

DISCURSOS

LEÍDOS ANTE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

EN LA RECEPCIÓN PÚBLICA

DEL

EXCMO. SR. D. FRANCISCO DE PAULA ARRILLAGA

el día 1.º de Junio de 1890



MADRID—1890

IMPRESA DE DON LUIS AGUADO
8, *Pontejos*, 8

DISCURSO

DEL

EXCMO. SR. D. FRANCISCO DE PAULA ARRILLAGA

Señores:

Afectos personales y no propios merecimientos me han elevado á este sitio; y no lo declaro en tan solemne acto por alardear de modestia, ni por ponderar la gratitud de que vengo poseído, sino por verdadera humildad, fundada en el conocimiento que de mí mismo no me falta del todo por fortuna. Jamás me engreiré, yo os lo fío, creyendo haber conquistado el alto galardón con que me honrais; ni olvidaré un instante que me hallo desde hoy entre favorecedores y maestros, como obrero de buena voluntad, apto solamente para trabajar bajo vuestra segura dirección y ateniéndome á vuestros inteligentes consejos.

Sin la suerte lisonjera que me deparó ocasiones de contribuir, aunque en bien leve porción, á una preciada obra de la ciencia nacional, no hubiérais advertido en mí las apariencias de docto, que, á modo de luz arrojada sobre masa de ruda superficie, proyectó á ratos sobre mí la Geodesia española, cuyos directores y autores principales se sentaban ya con envidiables títulos para ello en esta Real Academia.

Y al verme ahora tan cerca de vosotros, es cuando más me abruma la consideración de cuán poco es lo que conmigo

traigo para llenar el puesto que aquí dejó vacío la muerte del insigne General de Artillería D. Pedro Alcántara de la Llave.

Cualquiera de las dotes, una sola de las muchas prendas que á este ilustre académico enaltecian, me bastaría ahora para presentarme ante vosotros decorosamente ataviado: su ciencia ó su erudición, su carácter ó sus servicios.

En pocos hombres, con efecto, se juntan tantas cualidades eminentes y tantos méritos eximios como en D. Pedro de la Llave se sumaban, ni pueden ser muchos los que dejen indeleblemente impresas en la memoria de sus contemporáneos huellas tan hondas, aun por el solo efecto del trato social.

Miembro principal y activo de un cuerpo selectísimo de la milicia, en que el saber y el honor son patrimoniales, tuvo dentro de él sus compañeros por dechado y modelo de caballeros y de jefes. Artillero de la época en que mayores adelantamientos técnicos se han sucedido en el material de guerra, los juzgó y apreció con voto decisivo en los Consejos de su Arma, y fué juez por nadie recusado en el palenque científico, donde públicamente se debaten los problemas matemáticos y físicos que la construcción y empleo de las armas de fuego plantean de continuo, y exigen resolución pronta y acertada.

Exornaba, además, su incesante labor científica con erudición abundosa y amenísima, resultante de su privilegiada memoria y de su excelente criterio; revistió siempre sus opiniones con las galas de un decir castizo y escogido; ejerció con modestia encantadora y formas suavísimas legítima influencia en las muchas Corporaciones sabias de que formó parte; y, habiendo vivido largos años consagrado á su preclara familia y al servicio de la patria, que acendradamente amaba, pasó á vida inmortal por el tránsito envidiable de los justos, después de gozar en vida, por sus virtudes y sus talentos, del respetuoso afecto de todos sus conciudadanos, que no esperaron para conocerle á que la muerte despertase, como tantas veces acontece, la fama y el elogio merecidos.

De tan egregio patricio hubiera yo debido tomar ejemplo á tiempo, aun sin soñar en sucederle, ya que tuve la honra de sentarme á su lado en más de una junta de varones, por diversidad de títulos, respetables, en vez de limitarme sólo á ser reverente admirador suyo.

Sea, de todas suertes, su recuerdo, que con fervorosa efusión invoco en este momento, amparo de mi debilidad y prenda de la tolerancia, que habréis de otorgar y prodigaréis seguramente á vuestro novel compañero.

Alentado con tan estimulante esperanza, he podido llegar á vuestras puertas; y habiendo, al hacer mi entrada en este recinto, de discurrir ante vosotros sobre algún asunto científico, digno de vuestra atención y á la vez de la del público, puesto que son públicas las presentaciones de vuestros recipiendarios, háme también favorecido la fortuna, que ya os manifesté antes no haberme sido hostil en mi carrera, brindándome por razón de oportunidad con tema en qué me ocupe: y tema de relativa facilidad para mí, que no hubiera podido remontarme á las altas cumbres de la ciencia, sobre cuyos puntos más elevados os habéis cernido con vuestros discursos en casos semejantes.

La historia de las Matemáticas aplicadas ha de marcar en sus fastos gloriosos este curso de 1889-90, con la misma piedra blanca con que señaló su inmediato antecentenario. En este año, podrá escribir la historia, se fijó y determinó el *nuevo prototipo internacional del metro* y comenzó la difusión verdaderamente científica del sistema métrico-decimal de pesas y medidas, apoyándose en *los novísimos métodos de la Metrología de precisión*, del propio modo que en 1790 pudo decir que se ideó la universalización social de un sistema de pesas y medidas sobre las bases que la ciencia del siglo XVIII asentó; y añadirá que el siglo XIX, al terminar, demostró así haber sido digno heredero de la Geodesia que le legó en sus postrimerías el XVIII, como éste lo había sido del gran siglo XVII, en cuyo tercio postrero Newton y Huyghens asombraron al mundo con la revelación de las teorías geodinámicas de la gravedad y del péndulo, y bosquejaron

la forma verdadera del planeta, comprobada, poco más tarde, en sus rasgos principales por las mediciones de grados de distintos meridianos y paralelos.

Si acertara yo á ser cronista de este transcendental acontecimiento y de paso atinara á señalar el desarrollo que la Metrología moderna ha alcanzado, aun sin pretensiones de definirla con todos sus caracteres, ni de señalar las direcciones que va tomando dentro del campo de las Matemáticas, en cuyos linderos apenas cabe ya, habría cumplido, en cuanto mis fuerzas lo permiten, el precepto de los Estatutos, que al ser elegido prometí acatar, y no quedaría enteramente injustificada vuestra extremada benevolencia para conmigo.

I.

El establecimiento de un sistema universal de pesas y medidas sobre la base de una unidad de longitud, sellada con caracteres de perpetuidad é invariabilidad, fué iniciado al calor de la revolución francesa de 1789, no ciertamente por virtud de los principios proclamados en aquel formidable movimiento político, cuyas convulsiones se hicieron sentir por el mundo entero, sino porque la ocasión se ofreció entonces por extremo oportuna, y las circunstancias fueron singularmente propicias para empresa de tal índole.

En todos los pueblos europeos, enlazados por cierto grado de comunicación comercial, é imbuidos en los principios de la libertad del trabajo, era con afán justificado y por iguales motivos acariciada la idea de uniformar los pesos y las medidas.

Todos habían pasado por muy semejantes períodos de elaboración social y política, hasta constituirse en grandes nacionalidades, y todos venían desde fines de la Edad Media agobiados por la diversidad indefinida de sus tipos consuetudinarios y legales, agravada con la falta de contraste, nacida de la incertidumbre de los patrones originarios. En todas partes las libertades municipales ó las arbitrariedades feuda-

les se habían ejercido ampliamente en la adopción de medidas distintas y de proceder diferentes de pesar y medir, no exentos muchos de ellos de razones hasta cierto punto sólidas; porque, aun las que nos parecen hoy más inconvenientes anomalías, tenían y siguen teniendo circunstancial justificación. Muy bien se explica que hubiese leguas *cortas* y leguas *largas*, si se entendía por legua cosa parecida á lo que se entiende por etapa; si por *fanega* de tierra se quería expresar, no precisamente cierta extensión superficial, sino determinada magnitud de riqueza agraria, no debe causar extrañeza que se usaran fanegas de secano y fanegas de regadío, fanegas de marco y fanegas de sembradura, y fanegas de tierra superior, media é inferior; si en las medidas de capacidad se deseaba compensar las diversas formas y tamaños de los frutos, no podía ser igual la cuartera de cereales que la frutera, y se había de dar unas veces *raída* y otras *colmada*; -y, por análogos motivos, la libra carnicera debía diferir de la pescadera, y la vara de tela de seda de la de paño; y así de otras extrañas, pero disculpables, particularidades.

La costumbre, y á veces la necesidad de estimar por medio del peso y de la medida algo más que la cantidad de las cosas ó de los productos, como su calidad y también su forma, juntamente con la fuerza de obligar de los gremios de artes y oficios, son las que originaban la complicación de los sistemas locales y lo que hacía difícil extender su aplicación, siquiera hasta donde lo pedían las transacciones mercantiles de aquellos tiempos.

Con sólo pesar ó medir se quería ó precisaba hacer en muchos casos verdaderas valoraciones; y por esto, aun partiendo de un mismo módulo de medida ó de peso, cada arte ú oficio, cada gremio ó consulado, ideaba para su comodidad ó conveniencia una combinación ó sistema especial de múltiplos y divisores. Sería imperdonable ligereza juzgar puramente caprichosa tal diversidad, y notorio desconocimiento de las antiguas metrologías despreciar su examen, creyendo que no fué necesario sistemático estudio para realizar en la industria y en el comercio la apreciación de las cosas, con sólo el em-

pleo del peso ó de la medida. Analícense con cuidado, por ejemplo, los marcos de maderas de las principales comarcas forestales de España, y especialmente los de Cuenca y Valencia, y maravillarán al investigador las sutiles y muy hábiles combinaciones de la unidad lineal, pié ó palmo, inventadas para estimar por simple medición la madera de hilo, la de ase-rrío y la ripia.

A la historia y vicisitudes políticas de los pueblos se debe achacar la variedad de las unidades fundamentales; pero la diversidad de los sistemas, y sus respectivos organismos dentro de cada país, se deben, por lo común, al deseo de resolver, con elementos tan sencillos como el peso y la medida, problemas de valoración de mayor complejidad, y fueron también resultado del rigor de las agrupaciones gremiales de los diversos artes y oficios.

Eso sí: después de reconocer y aun de admirar el ingenio empleado en tales combinaciones, forzoso es convenir en que no había ya modo de entenderse, y en que, efectivamente, nadie se entendía fuera de su propia vecindad. Los perjuicios que esta anarquía producía, y el malestar que engendraba, dieron ocasión á lamentos y quejas que se tradujeron en reclamaciones positivas, las cuales, ya que no fueron por los poderes públicos satisfechas con soluciones dotadas de la necesaria eficacia, tampoco fueron desoídas ni desatendidas.

En España era la variedad mayor, quizá, que en los demás Estados europeos, no tanto por la independencia política de los diversos reinos y señoríos que concurrieron á formar la nación, cuanto porque, dentro de aquellas grandes divisiones de la patria, cada villa y cada lugar había pasado una y dos veces por dominaciones distintas, ó había logrado fuero particular: de donde provenían sistemas y prácticas diferentes y mezclas de unos con otros, que luego se defendían con verdadera tenacidad, mirando en cada una de esas diferencias un privilegio peculiar, cuando no una condición necesaria del estado social de la localidad que la obtuviera.

De tan revuelto estado, triunfante á pesar de los esfuerzos hechos desde Alfonso el Sabio para la unificación, con más

decisión y frecuencia en nuestra patria tal vez que en otra alguna, es buen testimonio la información abierta para preparar la ley hoy vigente de 1849, que denunció la existencia de alguna provincia en que se usaban 57 distintas medidas de capacidad para áridos y 41 varas diferentes; y de otra en que había 150 pueblos con pesas y medidas discrepantes, además de otras peregrinas singularidades: sin contar, por supuesto, con el uso de «cántaros de humilde barro con un agujero para medir los líquidos, toscos capazos de crudo esparto para medir áridos, piedras por pesas, y nudosas cañas por medidas,» como dijo por entonces un ilustre diputado á Cortes. Y no deja tampoco de ser signo elocuente del afecto, que á los tipos locales se profesaba, el que, hasta después de promulgada la ley sobre el establecimiento del sistema métrico-decimal, hubiera una provincia, como la de Ávila, que insistiera acerca de la primacía que se debía guardar en la materia al *pote* antiguo que en sus archivos custodiaba.

Pero con ser este que se acaba de indicar el aspecto que la metrología ofrecía en España, no era más halagüeño el que presentaba en las demás naciones, y todas en consecuencia anhelaban una solución que, sin preferencia de ninguno de los sistemas vigentes, diera para medir y pesar la unidad universal apetecida. Así encontró preparada la opinión el último decenio del siglo XVIII, época en la cual también se había corregido mucho y limitado el hábito de pesar y medir apreciando calidades y formas de los productos, según puede verse comparando las legislaciones de entonces con otras más antiguas, y advirtiéndose que, salvo con aplicación á la farmacia, orfebrería y joyería, apenas se reconocían ya con carácter legal sistemas especiales.

Más importante, sin embargo, que esta consideración concerniente á la urgencia de la reforma, juzgada en su aspecto social y en sus directas relaciones con las necesidades del comercio y de la industria, es para mi tesis hacer notar otra razón de oportunidad que conducía al mismo propósito: la de fijación de unidades universales de medida y de peso, en el concepto científico, al fin del siglo décimo octavo.

Sea que con las ideas de entonces se juzgase conveniente ir á buscar una unidad lineal en la Naturaleza, en general, y en la Tierra, en particular; sea que con la crítica de hoy se considere más indispensable, como lo es en verdad, que la unidad, proceda de donde quiera, tenga ante todo buena definición y ofrezca facilidades para las comparaciones con otras, ello es que con la resolución de los problemas geodésicos había de venir envuelta la fijación de la unidad universal de longitud y por ende la de peso. Porque la Geodesia, que tiene por objeto final la determinación de la forma y dimensiones del planeta que habitamos, requiere, más que ninguna otra ciencia, reglas y aparatos de medir de la mayor precisión y de carácter universal: resultando que, ó la Geodesia está llamada por término de su tarea á suministrar una medida natural, ó tiene que proveerse y proveer á las demás ciencias y artes de medidas de alta precisión.

Por cualquiera de los dos extremos mirado el asunto, al nacer la Geodesia había de alborear también la Metrología científica, como fin de ella ó como una de sus hijuelas más íntimas y directas. Y lo que debía acontecer, aconteció en el momento histórico á que me refiero.

