tiempo. Cuando el segundo era definido por fenómenos astronómicos, la rotación diurna de la Tierra alrededor de su eje o la revolución anual de la Tierra alrededor del Sol proporcionaba a los astrónomos escalas de tiempo natural, es decir, el tiempo universal, que es de hecho el tiempo solar medio y el tiempo de efemérides. La duración del segundo era obtenido por subdivisión del día o del año por medio de relojes construidos por el hombre y reglados de acuerdo con las observaciones astronómicas.

El tiempo universal nos sigue siendo indispensable, pues nos indica la posición angular de la Tierra a través de su rotación o lo que viene a ser lo mismo, la posición angular de su bóveda celeste en su rotación aparente alrededor de la Tierra. Este tiempo universal no tiene ninguna relación teórica con el segundo actual, definido por una radiación de cesio.

El segundo aspecto importante es el de los intervalos de tiempo y las frecuencias. Mientras que una escala de tiempo nos permite situar el instante y la fecha de un acontecimiento, el intervalo de tiempo nos expresa una duración, cualquiera que sea la fecha, duración, por ejemplo, de un fenómeno periódico. Por definición se sabe que la frecuencia de un fenómeno es la inversa de su período.

En la definición actual del segundo se especifica el período o la frecuencia de una radiación de cesio.

Físicamente, el segundo es un intervalo de tiempo, obtenido por medio de su patrón de frecuencia de cesio y a la inversa a lo efectuado por los astrónomos, por acumulación sucesiva de estos segundos se realiza una escala de tiempos que es el Tiempo Atómico.

Es el Bureau Internacional de la Hora (BIH) el encargado de coordinar los tiempos atómicos nacionales en el plano internacional, bajo la dirección de la Conferencia General de Pesas y Medidas, estableciendo el Tiempo Atómico Internacional (TAI) sobre la base de las indicaciones de los relojes atómicos que funcionan en una serie de laboratorios de acuerdo con la definición del segundo, unidad de tiempo del Sistema Internacional de Unidades (SI).

Todas las señales horarias están reguladas sobre el TAI introduciendo modificaciones en la numeración de los segundos con el fin de que estas no se separen en más de 0,7 segundos del tiempo universal, con la finalidad de conocer la posición angular de la tierra.

Este TAI modificado es el que ha recibido el nombre de Tiempo Universal Coordinado (TUC) significando esta última palabra, unificado por convenio internacional.

Los comienzos de cada segundo coinciden lo más exactamente posible en el TAI y en el TUC; la duración de cada segundo se realiza conforme a la definición atómica de éste, pero su numeración se hace en segundos, minutos, horas y días. Sin embargo, a causa del retardo de la rotación de la Tierra, el TUC se retrasa con relación al TAI un número entero de segundos, siendo 10 segundos el 1.º de enero de 1972, 11 segundos el 1.º de julio de 1972, 12 segundos el 1.º de enero de 1973, es decir que el último minuto de diciembre de 1971, de junio de 1972 y de diciembre de 1972 se componen de 61 segundos, por adición de la intercalación de un segundo. Esta adición es señalada por el Bureau Internacional de la Hora. Todas las señales horarias se ajustan, pues, al TUC, dando una aproximación del tiempo universal de modo directo, pues el TAI se de-

duce aplicando la corrección de retardo en cada momento. Las emisoras hertzianas de señales horarias dan la hora con un error de 1 ms a 1 us.

Como antes dijimos los patrones primarios del segundo son los relojes de cesio. Esquemáticamente un reloj de cesio se compone de un reloj de cuarzo la mejor calidad y de un patrón de frecuencia de cesio que controla permanentemente la frecuencia de la oscilación del cuarzo, corrigiendo sus variaciones por medio de un servomecanismo. Este servomecanismo es accionado por el máximo de resonancia entre una frecuencia sintetizada provoca la transición y un haz de átomos de cesio. Cuando se alcanza la resonancia, una onda electromagnética a la frecuencia sintetizada provoca la transición y un haz de átomos de cesio en el vacío es desviado diferentemente por campos magnéticos. La transición cambia la orientación del momento magnético del átomo de cesio.

Por último, quisiera hacer una distinción importante. Es la existente entre un reloj y un patrón de frecuencia.

Los relojes funcionan permanentemente, dándonos una escala de tiempo que indica el tiempo total transcurrido habiendo partido de un momento cero arbitrario. Sin embargo, los patrones de frecuencia se ponen en marcha de cuando en cuando (no tienen por qué estas funcionando permanentemente) con el fin de verificar las velocidades o frecuencias de los relojes continuos, de la misma manera que un reloj de pulsera puede ser ajustado periódicamente sirviéndonos de un reloj electrónico más preciso.

Para combinar en un solo instrumento el reloj y el patrón de frecuencia primario, el Consejo Nacional de Investigaciones del Canadá encargó en 1970 al Dr. Mungall ⁽¹⁾ la concepción del referido instrumento. Finaliza-

¹ La trayectoria de sus investigaciones quedan resumidas en las siguientes palabras: «Yo pienso que es mucho más importante construir un buen reloj primario estable que tomar la media de un gran número de relojes secundarios menos estables. En algunos países se realizan procedimientos complicados para alcanzar estos medios y obtener una escala de tiempo medio, que siempre he pensado, que, desde un punto de vista puramente físico, es una mala manera de atacar el problema.»

do en 1973, este instrumento denominado C s V sirve tanto como patrón experimental de frecuencias, como reloj, siendo en la actualidad el más preciso y estable del mundo.

En general, en otros países los patrones primarios de cesio no son construidos para servir como relojes, sino únicamente como patrones de frecuencia, utilizables para medir las velocidades medias de los relojes atómicos comerciales.

Los relojes secundarios pueden ser de gran estabilidad en largos períodos, pero como su concepción es idéntica, sus derivas tienden a ser también en el mismo sentido. Es inevitable, que pequeñas derivas en frecuencia se produzcan por envejecimiento de los componentes electrónicos, variaciones en el blindaje magnético o acumulación de cesio metálico en las cavidades. Por todo esto, es por lo que es necesario verificar frecuentemente los relojes secundarios utilizando una referencia primaria estable.

El C s V, que mide cuatro metros no se parece en nada a un reloj tradicional. Su precisión no depende ni de un péndulo ni de un resorte, sino de un campo magnético muy uniforme en la región de transición del cesio.

A rasgos generales está constituido por una pequeña masa metálica de cesio de 5 gramos, que es calentada a 80 °C en un horno de acero inoxidable situado en una extremidad del C s V. A esta temperatura de cesio sólido se transforma en un líquido denso y plateado cuyo vapor a una determinada presión nos da haz de átomos libres de cesio que son proyectados entre los polos de un imán seleccionador de estado, gracias al cual los átomos son separados en dos haces que corresponden a dos niveles energéticos.

Estos dos haces atraviesan un largo recinto, en el cual se ha efectuado el vacío, siendo sometidos a un campo magnético bajo y uniforme, en el que la división atómica hiperfina se mantiene.

El haz de cesio es sometido a una frecuencia de excitación de microondas, que emana de un oscilador a diodo de Gunn, efectuándose la transición atómica.

Cuanto más próxima sea la frecuencia del oscilador a la frecuencia de resonancia atómica, más átomos del haz experimentarán la transición.

El haz pasa entonces de la región del campo magnético y de las microondas a un segundo campo con imán seleccionador de estado y después por un detector a hilo caliente de platino iridiado. Es en este momento, en el que los átomos de cesio que llegan son ionizados, apareciendo bajo forma de corriente eléctrica.

La amplitud de esta corriente nos indica la proporción de átomos de cesio que han sido excitados, así como hasta qué punto la frecuencia de excitación de las microondas está ajustada a la frecuencia de transición atómica del cesio. La frecuencia de las microondas nos es dada por multiplicadores y sintetizadores electrónicos conectados a una osciladora de cristal de cuarzo de 5 MHz.

Las variaciones de corriente iónica del cesio nos sirven para indicar el error y una señal retroactiva permite ajustar la frecuencia del oscilador de cuarzo.

Una vez que hemos obtenido una buena frecuencia y que ella permanece estable, la frecuencia de salida del C s V puede ser contada por una serie de divisores electrónicos, dándonos impulsos regulares e intervalos de un segundo, que aparecerán en forma numérica en el visualizador del reloj atómico.

Los científicos esperan que el C s V mantenga una precisión de $1 \cdot 10^{-13}$, es decir, que este reloj atómico no tendrá un error superior a tres segundos en un millón de años.

El único instrumento de precisión comparable es el máser de hidrógeno, que es un patrón de frecuencia basado sobre el átomo de hidrógeno.

Unidades eléctricas

Las unidades eléctricas, para la intensidad de corriente y resistencia, fueron introducidas por el Congreso Internacional de Electricidad celebrado en Chicago en 1893, llevando consigo el apelativo de «internacio-

nales». Más tarde y con motivo de la Conferencia Internacional de Londres celebrada en 1908 se confirmaron sus definiciones «internacionales».

Al celebrarse en 1921 la Sexta Conferencia Internacional de Pesas y Medidas decidió que el Comité Internacional estudiara las cuestiones relativas a las unidades eléctricas.

En 1927 y con motivo de la Séptima Conferencia Internacional se constituyó el Comité Consultivo de Electricidad. Entre los trabajos encomendados a este Comité fue el de la sustitución del sistema denominado de unidades «internacionales» por el sistema de unidades absolutas.

En 1929 el Comité Internacional encargó al Comité Consultivo el estudio de las cuestiones fotométricas. Fue por este encargado por lo que en 1930 se constituyó el Comité Consultivo de Electricidad y Fotometría.

Mientras tanto, se habían llevado a cabo negociaciones con la Comisión Internacional del Alumbrado, que poseía en su seno un Comité de Fotometría.

Las relaciones entre ambos Comités fueron discutidas en 1932, en una reunión oficiosa, entre los representantes de los dos organismos. En esta reunión se decidió proponer al Comité Consultivo, para que a su vez éste lo transmitiese al Comité Internacional y más tarde a la Conferencia Internacional, que el Comité Consultivo fuese dividido en dos Comités uno de Electricidad y otro de Fotometría, con especialistas diferentes en los dos campos. Los dos Comités Consultivos serían constituidos sobre una misma base: comprenderían en su seno representantes de los grandes laboratorios y especialistas.

Para dar satisfacción a un deseo de la Comisión Internacional del Alumbrado, los especialistas del Comité de Fotometría serían designados entre los miembros del Comité especial de esta Comisión. Con esta solución se pareció dar satisfacción a todos los intereses legítimos alrededor de esta cuestión.

Por todo ello, y por la Resolución 9 de la 8.^a Conferencia General de Pesas y Medidas celebrada en 1933 se instituye la creación del Comité

Consultivo de Fotometría. Es en esta Conferencia Internacional en la que por la Resolución 10 se sanciona el principio de la sustitución de las Unidades Internacionales por las absolutas, decidiendo aplazar hasta el año 1935 la fijación provisional de relaciones entre las unidades absolutas y las internacionales.

Como consecuencia de la II Guerra Mundial, la 9.^a Conferencia Internacional no se celebra hasta 1948, adoptándose en ésta la siguiente definición, para la unidad de intensidad de corriente, el amperio:

El amperio es la intensidad de una corriente constante que, mantenida en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y colocados a una distancia de un metro el uno del otro en el vacío, produce entre estos conductores una fuerza igual a $2 \cdot 10^{-7}$ newton por metro de longitud.

De esta definición se deduce que para su realización se exige un conocimiento previo de las unidades de longitud, masa y tiempo. Asimismo, exige instalaciones complicadas que solamente algunos laboratorios especializados pueden utilizar eficazmente.

Esta unidad, de acuerdo con su definición, no puede ser materializada en forma de un patrón transportable, lo que es de lamentar en unidad tan importante. Su elección no fue verdaderamente feliz.

La verificación de las medidas eléctricas en el mundo se realiza, por consiguiente, gracias a otros patrones. Son el ohmio y el voltio principalmente los que realizan esta misión al poder soportar perfectamente los viajes, sobre todo el ohmio, lo que permite intercomparaciones de alta precisión, alrededor de 10^{-6} .

Se presenta al ohmio por la resistencia de un hilo de metal o de una columna de mercurio.

La estabilidad del patrón exige que el metal sea inalterable y que no esté afectado por tensiones mecánicas, debiendo ser pues cuidadosamente reconocido y colocado preferentemente en una atmósfera neutra o en un aceite especial.

Los metales puros tienen generalmente coeficientes de temperatura bastante elevados, por lo que se hace difícil su empleo como patrones de resistencia eléctrica, utilizándose, por consiguiente, algunas aleaciones que posean un coeficiente de temperatura más bajo. La más corriente es la manganina, que es una aleación de cobre, con manganeso (11 %), níquel (4 %) etc. Asimismo, se utiliza una aleación de oro con un 2,5 % de cromo, con la cual se obtienen altos resultados.

Estas aleaciones llegan a ser altamente estables cuando están bien realizadas, sin embargo, ciertos controles son necesarios si se quiere asegurar el valor de los patrones no sufre una deriva secular.

Es, por todo lo expuesto, por lo que el BIPM conserva la unidad de resistencia eléctrica por medio de diferentes tipos de patrones, algunos de los cuales son de metales puros, platino, oro, etc., conservados a la temperatura, bien definida, del punto triple del agua.

Asimismo, se realizan resistencias por medio del mercurio, introducido en un tubo de cuarzo fundido.

Desde el punto de vista de la medida, el patrón de resistencia de alta precisión debe ser considerado como formado por cinco conductores. Uno de ellos constituye la resistencia propiamente dicha, en cada extremidad de la cual se encuentra un hilo para proporcionar la corriente y otro para las tomas de potencial.

El patrón será, por tanto, mejor definido por sus extremidades, es decir, los puntos de derivación de las tomas de potencial, pues estarán menos sujetos a las incertidumbres de los contactos que unen el patrón a los puntos de medida. Por todo ello, es necesario que estas derivaciones sean largas y constituidas por conductores de gran sección. Esto se realiza por medio de bloques de metal de alta conductibilidad.

El paso de una corriente por una resistencia está siempre acompañado de un desprendimiento de calor, siendo francamente difícil conocer la temperatura exacta de un patrón de resistencia en servicio.

Por esta razón la corriente que se hace pasar es la más débil posible ($\approx 0,1$ A) con tal de que sea compatible con la exigencia de obtener una alta precisión.

Los metales cuya resistencia es poco sensible a la temperatura tienen una superioridad evidente. Con los demás se pueden resolver las dificultades, efectuando medidas a diversas intensidades de corriente y extrapolando a la intensidad nula.

Los patrones de fem son normalmente pilas, siendo la pila tipo Weston la que de modo general solo se utiliza en metrología.

La peculiaridad de este tipo de patrón es la de no poderse prestar a ningún ajuste.

El polo positivo de la pila está constituido por mercurio y el polo negativo por una amalgama de cadmio; el electrolito utilizado es una solución de sulfato de cadmio.

Si los productos utilizados son de gran pureza y si su construcción está de acuerdo con las nuevas especificaciones establecidas por el Comité Internacional de Pesas y Medidas, la pila dará una fem próxima a 1,0186 voltios, con una aproximación de algunas decenas de microvoltios. La pila normal es muy estable. Posee un coeficiente térmico bastante elevado, próximo a $40 \cdot 10^{-6}$ V/grado, por lo que una diferencia de temperatura entre los dos polos tiene una influencia todavía diez veces mayor, lo que exige observar la pila en condiciones térmicas muy bien definidas.

Se pueden realizar pilas análogas teniendo un coeficiente térmico despreciable, utilizando un electrolito no saturado, pero esto va en detrimento de la estabilidad del patrón, cuya fem disminuye con el transcurso del tiempo.

Los patrones representativos del ohmio y del voltio, de diez grandes laboratorios metrológicos, son enviados cada tres años al BIPM el cual los compara entre ellos y sus propios patrones.

Desde el acuerdo internacional que entró en vigor el 1.º de enero de 1969 todos estos patrones han sido ajustados sobre los del BIPM y las pe-

queñas diferencias entre los diversos países que se elevaban inicialmente a varias millonésimas, han sido reducidas a menos de una millonésima. Las medidas eléctricas más precisas son pues uniformes en todo el mundo con esta aproximación.