Las mediciones de grados terrestres en latitudes diversas habian confirmado positivamente las teorías de Newton acerca de la forma elipsoidal del geoide, á la vez que el teorema de Clairaut ponía el sello de la Mecánica á la misma forma, deducida de las observaciones del péndulo. Quedaba, pues, planteado en sus propios términos el problema de la determinación directa de los elementos de la sección meridiana del globo terráqueo y señalado en términos inequívocos el fin supremo de la Geodesia. A la vez, los métodos de observación y los instrumentos de medición se habían perfeccionado lo bastante para no temer que, por falta de precisión en las observaciones ó en los cálculos, se recayese en los errores de que las mediciones de fines del siglo XVII y principios del XVIII adolecieron, saliendo de esta suerte la Geodesia del período embrionario para entrar en la plena posesión de sus dominios.

Por otra parte, la Metrología, en sí misma considerada,

había dejado de ser, como lo fué hasta Poucton y después lo ha sido en manos de egiptólogos y orientalistas, rama de la Arqueología, desde que con Huyghens cobró carácter de rama de las Matemáticas. Atrevido pensamiento, y de gran mérito entonces, fué el de este sabio, al proponer en 1673 para unidad lineal la longitud de la varilla del péndulo de segundos (1), que un siglo más tarde y en recuerdo de las observaciones de Richer en Cayena, llamaba De la Condamine *mensuræ naturalis exemplar utinam et universalis*.

La Academia de Ciencias de París, al amparar como cosa suya la toesa del Perú y su copia aplicada por Maupertuis en Laponia, desechó para siempre los tipos antiguos, representados por la toesa del Chatelet, y reconoció por vez primera que en los patrones de medida y de peso lo que importa es que estén bien determinados y que sean comparables en el debido grado de precisión entre sí y con los pasados y los futuros.

Verdad es que apenas se concibe cómo la toesa del Chatelet, tal cual la describen La Hire, La Condamine y La Lande, pudo servir de patrón para ajustar todas las toesas empleadas en las operaciones geodésicas de los siglos XVII y XVIII, á saber: la toesa de Picard, la de los Cassini, la del Perú, la del Norte, la de La Caille y la de Mairan; ó cómo no estaba conservada con el esmero con que en todas partes, sin excluir nuestro propio país, se han guardado los marcos fundamentales de las pesas y medidas, desde mucho antes y por mucho tiempo después que la toesa del Chatelet, aun sin servir como ésta de módulo para operaciones científicas, y estando expuestas á la vista y al uso del público (2).

(1) *Hæ singulæ longitudinem pedis, quem Horarium vocavimus quique hoc pacto non solum ubique gentium constitui possit, sed et venturo ævo re-integrari, adeo ut et moduli pedum omnium aliorum semel ad hunc proportionibus suis expressi certo quoque in posterum cognosci possint.*

(2) Caso digno de mención y que acredita la cultura de un pueblo y de su cabildo municipal es, por ejemplo, la manera cómo el Ayuntamiento de Pamplona ha mantenido con solícito esmero, y mantiene siglos há, colgados de un muro de la escalera de sus Casas Consistoriales para el uso común, los tipos antiguos de sus unidades de medida.

En un sólido tablón de 3^m,56 de largo por 0^m,40 de ancho, ilustrado

Dos ideas culminantes se habían, pues, abierto paso en el campo de la Geodesia incipiente de mediados del siglo diez y ocho, respondiendo al clamoroso designio de unificación de pesas y medidas: la que guiaba á la determinación científica de una unidad deducida de la Naturaleza, y la que conducía á realizar con la mayor precisión las comparaciones de los tipos y aparatos de medir: cifrada la primera en la varilla del péndulo de segundos y proclamada casi por todos los sabios de la mitad de aquella centuria, bien que con la objeción referente á su variabilidad con la latitud del lugar de observación; y la segunda, sin disputa aceptada y practicada, en los términos que se pudo,

con las armas de la noble capital navarra, hay alternativamente incrustados varios clavos ó redientes, que dos á dos forman compases de espesor, al modo como hubo de estar señalada la toesa de la famosa prisión de Paris, con los rótulos siguientes:

En el centro del tablón v como medida maestra: | ESTA. ES. LA. BRAÇA. PUESTA. POR. LAS. CORTES. A. PIDIMIENTO. DEL. REINO. DE. CLABO. A. CLABO. | ; á su izquierda | *Esta es la bara de mesurar. tela de oro. y plata selas. y || paños lieços. y no còlos cobdos. adelante. escriptos: || salbo de tierra y. fusta. los otros cobdos. se ponen solo: por memoria de uso antigo.*

Por la parte superior y á todo lo largo del tablón dice: *Esta es. la piertega de mesurar la tierra toda esta tabla del un clavo. al otro: Deue ser. arienço^(a) de tierra. una piertega de ancho y lxxij. e largo deue. ser. campo de ombres a caballo^(b) xxiiij piertegas. e largo y. xxj en ancho || Deue ser campo de los peones^(c). xxiiij. piertegas: en largo. y. xij. en ancho. deue ser todo camino. rreal. ij. piertegas. de ancho. deue. ser. las cruzadas de los caminos iiiij. piertegas de. ancho. o de. sedero. mayor. deue. ser. vna piertega en acho. sendero mediano. deue ser media piertega e ancho. sendero. menor. tercera parte de la piertega e ancho. : | la piertega deue. ser. vij cobdos de mesurar. tierra.*

Y por la parte inferior van también marcados con redientes los cinco codos antiguos siguientes, de izquierda á derecha: *este. es. el cobdo. de mesurar. tierra. deue. ser la teja de cubrir las casas. vn. cobdo. e largo || deue ser. la adoba. vn cobdo en largo y medio e ancho. deue ser la tapia. o cobdo y medio. de. espesura.—Este. es el cobdo de mesurar. la fusta deue ser las tablas: pa. razer. las tapias. vi. cobdos. e largo y vij en. ancho este. es el cobdo de mesurar çedal y paños: de oro y plata y de todas maneras de sedas.—Este es el cobdo de mesurar paños de lana. de todas maneras.—Este es el cobdo. de. mesurar. lieços y sayales: marfegas y cotonados:—*

(a) Aranzada.

(b) Caballería de tierra.

(c) Peonada.

por la Academia de Ciencias de París, que, tras de larga y nada tranquila discusión, resolvió adoptar como prototipo la toesa del Perú, antecesora del metro, sin más intermedio que las reglas de Borda.

Ninguna incompatibilidad había, ni hay entre estas dos ideas, como se demuestra, aparte del raciocinio, por lo que acabo de consignar á propósito de los epítetos aplicados por De la Condamine á la longitud del péndulo y por la eficaz iniciativa tomada por el mismo sabio en la Academia francesa para dar la preferencia á la toesa del Perú sobre la que se empleó en Laponia y la que sirvió á Mairan en sus trabajos: preferencia científica que obtuvo luego su sanción legal por Real decreto de Luis XV, de 16 de mayo de 1766, en que se declaró patrón nacional de medida la susodicha toesa del Perú (1).

Así fué que, cuando Talleyrand (6 de mayo de 1790) presentó á la Asamblea Nacional la proposición que ésta aprobó y el infortunado Rey mártir sancionó, dirigida á establecer en unión con otras naciones un sistema universal de pesas y medidas sobre la base de la longitud de la varilla del péndulo,

(1) Al asignar á Huyghens la paternidad de la idea de una unidad natural, derivada de la determinación de la longitud del péndulo de segundos, y tomar como origen histórico de las comparaciones de precisión la que se practicó por la Academia de Ciencias de París al elegir por patrón fundamental para los usos científicos la toesa del Perú, dejó á salvo otras iniciativas que, sin grande empeño de erudición, cabría señalar en mérito de otros sabios y de otros países. Pero, al cabo, lo que más importa no es lanzar al campo de la ciencia una idea, sino mostrarla realizable, y realizarla perseverando en ella hasta su adopción y generalización consiguientes; y en este sentido es indudable que las iniciativas indicadas merecen pasar por primeras.

Para reconocerlo, por lo que á Huyghens concierne, basta la cita hecha; y por lo que toca á la Academia francesa basta también con citar el texto de la proposición votada en 1756 (que juzga Wolf, en sus estudios históricos sobre los tipos del Observatorio de París, digna de mención), para que se comprenda que en embrión se contiene en ella el programa de la actual Metrología.

La proposición presentada á la Academia por Godin, autor de la regla del Perú, el 23 de junio del citado año de 1756, dice así:

«Para entenderse hay que hablar el mismo lenguaje: tratemos de la figura de la Tierra, según las mediciones actuales, empleando una misma toesa.

no hizo sino dar forma de precepto legislativo á lo que era ya anhelo de los pueblos europeos sin excepción; canon de la ciencia geodésica; y aspiración de la Metrología científica.

¿Llegó esta obra de la Francia del fin del siglo XVIII hasta donde su propósito se extendía? ¿Satisfizo el sistema ideado las exigencias de los pueblos y de la ciencia? ¿Se realizó con él la unificación apetecida?

II

Si á estas preguntas se responde, puesta sólo la atención en las necesidades del comercio y de la industria, la contestación no es dudosa.

¿Quién duda hoy, con efecto, de que el sistema métrico-decimal está en punto de universal aceptación en los tratos del comercio y en el ejercicio de la industria? ¿Quién no le usa ya, ó quién le rechaza por no reputarle excelente? ¿Pueden, en el concepto general, oponer á su adopción, los pocos Estados que todavía no le han declarado legal, otra objeción que

Tenemos la del Perú, la de Laponia, la de Francia, la de Mairan, que ha servido de modelo para la Moscovia y la Italia; tendremos también otra, la del Cabo de Buena Esperanza; y hemos tenido la de Picard, de 4 piés, que debe existir; y hay, por último, un patrón público en París, al cual parece conveniente referir las mediciones todas, á menos de preferir la fijación y conservación de otro en la Academia.—Creo absolutamente necesario y pido que se comparen entre sí á iguales temperaturas, por encima y por bajo de la media, ya que se mide á diversas temperaturas, y puesto que los metales, aun de la misma naturaleza, no son idénticos, y que, aun siéndolo, no se prolongan igualmente con el calor ni se acortan igualmente con el frío. Es preciso exponer estas toesas por algún tiempo, á la vez y con termómetros bien conocidos, á un mismo grado de calor, que la estación actual ofrece, y á un mismo grado de frío que por varios medios se puede obtener. Hay que comparar las toesas sometidas á estas impresiones, deducir los resultados, y referirlos á un tipo que, depositado en la Academia, sea modelo permanente para los extraños y para la posteridad; que este tipo sea de la materia y construcción menos susceptibles de variación, el cristal, por ejemplo; que se relacione su longitud con una temperatura media; y que se tome acta expresa de mi moción y de su ejecución, si hay lugar, tanto en los archivos de la Academia como en sus anales impresos.»

la inspirada por el temor á dificultades, en este punto más imaginarias que reales, de toda novedad social?

El éxito ha sido innegable: una nota del Sr. Malarce, presentada por Faye á principios de 1839 á la Academia de Ciencias de Paris (1), puntualiza la difusión del sistema de este modo.

En 1887, los Estados en que el sistema métrico-decimal es obligatorio, comprenden 302 millones de habitantes, habiendo aumentado desde 1877 en 53 millones; aquellos en que está autorizado por la ley (Inglaterra y algunas de sus colonias, Canadá y Estados Unidos del Norte de América), poseen 96,9 millones, ó sea 19 millones más que en 1887; y los países en que está legalmente admitido en principio ó parcialmente aplicado (para el servicio de aduanas, por ejemplo, como son Rusia, Turquía, India inglesa), sostienen una población de 395 millones, 54 más que en 1877. En resumen: el sistema métrico se halla legalmente reconocido por 794 millones de habitantes del mundo civilizado, ó sea por el 60,6 por 100 de la humanidad culta, computada en 1312 millones. La China, el Japón y Méjico, que tienen sistemas diversos, representan 474 millones de almas.

Mas no se crea por esto que se haya llegado á tan extensa propagación sin entorpecimientos, y menos sin examen. La Francia misma, que le dió cuna y le proclamó legalmente exclusivo en 1801, hubo de retirarle en 1812, y no le restableció definitivamente hasta 1837, porque el entusiasmo suscitado en los primeros momentos entre los sabios y eruditos de todos los países, no obstante las repugnancias que á la sazón sembraran las cruentas violencias de Francia, si no se apagó del todo, se entibió mucho al juntarse á esos y otros motivos de nacional repulsión, las censuras de la crítica científica de que fué blanco, á contar desde principios del siglo, es, decir, poco después de su promulgación.

De tales entusiasmos y censuras poseemos en España notables muestras: de los primeros es buen testimonio la apolo-

(1) *Comptes rendus...* del 4 de febrero de 1839.

gía que ante la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona leyó, en 22 de junio de 1803, el P. Fr. Agustín Canellas, del Orden de Trinitarios y profesor de Cosmografía (1); y de las segundas, acumuladas en todo el primer tercio de nuestro siglo por sabios de toda Europa, es fiel trasunto la vigorosa oposición que á su introducción legal en España se hizo (1849) con ocasión de las deliberaciones del Congreso de los Diputados, donde el debate del proyecto, hoy ley vigente, se mantuvo á una altura seguramente no superada en otras materias ni en otros Parlamentos (2).

Pero si las preguntas antes formuladas tienen contestación tan obvia en lo que atañe á la industria y al comercio y á la propagación en el orden privado y oficial del sistema, en lo que concierne á la ciencia que, sin perder de vista las exterioridades vitales del sistema, ha de escudriñar, ante todo, las condiciones especulativas de su unidad fundamental, debe guardarse mayor reserva. En este sentido no puede hoy afirmarse ni se afirma que Francia y la Comisión internacional, congregada al efecto en fin del siglo pasado, lograron la verdadera fijación del metro tal y como las apretadas aplicaciones de la ciencia reclaman, ni era dable que lo lograran, porque, aunque á veces parezca y se diga lo contrario, no hay medio de anticiparse al tiempo en el desarrollo de las ramas positivas del saber. Ni era por entonces posible establecer las debidas relaciones entre las unidades de diversas especies, toda vez que,

(1) *Proyecto sobre una medida universal, sacada de la naturaleza y principalmente adecuada para España.*—Barcelona: por Francisco Jurá y Burgada, impresor de Su Majestad.

(2) La discusión, sostenida principalmente entre el Sr. D. Alejandro Oliván y el Sr. D. Vicente Vázquez Queipo, constituye un estudio completo de cuanto por entonces se sabía sobre la materia, sin que el éxito á la larga alcanzado por el sistema métrico-decimal, mengüe el mérito del voto particular propuesto por el segundo de dichos señores, puesto que con el penetrante criterio práctico y científico, peculiar de tan esclarecido perito en Metrología antigua y moderna, arguye acerca de todas las deficiencias que al sistema se podían en aquel tiempo señalar, y algunas de ellas con harto fundamento. (Véase el *Diario de Sesiones* del Congreso de los Diputados, de mayo de 1849.)

después de los grandes adelantamientos de la Física y de la Química, apenas pueden hoy darse por bien definidas; ni era tampoco dado á aquellos sabios prever que el perfeccionamiento de los medios y procedimientos de observación y de cálculo había de transcender, como transcende, á concepciones científicas por extremo diversas de las que á la sazón prevalecían.

De las tres cardinales excelencias del sistema propuesto, sólo podía quedar y sólo ha quedado con su concepto primitivo, ante la moderna depuración del mismo, la relativa á la composición de los múltiplos y división en submúltiplos de cada especie de unidades; y ésta por ser independiente de toda condición física y apoyarse en la pura conformidad matemática y racional del sistema con el sistema de numeración, á prueba de las impugnaciones dirigidas por los que piensan que el sistema duodecimal es tan superior al decimal que valía la pena de que se hubiera aprovechado la ocasión del planteamiento del nuevo sistema de pesas y medidas para haber cambiado también y al propio tiempo el sistema de numeración: objeción que ha de tenerse por mal fundada en el momento que se advierta que el módulo, compuesto de los factores primos 2 y 3, no aventaja al usual, formado por los divisores 2 y 5, ni en la génesis de los números y de sus formas, ni en lo esencial de la divisibilidad.

Las otras dos condiciones de un buen sistema de pesas y medidas, es decir, las referentes á la determinación de la unidad fundamental y á la inmediata correlación de ésta con las otras unidades, no dependen de simples condiciones matemáticas; y no pudo, en consecuencia, imprimírseles aquella seguridad que se recoge de la luz que van derramando sobre el problema en su paso progresivo las ciencias y las artes que á su resolución convergen.

A estos dos fines se encamina la Metrología de precisión, fundamentalmente desconocida á principios del siglo, y hoy en vías de verdadera prosperidad.

Mas antes de tratar de estos dos fines, discurriendo cómo se juzgaron cumplidos al instituirse el sistema métrico decimal

y cómo se entiende actualmente que se deben y pueden cumplir, conviene examinar qué es y qué debe ser la unidad de medida, cuáles son sus caracteres esenciales, cuántas especies de unidades son necesarias, y de qué modo deben relacionarse unas con otras.

III

¿Cuál es el concepto matemático de unidad? ¿Cuál el concepto matemático de medida? ¿Se derivan lógicamente y directamente de estas nociones fundamentos bastantes para establecer unidades que puedan ser calificadas de absolutas ó de naturales?

No temais que por tomarlo de tan alto ó de tan lejos vaya á engolfarme en una exploración que desdiga de la franca confesión que al principio de este discurso os he hecho. No. Pero la Metrología, desprendida de la Geodesia que antes la incluyera, abarca ya vasto y frondoso campo, y necesito proceder con cierto método, si he de hacerla resaltar con sus caracteres distintivos; y además quiero seguir el consejo dado por uno de vosotros (*), de no discurrir en materias de la Matemática, sin partir de los fundamentos filosóficos ó metafísicos de las primeras nociones.

Entendiéndose por *cantidad* la categoría racional así llamada, correlativa con la noción de multitud y con la de magnitud, la idea de unidad surge en Matemáticas, acompañando al concepto de número, en su doble acepción de pluralidad y de resultado de la operación de medir: es decir, en el doble sentido del contar y del medir, que son operaciones muy diversas. Contar se puede en abstracto y en concreto, cosas homogéneas y heterogéneas. Medir no se puede en abstracto, ni cosas heterogéneas: medir sólo se puede en concreto y cosas homogéneas.

Para contar, sin embargo, lo mismo que para medir, es

(1) G. VICUÑA: *Discurso de inauguración del curso de 1875-76*, en la Universidad Central.

indispensable unidad: sólo que unidad es, cuando se cuenta, lo opuesto á pluralidad, y como tal, es concepto abstracto de lo único, de lo simple y de lo indivisible; al paso que, cuando se mide, la unidad es concreta, divisible y sólo momentáneamente invariable como término de relación de magnitudes.

Contando, sólo pueden resultar números enteros y abstractos; midiendo, pueden resultar números concretos y enteros, fraccionarios ó inconmensurables: contando se pueden derivar números cardinales y ordinales; midiendo, sólo se obtienen números cardinales. Contando las cosas, no se hace más que discernirlas unas de otras; midiendo, se puede relacionarlas entre sí cuantitativamente. Contar se ocurre antes que medir. Contando se llega sólo á expresar cantidades discretas; midiendo se vislumbra la continuidad de la cantidad. Se puede contar sin medir; y no se puede medir sin contar.

Correctamente hablando en Matemáticas, medir se dice, mejor que contar, del tiempo y del espacio, porque de espacio y de tiempo no hay pluralidad; contar se dice mejor que medir del conjunto de los seres y de los fenómenos que se dan en el tiempo y en el espacio por mudanzas y cambios de posición de los propios seres.

La cantidad matemática, en su más alto concepto categórico, se puede contar ó medir: la magnitud sólo se puede medir, porque cantidad se refiere lo mismo á lo plural que á lo singular, y magnitud se dice sólo de lo singular.

Contraído por mi deber presente á tratar de unidades de medida, prescindiré del concepto primario de unidad y también de cuantas disquisiciones cabe hacer sobre la noción de la unidad abstracta, invariable, simple é indivisible; sobre si ésta es idéntica ó no con el número *uno*; sobre si no caben en la serie de los números los llamados irracionales, procedentes de algoritmos radicales; y sobre otras tesis que, encerradas como se hallan en el primer concepto del número, suscítanse desde el punto mismo de las definiciones que forman la piedra angular de las Matemáticas.

Los caracteres esenciales de que deberá ir dotada la unidad de medida, indicados quedan ya: ha de ser concreta, divi-

sible é invariable, en cuanto puede serlo dentro de la inevitable variabilidad de todo lo concreto, para asegurar así constantemente el cumplimiento de su condición esencial de ser término bien definido de relación.

¿Puede ó debe tener la cualidad de absoluta? No: evidentemente no, si el predicado de absoluto se toma en su verdadera acepción filosófica. En tal sentido, no es absoluta la unidad, porque ni es realidad infinita, sino que se quiere por el contrario que sea definida y finita por tanto; ni es ilimitada, pues hasta como abstracción implica necesariamente límite; ni surge categóricamente como entidad en el espíritu, ni tiene fuera del humano pensar existencia, ni es siquiera independiente de toda idea, puesto que brota después de la idea de cantidad y como relación ó medio de establecerla entre dos cantidades. Quien para abarcar la cantidad abstracta ó concreta no necesitase contarla ni medirla; quien comprendiera genialmente, por decirlo así, y dominara el universo entero y de golpe le supiese analizar, componer y descomponer, no necesitaría entablar relaciones, que al fin y al cabo no son sino contemplaciones sucesivas de las cosas, á falta de comprensión total y simultánea de todas ellas.

Pero lo absoluto en Matemáticas suele decirse, y admitido está (y yo no lo he de rechazar después de bien explicado), de todo aquello que, según su naturaleza ó su peculiar índole, es *independiente* de toda condición, y que se da del propio modo en toda circunstancia y caso, y tiene carácter de simplicidad y de invariabilidad sin cambio alguno de existencia.

En tal sentido, la unidad, mirada como principio de generación de los números y como noción opuesta á la de pluralidad, puede calificarse de absoluta, observando que es *una* y que es *pura* relación, y que lejos de hallarse pasivamente acondicionada, es ella condición activa é inseparable de toda distinción entre seres y objetos reales ó pensados, y lo mismo de las cantidades medibles que de las no medibles. Pero en cuanto se baja de la cantidad abstracta á la concreta y á la noción de magnitud, entonces la unidad, tomando ya el carácter de unidad de medida, tiene que cumplir, sin contar

con otras secundarias que la realidad le impone, con la imprescindible *condición* de ser de la propia *especie* que la cantidad, cosa ó magnitud preexistente, que se hubiere de medir.

Nada de extraño tiene, pues, que mientras unos matemáticos hablan de unidades *absolutas*, otros con iguales razones llamen unidades *arbitrarias* á las mismas que los primeros llaman absolutas; ni que, como acontece á veces, un mismo autor, en partes distintas de su libro, use de ambos adjetivos, puesto que así con la una como con la otra denominación lo que se quiere y viene á significar es que podemos tomar la unidad sin la menor dependencia de cantidades ó magnitudes que se digan originarias de ella, ó las emplean con el intento de referir directamente la unidad de medida á la unidad numérica.

Estos caracteres de la unidad como generadora del número, en oposición con lo plural, lo múltiple y lo vario, y de la unidad como término obligado de apreciación de magnitudes, aunque ligeramente señalados, bastan á mi objeto por el momento, pues juzgo que con ellos dejo suficientemente indicado lo que hay ó puede haber de absoluto en la unidad abstracta y de necesario en la unidad concreta, considerada como término de comparación entre magnitudes, á la vez que marcadas las relaciones fundamentales entre ambos conceptos realizados en la operación de medir.

Y puesto que la unidad de medida, por tener que acomodarse ineludiblemente á las cosas medibles, ha de ser real y efectivamente de la misma especie que éstas, importa ver de cuantas clases son las magnitudes que en la Naturaleza se dan, para saber cuántas y cuáles son las unidades de medida indispensables.

Por exigencias de la razón, más fuertes y legítimas en mi sentir que los dictados de la experiencia sensible, con ser estos tan imperiosos, el mundo material no se nos representa en idea ni en realidad, sino encerrado en el espacio y en el tiempo, como en moldes inquebrantables, de tal modo que *materia*, *espacio* y *tiempo* son las tres nociones capitales que al espíritu humano se ofrecen *a priori* y *a posteriori*, á manera de

realidades cardinales del cosmos y de todos los fenómenos que en él se producen, siendo entre ellas difícil distinguir de jerarquías, por más que la realidad sensible se reconozca mejor como sustancia material, y parezcan el tiempo y el espacio como condiciones de existencia fenomenal y predicados de ella.

La cantidad concreta no se puede por esto denominar fundamentalmente sino es conforme á tales categorías ó géneros, aun cuando la Matemática establezca, y en su desarrollo requiera, subdivisiones y derivaciones imprescindibles de aquellos géneros.

Por de pronto, la Mecánica racional, bajo el imperio de la humana limitación, no puede, á la vista de fenómeno tan simple como el del movimiento, asentar sus más elementales principios sin desdoblar la materia en dos atributos opuestos ó en dos realidades distintas y contrarias, fuerza y masa: elemento esencialmente activo uno, y esencialmente inerte el otro, sin cuya abstracción matemática (después de todo muy conforme con la experiencia positiva), imposible nos es darnos cuenta de las leyes del movimiento.

Ora, pues, que real y esencialmente sean una cosa la fuerza y otra la masa, indisolublemente ligadas por virtud del *fiat lux*, ora que reunidas *ab initio* sean espontáneas una en otra, ora también que se tomen por atributos cardinales de una sola realidad, ello es que el matemático y el físico las tienen que considerar separadamente, y cada una, por supuesto, en el espacio y en el tiempo. Sustitúyese, por tanto, racionalmente el género materia por dos especies, masa y fuerza, y considéranse por separado sus cantidades concretas en el espacio y en el tiempo.

El espacio á su vez se analiza en dimensiones, pero sin distinción de cualidades, y toma por forma cardinal la extensión lineal, sin que se pueda dar á sus formas superficial y cúbica la importancia de especies diferentes, sino de variedades, sometidas al tipo lineal.

El tiempo, por su parte, no tiene representación sino es por relación de orden, por sucesión de seres ó de fenómenos, y aparece ante el matemático como distancia ó separación

ordinal de sucesos anegados en su seno, incesantemente también dividido y subdividido por su aspecto racional y experimental de presente y de pasado y de racional, pero *inferi*, de porvenir, sin exigir por esto subdivisión específica.

Masa, fuerza, espacio y tiempo son por esto las especies fundamentales de la cantidad concreta.

De sus relaciones binarias, ternarias y aun múltiples, se derivan otras especies de cantidades concretas, correspondientes á otras tantas entidades reales y fenomenales, dimanadas por apreciación relativa, y traídas no tanto por el estudio matemático cuanto por el conocimiento físico. Así, la masa y la fuerza, incorporándose ésta en aquella, engendran la energía; la masa, dándose en el espacio, engendra la especie *cuero* y la noción de *densidad* cuantitativa de masa; la fuerza y el espacio el *movimiento*; el espacio y el tiempo en el movimiento, la *velocidad* y *aceleración*; el movimiento y la masa, la cantidad de movimiento y el trabajo mecánico; la masa con la fuerza sobre el espacio, la presión; etc., etc.

Espacio y tiempo, masa y fuerza, son, repito, las realidades de la naturaleza material; y, aun según dejo indicado, las primeras como medio ambiente en que las segundas se dan, y con más carácter de cuantitativas y matemáticas.