El efecto Josephson comienza a ser utilizado para controlar la estabilidad de la fuerza electromotriz de los elementos de tipo Weston que sirven de patrones y corregir su deriva.

En efecto, cuando irradia una unión Josephson, formada por dos supraconductores separados por una delgadísima capa aislante, a una radiación electromagnética de frecuencia γ , la diferencia de potencial entre las extremidades de esta unión, en función de la intensidad de corriente, presenta escalones separados por saltos de potencial ΔV , que obedecen a la ley $2 e\Delta V = h\gamma$, siendo e , la carga del electrón y h , la constante de Planck, comparándose el ΔV , a la fuerza electromotriz de un elemento de tipo Weston por medio de un potenciómetro. Esta experiencia requiere grandes precauciones, llegándose a alcanzar precisiones de 10^{-7} .

El Efecto Josephson permitirá reproducir el voltio en todo momento, sin tener que conservar los elementos Weston, cuando la constante $2 e/h = V/\Delta V$ sea conocida con una gran precisión; el valor admitido actualmente es $483.954,0 \text{ GHz/V}$, con una precisión del orden de 10^{-6} .

Respecto al ohmio, sus patrones pueden ser comparados a los del faradio con una alta precisión, por comparación de su impedancia a una frecuencia conocida.

La exactitud de la realización absoluta del ohmio, en los países europeos, está todavía afectada de errores que sobrepasan $2 \cdot 10^{-6}$, pero se podrá disminuir hasta 10^{-7} , cuando el método del condensador de variación calculable sea realizado y aplicado con su óptima precisión.

Últimamente la industria comienza a pedir patrones del ohmio y del voltio certificados con 10^{-6} , lo que no es posible sino fijando por convención las últimas cifras decimales, cuya exactitud no puede ser garantizada, sino manteniéndose sobre la base de los patrones del ohmio y voltio

del BIPM, confrontados con los patrones de otros laboratorios mundiales en las comparaciones trienales.

En 1970 los patrones del ohmio y voltio del NPL, PTB, Laboratorio Central de Industrias Eléctricas de Francia y los del Instituto Galileo Ferraris de Italia estaban de acuerdo con los del BIPM en cerca de $0,5 \cdot 10^{-6}$.

Esta excelente uniformidad, diez veces superior a las anteriores es la clara consecuencia de las comparaciones cada tres años que realiza el BIPM. Los valores medios que conserva el BIPM son definidos como Ω_{BIPM} y V_{BIPM} .

Durante los últimos veinte años, los laboratorios nacionales han tratado de incrementar la precisión de las determinaciones absolutas, no solamente por el perfeccionamiento en los métodos en uso de la balanza de corriente o de las inductancias calculables, sino también el descubrimiento de nuevos caminos. Así en 1956, D. G. Lampard y A. M. Thompson anuncian un nuevo teorema electrostático, que pusieron rápidamente a punto en su laboratorio (NSL), así como en otros (NBS, NPL, NCR, ...) para la determinación absoluta, en metros, de la unidad de capacidad eléctrica. Otras investigaciones como la del radio giromagnético del protón en el agua, pueden aumentar en su día el grado de precisión.

Todo ello nos lleva a pensar que el patrón de resistencia de manganina y las células de sulfato de cadmio podrían ser completados o reemplazados por condensadores electrostáticos, o bien serían controlados con relación a ciertas constantes atómicas, gracias a la utilización del radio giromagnético del protón y al Efecto Josephson.

Temperatura

Sin remontarnos a Galileo y a los termómetros florentinos fabricados hacia mediados del siglo xvii podemos decir, que la verdadera termometría científica comienza con Fahrenheit y su termómetro de mercurio, cuyo cero correspondía a una mezcla de agua pura, hielo y cloruro de amonio, y el punto 96 a la temperatura del cuerpo humano. En esta escala, el hielo fundía a 32 grados y la ebullición del agua se producía a los 212 grados.

Más tarde en 1742, el sueco Celsius, construye un termómetro de mercurio en el que el intervalo comprendido entre la ebullición del agua y la fusión del hielo lo divide en 100 partes iguales, dando el valor cero para el punto de ebullición del agua y el valor cien para el punto de fusión del hielo. En la inversión de estos valores tiene su origen la denominada escala Celsius.

Entre los puntos de calibración, las indicaciones de los diferentes termómetros son función del sistema termométrico utilizado. Es por esto, por lo que Gay-Lussac vuelve a trabajar sobre termómetros a gas, pues se pensaba en aquella época, que todos los gases tenían el mismo coeficiente de dilatación y que, por tanto, definían una misma escala. Pero más tarde Renault reconocía que no se podía tomar un solo coeficiente de dilatación, independientemente de la naturaleza del gas, de la presión de llenado y del modo de dilatación utilizado.

Las escalas determinadas por estos termómetros eran hasta entonces arbitrarias.

Es hacia esta época, cuando Lord Kelvin define la temperatura termodinámica, a la que todas las escalas en lo sucesivo tratarán de aproximarse.

En 1887, el Comité Internacional adoptó una escala termométrica, fundada sobre la variación de la fuerza elástica del hidrógeno. Esta escala sería más tarde sancionada por la Primera Conferencia General de Pesas y Medidas. La elección del hidrógeno se basaba en que, de todos los gases conocidos hasta entonces, el hidrógeno era el que más se aproximaba al estado perfecto.

Utilizada esta escala en toda clase de trabajos científicos, se la denominó «escala normal». Más tarde se comprobó que al extenderse la escala normal a las bajas temperaturas, se tropezaba con la licuefacción del hidrógeno, mientras que para altas temperaturas se producían efectos expansivos ⁽¹⁾.

¹ Esta primera escala presentó grandes inconvenientes, ya que su transferencia era difícil, operándose con termómetros de mercurio comparados directamente con el termómetro de gas.

Por ello, comenzaron las investigaciones sobre el helio, encontrándose que este gas estaba más próximo al estado perfecto que el hidrógeno, determinándose sus propiedades termodinámicas y basadas en estas, se pensó en establecer una nueva escala.

En 1913, con motivo de la Quinta Conferencia General de Pesas y Medidas, se declaraba la necesidad de cambiar o sustituir la escala normal por una escala absoluta, así como la fijación de algunos puntos termodinámicos convenientemente elegidos ⁽¹⁾.

Pero el verdadero paso en esta materia se da con motivo de la Séptima Conferencia General de Pesas y Medidas celebrada en el año 1927.

Con anterioridad a esta fecha varios laboratorios mundiales habían trabajado conjuntamente con el fin de constituir una escala internacional ⁽²⁾ no llegándose a concretar nada internacionalmente con motivo de la guerra mundial desencadenada entre 1914-1918.

Fueron fundamentalmente el NBS, el NPL y el PTR los que presentaron con motivo de la VII Conferencia General, un texto completo concerniente a la adopción de una escala práctica, que sería designada bajo el nombre de Escala Internacional de Temperatura de 1927.

La base fundamental para la determinación de esta escala quedó definida de la manera siguiente:

«La escala termodinámica centígrada, en la cual la temperatura del hielo fundente y la temperatura de condensación del vapor de agua, ambas bajo la presión de una atmósfera normal, son designadas por 0° y 100° respectivamente, es reconocida como la escala fundamental a la cual serán finalmente relacionadas todas las temperaturas».

Esta escala prácticamente se ajustaba todo lo más posible a la escala termodinámica ⁽³⁾ en tanto que los conocimientos de la época permitían

¹ En 1911 Alemania propuso una escala termodinámica, cuyo campo se extendiese de 0° a 450°, utilizando termómetros de resistencia de platino.

² NBS, NPL, Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Laboratorio Criogénico de Leyden, Cámara Central de Pesas y Medidas de la URSS, etc.

³ La escala Kelvin, en la que las temperaturas son designadas por K e identificadas con el símbolo T, es reconocida como la escala termodinámica fundamental, a la cual toda medida de

verificarla y establecía que las medidas de temperatura serían designadas por «°C».

Fijaba seis puntos fundamentales, cuyos valores numéricos asignados, a la presión normal, eran los siguientes:

Punto de ebullición del oxígeno.....	-182°, 97
Punto de fusión de hielo.....	0°, 000
Punto de ebullición del agua.....	100°, 000
Punto de ebullición del azufre.....	444°, 60
Punto de fusión de la plata.....	960°, 5
Punto de fusión del oro.....	1063°, 0

Asimismo, fijaba los tipos de instrumentos a utilizar entre los intervalos de temperatura: termómetros de resistencia de platino de -190° a $+660^{\circ}$, termopares platino/rodio (10 %) platino de $+660^{\circ}$ al punto de fusión del oro y pirómetros ópticos monocromáticos por encima de este punto, así como las fórmulas de interpolación correspondientes.

Sin embargo, se encontraron algunas dificultades en su realización práctica. El uso del termómetro de platino, entre -182° y -190° no era el apropiado, resultando que la escala práctica se separaba notablemente de la escala termodinámica; asimismo se vio la imposibilidad de fijar un valor oficial para el punto de fusión del aluminio. Si se operaba con un termómetro de resistencia de platino calibrado entre los puntos fijos, se encontraba un valor superior a 660° , mientras si se hacía lo mismo con un termopar de platino calibrado, se obtenía un valor inferior a los 660° .

Este hecho mostraba que el establecimiento de una escala coherente, no era una operación fácilmente realizable.

temperatura debe poderse relacionar. En esta escala, el intervalo comprendido entre el punto de fusión del hielo T_0 y el punto de ebullición del agua T_{100} es de 100 grados.

En 1937, se crea el Comité Consultivo de Termometría, encargándosele de revisar y modificar en lo posible la escala de 1927.

En 1939, el Comité hace una propuesta de revisión que no puede llevarse a efecto por estallar la II Guerra Mundial.

Es en 1948, con motivo de la Conferencia General, cuando se define una nueva escala, denominándola Escala Internacional de Temperatura de 1948.

Los métodos operarios respecto a los de la escala de 1927 son sustancialmente los mismos.

Dos son las revisiones que se introducen en la nueva escala y que tendrán por consecuencia cambios apreciables en los valores numéricos asignados a las temperaturas.

La primera es el paso del punto fijo de fusión de la plata de 960° , 5 a 960° , 8 C, que cambia las temperaturas medidas con el termopar patrón. Este era uno de los defectos más importantes de la escala de 1927, pues se encontraba una falta de continuidad en la zona en que la escala a termómetros de resistencia de platino, se enlazaba a la escala de pares termoelectrónicos. Con este cambio se ajustaba lo mejor posible el punto de fusión del antimonio.

La segunda revisión consistió en dar un nuevo valor diferente a la constante de radiación C_2 , con el cual se cambiaban todas las temperaturas superiores al punto de fusión del oro ⁽¹⁾.

Asimismo, se introdujo el empleo de la fórmula de Planck, en vez de la fórmula de Wien, para la extrapolación a temperaturas elevadas. La fórmula de Planck está de acuerdo con la escala termodinámica y elimina, como consecuencia, el límite superior que imponía la Ley de Wien en la escala de 1927.

¹ En 1939 se propuso dar un nuevo valor a la constante C_2 , tomándose el valor 1,436 en vez de 1,432 cm.grado. En esta revisión y después de numerosos estudios experimentales, debidos especialmente a Birge, se da a esta constante el valor 1,438 cm.grado.

Los puntos fijos adoptados en la nueva escala fueron los siguientes, significando, que la última cifra decimal asignada a cada uno de estos valores no representa más que el grado de reproductibilidad de estos valores:

Punto de ebullición del oxígeno.....	-182,970 °C
Punto de fusión del hielo.....	0 °C
Punto de ebullición del agua.....	100 °C
Punto de ebullición del azufre.....	444,600 °C
Punto de fusión de la plata.....	960,8 °C
Punto de fusión del oro.....	1063,0 °C

Se consideraron como puntos fijos fundamentales el punto de fusión del hielo y de ebullición del agua, denominando a los demás, puntos fijos primarios.

En esta Conferencia General se aceptó el principio de sustitución, de definir la temperatura termodinámica por un solo punto fijo, en lugar de definirla por el intervalo 0° – 100°. El punto fijo elegido, fue el punto triple del agua, pero la Conferencia decidió, asimismo, esperar hasta atribuir un valor numérico al referido punto triple (¹).

El Comité Consultivo de Termometría había estudiado a fondo este tema, proponiendo la sustitución antes anunciada, así como determinando para la temperatura del punto triple del agua la de 273,16 grados, lo que llevaba consigo que el 0 °C correspondería a 0,0100 grados por debajo del punto triple.

Es la 10ª Conferencia General de Pesas y Medidas la que decide adoptar de manera definitiva el valor numérico de 273,16 para la temperatura del punto triple del agua.

¹ Ya en 1854 Lord Kelvin había indicado la posibilidad de definir la temperatura termodinámica por un solo punto.

La diferencia de $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$ lleva consigo a que la 14.^a Conferencia General publique una escala corregida llamada Escala Internacional Práctica de Temperatura, definiendo el Kelvin como la fracción $1/273,16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua, siendo los valores numéricos de las restantes temperaturas los mismos que los de la escala de 1948. Sin embargo, también se reconocía que la EIPT (60) se ajustaba a la temperatura termodinámica en el ámbito de lo posible y el texto llevaba consigo un capítulo en el que se especificaban las diferencias entre ellas.

En 1967, el PTB hace un intento para que sea aceptada una Escala Internacional Práctica de Temperatura «provisional 1967», que se ajustaba más a la escala termodinámica. La proposición se basaba en reemplazar los valores actuales de los puntos del zinc, plata y oro, por los nuevos valores de $419,58\text{ }^{\circ}\text{C}$, $961,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $1064,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, atribuyendo a la constante C_2 el nuevo valor de $0,014338\text{ metro.grado}$. Asimismo, se proponía aceptar una tabla de correcciones para el campo de $-182\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $420\text{ }^{\circ}\text{C}$ y no modificar otros puntos, a menos que se obtuviese un platino más puro para los termómetros de resistencia.

Esta y otras proposiciones son el origen para que en 1968 se confeccione una nueva escala internacional denominada EIPT 68, con la que se trata de reducir las diferencias de exactitud con las cuales se conoce la temperatura termodinámica, así como su extensión a bajas temperaturas.

Hasta este momento, las incertidumbres estimadas sobre los valores asignados a los puntos fijos por definición, con relación a la temperatura a termodinámica eran las siguientes:

Puntos fijos por definición	Valores asignados	Incertidumbres estimadas
Punto triple del hidrógeno en equilibrio	13,81 K	0,01 K
Punto 17,042 K del hidrógeno en equilibrio	17,042 K	0,01 K
Punto de ebullición del hidrógeno en equilibrio	20,28 K	0,01 K
Punto de ebullición del neon	27,102 K	0,01 K
Punto triple del oxígeno	54,361 K	0,01 K
Punto de ebullición del oxígeno	90,188 K	0,01 K
Punto triple del agua	273,16 K	Exacto por definición
Punto de ebullición del agua	100 °C	0,005 K
Punto de congelación del estaño	231,9681 °C	0,015 K
Punto de congelación del zinc	419,58 °C	0,03 K
Punto de congelación de la plata	961,93 °C	0,2 K
Punto de congelación del oro	1064,43 °C	0,2 K

La EIPT 68 difiere de la EIPT 48 en los puntos siguientes:

El límite inferior de la Escala es ahora 13,81 K en lugar de 90,18 K. Los valores asignados a los puntos fijos por definición son modificados lo necesario, para que coincidan en lo más posible con las temperaturas termodinámicas, quedando solamente inalterables el punto triple del agua, que es fijo de forma permanente por definición y el punto de ebullición del agua.