Pero es más, y permitidme todavía otra reflexión idealista. Si fuera posible penetrar en el análisis del espacio y del tiempo, en su estudio positivo, quizá pareciera que á la masa corresponde más adecuadamente el espacio, y á la fuerza el tiempo.—Ábstraed, en efecto, si podéis, la masa de la fuerza; y la masa sola, quieta, en reposo, inerte, no os dará idea del tiempo; se os aparecerá perpetua, ya que no eternamente, la misma, sin cambios de lugar que os den noción del tiempo en relación con el espacio; sin experimentar modificaciones, cuya sucesión os sirva para apreciar el antes del después; y sólo en vuestra mente advertiréis el tiempo por el desarrollo del juicio en vuestro intelecto y vuestra conciencia. Lo que no se mueve, lo que no cambia, lo que no es y deja de ser; lo que no se muda, no puede dar objetivamente noción del tiempo, ni es capaz subjetivamente de pensar el tiempo: en Dios no hay

tiempo, ni en la masa pura, abstraída de la fuerza, habría más que presente desde que fué creada. Se acomoda, en cambio, el concepto de masa estrictamente á la idea de espacio, como el contenido al continente, y de modo tan inseparable, que su unión produce la antinomia racional de su indefinida subdivisión y de su ineludible indivisibilidad.

Pero introducid la fuerza que abstrajisteis, y al punto sobrevendrán el movimiento, las acciones, los hechos particulares, los cambios, las mudanzas, y por obra de ella empezareis á objetivar el tiempo. Es más: á veces la fuerza, quedando en energía ó en acción fisico-química, no influirá en el espacio que un cuerpo ocupa; pero le habrá modificado, y, no dejándole como antes estaba, os habrá hecho notar un estado presente diverso; y, sobre todo, cuando de latente se haga patente, veréis producirse actos y fenómenos que os darán la noción del tiempo, á la manera de un reloj parado que rompe á andar de improviso.

El acto de incorporación de la fuerza en la masa es el gran misterio de la creación: á él se deben, en cuanto al hombre enseña hoy la ciencia, la luz, el calor, el movimiento, el orden, el equilibrio, la energía, el trabajo, la vida cósmica entera y el sublime concierto de la materia girando en el espacio y en el tiempo.

Si, antes de analizar las unidades concretas que á cada una de estas realidades corresponden, preguntamos si una cualquiera es reducible á otra cualquiera de las demás, la contestación tiene que ser negativa. Ni el tiempo cabe reducirse á espacio, bien que pueda ser medido indirectamente y mediante el espacio; ni el espacio se puede reducir á tiempo en su estricto sentido: ni la fuerza á masa, ni la masa á fuerza, espacio ó tiempo: siquiera, repito, quepa establecer tales relaciones matemáticas entre todas, que autoricen á tomar *medidas* de la una por medidas de la otra, *números* que por ser comunes á ambas, puedan indiferentemente aceptarse para cualquiera de ellas.

Y no basta para investigar las unidades concretas que la introducción en las Matemáticas de aquellas cantidades

exige, saber que no pueden racionalmente reducirse. Importa saber si en la Naturaleza se dan concretamente separadas.

Del tiempo y del espacio no hay duda de que se dan así, y que de seguro podremos para medir el espacio tomar una cantidad que solamente sea espacio, ó para medir el tiempo una cantidad de él que sea tiempo y nada más que tiempo.

¿Sucede lo mismo con la masa y con la fuerza? No ciertamente: abstraemos con el pensamiento la masa de la fuerza; y es más: la mente humana no puede pasar por otro punto para estudiar la ciencia fundamental de las fuerzas y de las masas, dado que, por su limitación natural, la razón no se da cuenta de un sér sino por oposición con otro, por ley lógica de los contrarios que entre sí se afirman. Pero real y positivamente no halla para medir masas una cantidad de masa, ni grande ni pequeña, que al propio tiempo no sea fuerza; ni fuerzas, que sean sólo fuerzas, sino al propio tiempo masas. En una palabra: no halla sino materia, como síntesis de fuerza y masa. Verdad es que las hallará relacionadas en todos los fenómenos, de tal modo, que del estudio de un fenómeno podrá deducir lo que es efecto de la masa y efecto de la fuerza, y podrá establecer la relación debida, sobre todo en los fenómenos mecánicos, que son á donde deberá acudir el matemático ya que estén matemáticamente conocidos. Podrá, pues, para unidad de materia, de masa sola, ó de fuerza, tomar juntas la masa y la fuerza en un hecho mecánico bien estudiado, como por ejemplo el peso.

He aquí, pues, cómo aquellas cuatro realidades naturales que en razón piden cuatro unidades de especies diferentes, no pueden tener sino tres unidades concretas, cardinales y cardinalmente diferentes: unidad de *espacio* ó de extensión lineal, unidad de *tiempo*, y unidad de *masa* ó de *fuerza* ó de *peso*: debiendo ser dos de estas últimas derivadas de un hecho mecánico, y, por tanto, con intervención del espacio y del tiempo, y expresadas en unidades de tiempo y espacio, ó sea expresadas, como modernamente se ha dado en decir, por sus *dimensiones*.

Cuatro son, pues, en abstracto, y sólo tres pueden ser en

concreto, las unidades *fundamentales*, mejor dicho *cardinales*.

Todas las demás son *derivadas*, ya que tampoco se deben llamar *secundarias*, puesto que han de desempeñar á veces papel de principales y aun de *fundamentales*, cuando, saliendo del campo de las Matemáticas puras, se vengán á usar en las ciencias físicas y naturales.

IV

De todo lo antecedente resulta que la unidad, como origen de los números, es abstracta, simple, indivisible y en cierto modo absoluta; que la unidad de medida tiene que ser concreta, arbitraria y bien determinada para medir cada magnitud aislada, y además en constante relación consigo misma dentro de cada especie, si ha de cumplir con su oficio de ser término constante de relación cuantitativa entre diferentes magnitudes; y que son necesarias y suficientes tres especies de unidades de medida: la de longitud; la de masa, fuerza ó materia; y la de tiempo: de las cuales pueden derivarse todas las demás, mediante las que en los sistemas físicos se llaman ecuaciones y dimensiones de las unidades mecánicas, eléctricas, magnéticas, calóricas, etc., etc.: ecuaciones que se formulan por el conocimiento de leyes teóricas ó experimentales, y dimensiones que se obtienen substituyendo en tales ecuaciones las magnitudes variables por sus unidades respectivas, y reduciendo á uno los valores de las constantes de las fórmulas.

Resulta además que el tiempo y el espacio son irreductibles y sin posible relación directa entre sí, como formas puras de la cantidad; y que la materia, la fuerza, ó la masa, aunque exigiendo como indispensable su unidad propia, requieren que ésta tenga relación inmediata con las de espacio y de tiempo, y aun más especialmente la de masa con la de espacio y la de fuerza con la de tiempo.

Se deduce además que la perfección de un sistema de uni-

dades consiste esencialmente, aparte de la condición de organizarse, en la composición de los múltiplos y división en submúltiplos, de absoluta conformidad con el sistema de numeración usual, en que las unidades adoptadas desempeñen, mediante su fijeza, en la operación de medir, semejante ya que no pueda ser igual papel que en la de contar desempeña la unidad abstracta.

A la luz de estos principios, fundamento matemático de la Metrología, hay que esclarecer cómo quedó constituido el sistema métrico decimal en fin del siglo XVIII.

Adviértase, ante todo, que no se trató entonces, ni después se ha tratado, de establecer la unidad de tiempo, sino solamente las otras dos cardinales; y esto por dos razones poderosas. Es la primera y principal el haberse considerado, y con verdad, que en este punto nada había que hacer en sentido de la unificación, que era completa desde remotísimos tiempos; y la segunda que la Cronometría, muchísimo más avanzada en sus principios y procedimientos científicos y de aplicación á los usos comunes de la vida, venía desenvolviéndose como parte integrante de la Astronomía, de cuyo seno no había para qué desprenderla.

La definición de la unidad de tiempo estaba hecha por espontánea y casi obligada elección de un fenómeno periódico, cuya reproducción marcarse la distancia en sucesión elegida para unidad y que no podía darse sino por la Naturaleza, única capaz de producir el ritmo perpetuo indispensable para su fijación.

Y como, después de todo, lo esencial es la determinación de la unidad, y por otra parte la irreductibilidad del tiempo permitía, sin entrar en el examen de su unidad, establecer la de longitud y la de peso, no fueron objeto de la reforma ni la unidad del tiempo, ni la formación de sus múltiplos y divisores, que sólo modernamente se ha creído conveniente perfeccionar conforme á la teoría de los números concretos ó denominados.

La reforma se limitó á las unidades de longitud y de peso, al sistema de pesas y medidas, pues no merece particular

mención la frustrada reforma del calendario, que ni era deseada ni se fundaba en motivos científicos.

Todo el empeño se cifró, por tanto, en definir la unidad de longitud considerada como base del sistema, y en el propósito de hacerla universal, á la vez que invariable, derivando de ella después la de peso.

Para llegar á este resultado, emprendiéronse los grandes trabajos científicos y técnicos que relató Delambre en la tan conocida obra titulada *Base du système métrique décimal*, y ejecutáronse bajo la alta dirección de la Academia de Ciencias de París con el ardor patriótico que debía inspirar la que tenía Delambre por la obra más beneficiosa y duradera de la Revolución.

No es fácil hoy apreciar debidamente todos los motivos y razones que Borda, Lagrange, Laplace, Monge y Condorcet, constituidos en comisión para estudiar los medios de ejecución del decreto de la Asamblea y del Rey, tuvieron para no asentir por completo á la adopción de la longitud del péndulo de segundos, á los 45° de latitud, por base del sistema, como Talleyrand, condensando las aspiraciones de la ciencia de su tiempo, había propuesto.

Si en su informe de 19 de marzo de 1791 prefirieron para unidad de longitud una parte alícuota de la del cuadrante del meridiano terrestre, no sería seguramente sólo porque en la determinación de la magnitud del péndulo entraba un elemento heterogéneo como es el tiempo, puesto que este elemento había de entrar también en una ú otra forma en la determinación de la elipse meridiana, ni porque fuese arbitraria la división del día en 86400 segundos; ni hubieron ciertamente de decidirse á desechar la base del péndulo por estar menos ligada con la Naturaleza que las dimensiones y forma del planeta, que ya entonces sabían muy bien aquellos sabios que dependen en primer término, como la longitud de la varilla pendular, de la fuerza y dirección de la gravedad; ni menos porque en la preocupación de facilitar el restablecimiento exacto del sistema, si un día se perdía de él todo rastro, fuese cosa más hacendera recurrir á una medición nueva del globo

terráqueo, puesto que terminantemente informaron que el nuevo metro había de tener por testimonio auténtico su relación con el péndulo, al cual se habría de acudir en caso de pérdida total.

Es evidente, á mi juicio, que aquel informe no se quiso fundar exclusiva ni quizá primordialmente en razones de pura ciencia, sino en motivos y sentimientos de cosmopolitismo, que hicieran desde luego simpático el sistema á las naciones todas, y que además se quiso recabar con tan propicia ocasión toda la protección de los poderes públicos para la gran obra geodésica, acariciada por la ciencia francesa de todo el siglo dieciocho.

Nótase en aquella exposición de motivos un cambio, no explicable de otro modo, en la dirección de las ideas metro-lógicas que, ya dije antes, se encaminaban casi unánimes hacia la aceptación del proyecto de Huyghens, solemnemente promulgado por De la Condamine; y adviértese debilidad manifiesta en alguna de las razones aducidas en favor de la medición del meridiano, al propio tiempo que cierto abandono, no achacable en justicia á olvido, de las tendencias iniciadas en la Academia de París al tiempo de la adopción de la toesa del Perú como patrón científico.

De que aquellos célebres Académicos sabían plantear el problema fundamental de la Metrología y le habían planteado en términos matemáticos, no se puede dudar, por ser quienes eran y porque en el propio informe lo estampan inequívocamente, cuando establecen que en buenos principios la unidad de longitud debe ser longitud y nada más que longitud, con independencia absoluta para su fijación de toda otra especie de magnitudes: de donde apenas les quedaba un paso que dar para concluir que la unidad lineal debe ser completamente arbitraria, siempre que esté bien y perpetuamente definida, como hemos visto mirando la cuestión en sus fundamentos racionales. Y cuando, dejando de marchar derechamente en este sentido, sólo se dirigieron á dar á la unidad el carácter de natural, y tanta insistencia pusieron en que á nadie pudiera repugnar, por juzgarla propia de un país ó nación de-

terminada, é hicieron aun sin solidez bastante consideraciones repetidas sobre la excelencia de tomarla en una parte de las dimensiones de la Tierra, harto dejaron entrever que deseaban, por una parte asegurar la universalización social del metro, y por otra emprender la medición geodésica del planeta.

Á tan eminentes matemáticos y físicos no se podía ocultar qué es en la unidad de medida lo esencial y qué lo accesorio; pero procedían con sagacidad y prudencia previsoras al querer revestir de toda clase de prestigios el futuro metro, derivándole del estudio de la Naturaleza, y asociando su definición con la obra gloriosa para la ciencia humana de la determinación de la forma y dimensiones del geóide. Imposible es que olvidaran que los elementos de la sección meridiana se originan en las condiciones mecánicas de la masa terráquea y que no se llega por sólo mediciones geométricas á su cabal estudio y conocimiento; injusto suponer que desconocían que, cuanto de la variabilidad de la longitud del péndulo se puede decir, otro tanto y más cabe asegurar de la variabilidad de las formas del globo; y, en suma, ilícito juzgar que, fuese una ú otra la longitud tomada por unidad, había, por el mero hecho de ser natural, de tener ventajas positivas, una vez determinada y universalmente adoptada, sobre otra cualquiera convencional y sin relación alguna con magnitudes naturales.

Sabían todo esto y mucho más; pero preveían, sin duda, que apesar de tomar una magnitud de la Naturaleza, la novedad se había de mirar con recelo y había de excitar susceptibilidades enojosas, contrarias á la pronta admisión del sistema, por muchos años, aunque sin razón bastante para ello, denominado en gran parte de Europa, *sistema métrico francés*.

Porque, después de todo, á eso y no más queda reducida la ventaja de tomar la unidad de longitud en la Naturaleza: ventaja liviana desde el punto de vista de la ciencia; ventaja considerabilísima, atendidos los miramientos nacionales. Cuestión de sentimiento llama un autor inglés á esta de las unidades naturales, y con razón; pero cuestión que, resuelta como

se resolvió en Francia, tal vez fué decisiva en la propagación ulterior del sistema.

Sólo en tal concepto pudo ser preferida la base del meridiano á la del péndulo simple, harto más natural, sencilla y adecuada, como nuestro ya citado maestro D. Vicente Vázquez Queipo se esmeró en demostrar en 1849. Otra significación no cabe dar á aquella frase del informe de la primera Comisión, recordando que, al fin y al cabo, todos los pueblos tienen algún meridiano, y únicamente dirigiéndose al sentimiento se podía tomar al pie de la letra lo de que «si un día se llegara á borrar el recuerdo de los trabajos y sólo se conservaran los resultados, nada habría que diese á conocer qué nación concibió la idea del metro y la realizó.»

Fuera de servir de argumento de propaganda, no tiene, con efecto, fundamento importante la elección de una magnitud natural para unidad de longitud. Es incontestable la observación que Dove (¹) hacía al panegírico del metro, pronunciado ante el Cuerpo legislativo el 4 de Messidor del año 7, al ser presentado por los comisarios. «Hay cierto placer, dijeron estos, para un padre de familia en poder decir: el campo que sustenta á mis hijos es tal porción del globo, y en esta proporción soy copropietario del mundo:» como si no pudiera, advierte Dove, darse igual gusto por medio de una sencilla división, cualquiera que fuese la unidad de medida.

No ciertamente: no pueden entenderse así tales frases. A mi juicio, aludían á la satisfacción de haber medido la longitud del meridiano y contribuido á determinar las dimensiones del planeta; porque, sin conocer éstas, no pueden pronunciarse aquellas palabras, y después de conocidas, sí se puede hacer tal aserción, sea el metro, el pie, la vara ó la toesa la unidad lineal. En esto consistía el prestigio del metro que llevaban en sus manos; y sólo con tamaño prestigio se podía incitar á la adopción de aquella medida á los pueblos que usaban otras, á su manera, igualmente prestigiosas. Al ma-

(¹) *Ueber Maas und Messen*. Abhandlung, von Professor Dr. Dove.— Berlin, 1833.

llorquín, por ejemplo, á quien, al hacerse los repartimientos de tierras después de la conquista, había asegurado el agrimensor Pedro de Osca que la sogá con que medía estaba contrastada con la *brazada* del Rey D. Jaime, que era gallardo más que el común de los hombres, algo había que decirle en el siglo XVIII para invitarle al cambio, si por ventura había conservado esta tradición, ó si, aun después de olvidada, estaba tenazmente apegado á los usos de su patria.

Al sabio no se podía decir esto, porque había de contestar muy pronto, por boca de Tomás Young: lo mismo me da que el tipo de medida se haya ajustado á la circunferencia del globo que al pié de algún héroe célebre; lo que quiero es tenerle siempre bien determinado (*).

El error, caso de haberle habido en la mente de los autores de la reforma, hubiera consistido en suponer que la condición de natural es garantía de inalterabilidad, cuando la Naturaleza no ha sido todavía dominada por la ciencia, y cuando, por consiguiente, no se puede asegurar que á voluntad del hombre un fenómeno se reproduce en idénticas circunstancias; porque en la plenitud de la ciencia es evidente que, dada la inmutabilidad de las leyes naturales, son también inmutables sus efectos, y que por tanto uno de estos puede servir de garantía de perpetuación de una longitud, lo mismo tratándose del metro derivado de las dimensiones del globo, que podrían determinarse con relación al momento en que se fijó el metro, que de la unidad propuesta por Davy, tomada del fenómeno de la capilaridad, ó de otra más ingeniosa, y hoy en ciertos trabajos micrométricos empleada, como es la longitud de la onda luminosa, propuesta por Babinet después de los estudios espectroscópicos de Fraunhofer.

La unidad inalterable, por natural, es un *desideratum* irrealizable: ideal inasequible para el hombre, que cada vez

(*) It is of little consequence from what the original unit has been derived, unless we can with easy and accuracy recur to its origin and whether a standard has been first adjusted according to the circumference of the globe or to the foot of an individual hero, the facility of comparing other measures with it is the same.

que determinara de nuevo el fenómeno natural ó la magnitud que ha de servirle para unidad de medida, obtendría resultados diferentes, por practicar cada vez mejor la medición, merced al progresivo conocimiento de los hechos y leyes de la misma Naturaleza.

Hay que convenir, por tanto, en que la definición del metro, dada por los sabios franceses y extranjeros que concurrieron al establecimiento del sistema de pesas y medidas, hoy universalizado, no tuvo, ni siquiera entonces, carácter de exacta definición científica, y que el metro, desde un principio, no fué la diezmillonésima parte del cuadrante de meridiano, sino para los usos comunes de la vida, en los cuales importa poco que tal parte alicuota del meridiano se compute ahora un quinto de milímetro diferente de lo que entonces se supuso.

Así entendida su definición, pasó el metro, construido para prototipo, y depositado en los archivos de París, á someterse á la metrología de precisión, por entonces apenas iniciada, lo mismo que sus copias confiadas al Observatorio de París y al Conservatorio de Artes y Oficios, sin que á nadie en el campo de la ciencia le ocurriese que el metro habría de variar por fuerza de aquella definición, cuando más adelante se repitiese la medición de la Tierra y arrojase diferente resultado. La Metrología le acogió como un tipo más esmerado que los anteriores y definido para los usos científicos con relativa perfección, con toda aquella que suministraban la ciencia y la técnica de su tiempo. Construyéronle, al efecto, de la materia más propia y que mayores garantías ofrecía de buena conservación y estudio, y quedó establecida su magnitud por la distancia entre las caras terminales de un paralelepípedo, según por entonces se entendía que quedaba con más precisión determinada.

Inútil me parece entrar en pormenores, que hoy carecen de interés y han sido mil veces relatados en la historia de la Geodesia, acerca de las operaciones que vinieron á terminar en el valor del grado terrestre, y acerca de los trabajos de laboratorio y de taller que concluyeron en la fabricación del metro y del kilogramo de platino forjado: operaciones, trabajos y cálculos, sancionados con la presencia y asentimiento de los

representantes de los Países Bajos, Piamonte, Dinamarca, España, Toscana, y de las Repúblicas Romana, Cisalpina, Ligúrica y Helvética, convocados al efecto en París.

Mechain y Delambre, al darlos á luz, se propusieron *poner á su edad y á la posteridad en estado de juzgar á qué grado de precisión se pudo llegar haciendo uso de todos los conocimientos adquiridos hasta el fin del siglo XVIII*: palabras textuales que subrayo en plena confirmación de que los autores del sistema métrico-decimal realizaron lo que se propusieron, y de que no se propusieron nada cerrado y definitivo y que no hubiera de poder perfeccionarse con los conocimientos que posteriormente se adquirieran.

Conste, pues, que al descender de la teoría matemática de la unidad de medida á la práctica realización material de la de longitud, y á la organización de un sistema de pesas y medidas sobre ella fundado, los autores del métrico-decimal no pudieron pretender dotarle de caracteres de absoluto, ni presumir que el metro sería invariable por ser natural; sino que llanamente quisieron, y lograron, recabar para su obra todos los prestigios posibles que la hicieran aceptable al mundo entero, sacrificando, tal vez, algo de la ciencia en provecho de la propaganda que intentaban, y reconociendo y previendo que nuevos adelantamientos conducirían á la perfección sucesiva de su trabajo; y conste así, para que no se tome á censura la crítica que la ciencia exigente del día ha hecho, no tanto del sistema adoptado, cuanto de las cualidades metrológicas de los primitivos tipos del metro y del kilogramo.

V

Modernamente y después de difundido el sistema métrico-decimal, nadie da importancia científica al origen del metro, sino como asociado y contemporáneo de la gran empresa geodésica de Francia; ni le declara excelente por ser unidad natural de medida; ni, caso de preferir las medidas naturales á las convencionales, antepone la derivada del cuadrante de

meridiano á la que se pudiera deducir del péndulo ó de la onda luminosa; ni tampoco hay quien se preocupe seriamente de lo que acontecería, si hubiera de restablecerse la unidad de longitud, en el supuesto de que todo rastro de nuestra civilización se perdiera y no se hubiese olvidado la definición del metro.

Con la ingratitud, quizá espontánea, en quién viene de tiempo atrás en posesión y disfrute habitual de un beneficio, no se aprecia hoy todo el valor que tuvo aquel esfuerzo primero, y la atención se fija más particularmente en la escasa precisión metrológica de los tipos del último año del siglo pasado en comparación con las necesidades presentes, y en vista de los perfeccionamientos alcanzados en micrometría.

Consideraciones como la que antes he citado de Young sobre lo ilusorio de las excelencias de las medidas naturales, y las que Vázquez Queipo opuso en España sobre las ventajas que dentro de éstas ofrece la base derivada de las observaciones del péndulo, despertaron en la primera mitad de este siglo el sentido crítico característico de nuestra época y promovieron en punto al metro poderosas corrientes de revisión.

Inglaterra, con motivo de la reforma de su sistema tradicional de pesas y medidas, acometida desde 1742 (1), y Alemania, con ocasión de los trabajos de Gauss y después de Bessel y de Peters y muchos otros, habían hecho tales progresos en la primera mitad de este siglo en los dominios de la Metrología, mientras Francia permanecía relativamente estacionada, que no sólo le fueron dando mayores ensanches, sino que imprimieron la nota positivista á todas las cuestiones referentes á las unidades de medida y de peso.

Concurrían á reforzar estas tendencias las grandes mejoras

(1) Son importantísimas para la historia de la Metrología científica las comparaciones hechas en 1742 de las medidas y pesas inglesas con la toesa y la libra francesas, por impulso de la Sociedad Real de Londres, y en 1743 entre los diversos patrones nacionales; los trabajos de Harris con igual objeto; los ejecutados en 1787 por Whitehurst con el fin de referir las medidas al péndulo, proseguidos por Shuckburgh; los de Kater sobre el mismo péndulo; etc., etc.

logradas en la construcción de aparatos de precisión y las maravillosas aplicaciones de la óptica á la medición de magnitudes pequeñísimas, sustraídas antes á toda apreciación cuantitativa.

Acentuáronse al propio tiempo las aspiraciones de la Física y de la Química á ganar el carácter de mecánicas y matemáticas, y se tuvo que hacer del medir y del pesar un arte exquisito y delicado, que tiene por instrumentos el microscopio micrométrico y la balanza de precisión, y por complemento la aplicación del método de los mínimos cuadrados á los valores deducidos mediata ó inmediatamente de la observación. Y, por último, la Geodesia puso á sus mediciones límites estrechísimos de error, para emplearlas en la resolución de su problema final.

En este estado de la ciencia, pronto se echó de ver que las mediciones de magnitudes pequeñas ó grandes, realizadas no más que treinta ó cuarenta años atrás, no podían traerse con igual peso ni ser comparadas y admitidas con las modernas, y que los prototipos del metro y del kilogramo guardados en París no se prestaban á comparaciones y estudios de tanta precisión como era menester: por donde la unificación anhelada no se veía cumplida para los usos científicos, precisamente cuando ganaba terreno y adhesiones incondicionales para los de la industria y del comercio el sistema fundado en aquellos prototipos.

Copias sacadas de los metros de París y reglas contrastadas con ellos, esparcidas por Europa y América, discrepaban entre sí tan notablemente, que con razón la Academia de Ciencias de San Petersburgo las consideraba peligrosísimas para el porvenir.

Bessel, con la solidez de sus estudios geodésicos y la profundidad de sus investigaciones físico-matemáticas, había decidido de plano la cuestión de las llamadas unidades absolutas y naturales, disipando cuantas ilusiones sobre ellas se habían muchos forjado en tiempos anteriores.

Asociaciones que no se preocupan de estos conocimientos, como son los Congresos internacionales de Estadística, se

mostraban tan penetradas de la necesidad de revisar el metro, por lo mismo que la adopción del sistema cundía rápidamente, que en una de sus sesiones formularon la pretensión de un nuevo concierto internacional. ¿Qué mucho, pues, que otras corporaciones, con mayor empeño consagradas al cultivo de la ciencia, tomaran acuerdos terminantes relativos á la urgente necesidad de definir de nuevo el metro para *todos los países de Europa y para todos los tiempos*, como hizo la Asociación geodésica internacional para la medición de grados terrestres? (1). ¿Cómo extrañar que la Academia de Ciencias de San Petersburgo se dirigiera en 1869 al Gobierno del Czar y le excitara á convocar á todos los Estados europeos para emprender la nueva obra común, y apelara al auxilio de la Sociedad inglesa para el Progreso de las Ciencias, que iba por entonces á reunirse en Exeter?

No había en todo este movimiento científico asomo siquiera de hostilidad y de censura, como antes me apresuré á decir, á la obra del siglo anterior llevada á cabo por Francia. Se efectuaba solamente un cambio de dirección en las ideas y en los métodos científicos, impuesto por el avance de las ciencias y de las artes, idéntico á las mudanzas que nuestra generación ha visto producirse en todas las ramas de los conocimientos positivos, y que sólo espíritus vanos pueden contraponer en son de desden por lo antiguo á las obras de las generaciones anteriores. Con pedir la revisión del metro no se amenguaba un ápice, ni el renombre de Laplace, que

(1) Reunida en Berlín su Conferencia general en 1867, votó diez conclusiones sobre este punto. La 7.^a decía: «A fin de definir la unidad común de medida para todos los países de Europa y para todos los tiempos, tan precisa é invariablemente como sea dable, la Conferencia recomienda la construcción de un nuevo metro prototipo europeo. La longitud de este metro debe diferir lo menos posible de la del metro de los Archivos de París y debe ser comparada con éste cuidadosamente. En la construcción del nuevo prototipo hay que atender sobre todo á las facilidades y precisión de las comparaciones necesarias». Y la 8.^a dice: «La construcción del nuevo metro prototipo, así como la fabricación y comparación de sus copias destinadas á los diferentes países, se debe confiar á una Comisión internacional, en que tengan representación los Estados interesados».

concibió el plan del sistema métrico, ni el de Borda, que trazó el de las operaciones geodésicas, ni el de Lavoissier, que ideó la relación entre el metro y el kilogramo.

Así lo debió de entender la Academia de Ciencias de París, y antes que ella el Gobierno de Napoleón III, cuando, en 1870, Gobierno y Academia se decidieron á recabar la iniciativa, á que venían siendo de todas partes compelidos, de convocar á las naciones europeas para de común acuerdo promover la universalización científica del metro, no lograda en el primer esfuerzo. No faltaron, en verdad, espíritus suspicaces y con exceso celosos, que creyeron ver mermada una gloria, que en justicia nadie escatima á Francia, en los triunfos de la ciencia moderna, al reconocer lo mucho y bien que otros países trabajan por la civilización; pero sus recelos hubieron de desvanecerse ante la unánime complacencia que los Estados de Europa mostraron al ver que Francia se adelantaba á congregarlos para reconstruir desde sus cimientos el sistema de pesas y medidas, de que ella dotó al mundo en fin del siglo pasado.