Los instrumentos de interpolación son los mismos que antes, pero el termómetro patrón de resistencia de platino debe pasar a una resistencia reducida W (100 °C) de un valor de 1,3925 ⁽¹⁾. En el campo de tem-

¹ $W(100\text{ °C}) = R(100\text{ °C})/R(0\text{ °C})$.

peraturas comprendido entre 90,188 K y 273,15 K no se utiliza para la interpolación la ecuación de Callendar, empleándose en su lugar, la función de referencia $WCC_{T-68}(T_{68})$. Por encima de los 0 °C, la ecuación de Callendar es modificada de tal manera, que los valores interpolados estén en concordancia con la temperatura termodinámica. Para determinar temperaturas superiores al punto de congelación del oro ⁽¹⁾ se aplica un nuevo valor numérico al coeficiente C2, siendo este el de 0,014388 metro×Kelvin, que se introduce en la ecuación de Planck.

En el campo de 13,81 K a 90,188 K la EIPT 68 se funda sobre la media de cuatro escalas nacionales y sobre las mejores temperaturas elegidas para los puntos fijos por definición. Estas escalas nacionales, son cada una definidas por medio de termómetros a resistencia de platino calibrados de acuerdo con el termómetro a gas y son perfectamente reproducibles ⁽²⁾.

Hay que significar que en la EIPT 68 ya no se habla de grado kelvin, ni de escala termodinámica, sino simplemente de Kelvin y temperatura termodinámica, pues se considera que la temperatura termodinámica es una magnitud física de base, igual que la longitud o la masa.

En el texto de la presente definición de EIPT 68, se significa, que, de acuerdo con la decisión de la 13.^a Conferencia General de Pesas y Medidas, se debe indicar la unidad de temperatura termodinámica con el nombre de «Kelvin» y con el símbolo K, así como, que todo intervalo de temperatura se debe expresar por la misma unidad y el mismo símbolo, aceptándose la utilización del «grado Celsius» y del símbolo «°C».

Por tanto, en la EIPT 68 se distingue la Temperatura Kelvin Internacional Práctica con el símbolo T_{68} y la Temperatura Celsius Internacional Práctica con el símbolo t_{68} . La relación entre ambas está expresada por la fórmula:

$$T_{68} = t_{68} - 273,15 \text{ K}$$

¹ Punto de equilibrio entre las fase sólida y líquida.

² Las diferencias entre la EIPT 68 están publicadas en la revista Metrología 5, n.º 2, 1969.

Resumiendo, los principios de la EIPT 68 y de sus puntos fijos por definición son los siguientes:

La EIPT 68 se funda sobre los valores de temperaturas asignados a un cierto número de estados de equilibrio enteramente reproducibles, puntos fijos por definición, y sobre instrumentos específicos calibrados a estas temperaturas. La interpolación entre las temperaturas de los puntos fijos se realiza por medio de fórmulas, que establecen las relaciones entre la indicación de estos instrumentos y los valores de la Temperatura Internacional Práctica.

El establecimiento de los puntos fijos se realiza en los estados de equilibrio especificados entre fases de sustancias puras.

Los instrumentos que deben ser utilizados son los siguientes:

Entre 13,81 K ($-259,34\text{ }^{\circ}\text{C}$) y $630,74\text{ }^{\circ}\text{C}$ es el termómetro de resistencia de platino el que debe ser utilizado como instrumento patrón. El elemento resistente, el platino, debe ser puro, recocido y exento de toda contracción.

Entre $630,74\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $1064,43\text{ }^{\circ}\text{C}$ el instrumento patrón, es el termopar platino/platino rodio (10 % de rodio), en que la relación fuerza electromotriz temperatura, es representada por una ecuación de segundo grado.

Por encima de $1064,43\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($1337,58\text{ K}$) se define la Temperatura Internacional Práctica por medio de la Ley de radiación de Planck, con $1337,58\text{ K}$ como temperatura de referencia y $0,014388$ metro Kelvin como valor de C_2 (¹).

Los puntos fijos, por definición, de la EIPT 68 son los siguientes:

¹ No se consideran en este trabajo las fórmulas de interpolación entre las diferentes temperaturas, que se encuentran en múltiples publicaciones.

Estados de equilibrio	T_{68}	t_{68}
Parte triple del hidrógeno en equilibrio (equilibrio entre las fases sólida, líquida y vapor del hidrógeno) ⁽¹⁾	13,81 K	-259,34 °C
Equilibrio entre las fases líquida y vapor del hidrógeno a una presión de 33.330,6 N/m ² ⁽¹⁾	17,042 K	-256,108 °C
Punto de ebullición del hidrógeno (equilibrio entre las fases líquida y vapor)	20,28 K	-252,87 °C
Punto de ebullición del neón (equilibrio entre las fases líquida y vapor)	27,102 K	-246,048 °C
Punto triple del oxígeno (equilibrio entre las fases sólida, líquida y vapor) ⁽¹⁾	54,361 K	-218,789 °C
Punto de ebullición del oxígeno (equilibrio entre las fases líquida y vapor)	90,188 K	-182,962 °C
Punto triple del agua (equilibrio entre las fases sólida, líquida y vapor) ⁽¹⁾	273,16 K	0,01 °C
Punto de ebullición del agua (equilibrio entre las fases líquida y vapor)	373,15 K	100 °C
Punto de congelación del zinc (equilibrio entre las fases sólidas y líquida)	692,73 K	419,58 °C
Punto de congelación de la plata (equilibrio entre las fases sólida y líquida)	1235,08 K	961,93 °C
Punto de congelación del oro (equilibrio entre las fases sólida y líquida)	1337,58 K	1064,43 °C

Unidad de intensidad luminosa

Cuando en 1875 fue creado el Bureau Internacional de Pesas y Medidas, Thomas Edison no había inventado todavía la lámpara de incandescencia. Sin embargo, siglo y medio antes P. Bouguer había elaborado

¹ Salvo para los puntos triples y para el punto 17,042 K, las temperaturas son obtenidas bajo la presión de una atmósfera normal (101 325 N/m²).

su «Ensayo de óptica sobre la graduación de la luz», considerado como la primera tentativa en el terreno científico de la fotometría visual. Las fuentes luminosas en esta época no eran más que llamas, y el nombre de las unidades en uso hasta 1948 correspondieron a lo que fueron los primeros patrones, es decir, las bujías. Luego vinieron las lámparas de aceite de colza (Carcel), las de gas pentano (Vernon-Harcourt) y las de acetato de amilo (Hefner), pero en todos estos casos la intensidad luminosa dependía, no solamente de la materia utilizada, sino de otros factores como la naturaleza de la mecha, la altura de la llama, etc. Para evitar todos estos inconvenientes de los patrones de llama, Violle en 1879 propuso adoptar como patrón de intensidad luminosa, la emisión de un centímetro cuadrado de la superficie de un baño de platino puro en el momento de su solidificación, pero desgraciadamente y por diversas razones, entre ellas las impurezas del platino, el patrón se desechó por poco reproducible.

El alumbrado artificial no llegó a ser práctico y eficaz más que con la aparición de la lámpara de incandescencia con filamento de carbono en 1879, y con la invención de la camisa incandescente de gas, en 1895. La rivalidad entre estas dos fuentes de luz fue el verdadero principio del progreso en la fotometría.

Al principio cada país adoptó su propia unidad de intensidad luminosa, siendo todas en forma general mal reproducibles.

El primer intento de unificación internacional se realiza en 1909 cuando los grandes laboratorios de Estados Unidos, Francia y Gran Bretaña deciden adoptar la «bujía internacional» representada por lámparas de filamento de carbono ⁽¹⁾. Alemania no adopta el nuevo patrón, conservando la «bujía Hefner» definida por un patrón de llama y que aproximadamente era 9/10 de la bujía internacional.

Pero un patrón basado sobre lámparas de incandescencia no podía ser aceptado más que de una manera provisional, debido fundamentalmente

¹ En la práctica la unidad estaba basada sobre un grupo de lámparas de filamento de carbono, funcionando a la temperatura de coloración de 2080 K. Esta decisión fue ratificada en 1921 por la Comisión Internacional del Alumbrado.

a su falta de estabilidad; por el contrario, las propiedades del cuerpo negro aportaban una solución teóricamente perfecta.

De todos modos, se presentaban en el momento dos problemas que había que solucionar. Primero, la existencia de dos unidades distintas y, en segundo lugar, las divergencias aparecidas cuando las medidas efectuadas con lámparas de filamentos que alcanzaban temperaturas más elevadas. Estas divergencias aumentaron a medida que crecían los rendimientos de las fuentes luminosas y las temperaturas, llegándose a alcanzar diferencias de hasta un 5 por 100.

Como resultado de numerosos estudios y experiencias realizados durante años, la Comisión Internacional del Alumbrado en su reunión celebrada en Ginebra en 1924 adopta las resoluciones siguientes:

- 1.º La Comisión Internacional del Alumbrado recomienda la adopción internacional, como patrón primario de luz, al cuerpo negro o radiador integral, utilizado en condiciones precisas.
- 2.º Esta Comisión recomienda a los Laboratorios nacionales formular definiciones normalizadas para la construcción y empleo del cuerpo negro como patrón primaria de luz, estableciendo un valor definitivo de la luminancia del cuerpo negro, expresado en bujías internacionales por centímetro cuadrado.

Desde 1909, una sola comparación, de la bujía internacional, por medio de lámparas con filamento de carbono, fue efectuada en el año 1927. Los resultados de esta comparación entre las lámparas de los tres grandes laboratorios no fueron afortunados, ya que su realización fue efectuada en malas condiciones ⁽¹⁾, ignorándose con qué precisión los tres laboratorios habían mantenido el valor de su unidad primaria.

El Comité Internacional de Pesas y Medidas, recogiendo las recomendaciones efectuadas por la Comisión Internacional del Alumbrado adopta en 1930 primero y más tarde en 1933, que el patrón primario sea un

¹ Existía gran incertidumbre acerca de los choques mecánicos que hubieran podido producirse durante su transporte.

radiador de Planck (cuerpo negro), a la temperatura de solidificación del platino y que el valor de la unidad de intensidad luminosa sea tal que la luminancia del patrón sea de 60 unidades por centímetro cuadrado. La forma bajo la cual este patrón debía ser realizado era a grandes rasgos tal como lo realizaba el NBS de Washington ⁽¹⁾. El color de la luz proporcionada por el patrón no difería más que sensiblemente de los emitidos por las lámparas o llamas hasta entonces utilizados como patrones.

Pero industrialmente ya habían aparecido las lámparas con filamento de tungsteno (2360 °K), calibradas partiendo de las lámparas de filamento de carbono. El problema de la fotometría heterocroma, fue resuelto de manera diferente por los diversos laboratorios. Había necesidad pues de que el CIPM organizara sistemáticamente la comparación de patrones primarios e imponer un método único para pasar de las lámparas de filamento de carbono a las de filamento de tungsteno. En este último punto, era necesario determinar un factor de transmisión de filtros coloreados, solución que condujo a resultados bastante diferentes en los distintos laboratorios. Era imprescindible que un solo laboratorio estableciese los coeficientes de transmisión, pensándose que este papel tendría que recaer necesariamente en el BIPM ya que la Comisión Internacional del Alumbrado no poseía la autoridad necesaria para imponer el empleo de tal o cual solución.

En esta confusa situación, pero quizá llena de esperanzas, el CIPM decidió en 1937 extender las actividades del BIPM e instalar un laboratorio de fotometría en el Pabellón de Breteuil para «contribuir a la unificación internacional de una magnitud física tan importante como la unidad de luz».

El fin del BIPM no era, como no lo es hoy en día, el de realizar el patrón primario (cuerpo negro), sino el de conservar patrones secundarios de referencia para fines prácticos bajo forma de lámparas patrones de incandescencia de filamento de carbono o tungsteno. Los valores asignados a estas lámparas deben ser expresados con la ayuda de la «unidad me-

¹ Descrita en el Procès-Verbaux del CIPM de 1931 (pág. 249).

día», tal y como ella resulte de las determinaciones efectuadas en todos los laboratorios nacionales que realicen el patrón primario.

Naturalmente la fotometría es mucho más que la comparación de fuentes luminosas. Asociada a la radiometría, sus aplicaciones se extienden a otros campos como la colorimetría, la óptica, la fotografía, la pirometría, etc. Pero el fin del BIPM está precisa y voluntariamente limitado a la metrología básica.

Antes de seguir más adelante, es necesario definir, aunque sea sucintamente, lo que se denomina radiado integral.

Se denomina cuerpo negro, o radiador integral, a un cuerpo que absorbe completamente todas las radiaciones exteriores que en él penetran, no reflejando ni difundiéndolas ninguna.

Un recinto opaco, que no posea más que una pequeña abertura constituye un cuerpo negro, pues toda radiación que penetre sufrirá en su interior un sin número de reflexiones y difusiones, que acabarán por absorberse.

Prácticamente el cuerpo negro, patrón luminoso, está constituido esencialmente por un tubo de torina (óxido de torio) que contiene un poco de torina fundida. Este tubo está introducido en platino puro, que contiene un crisol de torina.

El crisol, asimismo, está envuelto en una capa aislante formada por una mezcla de torina fundida y torina en bruto.

Una abertura practicada en la parte superior de la envuelta y del crisol deja libre el orificio del tubo que constituye el cuerpo negro.

El platino es calentado por inducción hasta la fusión. Las comparaciones y medidas se realizan, durante la solidificación, es decir, mientras que el platino permanece a una temperatura determinada constante (2046 K).

Un dispositivo óptico, provisto de un diafragma, es colocado, por encima de la abertura, permitiendo proyectar la imagen sobre un receptor fotométrico.

El principio de este patrón, aunque excelente, presenta varias dificultades.

En su realización práctica, ha dado diferencias relativamente importantes, entre los valores de intensidad obtenidos en diferentes grandes laboratorios. Ello ha llevado a realizar continuas investigaciones para encontrar las causas de estas divergencias, tratándose de elaborar una cierta normalización de las condiciones de medida. Otro extremo importante, es que el punto de solidificación del platino es netamente inferior a la temperatura de calor de las lámparas de incandescencia modernas (2300 a 3000 K). Por tanto, convendría emplear un metal cuyo punto de solidificación fuese próximo a los 3000 K, presentándose para la realización del cuerpo negro, un verdadero y difícil problema de materiales.

Generalmente los laboratorios de fotometría poseen lámparas patrones que representan a la candela, a diferentes temperaturas de color:

- Lámparas de filamento de carbono a 2042 K.
- Lámparas de vacío de filamento de tungsteno a 2353 K.
- Lámparas de filamento de tungsteno en atmósfera gaseosa a 2854 K.

Estas lámparas pueden degradarse con el uso, o simplemente con el tiempo, por lo que es necesario periódicamente efectuar comparaciones con el radiador integral o con otras lámparas.

Las comparaciones fotométricas de intensidades luminosas llegan a alcanzar precisiones de 10^{-3} , cuando se utilizan lámparas del mismo color, descendiendo esta precisión a 10^{-2} cuando las lámparas presentan una notable diferencia de colores.

Los laboratorios de fotometría del BIPM, creados en 1937, fueron concebidos para satisfacer a estas necesidades. Sus equipos se pueden dividir en dos partes bien distintas. Primero, las instalaciones eléctricas para la alimentación de las lámparas y segundo, las instalaciones propiamente fotométricas.

La alimentación eléctrica de las lámparas se efectúa en corriente continua, alcanzándose una precisión relativa de 10⁻⁵, lo que es altamente suficiente.

En un principio se utilizaron baterías de acumuladores de plomo de alta capacidad, siendo sustituida esta instalación por otra, en que la toma a red es conectada a rectificadores y estabilizadores de tensión lo que proporciona una utilización más sencilla. Un potenciómetro permite conocer, a la vez, la diferencia de potencial en los bornes de la lámpara, por medio de un reductor de tensión, y la intensidad de corriente que la atraviesa. En este caso, se mide la diferencia de potencial en los bornes de un patrón de resistencia eléctrica, colocado en serie con la lámpara.

Dos lámparas pueden ser alimentadas simultáneamente sobre circuitos eléctricos totalmente independientes, y lo que en un principio era una necesidad, teniendo en cuenta las técnicas de medida, queda hoy en día más como una ventaja práctica.

La facilidad de las comparaciones en el BIPM es una consecuencia de su papel en el terreno coordinador. Todas las lámparas que se trata de comprar son sometidas a la misma temperatura de repartición ⁽¹⁾, es decir que sus radiaciones tienen sensiblemente el mismo color, no siendo necesario por tanto fijar las propiedades espectrales del receptor, tanto si se trata del ojo humano como de un receptor físico.