Sin el concurso de toda Europa, la revisión era imposible. No se trataba sólo de una obra en que todas las naciones debían intervenir, porque todas habían de beneficiarse con ella: se trataba de reunir perfecciones científicas y técnicas, que ninguna poseía por sí sola, y cuyos cuantiosos gastos ninguna estaba en el caso de sufragar en provecho de las demás.

En las primeras conferencias de Delegados de los Gobiernos europeos, celebradas en París en 1870 y 1872, prevaleció en términos generales el programa esbozado por la Asociación geodésica y que había redactado el Dr. Hirsch; acordóse la construcción de un metro y de un kilogramo lo más iguales posible en magnitud á los primitivos; y decidióse emplear en su construcción, estudio y conservación, cuantos medios tienen á mano la ciencia y las artes de precisión, completados al propio tiempo con los aparatos de comparación, balanzas y accesorios necesarios.

Los Comisionados de toda Europa comenzaron por rendir el tributo debido de consideración y respeto á sus predecesores

en esta empresa civilizadora, visitando ante todo los Archivos de París, donde tuvieron á gala hacer constar, á continuación del acta de depósito levantada en 1799, su intención de proseguir la noble tarea con iguales fines que aquéllos se propusieron (1). Constituyeron á seguida una comisión

(1) Curiosa por demás es aquella acta, escrita con la sencillez y concisión del idioma frances. Dice así:

Archives de la République Française. — L'an sept de la République Française, une et indivisible, le quatre Messidor (22 de junio de 1799), trois heures après midi, le Citoyen Pierre-Simon Laplace, l'un des ex-Présidents de l'Institut National des Sciences et des Arts remplaçant le Citoyen Bougainville, absent pour cause de maladie, Président actuel; le Citoyen Louis Lefevre-Gineau; le Citoyen, Antoine Monge, Secrétaire de l'Institut; les Membres nationaux et Étrangers de la Commission des Poids et Mesures, savoir:

Les Citoyens,

D'Arcet, de l'Institut national;

Fabbroni, Envoyé de Toscana;

Van Swinden, Envoyé de la République Batave;

Mascheroni, Envoyé de la République Cisalpine;

Vassalli, Envoyé du Gouvernement provisoire du Piémont;

Aeneae, Envoyé de la République Batave;

Lagrange, de l'Institut national;

Méchain, de l'Institut national;

Multedo, Envoyé de la République Ligurienne;

Pedrayes, Envoyé d'Espagne;

Ciscar, Envoyé d'Espagne;

Le Gendre, de l'Institut national;

Trallés, Envoyé de la République helvétique;

Delambre, de l'Institut national;

Brisson, de l'Institut national.

(Est à observer que les Citoyens Laplace et Lefevre-Gineau sont Membres de la Commission des Poids et Mesures).

Les Citoyens Lenoir et Fortin, artistes adjoints à la Commission.

Le Citoyen Garran-Coulon, Mem bre de l'Institut national.

Après avoir présenté à l'un et l'autre Conseil l'Étalon du Mètre et l'Étalon du Kilogramme, l'un et l'autre en Platine pour y faire en exécution de la Loi du 18 Germinal, an 3, le Dépot des dits deux Etalons renfermés chacun dans une boîte fermant à clef.

Le Citoyen Armand-Gaston Camus, Membre de l'Institut national, Garde des Archives de la République, a reçu les deux Etalons, l'un et l'autre en bon état, et, sur le champ, il les a renfermés dans la double armoire en fer, fermant à quatre clefs.

De ce qui dessus, le présent Procès verbal a été dressé en double minute, dont l'une, après avoir été scellée du sceau des archives, a été remi-

permanente ejecutora de sus acuerdos, que cupo la alta honra de presidir al Delegado de España, Brigadier D. Carlos Ibáñez, después General de División y Marqués de Mulhacén, en cuyo puesto se ha mantenido hasta verlos satisfactoriamente realizados, y á cuyos talentos y tenaces esfuerzos se debe atribuir el vencimiento de muchas dificultades que en el curso de los trabajos se han ofrecido en estos últimos años; encomendóse á la sección francesa, presidida por el sabio General Morin y más tarde por Dumas, todo lo relativo á la construcción de los prototipos; y repartiéronse entre los más peritos en cada ramo de la Metrología los estudios y proyectos de cuantos aparatos, instrumentos, métodos y cálculos habían de conducir á la más cabal definición y determinación de las unidades de longitud y de peso, á su mejor conservación, y á la comparación de los prototipos nacionales que los diversos países necesitasen, y de los patrones, reglas métricas, y colecciones de pesas que quisieran contrastar con los nuevos prototipos los Estados, las Academias, y aun los particulares, dedicados á estudios de precisión.

No me perdonaría yo, dado que vuestra indulgencia me absolviera del abuso, si llegado á este punto me lanzara á

se au Citoyen Président de l'Institut, et ont tous les Citoyens comparaisants, signé avec le Garde des archives de la République:

Laplace, exprésident de l'Institut national.—L. Lefevre Gineau, Secrétaire.—Antoine Monge, Brissoni, Delambre, Fabbroni, Lagrange, Multedo, H. Aeneae, Vassalli, Le Gendre, Ciscar, Pedrayes, Méchain, van Swinden, Fortin, Trallès, D'Arcet, Lenoir, j. ph. Garran, Mascheroni, Camus.

A soixante-douze ans de distance, les Membres de la Commision internationale du mètre, réunis á Paris, en recevant une photographie de ce premier procès-verbal, temoignent par leur présence même des progrès déjà accomplis á la faveur de l'idée féconde de leurs illustres prédeceseurs.

E. Teisserenc de Bort, Mathieu, Otto Struve, W. H. Miller, Fab. Wrede, Ph. Jolly, Hilgard, Herr, Holten, Husny, H. Tresca, G. Govi, Ad. Hirsch, Edm. Becquerel, V. v. Lang, G. Ricci, Heusschen, Wild, Stamkart, Chisholm, C. Ibáñez, Gal. A. Morin, Foerster, Bosscha, Secchi, Fizeau, Le Verrier, Peligot, Henri Maus, Aguirre Montufar, Broch, Dumas, Alexandre Soutzo, Balcarce, Stas, Faye, Kruspér, Sainte Claire Deville, Gal. R. Jarras, De Jacobi, Eliseo Acosta, Mateo Magariños Cervantes, Szily, Gay, Emilio Bonifaz, Fligelly, Torres Caicedo.

narrar minuciosa historia de las vicisitudes, que en el transcurso de diez y ocho años ha experimentado la obra de las naciones europeas y americanas reunidas, desde las deliberaciones de la Comisión de 1870 hasta las que motivaron la estipulación y ratificación del Convenio diplomático de 21 de mayo de 1875, y desde esta importante fecha hasta la definitiva instalación de la Oficina internacional levantada en Sevres sobre las ruinas del pabellón Breteuil, anejo al parque de Saint-Cloud, para terminar con la Conferencia general de últimos de septiembre de 1889, congregada en París á fin de dar por aprobada la construcción de los nuevos metro y kilogramo, y distribuir por sorteo los prototipos nacionales de medida y de peso, después de escoger los internacionales.

Por abuso también indisculpable merecería ser censurado, si de análoga manera me pusiera á enumerar todas y cada una de las cuestiones matemáticas, mecánicas, físicas y químicas, tratadas y resueltas para decidir que el metro prototipo internacional se definiera por trazos y no por cantos ó caras planas; que, en vez de marcarse sobre un paralelepípedo recto rectangular, lo fuera sobre una barra de sección en forma de X, en cuya canal se halla al descubierto el plano de las fibras neutras; que se fabricara de platino puro, aleado con una décima parte de iridio también puro, y que del mismo lingote procediesen todas las copias que hubieren de tener carácter de prototipos; que la materia se fundiera y recociera, se estirara y se cepillara hasta darle en lo posible una constitución molecular estable; que los trazos terminales fuesen acompañados de otros dos á medio milímetro de distancia y sobre pulimento especular; que el kilogramo se construyera de la misma materia y en forma de cilindro, de igual altura que el diámetro de sus bases; y otras mil y mil cuestiones y primorosos detalles, en cuyo estudio se han empleado los sabios de toda Europa y los artífices más conspicuos.

Sobre estar todo ello expuesto con menudo pormenor en las actas anuales, dadas á luz hasta 1889 por la Comisión internacional y por la Sección francesa, y en extracto publicado por nuestro Instituto Geográfico y Estadístico, ex-

tendería este discurso, hasta donde por ser mío no se debe extender.

Con gusto entraría también en otra clase de pormenores de la obra internacional, cuales son los relativos á las operaciones metrológicas, realizadas en parte para construir y trazar los prototipos, y en parte para determinar las ecuaciones de multitud de reglas geodésicas y metros y kilogramos, llevados á la comparación con los prototipos provisionales que han precedido á los definitivos.

Y es el caso que son tentadoras, para ilustración de un discurso, ocasiones como esta de ensalzar la sutileza de ciertos procedimientos, que en manos de sagaces investigadores parece como que llevan la apreciación cuantitativa al interior de las masas materiales, y hacen penetrar con la mirada en lo más interno de la constitución molecular de los cuerpos, y le permiten sentir directamente hasta las vibraciones del eter: de métodos, como el de Fizeau para la determinación del coeficiente de dilatación de los cuerpos, en que, tomando por unidad la longitud de la onda luminosa, se pueden medir con seguridad magnitudes de unas cuantas *millonésimas de milímetro* (1); de instrumentos como las balanzas de Rueprecht y de Bunge, capaces de pesar con errores probables de una centésima de milígramo; ó de experimentos termométricos, como los de Guillaume, que han acreditado el termómetro de mercurio de instrumento de precisión, hasta ponerle, cuando se le emplea bien, casi al nivel de los termómetros de gas y en disposición de estimar mínimas partes de grado; ú otros de los

(1) Uno de los metros comparados poco ha en la Oficina internacional de Pesas y Medidas, ha sido el que sirvió á Angström para medir la longitud de la onda luminosa. Ya en vida de este ilustre físico se sospechaba que las determinaciones por él hechas discrepaban algo de las obtenidas desde Fraunhofer, á causa de que las reglas métricas empleadas no estuvieran debidamente comparadas entre sí. Y en efecto, el metro que Angström usó, bien comparado ahora, resulta ser de $999^{\text{m m}}, 9198$, en vez de $999^{\text{m m}}, 810$. Si esta corrección se introduce en sus cálculos, resulta para la longitud de la onda media de la luz de sosa, en el vacío, un valor de $\lambda = 0,^{\text{m m}} 00058944$, ó de $0,^{\mu} 58944$, empleando la nueva notación del micrón. Pues bien: de este modo se justifica la preferencia

muchos trabajos y estudios de micrometría que se pueden entresacar de los seis tomos en folio dados á luz por la Comisión internacional de Pesas y Medidas (*Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures*, publiés sous l'autorité du Comité international par le Directeur du Bureau. Tom. I, II, III, IV, V y VI. Paris, 1881-1888), para justificar en todos sus detalles los considerables experimentos y cálculos preparatorios de la construcción de los metros prototipos, del establecimiento de sus ecuaciones, y de la unificación científica de las unidades de longitud y de peso.

Prescindiendo de tantos y tan interesantes extremos, me contraeré á una sucinta relación de los trabajos encaminados á la construcción y determinación de los prototipos.

Largos debates y delicados análisis del platino y del iridio, en que ganaron autoridad las opiniones, juicios é informes, de los grandes químicos Sainte Claire Deville, francés, y Stas, belga, habían decidido que la pureza de la materia

dada á las investigaciones de Angström, sobre las de otros físicos anteriores y posteriores á él.—Los valores hallados hasta ahora son los de:

Fraunhofer.....	1821.....	$\lambda=0,^{\mu}5888$
»	1823.....	$0,^{\mu}5888$
»	(Calculadas de nuevo por Angström.)	$0,^{\mu}58904$
Bernard.....	1864.....	$0,^{\mu}5888$
Stefan.....	1866.....	$0,^{\mu}5893$
Mascart.....	1867.....	$0,^{\mu}58912$
Angström.....	1868.....	$\left\{ \begin{array}{l} 0,^{\mu}58921 \\ 0,^{\mu}58920 \end{array} \right.$
Von der Willigen.....	1868.....	$0,^{\mu}58953$
Ditscheiner.....	1864.....	$0,^{\mu}5902$
»	1871.....	$0,^{\mu}58942$
Peirce.....	1879.....	$0,^{\mu}589490$
Müller et Kempf.....	1886.....	$0,^{\mu}589488$
Kurlbaum.....	1888.....	$0,^{\mu}589453$
Bell.....	1888.....	$0,^{\mu}589481$

Valores, estos últimos, que concuerdan hasta la cifra de las diezmillonésimas de milímetro entre sí y con los de Angström, después de introducida la corrección de su metro.

escogida para metros y kilogramos podía ser más perfecta que la del lingote fundido en el Conservatorio de Artes y Oficios de París en 1874; y en enero de 1878 se encargó á una casa inglesa la construcción de tres metros y de tres kilogramos de la misma aleación de platino é iridio puro. De las tres reglas una fué adoptada para metro provisional y sujeta á prolijas comparaciones con el metro de los Archivos, hasta fijar su ecuación con éste y la diferencia de los coeficientes de dilatación de ambos, haciéndose después para el metro provisional otras determinaciones del coeficiente de dilatación por el método de Fizeau y por el del comparador, más tarde repetidas antes de la adopción de valores definitivos.

En tanto, los mismos fabricantes prepararon, siguiendo el método de Sainte Claire Deville, la materia necesaria para cuarenta kilogramos y otros tantos metros, luchando con toda clase de obstáculos, especialmente en lo relativo al iridio puro, hasta entonces jamás requerido en tanta cantidad, y que por tres veces fué desechado antes de merecer la aprobación de los peritísimos Stas y Debray. De una vez suministraron 40 cilindros para kilogramos, y sucesivamente las barras en la forma adoptada para los metros, que fueron sometidos al estudio de su composición y densidad los primeros, y á la afinación de forma, pulimento y trazado los segundos.