La medida fotométrica alcanza tanto a los patrones de intensidad luminosa, como a los patrones de flujo luminoso. Solamente una diferencia de naturaleza geométrica distingue a los dos tipos de medida.

En la primera, los patrones de intensidad son colocados directamente sobre un banco fotométrico, enfrente del receptor; en la segunda, los patrones de flujo son colocados en el centro de una esfera, provista de una

¹ Temperatura del cuerpo negro, para la cual las ordenadas de la curva de repartición espectral de su luminancia son proporcionales, en el campo visible, a las de la curva de repartición de la radiación considerada.

pequeña ventana de observación y revestida interiormente de una capa blanca difusora ⁽¹⁾. La ventana es colocada frente al receptor.

En los dos casos, la medida propiamente dicha es la misma, pues consiste en atribuir un valor a la relación de iluminación recibida por el receptor, de las dos lámparas patrones que se comparan.

En un principio las medidas eran visuales, pero siendo así, que el ojo humano no podía apreciar correctamente la igualdad de dos iluminaciones que era necesario realizar simultáneamente, se pasó a utilizar una lámpara tara. El sistema de graduación de la luz pasó a ser la variación de la distancia al fotómetro, tanto para la lámpara tara como para la lámpara patrón.

No siendo la sensibilidad espectral del ojo rigurosamente idéntica de una persona a otra, era necesario efectuar las medidas por un gran número de personas, o por algunos observadores que poseyesen un «ojo medio».

Este «ojo medio» quedó físicamente bien definido desde 1924 gracias a un acuerdo internacional, adoptando la curva de las eficacias luminosas relativas espectrales $V(\lambda)$ para la visión diurna ⁽²⁾.

Al quedar pues liberada de toda influencia fisiológica o psicológica, la fotometría se nos presenta como una verdadera disciplina científica.

En las medidas visuales, además de ser largas y fatigosas, su duración presentaba el gran inconveniente de que las lámparas de incandescencia que se utilizan son patrones con una característica muy peculiar: tienen variaciones, aunque lentas, durante su utilización.

Se busca pues una solución, no subjetiva y más rápida, adoptándose rápidamente la fotopila de selenio, que, bajo ciertas condiciones de empleo, constituye un verdadero receptor en fotometría.

¹ Generalmente una pintura blanca mate, a base de óxido de zinc.

² Más tarde en 1933 fue adoptada por el CIPM. La función $V(\lambda)$ para la visión nocturna fue adoptada provisionalmente por la Comisión Internacional del Alumbrado en 1951, sin ser adoptada por la CIPM.

Se utiliza la fotopila de la misma manera que el ojo humano, con el fin de comparar la igualdad de dos iluminaciones; la determinación de la relación entre dos patrones será siempre la medida de distancias al receptor.

En la actualidad se ha dado un nuevo avance, con la utilización de la célula de vacío, tipo Gillod-Boutry, de ánodo cilíndrico formando una jaula de Faraday alrededor del cátodo. Esta célula presenta una excelente linealidad, así como no tener necesidad de efectuar las comparaciones simultáneamente, sino sucesivamente. Asimismo, no se necesita lámpara tara y no hay necesidad de medir ninguna distancia.

La corriente que circula por la célula es proporcional a la luz recibida. Un dispositivo compensador potenciométrico, asociado a un amplificador de corriente continua, es utilizado como detector de cero, completando todo el equipo receptor.

Normalmente las lámparas de incandescencia que se comparan tienen reparticiones espectrales de energía idénticas, pero a pesar de ello, se corrige la sensibilidad espectral de la célula con la ayuda de filtros, para colocarse lo más próximo posible a la función $V(\lambda)$ y evitar de esta manera los pequeños errores debidos a las ligeras diferencias de repartición espectral de radiación de las lámparas.

Existe una estrecha correlación entre las magnitudes fotométricas y las magnitudes radiométricas.

Las medidas fotométricas se expresan en unidades fotométricas (candela, lumen, lux, etc.) considerándose como evaluaciones cuantitativas y en parte convencionales de una radiación, pues la función $V(\lambda)$ llamada eficacia luminosa relativa espectral entra en su definición.

La ciencia de la medida de las magnitudes energética es la radiometría, expresándose sus medidas en unidades físicas, tales como el vatio.

A cada magnitud fotométrica le corresponde una magnitud radiométrica, que tiene normalmente el mismo símbolo, diferenciándose una de otra por los apelativos «luminoso» o «energético», añadiendo a los símbolos los subíndices «v» (visual) o «energético».

Toda radiación, transporta un flujo luminoso ϕ_v y un flujo energético ϕ_e . La relación entre ambos flujos, $\phi_v : \phi_e = K$, es la eficacia luminosa de la radiación.

En las radiaciones monocromáticas a la función $K(\lambda)$ se la denomina eficacia luminosa espectral, cuyo máximo $K_m = 680 \text{ lm/W}$, corresponde una $\lambda = 555 \text{ nm}$. La relación $K(\lambda) / K_m = V(\lambda)$, es denominada eficacia luminosa relativa espectral, función cuyos valores han sido fijados por acuerdo internacional, como ya dijimos.

Si consideramos una fuente luminosa y un plano situado a una cierta distancia de ésta, la fuente creará en el plano una intensidad de iluminación:

$$E_v = K_m \int_0^\infty E_e(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda \quad (1)$$

en donde $E_e(\lambda)$ es la intensidad energética espectral debida a la radiación emitida, $V(\lambda)$ la eficacia luminosa relativa espectral y K_m la eficacia luminosa espectral máxima.

Si colocáramos en el plano un receptor no selectivo, calibrado en unidades de intensidad energética, e interpusiéramos entre la fuente y el recepto un filtro que tuviese una transmisión exactamente proporcional a $V(\lambda)$, por ejemplo, $t(\lambda) = t_0 \cdot V(\lambda)$ obtendríamos en el receptor una respuesta R:

$$R = t_0 \int_0^\infty E_e(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda \quad (2)$$

De las dos expresiones (1) y (2) deduciríamos que:

$$E_v = K_m R / t_0$$

De esta manera, atribuyendo a K_m el valor fijado internacionalmente, nos será posible ligar las unidades luminosas con las unidades radiométricas.

Dentro de todo este contexto existen verdaderos problemas que habría que resolver. Por ejemplo, el desacuerdo entre el valor calculado y los diversos valores experimentales de la eficacia luminosa espectral

máxima K_m (relación entre flujos luminosos y energéticos de una misma radiación monocromática, a la longitud de onda $\lambda = 555$ nm) (máximo de la curva $V(\lambda)$). El valor calculado implica un buen conocimiento de la temperatura de congelación del platino, lo que ha llevado a los grandes laboratorios a investigar sobre nuevas determinaciones de esta temperatura.

Inversamente se podría asimismo, por convención, asignar un valor a la eficacia luminosa de una radiación monocromática determinada y medir las magnitudes fotométricas por medio de un receptor térmico absoluto precedido de un filtro simulador de $V(\lambda)$ de factor de transmisión conocido. Tendríamos de esta forma una nueva definición de la candela (o del lumen) que nos permitiría abandonar el cuerpo negro.

Estudios seguidos en esta trayectoria han sido efectuados por varios laboratorios nacionales, habiéndose obtenido hasta el momento bastantes resultados alentadores.

Sin embargo, una comparación internacional efectuada en 1966, con lámparas de incandescencia calibrada en unidades energéticas, nos ha demostrado que existe la misma dispersión entre las escalas radiométricas, que entre las realizaciones prácticas de candela.

Por tanto, parece que sería prematuro, el cambiar la actual definición de la candela ⁽¹⁾.

Unidad de cantidad de sustancia

En la primera sesión del Comité Consultivo de Unidades, celebrada en abril de 1967, la ISO/TC 12 pidió al citado Comité examinara la posibilidad de adoptar la unidad mol, símbolo mol ⁽²⁾ para la magnitud

¹ Investigadores como R. Blevin y S. Steiner han propuesto una nueva redefinición de la candela en los siguientes términos:

Intensidad luminosa de una fuente de radiación monocromática, caracterizada por una frecuencia de $540 \cdot 10$ hertz y un flujo radiante de $4 \pi/680$ vatios, emitiendo uniformemente en un ángulo sólido de 4π estereorradianes ($540 \cdot 10^{12}$ hertz \leftrightarrow $555 \cdot 10^{-9}$ metros.)

² Mol, término introducido hacia 1900 por el químico alemán Wilhelm Ostwald (1853-1932).

física «quantité de matière» ⁽¹⁾ tomándose como séptima unidad base del sistema SI.

La proposición presentada por la ISO/TC 12 fue la siguiente:

«1 mol is an amount of substance of a system which contains as many elementary units as there are carbon atoms in 0,012 kg (exactly) of the pure nuclide ¹²C. The elementary unit must be specified and may be an atom, a molecule, an ion, an electron, a photon, etc. or a group of such entities according to a stated formula».

Con anterioridad esta magnitud y su unidad habían sido ya aceptadas y adoptadas por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (UICPA) y por la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada (UIPPA), después de una serie de reuniones celebradas en los años 1959 y 1960.

La definición formulada por la Comisión SUN ⁽²⁾ de la UIPPA aunque incambiable en principio, fue ligeramente modificada por la ISO/TC 12. El Comité Consultivo de Unidades propuso la definición anterior, aceptándose pequeñas modificaciones propuestas por la Comisión de Símbolos, Terminología y Unidades de la División de Química física de la UICPA adoptándose por unanimidad finalmente la definición anteriormente presentada.

El octubre de 1967 y con motivo de la Decimotercera Conferencia General de Pesas y Medidas, se discute en el seno de ésta el denominado Proyecto de resolución E₂. El texto del referido proyecto es el siguiente:

La decimotercera Conferencia General de Pesas y Medidas considerando las advertencias de la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada, de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada y de la Organización Internacional de Normalización concernientes a la necesidad de definir una unidad de cantidad de sustancia,

Decide

¹ La traducción en castellano de «quantité de matière» es la de «cantidad de sustancia».

² S.U.N: Símbolos, Unidades, Nomenclatura.

- 1.º El mol, símbolo mol, es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0,012 kilogramo de carbono 12.
- 2.º Cuando se emplee el mol, las entidades elementales deben ser especificadas y pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones, otras partículas o agrupamientos especificados de tales partículas.

Después de diversas intervenciones a cargo de diferentes delegados, en las que se discute, principalmente, la denominación «quantité de matière» y si esta unidad debe ser introducida como unidad base, el delegado de Suiza, Mr. Landolt, propone la siguiente moción:

«Considerando que la definición del mol no ha alcanzado todavía un suficiente grado de madurez, la 13.^a Conferencia General encargada al Comité Internacional de Pesas y Medidas y a su Comité Consultivo de Unidades continuar el estudio de esta cuestión y someter a una próxima Conferencia General un nuevo proyecto de la definición del mol».

El Sr. Rivas, representante de España, acepta la definición propuesta y pide que si ésta es aprobada por la Conferencia se decida si el mol es una unidad SI o no, siendo este punto importante para los países que revisan actualmente su ley sobre unidades de medida.

Después de intercambiarse algunos puntos de vista, la Conferencia decida votar la proposición de Suiza, proponiendo el aplazamiento del proyecto E₂.

El aplazamiento es adoptado por 12 votos a favor, 8 en contra y 5 abstenciones.

En la 2.^a sesión del CCU celebrada en junio de 1969 se reexamina la cuestión con todo detalle. El Comité Consultivo estima que un gran número de ideas falsas fueron mencionadas sobre el concepto «quantité de matière» y sobre la unidad en sí, insistiendo que el mol debe ser aceptado como unidades base, lo que implica que la magnitud correspondiente debe ser considerada, asimismo, como una magnitud base.

Se pone de manifiesto que el mol, que tiene su origen en viejos conceptos de equivalentes químicos, es utilizado desde hace muchos años por los químicos, no pudiendo ser reemplazado ni por un número, ni por una masa. Los químicos no pueden pasar sin este concepto, y si el mol no es introducido en el sistema SI, los químicos no podrán utilizar correctamente el sistema SI en sus trabajos. De hecho, los químicos, desde hace más de un siglo, han tratado al mol como unidad independiente. Se hace notar, que, si se considera el mol como un número puro, sería necesario dar al número de Avogadro el carácter de magnitud fundamental, lo que implicaría necesariamente dificultades metrológicas. Por todo lo anteriormente expuesto, consideran que el mol debe ser considerado como unidad base. Asimismo, el CCU pone de manifiesto, que no debe de incluirse como unidad suplementaria, pues si las unidades de ángulo, radián y estereorradián son consideradas en esta categoría, lo son por razones que no se pueden aplicar al mol.

En conclusión, el CCU se declara unánimemente de acuerdo, a excepción de dos abstenciones, de reafirmar la posición que había adoptado en 1967 respecto al mol, y presentar al CIPM una nueva recomendación en el mismo sentido ⁽¹⁾.

El proyecto de resolución elevado difiere del anterior en la inclusión de un tercer punto, que a continuación se transcribe:

3.º El mol es una unidad base del Sistema Internacional de Unidades.

El CIPM reunido en octubre de 1969, acepta el presentar a la 14.^a CGPM que se celebrará en 1971, el proyecto de resolución anterior, propuesto por el CCU.

En agosto de 1971 se celebra la 3.^a sesión del CCU ratificándose en el proyecto de resolución anterior.

¹ En 1968 la Comisión de Símbolos, Unidades y Terminología de UICPA se había dirigido al CIPM pidiendo que la unidad SI, base para la cantidad de sustancia, fuese el mol (símbolo, mol) y definiéndola de la manera siguientes: «El mol es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0,012 kilogramo de carbono 12. La entidad elemental debe ser especificada y puede ser un átomo, una molécula, un ion, un electrón, un fotón, etc. o un agrupamiento especificado de tales entidades».

Celebrada la 14.^a CGPM en octubre de 1971, el proyecto de resolución es puesto a discusión por las diversas delegaciones nacionales. La delegación de Polonia propone una nueva redacción por no estar totalmente de conformidad con la propuesta.

La intervención del Secretario General Mr. de Boer es verdaderamente tajante y significativa.

Mr. de Boer expone que la definición del mol, del citado proyecto de resolución, es el resultado de cerca de diez años de estudios, habiendo sido elaborada por varios Organismos Internacionales muy competentes en la materia.

Respecto que el mol sea tratado como unidad base, expresa que es necesario tener bien presente que la independencia «metrológica» no debe ser considerada como una propiedad específica de una unidad base, sino que es la independencia «dimensional» la que debe tenerse en cuenta.

«Una magnitud base es definida por su unidad; una magnitud es una “propiedad”: una muestra de carbono 12 cuya masa es 12 gramos tiene una cierta propiedad, que nosotros llamamos “cantidad de sustancia” y cuya unidad es el mol».

El proyecto de resolución es sometido a votación, aprobándose con tres votos en contra (Polonia, Checoslovaquia, URSS).

En un artículo publicado por M. L. MacGlashau, miembro del CCU, en el que realiza una serie de consideraciones sobre el mol, dice que la «dimensión de una cantidad de sustancia es “suígeneris”, es decir, que una cantidad de sustancia tiene la dimensión cantidad de sustancia».

Podemos concluir, resumiendo, que la incorporación de esta unidad al sistema SI, ha sido impuesta fundamentalmente por los científicos dedicados a la química.

Las unidades de cantidad de sustancia, como el átomo-gramo y molécula-gramo, estaban ligadas directamente a los pesos atómicos y pesos moleculares, ya que podían ser relacionados a través del peso atómico del elemento químico oxígeno, que por convención se tomó como 16.

Es aquí cuando surgieron las dificultades, pues mientras los físicos separaban los isótopos con el espectrógrafo de masas y atribuían el valor 16 a uno de estos isótopos del oxígeno, los químicos daban el mismo valor al oxígeno natural, mezcla de isótopos 16, 17 y 18.

Fue por ello, por lo que las dos Uniones Internacionales tuvieron que llegar a un acuerdo, conviniendo atribuir el valor 12 al isótopo 12 del carbono.