A continuación las barras sufrieron las cargas conducentes al examen de su elasticidad, y á seguida pasaron á la experimentación de sus coeficientes de dilatación, tanto por el método de Fizeau como por el del comparador, y en este segundo en absoluto y en relación con una de ellas, la cual, por rara coincidencia, vino después por selección á ser el actual prototipo internacional y que entonces era simplemente la regla núm. 6, tomada para testigo de las dilataciones de las demás.

Las dilataciones resultaron ser extremadamente parecidas, quedando muchas veces las diferencias por debajo de los errores probables del procedimiento de prueba; y, con más razón, inapreciables las diferencias de *variación* del coeficiente, hasta el punto de haberse adoptado para segundo término β , común para todos, el de la regla testigo núm. 6.

Treinta eran los prototipos construídos que había que comparar entre sí y con el tipo provisional para elegir el prototipo internacional. Todas las combinaciones posibles daban lugar á 465 comparaciones, y, admitidas para comparación cuatro series, arrojaban 1860 comparaciones particulares. El programa era excesivo y se convino en reducirle sin mengua de la precisión, mediante un cuadro rectangular formado por seis filas y cinco columnas, en que cada regla se comparase con las cuatro de su fila, las cinco de su columna y el tipo provisional, ó sea con nueve reglas y el provisional. Así se hallaron las ecuaciones de todas en función de este último y se pudo elegir para prototipo internacional la regla que menos difería del metro de los Archivos, que fué, como antes dije, la 6, y que quedó para en adelante marcada con la notación \mathfrak{M} .

Faltaba, no más, que comparar de nuevo todos los prototipos con el internacional; á cuyo efecto se le sacó fuera del cuadro antes dicho, para contrastar con él todos los que no lo habían sido directamente en aquel programa. Mas, para no destruir la completa simetría de las combinaciones hechas y conservar la elegante simplificación del cálculo que lleva consigo en la formación de las ecuaciones normales, y resolución de todo el sistema, se decidió mantener íntegra la tabla, llenando el vacío que el prototipo \mathfrak{M} dejaba al salir fuera, con otra de las primeras tres reglas provisionales que fué trazada al efecto. Resultaron de esta manera todos los prototipos directamente comparados con el internacional; y todos con igual peso, excepto el provisional. Si éste, en números redondos, era seis milésimas de milímetro mayor que el de los Archivos, el cálculo dió para el internacional una magnitud de sólo seis cienmilésimas de milímetro menor que el primitivo del sistema. ¿Puede pedirse mayor aproximación, al satisfacer la condición de igualdad del nuevo con el viejo metro? No cabe hoy, por cuanto esa diferencia casi está comprendida dentro del error probable del resultado de las comparaciones. Dió con esto por ultimada la Comisión internacional la primera y principal parte de su tarea, que había de presentar en fin de sep-

tiembre de 1889 á la aprobación de la Conferencia general (4).

(4)

Prototipo internacional M.

$$M = 1^m + 8^t,651 T + 0^u,00100 T^2$$

Tipo provisional.

$$I_2 = 1^m + 6^t,0 + 8^t,644 T + 0^u,00100 T^2.$$

Prototipos de la aleación de Johnson, Mathey y Compañía.

Núm. 1 = 1 ^m - 1,1 ^u + 8,1 ^t 657 T + 0,1 ^u 00100 T ²
Núm. 2 = 1 - 1,5 + 8,665 T + 0,00100 T ²
Núm. 3 = 1 + 0,5 + 8,642 T + 0,00100 T ²
Núm. 4 = 1 - 0,8 + 8,632 T + 0,00100 T ²
Núm. 5 = 1 + 2,3 + 8,647 T + 0,00100 T ²
Núm. 7 = 1 + 0,3 + 8,649 T + 0,00100 T ²
Núm. 8 = 1 - 0,4 + 8,649 T + 0,00100 T ²
Núm. 9 = 1 - 1,2 + 8,643 T + 0,00100 T ²
Núm. 10 = 1 - 0,8 + 8,659 T + 0,00100 T ²
Núm. 11 = 1 - 0,5 + 8,650 T + 0,00100 T ²
Núm. 12 = 1 - 0,3 + 8,638 T + 0,00100 T ²
Núm. 13 = 1 + 0,3 + 8,647 T + 0,00100 T ²
Núm. 14 = 1 - 1,3 + 8,646 T + 0,00100 T ²
Núm. 15 = 1 + 0,9 + 8,655 T + 0,00100 T ²
Núm. 16 = 1 - 0,6 + 8,653 T + 0,00100 T ²
Núm. 17 = 1 + 0,9 + 8,653 T + 0,00100 T ²
Núm. 18 = 1 - 1,0 + 8,642 T + 0,00100 T ²
Núm. 19 = 1 + 1,1 + 8,655 T + 0,00100 T ²
Núm. 20 = 1 + 0,8 + 8,673 T + 0,00100 T ²
Núm. 21 = 1 + 2,5 + 8,665 T + 0,00100 T ²
Núm. 22 = 1 - 1,3 + 8,667 T + 0,00100 T ²
Núm. 23 = 1 - 1,0 + 8,661 T + 0,00100 T ²
Núm. 24 = 1 + 1,8 + 8,670 T + 0,00100 T ²
Núm. 25 = 1 + 0,7 + 8,648 T + 0,00100 T ²
Núm. 26 = 1 + 0,9 + 8,647 T + 0,00100 T ²
Núm. 27 = 1 - 1,6 + 8,657 T + 0,00100 T ²
Núm. 28 = 1 + 0,5 + 8,650 T + 0,00100 T ²
Núm. 29 = 1 - 2,8 + 8,674 T + 0,00100 T ²
Núm. 30 = 1 + 2,8 + 8,638 T + 0,00100 T ²
Núm. 31 = 1 + 0,6 + 8,658 T + 0,00100 T ²

Los prototipos señalados con los números 17 y 24 han correspondido á España.

VI

Iguales ó muy semejantes trabajos han venido á refluir en la determinación del nuevo kilogramo.

Pero me guardaré muy bien de reproducirlos aquí ni en extracto. Quédanme sobre el kilogramo cuestiones más interesantes que exponer: y son la relativa á su significación metrológica como unidad concreta, su relación con la lineal, y como consecuencia de esta relación, la nueva definición científica del litro.

La unidad de peso, bien lo sabéis, es unidad tomada de un hecho mecánico, producido por dos diversos elementos, masa y fuerza, pudiendo servir para estimar la materia en su doble acepción; ó separadamente, mediante la distinción y el análisis, la fuerza y la masa. La acción de pesar conduce directa y positivamente á apreciar y comparar, y por tanto á medir, la presión que una masa ejerce, sometida solamente á la fuerza de gravedad y á la centrífuga terrestre. Exige, por esto, la unidad de peso que se concrete en una masa, expresada por sus dimensiones y densidad, y que se limite la fuerza á la resultante de la gravedad, en combinación con la fuerza desarrollada por el movimiento de rotación de la Tierra.

La primera condición, también lo sabéis, quedó consignada en el primitivo plan del sistema por la masa de agua pura, de máxima densidad, contenida en un centímetro cúbico; y la segunda se satisfizo por el peso en el vacío.

Ahora bien: siendo el peso producto de dos factores, fuerza y masa, importa decidir, ya que hemos visto que es indispensable la abstracción real de ambas especies de magnitud, cuál se determina mejor por medio del peso, á fin de tomarla como uno de los tres géneros de magnitud, que cardinalmente hay que medir con absoluta independencia. En estos términos planteada la cuestión de unidad de masa en relación al kilogramo,

no es difícil resolverla; y así la plantea Foerster (1), y así se debe plantear, para descartar desde luego la idea de que puede llegarse á la unidad de masa en sustitución de la de peso, ó por otro procedimiento que el peso, y para que no se suponga que la unidad de peso debe sufrir alguna derivación para representar la unidad de masa. No: lo que se trata es solamente de saber si el kilogramo, que es en primer término unidad de peso, es decir, de un hecho mecánico, y como tal, unidad compleja y no cardinal y simple, ha de servir para representar la unidad de masa ó la unidad de fuerza.

La disyuntiva ofrece pocas dudas y no tiene excepcional importancia. En pura teoría, y dado que la fuerza tiene por manifestación sensible elemental el movimiento, y este requiere para su determinación el espacio y el tiempo, además de punto material sobre qué se ejerza, al paso que la masa sólo necesita el espacio para su determinación, una vez elegido el cuerpo á que se refiera, es claro que en igualdad de circunstancias lleva la masa ventajas de sencillez que no se dan en la determinación de la fuerza. Pero, aparte de esto, y partiendo del peso, ofrece la masa una constancia con los cambios de lugar, que no puede pedirse á la fuerza de gravedad y á la centrifuga del globo.

La masa no varía transportada de un punto á otro de la Tierra; y, determinado además el peso en el vacío, las influencias del ambiente quedan eliminadas en la ponderación de la masa. En cambio, las fuerzas que en el peso actúan, varían con la latitud y altitud del lugar, con la situación del globo respecto de los cuerpos celestes, y con la distribución de las masas terráneas que rodean el lugar de la observación. Dos cuerpos que se equilibran por medio del peso en el vacío, en un punto del globo y en un instante dado, acusan dos masas iguales é iguales fuerzas de la gravedad y centrifuga; y dos cuerpos cuyos pesos en el vacío se equilibran con relación á

(1) A Foerster atribuyo el folleto *Die Herstellung und die Wiederkehrende Prüfung der Hauptnormale und Kontrolnormale nach den Festsetzungen der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission.*—1886.—Berlin.

un tercero, en puntos diferentes ó en tiempos diversos, acusan también dos masas iguales, pero sometidas á fuerzas diferentes. La medición de fuerzas por medio del peso requiere más condiciones de identidad circunstancial que la medición de masas por igual procedimiento. La igualdad de peso en el vacío de varios cuerpos, en cualquier lugar y en cualquier momento, asegura la constante igualdad de sus masas, sin que garantice del propio modo la igualdad de fuerzas; y, por consiguiente, la unidad de masa se debe buscar en la unidad de peso, en vez de buscar independientemente de la de peso la unidad de masa. Y hay más: otro procedimiento de determinar la masa, por ejemplo, el volumétrico, es inferior, metrológicamente considerado, al del peso, y necesita de alguna determinación ponderal. El peso es, pues, modo de estimar masas y la mejor y más precisa manera de dar medidas de ellas.

En el primitivo plan del sistema, la unidad de peso fué el peso de un centímetro cúbico de agua de máxima densidad; pero, análogamente á lo hecho con el metro, háse convenido en la moderna revisión del sistema en que no sea tal la definición científica del prototipo de peso. Y la razón es muy semejante: no es posible determinar prácticamente el peso de una capacidad llena de agua en las condiciones adoptadas como normales con un error relativo menor de una diezmilésima (1), por muchísimas razones: por la necesidad de medir con rigor varias dimensiones lineales, por la de aquilatar la pureza del agua, por la influencia del aire que ésta disuelve, por la delicada termometría que exige, etc., etc.; y, de consiguiente, los diversos tipos del kilogramo construídos directamente, según la defi-

(1) De las dificultades de hacer tal determinación y de la poca precisión metrológica que hasta el presente ofrece la estimación del peso del agua pura, de densidad máxima, contenida en un centímetro cúbico, es patente prueba la variedad de resultados obtenidos por Lefevre-Gineau, al tiempo de establecerse el sistema métrico; por Shuckburgh, y Kater más tarde, en Inglaterra; por Berzelius, Svanberg y Akermann, en Suecia; en Austria por Stampfer; en Rusia por Kupffer, después por Muncke, Herr, Kopp y Pierre; y finalmente, por Broch.

nición, podrían diferir en 100 miligramos unos de otros: error grosero que los modernos aparatos y procedimientos de pesar de ningún modo toleran. En cambio, partiendo de un prototipo de platino iridiado, se pueden fabricar copias que no difieran de él ni entre sí en más de una centésima de miligramo, es decir, con un error relativo de una cienmillonésima. Y puesto que ya Lavoissier pesó una vez el centímetro cúbico de agua destilada y de máxima densidad, con aproximación suficiente para los usos comunes del comercio y de la industria, y vino luego á construirse sobre esta base un kilogramo de platino, lo lógico, lo conveniente y lo directo ha sido sacar de éste el nuevo prototipo, sin diferencia apreciable; declararle prototipo internacional para expresar la unidad de masa por su peso en el vacío; y obtener del propio modo los prototipos nacionales con sus ecuaciones correspondientes, añadiendo á las comparaciones de la masa la expresión del volumen, á fin de podernos servir de ellos en las pesadas al aire libre (1).

Queda también en tal estado, y con carácter de escasa aproximación, la relación entre las masas y los volúmenes de agua pura, y la igualación de decímetros cúbicos á kilogramos y de toneladas á metros cúbicos, en espera de que nuevos progresos experimentales vengan á darnos el verdadero coeficiente de reducción del centímetro cúbico al mililitro para los usos científicos.

Preciso ha sido, en consecuencia, rectificar del propio modo la definición del *litro*: hay que distinguir en adelante el volumen de un kilogramo de agua pura, de máxima densidad, y la capacidad de un decímetro cúbico, deducido por medición directa con el prototipo del metro, designando el primero con la palabra *litro*, cuyo valor depende del kilogramo y no del metro; hay que introducir, si no en las legislaciones metrológicas, por lo menos en los cánones científicos, la regla de determinar el litro por el volumen del kilogramo de agua pura, y no por medición de sus dimensiones; y se deben,

(1) Así, y después de estudiarlos y compararlos todos con igual esmero y por iguales procedimientos que los metros, la Comisión internacio-

por último, expresar los volúmenes determinados por pesadas hidrostáticas en *litros*, en vez de darlos en *decímetros cúbicos*; en *militros* y no en centímetros cúbicos; y en *microlitros*, en lugar de *milímetros cúbicos*. Así lo acordó la Comisión internacional en su sesión de 2 de octubre de 1880, á propuesta del Dr. Broch (1); y así ha definido los valores de los prototipos nacionales del kilogramo, repartidos á los Estados de Europa al mismo tiempo que los del metro.

nal presentó á la Conferencia general la siguiente lista:

Prototipo internacional.