La escala unificada de este modo obtenida daba los valores de las masas atómicas relativas, quedando solamente por fijar la masa correspondiente a la unidad de cantidad de carbono 12.

Por acuerdo internacional esta masa se fijó en 0,012 kg, denominándola con el nombre de mol, unidad de la magnitud cantidad de sustancia.

CAPÍTULO XI

LAS ORGANIZACIONES INTERNACIONALES

En la actualidad existen en el mundo dos grandes Organizaciones Internacionales dedicadas exclusivamente a la Metrología, a las que citaremos por orden de antigüedad en su creación:

- 1.º Bureau Internacional de Pesas y Medidas (BIPM).
- 2.º Organización Internacional de Metrología Legal (OIML).

BUREAU INTERNACIONAL DE PESAS Y MEDIDAS

Como en Capítulos anteriores indicamos, el Bureau Internacional de Pesas y Medidas fue creado por una Convención Diplomática denominada «Convención del Metro», cuyo tratado fue firmado en París el 20 de mayo de 1875 por los representantes de diecisiete Jefes de Estado, efectuándose pequeñas modificaciones en el año 1921.

Desde 1879 hasta 1973 se han ido adhiriendo nuevos miembros hasta alcanzar la cifra de cuarenta y dos Estados. Los Estados pertenecientes al BIPM en esta fecha son los siguientes:

África del Sur	Camerún
República Federal de Alemania	Canadá
Argentina	Checoslovaquia
Australia	Chile
Austria	Corea
Bélgica	Dinamarca
Brasil	República Dominicana

Bulgaria	Egipto
España	Pakistán
Estados Unidos	Países Bajos
Finlandia	Polonia
Francia	Portugal
Gran Bretaña	Rumanía
Hungría	Suecia
India	Suiza
Indonesia	Tailandia
Irlanda	Turquía
Italia	URSS
Japón	Uruguay
México	Venezuela
Noruega	Yugoslavia

Su primer papel fue el de crear los prototipos del metro y del kilogramo, más precisos que los de Francia, que ya los tenía establecidos desde la Revolución.

Entre 1875 y 1889 el BIPM construyó y distribuyó una treintena de prototipos del metro y del kilogramo. Este trabajo que en principio parece una realización fácil, resultó de enormes dificultades fundamentalmente por tres razones:

- Primero, el metal elegido fue una aleación de platino al 10 % de iridio, metales refractarios, con los cuales nunca se había trabajado en tan grandes cantidades, exigiéndose una pureza y una homogeneidad nunca alcanzada hasta el momento.
- El empleo de estos prototipos, con una precisión cien veces su-

perior a sus antecesores, implicaba la determinación de una serie de constantes físicas como coeficientes de dilatación, módulo de Young, escala de temperatura, masas volúmicas del agua y del aire, aceleración de la gravedad, así como instrumentar los métodos de comparación entre ellos, los de sus múltiplos y los de sus submúltiplos.

- No existían ninguno de los grandes laboratorios nacionales actuales. El BIPM era el único laboratorio en el mundo que debía afrontar todos los problemas, realizando la labor con una dotación personal de cuatro o cinco físicos únicamente.

La obra realizada en este período puede considerarse trascendental en la historia de la humanidad, pues donó una base sólida sobre la que se erigió la ciencia y la técnica industrial, transformando profundamente nuestra condición de vida.

Desde 1889 a 1925, los metrologistas se dedicaron pacientemente a confirmar, mejorar y extender los métodos y resultados obtenidos, fundamentalmente sobre las medidas de longitud, masa, temperatura y dilataciones.

Fue precisamente en el transcurso de estos trabajos cuando Guillaume descubrió, por azar y no por un estudio sistemático, los aceros invar, aleación hierro-níquel, cuya dilatabilidad térmica es nula. Esta anomalía, tan interesante a la metalúrgica como a la Metrología, fue estudiada en equipo por la Sociedad Metalúrgica de Imphy, que realizaba las aleaciones y por el BIPM que efectuaba las medidas.

Muchos de los resultados obtenidos por el BIPM en esta época están aún hoy en día de actualidad.

Así, el volumen ocupado por 1 kg de agua, a la presión atmosférica y a la temperatura de 4 °C ($1.000.028 \text{ dm}^3$). La longitud de onda en el aire de la radiación roja del cadmio natural, medida primero por Michelson y después por Fabry y Perot con Benoit como director del BIPM. El establecimiento de una escala normal de temperatura, por medio de

un termómetro de hidrógeno, escala que prácticamente puede confundirse con la escala teórica termodinámica. Muchos ejemplos se podrían citar, leyendo un poco detenidamente todos los Trabajos y Memorias del BIPM. Pero lo que es verdaderamente significativo es que una organización internacional creada en 1875, no solamente haya sobrevivido, sino que se haya podido adaptar a los profundos cambios acaecidos durante un siglo, en todo lo que representa a la física y a la técnica. La necesidad de decisión y coordinación metrológica, creo, ha sido el principal motor para que todos los países trataran, por todos los medios, de mantener y hacer evolucionar este centro mundial de la alta Metrología.

El artículo tercero del tratado de la Convención nos señala categóricamente que «el Bureau Internacional funcionará bajo la dirección y vigilancia exclusivas de un Comité Internacional de Pesas y Medidas, el cual, asimismo, está sometido a la autoridad de una Conferencia General de Pesas y Medidas, formada por los Delegados de todos los Gobiernos contratantes».

Queda, pues, claramente establecido que la autoridad suprema es la de los Gobiernos, a través de sus representantes delegados, reunidos en Conferencia General.

Esta Conferencia es la que decide las contribuciones financieras anuales, elige por escrutinio secreto los 18 miembros del Comité Internacional, toma las resoluciones que conciernen a la definición de unidades, marcando las líneas generales del programa de Trabajo del Bureau Internacional, así como decisiones que afectan al interés metrológico internacional.

Si la Conferencia General decide, el Comité Internacional prepara, siendo su poder verdaderamente grande, pues podemos considerarlo como una autoridad supra-nacional, ya que cada uno de sus miembros, elegidos por la Conferencia General, recibe su autoridad del conjunto de todos los Gobiernos, debiendo pronunciarse siempre por los intereses de toda la comunidad y no por los del país al que pertenece.

En su función, cualquier miembro del Comité es independiente de su propio Gobierno, siendo esta circunstancia la que le coloca en posición de simplificar su trabajo y aumentar su eficacia.

El Comité Internacional se renueva y cubre sus vacantes por cooptación, bajo la reserva de su confirmación por la Conferencia General, que jamás, hasta la fecha, ha desaprobado una sola elección del Comité. Normalmente, está formada por los Directores de los grandes laboratorios metrológicos mundiales. Asimismo, es el encargado de convocar las Conferencias Generales cada seis años como máximo, aunque últimamente las viene convocando cada cuatro. Decide la creación o la disolución de los Comités Consultivos, eligiendo a sus miembros; nombra al Director del Bureau Internacional y a su personal superior; vota su presupuesto dentro de los límites de las dotaciones adoptadas por la Conferencia General; propone todas las decisiones de esta Conferencia, decidiendo sobre los detalles de su puesta en aplicación.

Los Comités Consultivos son presididos por un miembro del Comité Internacional, perteneciendo a este último el Director del Bureau Internacional.

En resumen, podemos afirmar que el Comité Internacional de Pesas y Medidas es el guía y el coordinador de toda la metrología internacional, reuniéndose normalmente todos los años, siendo preparadas sus reuniones por el personal y Director del BIPM.

Refiriéndonos más directamente al BIPM podemos afirmar que tiene como misión fundamental la de asegurar la uniformidad y el perfeccionamiento de las medidas físicas en el mundo. Aunque situado en Sèvres, Francia, por razones históricas, es completamente independiente del Gobierno francés, siendo mantenido por el conjunto de Estados miembros. Sus actividades son controladas por el CIPM, que designa a su Director, y que como ya antes dijimos el Comité queda supeditado a la CGPM formada por los Delegados de los Estados miembros de la Convención del Metro.

Los laboratorios del BIPM conservan, mantienen, comparan, estudian y verifican los patrones internacionales del metro y del kilogramo ⁽¹⁾, los patrones eléctricos representativos del ohmio y del voltio, los patrones

¹ Al patrón internacional del kilogramo se le continua llamando «prototipo internacional».

fotométricos representativos de la candela y del lúmen, así como los patrones de medida de radiaciones ionizantes.

Pero no solamente se ocupa de los patrones físicos de medida, sino además de la lengua, que es constitutiva de un sistema de unidades: el Sistema Internacional de Unidades, designado en todos los idiomas por el símbolo SI, adoptado por la CGPM en 1960. El sistema de unidades SI, es pues, el resultado de una infinidad de consultas y estudios promovidos por el BIPM y que en la actualidad es obligatorio en casi todos los países del mundo.

Ante la gran diversidad de campos de investigación necesarios para dirigir la actividad del BIPM, el CIPM ha ido creando una serie de Comités Consultivos que anteriormente hemos mencionado., En la actualidad existen siete Comités, cuyas denominaciones y fechas de su establecimiento son las siguientes:

Comité Consultivo de Electricidad, creado en 1927.

Comité Consultivo de Fotometría, creado en 1933.

Comité Consultivo de Termometría, creado en 1937.

Comité Consultivo para la Definición del Metro, creado en 1952.

Comité Consultivo para la Definición del Segundo, creado en 1956.

Comité Consultivo para los Patrones de Medida de Radiaciones ionizantes, creado en 1958.

Comité Consultivo de Unidades, creado en 1964.

En estos Comités están representados los mejores laboratorios especializados en las investigaciones y medidas de cada denominación, armonizando los trabajos del BIPM con los de los laboratorios nacionales.

A pesar de todo lo anteriormente expuesto, hoy en día, los laboratorios del BIPM no son más que unos pequeños laboratorios comparados con los grandes laboratorios metrológicos nacionales de otras naciones, como pueden ser el NBS, el PTB, el NPL, etc. Sin embargo, su carácter internacional le confiere responsabilidades que solamente él puede asumir, como, por ejemplo, la de ser un árbitro neutral, libre de cualquier

susceptibilidad de tipo nacional, como sucedió en el caso de la elección del kriptón 86, entre tres candidatos, para la nueva definición del metro.

Desde el año 1960, la época actual se distingue fundamentalmente de las anteriores, por una gran necesidad de las elevaciones de las precisiones, tanto en los patrones, como en las medidas.

El BIPM cuenta con un personal de una docena de físicos, ayudados por una veintena de técnicos, todos ellos de nivel universitario, hombres capaces de asimilar rápidamente cualquier descubrimiento científico y ponerlo en marcha. La elevación de las precisiones ha llevado al BIPM a dos evoluciones simultáneas. La primera tiende a definir las unidades basándose en constantes atómicas y no sobre patrones artificiales. En la segunda, los equipos técnicos utilizados, podemos decir son cada vez más refinados, como láser, ordenadores, etc. Los laboratorios de experiencias son constantemente puestos al día, dentro de los límites presupuestarios.

Por actividades, los principales estudios y comparaciones de patrones que realiza el BIPM son los siguientes:

Longitud

- Realización del patrón primario (radiación $2p_{10} - 5 d_5$ del Kr 86).
- Patrones a trazos y a cantos hasta un metro de longitud.
- Longitud de onda de las radiaciones de lámparas espectrales y de láseres.
- Patrones geodésicos (hilos y cintas invar).
- Comparaciones internacionales (hilos geodésicos de 24 m, etc.).
- Estudio de láseres estabilizados por absorción saturada (CH_n).

Masa y masa volúmica

- Enganches al prototipo internacional de patrones del kilogramo de platino iridiado o acero inoxidable; múltiplos y submúltiplos; su densidad con relación al agua.

- Medidas de comparaciones internacionales de la densidad de un cilindro de acero inoxidable con relación al agua.
- Estudio de la masa volúmica de muestras de agua en función de su composición isotópica.

Electricidad

- Patrones eléctricos de resistencia, fuerza electromotriz y capacidad.
- Grandes comparaciones internacionales periódicas de patrones eléctricos de diez grandes laboratorios nacionales.
- Comparaciones circulares de instrumentos de medida de alta frecuencia (potencia, tensión, atenuación, etc.) a diversas frecuencias.
- Estudios sobre el empleo del efecto Josephson, como tensión de referencia.

Fotometría

- Patrones fotométricos de intensidad luminosa, flujo luminoso y de temperatura de repartición espectral.
- Grandes comparaciones internacionales periódicas de patrones fotométricos de ocho grandes laboratorios nacionales.
- Medidas comparativas internacionales de energía luminosa, producida por lámparas patrones de incandescencia.
- Medidas comparativas internacionales de fotometría heterocroma y de transmisión espectral de vidrios de colores.

Termometría

- Termómetros de resistencia de platino y termopares de la Escala Internacional Práctica de Temperaturas.
- Termómetros de mercurio de precisión.
- Medidas de temperaturas termodinámicas por pirometría.

Gravimetría

- Verificación de gravímetros, absolutos o relativos, por comparación al gravímetro absoluto del BIPM para la medida de la aceleración debida a la gravedad, la medida de fuerzas, la influencia de las mareas terrestres y otros fenómenos geofísicos.

Rayos X y

- Cámaras de ionización de paredes de aire para la medida de la exposición; verificaciones y comparaciones internacionales para diversas cualidades de radiación.

Actividades de radionúclidos

Medidas de actividad de diversos radionúclidos y comparaciones internacionales (^{198}Au , ^{60}Co , ^{204}Tl , ^{241}Am , ^{35}S , ^{54}Mn , etc.)

Medida absoluta de patrones de energía.

Medidas neutrónicas

- Caudales de fuentes de neutrones $R_a - B_c$ y fuentes de neutrones monocinéticos.
- Medidas comparativas internacionales llevadas a cabo sobre neutrones térmicos.

En conclusión, el BIPM es pues el encargado de mantener la uniformidad mundial de las medidas físicas al más alto nivel, asegurando las verificaciones y comparaciones de los patrones internacionales.

Gracias al contacto permanente con las exigencias prácticas y a las informaciones de otros grandes laboratorios, puede no solamente mantenerse al corriente en el progreso científico, sino adelantarse a la metrología del mañana, aunque este hecho lo realice con grandes precauciones. Son estas realizaciones las que le dotan del carácter de gran centro de la metrología mundial científica, marcando claramente su principal fin coordinador.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE METROLOGÍA LEGAL

Cubiertas las necesidades de la metrología básica con la creación del BIPM quedaba un amplio campo metrológico por atender. Era necesario llegar a un acuerdo mundial sobre las especificaciones de construcción, métodos de empleo y tolerancias en los errores de los instrumentos de metrología práctica, legalmente reglamentados y en uso en la industria y en el comercio.

Ya en 1920 algunos países como Italia, Polonia, URSS, Rumanía, etc. trataron de estudiar en común todas las cuestiones relacionadas con la metrología legal sobre un plano internacional. Se trataba pues, de temas que no podían ser resueltos por BIPM, organización de carácter básico científico que se ocupa únicamente de problemas de alta metrología, como unidades y patrones fundamentales y no al estudio y perfeccionamiento de instrumentos y aparatos de medida de uso comercial e industrial. Por todo ello, diecisiete años más tarde, una Conferencia Internacional reunida en París en 1937, y en la que tomaron parte representantes de 37 Estados, decidió, en consecuencia, instituir un Comité provisional de Metrología Legal, con el fin de elaborar las bases para la creación de una Organización Internacional de Metrología Legal, encargada de resolver en el plano internacional los problemas técnicos y administrativos que llevan consigo el empleo de instrumentos de medida que sean objeto de una reglamentación oficial.

El motivo de semejante retraso en la creación de este Organismo, hay que buscarlo en las numerosas variedades de metrologías prácticas, que llevan consigo numerosísimos aparatos de medida, siendo difícil definir reglas generales simples, aplicables a una práctica que se sirve de todas las técnicas, incidiendo directa o indirectamente en casi todas las acciones humanas.

Podemos afirmar, que existe pues una metrología de la astronomía, de la navegación, de la aviación, de la química, etc., e incluso de la vida cotidiana del hombre, que le acompaña desde su nacimiento hasta su muerte. Pero, quizá, la de más injerencia y que interesa más a los pueblos, sea la metrología de las transacciones públicas, por desempeñar un papel fundamental en todas las etapas del comercio y la industria.

La mayoría de los pueblos han tenido la necesidad de ir, en el transcurso del tiempo, dictando leyes sobre todas estas metrologías y especialmente sobre la última que relacionábamos, fijando disposiciones generales, reglamentos para definir los detalles de su aplicación, creando servicios para su aplicación, controlando esta, evitando y sancionando toda clase de fraudes o abusos.

Así ha nacido esta preocupación por la precisión de las medidas, beneficiosa para la técnica, la industria, el comercio, para la economía en general y para el ciudadano en particular.

De hecho y en todas las épocas, los Estados han sentido la necesidad, tanto objetiva como subjetiva, de erigirse en guardianes de la garantía pública.

Todo el conjunto de disposiciones metrológicas, sancionadas por las leyes o reglamentos, es lo que constituye la Metrología Legal.

Desde lo más antiguo y en casi todos los Libros Santos, se encuentran sentencias sobre las medidas y sobre los aparatos de medida, que podemos considerar como los primeros reglamentos en esta materia.

Así, en el Antiguo Testamento, Deuteronomio, se dice:

«No tendrás en tu saco dos especies de pesos, en tus manos dos especies de efa, uno grande y otro pequeño. Tendrás un peso y una efa, exactos y justos, para que tus días sean prolongados sobre la tierra que te dé Jehová...»

La Biblia, en el cuarto Salmo, nos relata:

«... una balanza falsa es una abominación para el Señor. Pues Él se complace en el peso justo.»

En el Corán, Sura 83, encontramos:

«En nombre de Alá muy misericordioso, el Piadoso, malhadados aquellos que engañan en el peso y la medida que, cuando miden contra los demás, usan una medida plena, pero que cuando miden y pesan para sí la disminuyen...»

En el Talmud, Baba Batha, hallamos una sentencia mucho más detallista:

«... el tendero está obligado a limpiar sus medidas dos veces por semana, sus pesos una vez por semana, y sus balanzas cada vez después de pesar...»

Pienso que con estas citas pueden quedar plenamente justificados los «títulos de nobleza» de la Metrología Legal, para garantizar la lealtad de sus transacciones en sus respectivos territorios, no podían estar solos y faltos de comunicación entre ellos. Era necesaria una interdependencia entre todos, una cada vez más estrecha colaboración en una materia, que como hoy día está demostrado, se ha expandido a un ritmo fulgurante.

Por todas estas consideraciones anteriormente expuestas, la Conferencia preliminar de París, de 1937, tomó las siguientes decisiones:

Los miembros de la Primera Conferencia Internacional de Metrología Legal, reunidos en París del 3 al 5 de julio de 1937, representando a los Gobiernos de:

Afganistán, Alemania, Argentina, Bélgica, Bolivia, Bulgaria, Canadá, Colombia, Checoslovaquia, China, Dinamarca, Ecuador, España, Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña, Guatemala, Hungría, Italia, Irlanda, Japón, Liberia, Lituania, Luxemburgo, Marruecos, México, Mónaco, Noruega, Países Bajos, Polonia, Rumanía, Suecia, Suiza, Túnez, URSS, Uruguay y Yugoslavia, adoptan, por unanimidad para asegurar sus trabajos, las siguientes proposiciones:

- I. La Primera Conferencia de Metrología Legal emite la opinión que sería de una utilidad evidente, crear un Organismo internacional permanente dedicado a la metrología legal, cuyos fines serían:
 - 1.º La edición de libros con las prescripciones legales sobre las unidades y los instrumentos de medida de los diferentes Estados, con todos los comentarios que se deriven del derecho constitucional y del derecho administrativo de estos Estados, necesario para la comprensión de estas prescripciones.
 - 2.º El estudio comparativo de las Leyes de Pesas y Medidas de los diferentes países.

- 3.º El estudio comparativo de la organización de los servicios de Pesas y Medidas.
 - 4.º La elaboración de un proyecto de ley-base de Pesas y Medidas (con las variantes necesarias) así como el estudio de una organización nacional de un Servicio de Pesas y Medidas.
 - 5.º Mejoras de las relaciones entre los Servicios de Pesas y Medidas y los Laboratorios de Metrología de los diferentes Estados.
- II. La Primera Conferencia Internacional de Metrología Legal, decide la constitución de un Comité provisional de Metrología Legal, destinado a establecer un anteproyecto para la creación de un Organismo internacional permanente, definido anteriormente.
- III. La Primera Conferencia de Metrología Legal, ruega al Gobierno francés, someta a los distintos países el anteproyecto de un Organismo permanente, que deberá ser establecido por el Comité provisional de Metrología Legal y convocar una nueva Conferencia Internacional para sancionar el proyecto que quedará de este modo establecido definitivamente.

Asimismo, se redactó el Estatuto del Comité provisional de Metrología Legal, que consta de cuatro artículos ⁽¹⁾, decidiéndose que, en principio, la lengua oficial de las Conferencias sería la lengua francesa.

El Comité provisional quedó formado por 16 miembros, siendo elegido Presidente M. Z. Rauszer, Director del Servicio de Pesas y Medidas de Polonia y como Secretario M. M. Costamagna, Ingeniero de Pesas y Medidas del Ministerio de Comercio de Francia. Este Comité debía reunirse en Berlín en 1938, pero los acontecimientos en este año, que precedieron a la II Guerra Mundial, desde 1939 a 1945, demoraron todas las reuniones y trabajos. Durante estos años, el Comité estuvo totalmente desorganizado, desapareciendo muchos de sus miembros por muerte o por cese en sus actividades metrológicas.

¹ En realidad, la Conferencia fue convocada como «Conferencia de Metrología práctica», pero cambió su denominación por la de «Conferencia de Metrología Legal».

Así, su Presidente, Z. Rauszer, cesado en sus funciones, y por dificultades encontradas para trasladarse de Polonia a Francia, no tuvo más remedio que presentar su dimisión.

Terminada la guerra, la necesidad de un Organismo de Metrología Legal se hizo cada vez más perentorio. La 9.^a Conferencia General de Pesas y Medidas, celebrada en París en el año 1948, insistió igualmente sobre el mismo punto.

Era indispensable, al reconstruir el Comité creado en 1937, proceder a la elección de un nuevo Presidente, reemplazar a los miembros desaparecidos, etc.; es decir, dar de nuevo vida a la Organización.

Bajo la iniciativa del BIPM se reunieron en París, el 16 y 17 de junio de 1950, un cierto número de personalidades interesadas en las cuestiones de metrología legal, entre ellas los antiguos miembros del Comité todavía en actividad.

Con la ayuda de los Servicios Jurídicos de los Ministerios de Asuntos Exteriores de Francia y Países Bajos, se logró redactar el texto definitivo de la Convención Internacional, que instituía una Organización Internacional de Metrología Legal (OIML). La firma de la citada Convención Internacional se efectuó en París el 12 de octubre de 1955.

El 1.º de octubre de 1956, se logró formar un nuevo Comité provisional que, por el momento, constaba de 22 miembros, siendo elegido Presidente M. M. Jacob, Director del Servicio de Metrología de Bélgica, continuando como Secretario M. M. Costamagna, que ya lo había sido del antiguo Comité.

La estructura de la Organización está constituida esencialmente por los siguientes elementos:

Órgano de Decisión: Conferencia Internacional de Metrología Legal, con su Presidencia y su Consejo de la Presidencia.

La Conferencia Internacional de Metrología Legal, está formada por los Delegados oficiales de los Estados miembros, que deliberan y deciden

en nombre de sus países. Pueden asistir tres Delegados por país. La Conferencia se reúne, al menos, cada seis años.

En ella se determinan las cuestiones que deben ser sometidas a estudio, sanciona los trabajos y decide sobre las recomendaciones necesarias para una acción en común de los Estados miembros, con el fin de que estas recomendaciones sean adoptadas internacionalmente.

Su poder es limitado, pues el respeto a la soberanía de los Estados no permite que sus decisiones sean aplicables obligatoriamente. Sin embargo, los Estados miembros se comprometen moralmente a conformarse en la medida de lo posible a las decisiones adoptadas en común.

Órgano Directivo y Consultivo: Comité Internacional de Metrología Legal. El Comité Internacional de Metrología Legal está compuesto por un representante de cada uno de los Estados miembros, dirigiendo y aconsejando en todos los asuntos relacionados con la Organización. Este Comité se reúne cada dos años.

Los representantes, que tienen que ser obligatoriamente funcionarios en ejercicio de los Servicios de Metrología de sus respectivos países, son elegidos a título personal, con el acuerdo de su Gobierno, sin que por ello este último quede comprometido.

El Comité estudia las modalidades de realización de las tareas de la Organización, reparte los estudios entre los diferentes órganos de ejecución, a los que orienta con sus consejos.

Examina los trabajos y los somete para que puedan realizar toda clase de observaciones a los servicios competentes de los Estados miembros, con el fin de obtener una síntesis definitiva de los trabajos, que eleva a la Conferencia General, para que esta decida sobre ellos.

Órgano de Ejecución y Estudios: Bureau Internacional de Metrología Legal.

El Bureau Internacional de Metrología Legal, que es un centro de documentación y difusión, así como de enlace y coordinación, tiene su sede en París.

Es el encargado de preparar, tanto las reuniones de la Conferencia como las del Comité, cuya secretaría desempeña, estableciendo el enlace entre los diferentes miembros.

Forma el centro de documentación sobre los instrumentos de medida y los servicios metrológicos, coordinando los trabajos que hayan podido ser encomendados o confiados a estos últimos, así como el de los diferentes Grupos de Trabajo.

El Bureau no efectúa ni trabajos de investigación, ni estudios experimentales, y no tiene por consiguiente laboratorios ni instalaciones y técnicas.

Por otra parte, la OIML no desconoce ciertas Uniones Internacionales que ejercen una actividad en conexión con la suya, aunque algunas solamente la ejerzan de una manera muy lateral. Así podemos citar a:

Organisation internationale de Normalisation (ISO).

Commission Électrotechnique Internationale (CEI).

Organisation des Nations Unies pour L'Education, La Science et la Culture (UNESCO).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM).

Commission des Communautés Européennes (CEE).

Office International de la Vigne et du Vin (OIVV).

Committee on data for Science and Technology (CODATA).

International Federation of Clinical Chemistry (IFCC).

International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis (ICUMSA).

IMEKO

Union Internationale de Physique Pure et Appliquée (UIPPA).

Association Internationale de Chimie Céréalière.

Union Internationale de l'Industrie du Gaz.

Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (UICPA).

Fédération Internationale de Chimie Clinique.

Comité Européen des Constructeurs de Distributeur d'hydrocarbures.

Comité Européen des Constructeurs d'instruments de Pesage.

SEV

ASMO (Organización Árabe de Normalización y Metrología).

En 1974, la OIML sufre una gran transformación en su organización interna y externa. M. M. Costamagna, después de 17 años como Director de la OIML, cesa por imperativo de la edad el 31 de diciembre de 1973, siendo sustituido por M. B. Athané.

Hasta entonces existía para cada recomendación que se elaboraba una Secretaría-Ponente, adjudicada normalmente a uno o dos países, como máximo, con sus correspondientes países colaboradores. Esta Secretaría-Ponente era verdaderamente la encargada de efectuar la recomendación con la ayuda de los países colaboradores. Este sistema adolecía del defecto que, dentro de una misma técnica, varias Secretarías-Ponentes elaboraban sus recomendaciones sin tener una verdadera interconexión entre ellas, llegándose al caso de que en dos recomendaciones de técnicas o instrumentos prácticamente similares se podían estar utilizando ciertos conceptos y hasta vocablos que estuviesen en desacuerdo.

Esto dio motivo a que se crearan las Secretarías-Pilotos, encargadas de coordinar los trabajos de las Secretarías-Ponentes en cada una de las técnicas en que se elaboran las recomendaciones internacionales.

De este modo, los temas o materias tratados por una Secretaría-Piloto, pueden concernir a:

- Una sola magnitud física.
- Varias magnitudes físicas que pertenezcan a un campo determinado de la física.

- Varias magnitudes de diferentes campos de la física, agrupadas según el campo de utilización de los instrumentos de medida.
- Problemas metrológicos generales.
- Problemas jurídicos, administrativos, de formación de personal, de equipos, etc.
- Normalmente estas Secretarías son confiadas por el Comité a los Estados miembros de la Organización que posean una gran experiencia en el tema a tratar y excepcionalmente el BIPL.

Para alcanzar una noción más concreta y completa de todas las vicisitudes que sufre una Recomendación Internacional de la OIML antes de alcanzar este rango, se expone a continuación un esquema de la forma de trabajo y relaciones, así como de los plazos establecidos ⁽¹⁾.

Etapas	Plazos	Resultados
1.º Elaboración del Primer Anteproyecto por el Grupo de Trabajo Nacional de la Secretaría-Ponente.	6 meses	Primer Anteproyecto
2.º Estudio del Primer Anteproyecto por los miembros Colaboradores de la Secretaría-Ponente.	3 meses	Observaciones de los miembros Colaboradores al Primer Anteproyecto.
3.º Elaboración del Segundo Anteproyecto por el Grupo de Trabajo Nacional de la Secretaría-Ponente.	6 meses	Segundo Anteproyecto.
4.º Estudio del Segundo Anteproyecto por los miembros Colaboradores de la Secretaría-Ponente.	3 meses	Observaciones de los miembros Colaboradores al Segundo Anteproyecto.

¹ MODE DE TRAVAIL DES SECRETARIATS DE L'OIML (Edición de febrero de 1976).

Etapas	Plazos	Resultados
5.º Acuerdo entre los miembros Colaboradores. Puesta a punto redaccional	3 meses	Primer Proyecto enviado a la Secretaría Ponente.
6.º Estudio del Primer Proyecto por el Grupo de Trabajo Nacional de la Secretaría-Piloto.	1 mes	Observaciones del Grupo de Trabajo Nacional de la Secretaría-Piloto al Primer Proyecto.
7.º Estudio del Primer Proyecto por el Grupo de Trabajo Internacional de la Secretaría-Piloto.	3 meses	Observaciones del Grupo de Trabajo Internacional de la Secretaría Piloto.
8.º Aceptación del Proyecto el Grupo de Trabajo Internacional de la Secretaría-Piloto. Puesta a punto redaccional	3 meses	Primer Proyecto aceptado por la Secretaría-Piloto enviado al BIML.
9.º Estudio del Proyecto por el BIML.	2 meses	Proyecto enviado a los miembros de la OIML.
10.º Estudio del Proyecto por los miembros del Comité.	4 meses	Observaciones de los miembros del Comité y voto preliminar.
11.º Estudio de las observaciones por la Secretaría del Proyecto definitivo para su remisión al Comité o a la Conferencia.	3 meses	Proyecto definitivo enviado al BIML.
12.º Estudio del Proyecto por los Estados-Miembros para su adopción, o su sanción por el Comité o la Conferencia.	3 meses	Recomendación adoptada del CIML o Recomendación Internacional de la OIML.

Hasta el momento ⁽¹⁾ han sido creadas treinta Secretarías-Pilotos, con sus correspondientes Secretarías-Ponentes, y dado lo extenso de los temas abarcados y la importancia de ellos en el campo de la metrología, se expone la lista completa, en la que se contempla la enorme acción metroológica desarrollada por la OIML.

¹ Documento de febrero de 1976 (Études métrologiques de L'OIML.)

Secretaría Piloto n.º - TERMINOLOGÍA (Polonia)

- Sr. 1. Vocabulario de Metrología Legal, Términos fundamentales. (Polonia)
- Sr. 2. Vocabulario de Metrología Legal, Vocabulario de los diversos campos de medida (Polonia)
- Sr. 3. Vocabulario de Metrología Legal, Conformidad de la terminología de los documentos de la OIML con el Vocabulario. (Polonia)

Secretaría-Piloto n.º 2 – GENERALIDADES SOBRE LA METROLOGÍA LEGAL, CUESTIONES JURÍDICAS Y ADMINISTRATIVAS (BIML)

- Sr. 1. Leyes y Reglamentos básicos de la Metrología Legal, (BIML)
- Sr. 2. Unidades (Austria)
- Sr. 3. Calificación legal de los instrumentos de medida (BIML)
- Sr. 4. Reconocimiento internacional de los controles y marcas de verificación nacionales. (BIML)
- Sr. 5. Control por muestreo (Suiza)

Secretaría-Piloto n.º 3 – DOCUMENTACIÓN (BIML)

Estudio de cuestiones generales para la elaboración de documentos por los organismos de trabajo de la OIML (Secretaría informal sin grupo de trabajo internacional)

Secretaría-Piloto n.º 4 – MEDIDA DE LONGITUDES, SUPERFICIES, ÁNGULOS (Hungría)

- Sr. 1. Medidas de longitud a cantos planos (URSS)
- Sr. 2. Medidas materializadas de longitud (Bélgica-Hungría)
- Sr. 3. Aparatos de medida de longitudes de tejidos, cables e hilos (Francia)

-
- | | | |
|--------|--|------------------|
| Sr. 4. | Esquema jerárquico de los instrumentos de medida de longitudes | (URSS) |
| Sr. 5. | Medida de ángulos | (Polonia) |
| Sr. 6. | Medida de superficies | (sin determinar) |
| Sr. 7. | Medida de microlongitudes | (sin determinar) |

Secretaría-Piloto n.º 5 – MEDIDA DE VOLUMENES DE LÍQUIDOS
(Plan de trabajo en elaboración por EEUU, RFA y Francia)

Secretaría-Piloto n.º 6 – MEDIDA DE VOLUMENTES DE GAS
(Francia)

- | | | |
|---------|---|------------------|
| Sr. 1. | Contadores de gas de paredes deformables | (Países Bajos) |
| Sr. 2. | Contadores de pistones rotativos y no volumétricos | (RFA) |
| Sr. 3. | | (RFA) |
| Sr. 4. | Medida de hidrocarburos gaseosos distribuidos por «pipe-line» | (Checoslovaquia) |
| Sr. 5. | Métodos y medios de verificación | (EEUU) |
| Sr. 6. | Modalidades de verificación de contadores domésticos e industriales en servicio | (EEUU) |
| Sr. 7. | Medida y cálculo del factor de compresibilidad de los gases | (Francia) |
| Sr. 8. | Medida de caudales y volúmenes de gas en régimen pulsatorio (Sin determinar) | |
| Sr. 9. | Correctores de volúmenes de gas | (Francia) |
| Sr. 10. | Rectificadores de flujo | (Francia) |
| Sr. 11. | Calculadores de entrada en un conjunto de medida | (EEUU) |
| Sr. 12. | Instrumentos de medida de caudales de gas | (Sin determinar) |

Secretaría-Piloto n.º 7 – MEDIDA DE MASAS (EEUU)

- | | |
|--|---------------|
| Sr. 1. Terminología | (EEUU) |
| Sr. 2. Medida de masas: generalidades | (EEUU) |
| Sr. 3. Especificaciones metrológicas y técnicas para los instrumentos patrones de verificación | (EEUU) |
| Sr. 4. Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático | (Francia-RFA) |
| Sr. 5. Instrumentos de pesaje de funcionamiento automático | (Inglaterra) |
| Sr. 6. Instrumentos peso-precio | (Francia-RFA) |
| Sr. 7. Procedimientos de control en servicio | (EEUU) |

Secretaría-Piloto n.º 8 – PESAS (EEUU)

- | | |
|---|----------------------|
| Sr. 1. Especificaciones metrológicas para las pesas | (EEUU) |
| Sr. 2. Procedimientos de verificación de pesas | (Bélgica) |
| Sr. 3. Valor convencional del resultado de pesadas en el aire | (BIML) |
| Sr. 4. Masas patrones de valor elevado | (RFA-Francia) |
| Sr. 5. Pesas utilizadas en el comercio y en la industria | (Bélgica-Inglaterra) |
| Sr. 6. Pesas de precisión | (Bélgica) |

Secretaría-Piloto n.º 9 – MEDIDA DE MASAS VOLÚMICAS (Francia)

- | | |
|---|------------------|
| Sr. 1. Tablas alcohométricas internacionales | (Francia) |
| Sr. 2. Alcohómetros y Areómetros para alcohol | (Francia) |
| Sr. 3. Densímetros y areómetros | (Sin determinar) |
| Sr. 4. Tensión superficial de los líquidos utilizados para la calibración de areómetros | (RFA) |
| Sr. 5. Picnómetros | (Francia) |
| Sr. 6. Medida de masas volúmicas de gas por el método estático | (Sin determinar) |

Sr. 7. Medida de masas volúmicas de los sólidos (Sin determinar)

Secretaría-Piloto n.º 10 – INSTRUMENTOS DE MEDIDA PARA VEHÍCULOS AUTOMÓVILES, NAVIOS, ETC.

- Sr. 1. Medida de velocidades de los vehículos (por efecto Doppler u otro procedimiento) (Suiza)
- Sr. 2. Indicadores de velocidad y distancia de los vehículos automóviles (Polonia)
- Sr. 3. Taxímetros e instrumentos de medida de distancias recorridas (RFA)
- Sr. 4. Cronotacógrafos (Francia)
- Sr. 5. Decelerómetros (Sin determinar)
- Sr. 6. Medida de velocidad de los navíos (Sin determinar)

Secretaría-Piloto n.º 11 – MEDIDA DE PRESIONES (Austria)

- Sr. 1. Terminología (RFA)
- Sr. 2. Esquemas de jerarquía (Polonia)
- Sr. 3. Balanzas manométricas (Checoslovaquia)
- Sr. 4. Manómetros de elementos receptores elásticos (URSS)
- Sr. 5. Manómetros de los instrumentos de medida de la tensión arterial (Austria)
- Sr. 6. Medida de presiones por tensiones (EEUU, prov.)
- Instrumentos de medida para el vacío físico (Sin determinar)
- Barómetros y altímetros (Sin determinar)

Secretaría-Piloto n.º 12 – MEDIDA DE TEMPERATURAS Y DE ENERGÍA CALORÍFICA (RFA)

- Sr. 1. Terminología relativa a la medida de temperaturas (Inglaterra)
- Sr. 2. Termómetros de líquido en vidrio (RFA)
- Sr. 3. Termómetros eléctricos de resistencia metálica (URSS)
- Sr. 4. Termómetros eléctricos de termistancia (EEUU)
- Sr. 5. Pares termoelectrónicos (EEUU)
- Sr. 6. Pirómetros ópticos (URSS)
- Sr. 7. Termómetros clínicos (RFA)
- Sr. 8. Contadores de calor (RFA)
- Sr. 9. Métodos de verificación de termopares patrones (Checoslovaquia)

Secretaría-Piloto n.º 13 – MEDIDA DE MAGNITUDES ELÉCTRICAS Y MAGNÉTICAS (EEUU)

- Sr. 1. Compatibilidad internacional de los patrones primarios nacionales utilizados para la verificación de instrumentos (EEUU)
- Sr. 2. Watímetros (Suiza)
- Sr. 3. Contadores de energía eléctrica de conexión directa (Francia)
- Sr. 4. Transformadores de medida y contadores de energía eléctrica destinados a ser utilizados con los transformadores de medida (RFA)
- Sr. 5. Instrumentos indicadores de tensión, corriente y frecuencia (Sin determinar)
- Sr. 6. Instrumentos registradores de tensión, corriente y frecuencia (Sin determinar)

Secretaría Piloto n.º 14 – ACÚSTICA Y VIBRACIONES (RFA)

- Sr. 1. Sonidos y ruidos (Suiza)
Sr. 2. Audímetros (RFA)
Sr. 3. Vibraciones mecánicas y choques (EEUU)

Secretaría-Piloto n.º 15 – MANIFESTACIONES ÓPTICAS DE LA LUZ (Sin determinar)

- Sr. 1. Dioptrímetros (Hungría)

Secretaría-Piloto n.º 16 – RADIACIONES IONIZANTES (Inglaterra)

- Sr. 1. Dosímetros y aparatos de protección (Suiza)
Sr. 2. Laboratorios secundarios de calibración en dosimetría (Hungría)

Secretaría-Piloto n.º 17 –MEDIDA DE POLUCIONES (EEUU)
(Plan de trabajo en elaboración)

Secretaría-Piloto n.º 18 – MEDIDA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS ALIMENTARIOS (Francia)

- Sr. 1. Humidímetros para granos de cereales y granos oleaginosos (Francia, Prov.)
Sr. 2. Masa del hectólitro de los granos de cereales (RFA)
Sr. 3. Sacarímetros polarimétricos (RFA)
Sr. 4. Sacarímetros automáticos utilizados para la medida del porcentaje de azúcar de la remolacha (Francia)
Sr. 5. Sacarímetros utilizados para diferentes usos comerciales o industriales (Inglaterra)

- Sr. 6. Refractómetros utilizados para la medida del porcentaje de azúcar de los mostos de uvas naturales (Francia)
- Sr. 7. Refractómetros utilizados para el porcentaje de jugos de frutas o de productos alimentarios (Sin determinar)
- Sr. 8. Butirómetros para la leche (Bélgica)
- Sr. 9. Aparatos utilizados para medir el porcentaje de materias grasas en los productos alimentarios (Sin determinar)

Secretaría-Piloto n.º 19 – MEDIDA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES (Austria)

- Sr. 1. Fuerza (RFA)
- Sr. 2. Máquinas de ensayo de materiales (EEUU)
- Sr. 3. Dureza (Austria)
- Sr. 4. Base internacional de referencia de dureza (Checoslovaquia)

Secretaría-Piloto n.º 20 – PRODUCTOS CONDICIONADOS (Inglaterra-Provisional)

(Plan de trabajo en elaboración)

Secretaría-Piloto n.º 21 – NORMALIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS DE LOS MEDIOS DE MEDIDA (URSS)

- Sr. 1. Características metrológicas normalizadas de los medios de medida en la medición de constantes (URSS)
- Sr. 2. Características metrológicas normalizadas de los medios de medida en las mediciones de cantidades variables en el tiempo (URSS)
- Sr. 3. Clases de precisión de los medios de medida (URSS)
- Sr. 4. Errores de los sistemas de medida (URSS)

-
- Sr. 5. Reglamentación de los métodos de ensayo y de control (URSS)
de los medios de medida según las características
metrologías

Secretaría-Piloto n.º 22 – PRINCIPIOS GENERALES DE LA VERIFI-
CACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDIDA (EEUU)

- Sr. 1. Campos de utilización y nomenclatura de los (Sin determinar)
instrumentos sujetos a la verificación periódica
- Sr. 2. Principios de elección de parámetros y características (Sin determinar)
a verificar
- Sr. 3. Principios por los cuales la evaluación de los modelos (EEUU)
será efectuada
- Sr. 4. Principios para la verificación primitiva y ulterior de (EEUU)
los instrumentos
- Sr. 5. Principios de control metrología (Checoslovaquia)
- Sr. 6. Principios del establecimiento de la conformidad (EEUU)
continua a las especificaciones según las cuales los
certificados y marcas de verificación han sido dados
- Sr. 7. Principio del establecimiento de errores de los (Sin determinar)
métodos de verificación en función de los errores
tolerados para los instrumentos de medida

Secretaría-Piloto n.º 23 – MÉTODOS Y MEDIOS DE TESTIFICACIÓN
DE LOS DISPOSITIVOS DE VERIFICACIÓN (Checoslovaquia)

- Sr. 1. Características metrologías de los patrones y de los (Checoslovaquia)
dispositivos de calibración
- Sr. 2. Reglas para la determinación, conservación y (Checoslovaquia)
utilización de los patrones y dispositivos de calibración
- Sr. 3. Documentación recomendada para los patrones y
dispositivos de calibración (Checoslovaquia)

Sr. 4. Métodos para la testificación de los dispositivos de verificación (Sin determinar)

Métodos para la evaluación de los resultados de medida y presentación de los resultados

Principios para el establecimiento de esquemas jerárquicos. Métodos para enseñarlos y comentarlos.

Secretaría-Piloto n.º 24 – EQUIPO DE LAS OFICINAS DE METROLOGÍA LEGAL (India)

Sr. 1. Equipos para la verificación de instrumentos de medida de masas y magnitudes asociadas (EEUU)

Sr. 2. Equipos para la verificación de instrumentos de medida de longitudes, superficies y volúmenes y magnitudes asociados (India)

Sr. 3. Equipos para la verificación de instrumentos de medida de magnitudes eléctricas y magnitudes asociados (Ceilán)

Sr. 4. Equipos para la verificación de instrumentos de medida de temperaturas y de calor de magnitudes asociados (RFA)

Sr. 5. Equipos para la verificación de instrumentos de otras magnitudes (Sin determinar)

Secretaría-Piloto n.º 25 – PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO (BIML)

Sr. 1. Legislación relativa a la metrología legal (BIML, Prov.)

Sr. 2. Estructura y funcionamiento de un servicio nacional de metrología legal (Ceilán)

Sr. 3. Material necesario para el funcionamiento de un servicio nacional de metrología legal (URSS)

Sr. 4. Estudio de las recomendaciones de la OIML desde el punto de vista de los países en vías de desarrollo (BIML, Prov.)

Sr. 5. Enseñanza de la metrología legal (Marruecos)

 Secretaría-Piloto n.º 26 – INSTRUMENTOS DE MEDIDA UTILIZADOS EN EL CAMPO DE LA SANIDAD (RFA)

- Sr. 1. Instrumentos para la determinación de los glóbulos sanguíneos (RFA)
- Sr. 2. Pipetas para la mezcla de sangre (RFA)
- Sr. 3. Pipetas Westergren para medir la velocidad de sedimentación de la sangre (RFA)
- Sr. 4. Instrumentos de medida bioeléctricos (URSS)
 - Cardiógrafos
 - Encefalógrafos
- Sr. 5. Materiales de referencia para la calibración de los aparatos destinados al control en los análisis médico-biológicos y de investigación (Sin determinar)

Secretaría-Piloto n.º 27 – PRINCIPIOS GENERALES DE UTILIZACIÓN DE MATERIALES DE REFERENCIA PARA LA VERIFICACIÓN DE APARATOS DE MEDIDA (URSS)

- Sr. 1. Terminología (URSS)
- Sr. 2. Clasificación de los materiales de referencia (Sin determinar)
- Sr. 3. Propiedades metroológicas de los materiales de referencia y su normalización (URSS)
- Sr. 4. Principios de determinación de los valores certificados en los materiales de referencia (URSS)
- Sr. 5. Principios generales de utilización de los materiales de referencia (URSS)
- Sr. 6. Prescripciones metroológicas concernientes al contenido de los certificados de análisis (URSS)
- Sr. 7. Métodos de comparación de los materiales de referencia (Polonia)
- Sr. 8. Informaciones concernientes a los materiales de referencia (Sin determinar)
- Sr. 9. Coordinación general de los trabajos en materiales de referencia, efectuados por otras secretarías de la OIML (URSS)

Secretaría-Piloto n.º 28 – MATERIALES DE REFERENCIA PARA LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES (Sin determinar)

Secretaría-Piloto n.º 29 – UTILIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE REFERENCIA PARA LA CALIBRACIÓN DE LOS APARATOS QUE DETERMINAN LA COMPOSICIÓN DE LOS MATERIALES

Secretaría-Piloto n.º 30 – MEDIDAS FÍSICO-QUÍMICAS (URSS)

- Sr. 1. Pehachimetría e ionometría (URSS)
- Sr. 2. Conductibilidad eléctrica de las soluciones (URSS)
- Sr. 3. Humedimetría de los cuerpos sólidos, líquidos (Sin determinar)
- Sr. 4. Humedimetría de los materiales sólidos (URSS)
- Sr. 5. Humedimetría de las soluciones no acuosas (URSS)
- Sr. 6. Humedimetría del aire y del gas (Checoslovaquia o Polonia)
- Sr. 7. Calorimetría de gases (RFA)
- Sr. 8. Medidas de la concentración de vapores en el líquido (Sin determinar)
- Sr. 9. Viscosimetría (URSS)
- Sr. 10. Verificación de los analizadores de gas (URSS)
- Sr. 11. Medida de la composición y propiedades del petróleo y de los productos petrolíferos (URSS)
- Sr. 12. Materiales de referencia para la calibración de los aparatos de análisis de gases y mezclas gaseosas (Inglaterra)

EPÍLOGO

En los primeros capítulos de esta Tesis, se ha tratado de exponer de forma realista, y totalmente imparcial, una serie de hechos históricos. Unos de carácter científico, otros de orden político que marcaron huellas tan profundas en la metrología nacional, que aún hoy en día nos condicionan. En estos capítulos se interrelacionan muchas veces la metrología específicamente española con la metrología en otros países y, en general, con la metrología mundial. Sin embargo, son en sí mismas fundamentalmente un compendio de toda la trayectoria metrológica española, desde la promulgación de la primera ley de Pesas y Medidas en 1849, en que la metrología es considerada por fin y configurada científicamente, hasta la última ley del año 1967.

Tres leyes de Pesas y Medidas han sido promulgadas en España: La primera, como antes dijimos, en 1849, la segunda en 1892 y la tercera en 1967. Sin entrar en análisis internos de ellas, las tres tienen una característica común, el de servir de base para el establecimiento de un Sistema de Unidades o modificación de las unidades preestablecidas. No pueden ser, por tanto, consideradas como Leyes Metrológicas, sino simplemente como leyes de establecimiento y obligatoriedad de un determinado sistema.

Pero en este gran intervalo de tiempo, quisiere diferenciar claramente las dos épocas más significativas que atravesó la metrología en España.

La primera, comprendida entre los años 1849 a 1924, exactamente tres cuartos de siglo, puede ser considerada como el período de mayor desarrollo metrológico hasta nuestros días en toda la historia de España. Desde sus comienzos, toda la trayectoria es ascendente, a pesar de sufrir en ese intervalo momentos de relativa decadencia, pero que fueron superados siempre a pesar de las dificultades.

En este período en el que se realiza el cambio mental de toda la sociedad española de la vara y la libra, al metro y al kilo, es decir, del Antiguo Sistema al Sistema Métrico Decimal. Esta ingente labor, que hoy en día en algunas naciones tratan de superar con su paso al Sistema Internacional de Unidades, SI, se realizó con unos medios muchísimas veces escasísimos, pero con una constancia y tesón por los hombres que lo realizaban formidable. Compárense solamente la difusión y los medios de comunicación actuales con los existentes, sin ir más lejos, a primeros de siglo. Sin embargo, como se ve, tuvieron que sucederse generaciones enteras para llegar a una completa mentalización en el país. Este mismo fenómeno, e intervalo parecido, ha sido prácticamente el mismo en todas las naciones. La Comisión de Pesas y Medidas trabajó afanosamente, entusiásticamente, hasta lograr los fines que le encomendaban las leyes.

Se puede decididamente afirmar que, en 1849, partiendo de una situación metrológicamente negativa, se llega, en 1924, a alcanzar una estructura y organización metrológica en España al más alto nivel entre todos los países del mundo.

Un Cuerpo de Metrólogos, llamados Fieles Contrastes, formado por 68 Ingenieros superiores, auxiliados por más de un centenar de ayudantes, cubrían todo el territorio nacional. La metrología, con una estructura verdaderamente piramidal, efectuaba el mantenimiento y conservación de los patrones primarios existentes, realizaba las aprobaciones de modelo de toda clase de instrumentos, se efectuaban las verificaciones primitivas y en fábrica, así como las verificaciones periódicas, contrastando todos los años los aparatos que ordenaban las leyes.

Muy pocas naciones disponían en aquella época de tan eficiente personal y medios en el campo de la metrología. La metrología española había alcanzado la cúspide más alta de toda su historia.

Pero, inesperadamente, esta trayectoria ascendente comenzó a declinar con el desdichado Decreto de 1924, por el cual el Cuerpo de Fieles Contrastes se desvinculaba de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas, pasando a depender de las incipientes Delegaciones de Industria.

En sí, el hecho de la nueva dependencia, pudiera parecer, a primera vista, hasta coherente, pero un análisis profundo de los hechos acaecidos con posterioridad, nos llevan a la conclusión de que los resultados obtenidos no pudieran ser más nefastos.

Desmembrada la metrología en órganos diferentes, sin una continuidad en sus trabajos, sin una cohesión interna, sin una única y exclusiva dirección, aquella unidad tan costosamente alcanzada se deshacía inesperadamente.

Quizá en los primeros años no se notasen las desastrosas consecuencias de la decisión adoptada, pero años más tarde, cuando el pseudo desarrollo en España llegó a colocar en el «ranking» mundial en el décimo puesto de entre los países industrializados, es cuando se llegaría a la conclusión que solo una serie de índices externos de producción justificaban tal puesto, enmascarando el subdesarrollo colonial tecnológico existente. Los elevados royalties que actualmente paga España atestiguan este aserto.

De todo lo cual se deduce, que en un Estado moderno e industrializado no es posible mantener una estructura metrológica con la misma concepción que hace 125 años, y en el que las modificaciones introducidas no hicieron más que empeorar y agravar la situación inicial, que ciertamente en sus comienzos estuvo bien planteada.

No se trata de censurar ni a personas ni corporaciones, sino de plantear, de la forma más realista posible, la situación metrológica actual, la cual, funcionalmente, ya ha sido calificada por un experto metrologista español como «inoperante e inexistente».

La Ley en vigor, declara de uso legal en España el Sistema Internacional de Unidades, SI, pero no se disponen ni de los medios necesarios para reproducir, conservar y diseminar los prototipos de las unidades básicas, grave incongruencia, incompatible con nuestra propia soberanía nacional.

Tener que acudir a los grandes laboratorios extranjeros para la calibración de nuestros patrones e instrumentos de medida, nos equipara no

ya a los países en vías desarrollo, sino con los Estados sumergidos en el más completo subdesarrollado, pues la mayoría de los primeros poseen los medios necesarios para cubrir, y en exceso, sus propias necesidades metrológicas.

No quiero entrar en prejuizar cual debía ser la estructura más idónea que en estos momentos España necesita. Hace años, en 1961, el Prof. Dr. Richard Vieweg, realizó un viaje a España para presentar ante las autoridades españolas un «Anteproyecto de un Plan de Metrología para España». El Prof. Vieweg, era en esos momentos el Presidente del Comité Internacional de Pesas y Medidas y, hasta hacía un año, había sido el Presidente del PTB, de la República Federal de Alemania.

Su informe existe, está ahí, y aún permanecen las circunstancias de entonces, agravados por los dieciséis años transcurridos. Pienso que cualquier persona interesada por los problemas metrológicos en España, debía leer y releer, pero muy despacio, el Informe del Prof. Dr. Vieweg. Después de conocer distintos laboratorios y organismos metrológicos de Europa y América, tratando de conocer lo más profundamente posible sus estructuras y organizaciones, he llegado a la conclusión de que la mejor exposición técnica que he leído hasta la fecha sobre la metrología española es la redactada por el Prof. Vieweg. Su imparcialidad, conocimientos y preparación en el enfoque de los problemas están fuera de toda duda.

Un personal técnico especializado a distintos niveles; realización de los patrones de las unidades base; un eficiente Servicio Nacional de Metrología Legal (y si se quiere, quitar la palabra Legal), que abarque desde la aprobación de modelo, hasta la última de las verificaciones y contrastes; unos laboratorios adecuados, provistos de los medios necesarios para ayudar en todo momento a la industria y a los servicios; unas verdaderas cadenas de calibración de patrones e instrumentos; unas circunscripciones metrológicas situadas en el ámbito de los centros fabriles; una normativa lo más avanzada tecnológicamente, todo ello encuadrado en un nuevo marco legislativo metrológico, pienso, serían los primeros pasos a dar, para obtener una «capacidad» y colocarnos a la altura que un país como España debe poder.

Cualquiera de los puntos enunciados anteriormente, son factibles de realización, pues aun los que tecnológicamente parece más complicados, no son nunca problemas científicos, la ciencia ya los tiene resueltos, y sus realizaciones técnicas, como ocurre en el caso de los patrones de las unidades base, otros países con una tecnología más inferior a la española, en todos los ámbitos, las están ya realizando satisfactoriamente.

En los momentos actuales, todas las naciones del mundo, tienden a alcanzar una cierta situación metrológica, adaptándose a sus propias peculiaridades. Como referencia puedo afirmar que, en la V Conferencia General de la OIML, se apreció claramente el esfuerzo que están realizando los países de África negra por incorporarse lo más rápidamente posible a los niveles metrológicos internacionales, quedando patentizada esta disposición en todas las sesiones de la Conferencia.

Un fenómeno similar está sucediendo en los países de la América latina, Brasil, Argentina, Venezuela, Perú, Ecuador, Cuba, etc., en base a acuerdos bilaterales con diversos países, tratan de incorporarse lo más rápidamente posible a esta realidad, que no, es más, en el fondo, que la columna vertebral de todo país industrializado.

No puede concebirse una verdadera industrialización en un país, si no está cimentado en un sólido desarrollo metrológico, pues aquella sólo sería una fachada frágil y perecedera.

Una estructura metrológica apropiada, requiere unos medios cuya utilización sean específicamente metrológicos. Pensar que porque unos determinados laboratorios posean un cierto instrumental que podría ser aprovechado y que con ello se tiene resuelto el problema, es una solución que demuestra desconocimiento total de la materia y aún cierta carga de demagogia. Si el laboratorio posee unos patrones o un instrumental de «carácter» metrológico, lo poseerá para cubrir sus propias necesidades, pero, desde luego, no tendrá la «capacidad» necesaria a escala nacional.

Respecto a las unidades básicas nos afirma el Prof. Vieweg en su Informe: «Es una exigencia de primer orden la concentración bajo un orga-

nismo único, competente y cualificado. Es este un postulado que acepta también el Sr. Presidente de la Comisión Permanente. »

«La metrología española es actualmente incompleta. No es que le falte esto o aquello, sino lo esencial, es decir, la cima científica».

La estructura piramidal en metrología es la más apropiada y recomendable, siendo esta la propuesta por el científico alemán.

Respecto a la organización del Servicio de Metrología Legal, me atengo al Primer Documento de la Organización Internacional de Metrología Legal, que como anteriormente hemos dicho, es de la máxima competencia en la materia:

«El Servicio de Metrología Legal debe ser autónomo y no formar una sección menor de un determinado Ministerio (Industria, Comercio, Educación, Gobernación, Hacienda...).

Debe ser, en efecto, independiente, para no sufrir ninguna influencia, aunque sea indirectamente, de industrias, comerciantes utilizadores, público...

Su dependencia a la Presidencia del Consejo de Ministros, parece la indicada, o, al menos, depender de un ministerio superior de fines generales.»

España necesita evolucionar lo más rápidamente posible en este campo, colocando el interés nacional por encima de cualquier tipo de interés personal o corporativo, y si el presente estudio contribuye a encontrar caminos, y clarificar ideas habrá logrado su objetivo.

No quiero terminar este trabajo sin hacer referencia a una cita de D. Gabriel de Ciscar, que, escribiendo sobre la metrología en España, decía:

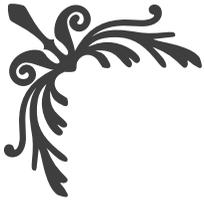
«No hay duda que toda reforma, por útil que sea, encontrará en todos tiempos algunos opositores. Pero cuando los abusos han llegado a cierto término, solo se debe pensar en los medios más adecuados para su extirpación».

BIBLIOGRAFÍA

- CADARSO, M.: La Metrología en España hasta la Convención del Metro (I Asamblea Nacional de Metrología), 1975.
- VÁZQUEZ QUEIPO, V.: Ensayo sobre los sistemas métricos y monetarios, París, 1859.
- CISCAR, G.: Apuntes sobre medidas, pesos y monedas, Madrid, 1821.
- CISCAR, G.: Memoria Elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales fundados en la naturaleza, Madrid, 1800.
- FAVRE, A.: Les Origines du Système Métrique, París, 1931.
- DE TERESA NOUGARO, J.: Tratado completo de metrología, Salamanca, 1852.
- PERRIER, G.: Petite Histoire de la Géodésie, París, 1939.
- WAL, C.: Concordancia Métrico-Decimales, Madrid, 1879.
- ÁLVAREZ GUERRA, J.: Ideas sobre Metrología, Madrid, 1921.
- RIVAS, R.: Evolución de los Sistemas de Unidades, Madrid, 1921.
- RIVAS, R.: Evolución científica e industrial de la Metrología. Necesidad de un Centro Nacional Metroológico para el Desarrollo Económico, Madrid, 1970.
- SAS HUELI, G. y GARBAYO, E.: La Comisión Permanente de Pesas y Medidas. Resumen Histórico, Madrid, 1947.
- SANS HUELIN, G.: Algunos aspectos de la Metrología en el pasado y en el presente, Madrid, 1956.
- MOREAU, H.: Le Système Métrique, París, 1975.
- RODRÍGUEZ DE ARAGÓN, M.: Unidades (CPPM), Madrid, 1949.

- VIEWEG, R.: Anteproyecto de un Plan de Metrología para España (Informe), 1961.
- Ley de Pesas y Medidas de 19 de julio de 1849, Madrid, 1849.
 - Ley de Pesas y Medidas de 8 de julio de 1892 y Reglamento para su Ejecución, Madrid, 1895.
 - Ley de Pesas y Medidas de 8 de julio de 1892 y Reglamento para su Ejecución de 31 de diciembre de 1906, Madrid.
 - Ley de Pesas y Medidas de 8 de julio de 1892 y Reglamento para su Ejecución de 4 de mayo de 1917, Madrid, 1917.
 - Personal del Servicio de Pesas y Medidas, Madrid, 1923.
 - Equivalencia entre las Pesas y Medidas usadas antiguamente y las legales del Sistema Métrico Decimal, Madrid, 1886.
 - Reglamento para la Ejecución de la Ley de Pesas y Medidas de 8 de julio de 1892 (Public. BOE de 7 de junio de 1941), Madrid, 1941.
 - Reglamento de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas, Madrid, 1849.
 - Reglamento para la Ejecución de la Ley de Pesas y Medidas de 8 de julio de 1892 (Decreto de 1 de febrero de 1952), Madrid, 1952.
 - Relación de aparatos de pesar y medir autorizados hasta el 31 de diciembre de 1970 (CNMM), Madrid, 1971.
 - Ley de Pesas y Medidas de 8 de noviembre de 1967, Madrid, 1967, Madrid, 1970, Madrid, 1974.
 - Sistema Internacional de Unidades SI (CNMM), Madrid, 1974, Madrid, 1975.
 - Revue du Palais de la Decouverte. Metrologie Année 100, París, 1975.
 - Convention du Mètre et son Règlement Annexé, París, 1942.
 - Procès-Verbaux des Séances de 1875-1876, París.
 - Comité Consultivo para la Definición del Metro (Sesión 1953), París, 1954.
 - Procès-Verbaux des Séances (49.^a Session – 1960), París, 1962.

- Libros de Actas de la actual Comisión Nacional de Metrología y Metrotecnica, desde 1849 a 1970, CNMM, Madrid.
- Jornadas de Metrología (BNM), París, 1971.
- Boletín de Metrología, Tomos I, II y III (CPPM), Madrid, 1955, 1956-1957.
- Comité Consultivo de Unidades (3.ª Sesión – 1971), París, 1972.
- Comité Consultivo para la Definición del Metro (4.ª Sesión – 1970), París, 1972.
- Símbolos, Unidades y Nomenclatura en la Física (Doc. UIP 11), Bilbao, 1968.
- Conferencias Internacionales de Metrología Legal (OIML), París.
- Science Dimension (NCR), Canadá, vol. 1, n.º 7, 1975.
- Conferencias Generales del BIPM, París.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, COMERCIO
Y TURISMO

CEM CENTRO ESPAÑOL
DE METROLOGÍA

CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA

Calle del Alfar, 2 • 28760 Tres Cantos, Madrid

Teléfono 91 807 47 00

cem@cem.es • www.cem.es