⌘ Volumen 46ml,4005 Masa 1kg

PROTOTIPOS	VOLUMEN	MASA	PROTOTIPOS	VOLUMEN	MASA
Núm. 1	46ml,426	1kg+0mg,002	Núm. 22	46ml,403	1kg+0mg,053
Núm. 2	412	—	953	Núm. 23	405 + 061
Núm. 3	422	+	021	Núm. 24	410 — 191
Núm. 4	418	—	075	Núm. 25	423 + 107
Núm. 5	413	+	018	Núm. 26	410 — 032
Núm. 6	416	+	169	Núm. 27	443 + 145
Núm. 7	406	—	530	Núm. 28	486 + 210
Núm. 8	419	+	260	Núm. 29	430 — 949
Núm. 9	420	+	282	Núm. 30	411 + 123
Núm. 10	420	+	228	Núm. 31	406 + 162
Núm. 11	411	+	008	Núm. 32	409 + 070
Núm. 12	407	+	068	Núm. 33	408 + 061
Núm. 13	417	—	154	Núm. 34	401 — 073
Núm. 14	412	+	247	Núm. 35	409 + 191
Núm. 15	439	+	226	Núm. 36	404 + 157
Núm. 16	408	+	056	Núm. 37	413 + 244
Núm. 17	516	+	211	Núm. 38	409 + 183
Núm. 18	414	+	070	Núm. 39	402 — 118
Núm. 19	414	—	276	Núm. 40	410 — 037
Núm. 20	402	—	039	KI	397 + 127
Núm. 21	46,401	+0,063	KII	46,397	— 0,474

Han correspondido á España los kilogramos núms. 3 y 24.

(1) «La Comisión internacional de Pesas y Medidas adopta para sus publicaciones y para sus usos oficiales la palabra *litro*, para expresar el volumen de un kilogramo de agua pura de densidad máxima. La milésima parte del litro, es decir, el volumen de un gramo de agua pura de densidad máxima, se designará con la palabra *mililitro*, y por la abreviatura *ml*. La milésima parte del mililitro, á saber, el volumen de un miligramo de agua pura de densidad máxima, se llamará *microlitro*, y tendrá por abreviatura la letra λ .

VII

Hecha ha quedado, en suma, la revisión del metro, y refundidas las bases del sistema universal de pesas y medidas. El metro puede seguir pareciendo la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre, para los usos vulgares, pues no se ha roto la tradición, que no era justo ni conveniente cortar, por lo mismo que importa poco que la unidad de medida proceda de donde se quiera.

Para la ciencia, el metro había de ser longitud y nada más que longitud: es decir, magnitud de espacio lineal; y como ésta no puede tener ni definición ni determinación, si no es concreta, se ha tomado sobre un cuerpo ó masa que por sus cualidades físicas y químicas ofrezca seguridades de mínima variabilidad, preservándole de cuanto pueda inopinadamente alterar su molecular constitución, y procurando que de todas las influencias conocidas á que esté sometido, sólo cause sus inevitables efectos la temperatura. No tiene, por tanto, ni puede tener otra definición que la de ser la distancia entre dos trazos finísimos, grabados sobre el plano de las fibras neutras de cierta barra de platino iridiado á una temperatura dada, que es la del cero de la escala de un termómetro de hidrógeno, adoptada como tipo de calorimetría. Y está en condiciones y se le tiene en circunstancias de poseer la cualidad primera que le acredita de unidad, á saber, la de ser bien comparable consigo mismo ó con un estado suyo, considerado como normal ó como inicial, á fin de poder afirmar, cuanto cabe en lo humano, su fijeza.

La universalidad va encomendada á las copias hechas del prototipo adoptado como internacional y al crédito científico de un Establecimiento, provisto del mejor material técnico, á cargo de un personal escogido, y bajo la autoridad de la Co-

misión internacional, que de continuo preside á cuantas comparaciones metrológicas se desean practicar.

La perpetuidad, aquella perpetuidad que tanto pareció preocupar á la primera Comisión, se fía á lo único que se debe fiar, á lo único en que después de todo ella confió. Mídanse con ese prototipo primario, ó con sus copias á él referidas por medio de ecuaciones bien fundadas, todas las longitudes grandes y pequeñas de la Geodesia y de la Astronomía, de la Mecánica y de la Física, de la Química y de las Ciencias naturales; y cada magnitud medida será un testigo del metro universal, capaz de restablecerle en caso de pérdida de todos los metros y de todas las reglas y escalas con él contrastados; y testigo tan duradero y fehaciente como cualquiera definición por imperecedera que caprichosamente se suponga. Y no nos preocupemos de más: porque si todo lo que hoy con el metro se mide y todo lo que se ha de medir aún desaparece un día, ese día se habrá perdido también, no ya la definición del metro, sino toda la ciencia positiva de nuestra civilización: en ese día la humanidad mirará nuestro sistema de pesas y medidas como materia de mera curiosidad arqueológica.

Y ya que en otro lugar cité las frases con que la primera Comisión del año de 1790 terminó su primer informe y las palabras con que los comisarios presentaron en 1799 los primeros tipos del sistema, permitidme que ahora copie lo que por conclusión ha dicho en septiembre de 1889 la Comisión internacional ante la Asamblea de todas las naciones congregadas en París.

«Hemos llegado á construir, y proponemos á la sanción de los Gobiernos, prototipos internacionales del metro y del kilogramo, que ofrecen, en cuanto es posible, los dos caracteres esenciales de todo prototipo: es decir, por una parte, las más seguras garantías de inalterabilidad y conservación indefinida; y, por otra, las condiciones que en las operaciones metrológicas, para que han de servir, aseguran el mayor grado de precisión. Estos prototipos son reproducciones rigurosamente idénticas, hasta donde alcanzan los procedimientos más de-

licados de la ciencia actual, de las dos unidades fundamentales del sistema métrico, representadas en los tipos de los Archivos de Francia. De este modo se ha logrado, con perfección inesperada, uno de los fines propuestos que parecía presentar grandísimas dificultades. Los tipos materiales han cambiado, sí; pero las unidades son las mismas, no se ha producido solución de continuidad entre el pasado y el porvenir, y cuantos resultados numéricos las ciencias metroológicas han expresado, en función de los antiguos tipos, pasan sin modificación alguna á referirse á los nuevos.

»Los Estados adheridos al Convenio de 1875 reciben prototipos todos iguales entre sí, salvo algunas milésimas de milímetro en los metros, y algunas décimas de miligramo en los kilogramos; pues las pequeñísimas diferencias, que entre los prototipos existen, han sido determinadas con cuidado y precisión idénticos, y sus valores, en función de los prototipos internacionales, van dados con una precisión, para los metros del orden de la diezmilésima de milímetro, y para los kilogramos de la centésima de miligramo.

»Los Estados reciben, además, una colección considerable de instrumentos termométricos minuciosamente estudiados, que proporcionan escalas de temperaturas bien definidas, concordantes é idénticas siempre consigo mismas en los límites de precisión de las observaciones más delicadas: es decir, con algunas milésimas de grado, y además perfectamente determinadas con relación á la escala normal de temperaturas definidas por el termómetro de hidrógeno.»

Con ser tan grande y haberse tan perfectamente llevado á cabo esta obra de la revisión de los prototipos y refundición de las bases del sistema métrico-decimal, no me parece, sin embargo, la mayor ni la más importante de las tareas de la Comisión internacional. Tengo por más interesante, y por más transcendental quizás, la obra de sistematización, por ella emprendida y conseguida, de constituir en cuerpo de doctrina la Metrología, dispersa hasta ahora por los laboratorios, talleres, observatorios y centros científicos de Europa, sin el enlace necesario ni la indispensable depuración comparativa de sus

trabajos. De hoy en adelante, toda investigación nueva halla medios de comprobación, que aisladamente nadie podía reunir, en cualquiera de las secciones establecidas en la Oficina internacional: sección de medidas, sección de pesas, termometría y barometría. Allí han venido á concurrir, para provecho de todos, los esfuerzos de Europa, brillando las obras de cada país por su propio valer, pero acrecentándose el brillo de todas por el que unas reflejan sobre las demás.

No es corto el caudal con que España ha contribuido al enriquecimiento de la novísima Metrología. Sin contar la parte principal que han tomado nuestros Gobiernos, como he indicado antes, por medio de nuestra representación, no escaseando autoridad y recursos para la obra internacional del metro, podemos invocar en esta rama del saber una suma bibliográfica, que comienza con las experiencias para el estudio de la regla del aparato empleado en Madrideojos, hechas en París por los Sres. Ibáñez y Saavedra Meneses, y que termina en la reciente publicación de los estudios llevados á feliz término para la determinación de la intensidad de la gravedad en Madrid, en la cual D. Joaquín M. Barraquer, autor de casi todos los trabajos metroológicos hechos sobre los tipos españoles, ha dejado verdaderos modelos de observaciones y cálculos micrométricos de alta precisión. Poseemos, además, con ecuaciones bien determinadas, en relación estrecha con los principales tipos científicos de Europa, la regla bimetálica, tipo metroológico á la vez que regla geodésica, con que se midió la base central de nuestra triangulación de primer orden; la de hierro del aparato Ibáñez, con más carácter de regla geodésica que de tipo metroológico; el metro de platino, construído por Froment y conservado por la Comisión permanente de Pesas y Medidas, y el kilogramo de la propia pertenencia para el ajuste de los patrones comerciales é industriales; las dos reglas de los péndulos de inversión para la determinación de la fuerza de la gravedad; las reglas y aparatos geodésicos de la Marina; y, por último, los dos prototipos nacionales del metro y del kilogramo que en el reparto hecho por la Conferencia internacional nos han sido adjudicados.

Voy á terminar, señores Académicos, harto temeroso de haber agotado vuestra generosa atención.

Si el orden de la Naturaleza es perfecto, es orden esencialmente matemático: *omnia in numero, et in pondere et in mensura*. Si las ciencias aspiran á conocer el universo material, aspiran á determinar todos sus fenómenos reales y posibles en número, en peso y en medida, como último término del saber.

La Metrología, que es el arte de definir y fijar las unidades de magnitud cardinales y de practicar comparaciones métricas, necesita estar siempre por sus progresos en estado de servir á todas las demás ciencias, y aun, si es posible, de adelantarse en precisión á sus continuas demandas: es, por tanto, esencialmente mudable y perfectible.

Hoy nos ha provisto de prototipos excelentes y de métodos é instrumentos de prodigiosa precisión. Mañana nos traerá nuevos modos de medir y de pesar, que nos han de parecer y que serán realmente muy superiores á los de hoy.

DISCURSO

DEL

ILMO. SR. D. MIGUEL MERINO

Señores:

A motivos de afecto personal, y no á merecimientos científicos propios y por todo extremo envidiables, atribuye con excesiva modestia nuestro nuevo compañero, el Sr. Arrillaga, su ingreso en esta Academia.

¿Habrà quien lo crea así, después, no precisamente de oír, sino de saborear y meditar reposadamente el discurso que acaba ahora, con bien natural atropellamiento, de leernos? ¿Habrà quien en tan discreto y precioso trabajo no vislumbre y admire los vastos conocimientos matemáticos del autor, la penetrante seguridad de su juicio, su agudeza de ingenio, y las condiciones todas sobresalientes que le adornan para figurar dignamente en el seno de cualquier corporación científica respetable?

Me asombraría en verdad que hubiera quien algo de esto pusiese en tela de juicio, y grandemente se equivocaría sobre todo quien, dando asenso á la frase inicial del discurso, ni por un momento se imaginase que para la designación de sus miembros, en reemplazo de aquellos otros que implacable la muerte le arrebatara con harta frecuencia, no se inspira esta Academia, por regla general, en consideraciones muy meditadas y en grado sumo atendibles, de mérito intrínseco real, y

de servicios eficaces, prestados á las ciencias de su instituto, por parte de sus favorecidos.

Por regla general, he dicho, y me considero en el deber de repetirlo; pues, si así no fuese, si la regla, aunque inadvertidamente y por extraña ofuscación de los que mayor empeño ponen siempre, y mayor interés tienen en observarla con rigor saludable, alguna muy rara vez no se infringiese, ¿por dónde yo ahora me vería en el apretado trance en que me veo, de tener que dirigiros, aunque por muy contados momentos, mi desautorizada palabra?

Pero si, por lamentable excepción, esta Academia alguna vez se ha equivocado, y llamado á compartir sus tareas á quien á todos valdría más que hubiese dejado languidecer y apagarse en desconocida soledad, al llamar, en reemplazo de otro varón eximio, al Ingeniero de Montes, que en día ya lejano supo granjearse el aprecio de sus compañeros y maestros; al profesor luego en la Escuela especial de aquel tan distinguido Cuerpo facultativo, y, más tarde, en la general Preparatoria de Ingenieros y Arquitectos; y al geodesta y metrólogo, honra de nuestro Instituto Geográfico y Estadístico, centro oficial que tanto ha contribuído en los últimos años á levantar el nombre y el prestigio científicos de España, seguramente que no se ha equivocado.

Lo que hay es que así como en la ruda tarea de forjar y modelar el hierro desempeña el martillo papel de mayor lucimiento ó más ostentoso que el humilde y sufrido yunque, aunque humilde indispensable, así en la incesante y fatigosa labor intelectual que el progreso de las ciencias, en teoría y en sus variadas y provechosas aplicaciones demanda, tócales á unos desempeñar las veces de martillo, y son los que más sobresalen y triunfan en la legión activa de obreros, y á otros recibir y soportar los martillazos, como el yunque resignado y generoso, sin cuya paciente tenacidad y aguante inadvertido la faena del martillar resultaría impracticable. Y, á riesgo de equivocarme, y por más que él nos asegure lo contrario, barrunto yo que á nuestro nuevo compañero le ha cabido en suerte poco envidiable, desde que, contra viento y marea, co-

menzó á navegar por el revuelto mar de este mundo, la de aguantar hasta ahora los porrazos del martillo y soportar en silencio el peso del trabajo, sin importarle por cierto un ardite, como el trabajo resultare útil y bello, que de su cooperación para realizarle hayan tenido muy contadas personas noticia puntual y circunstanciada. Pero vosotros por fortuna la teniais, y es natural que la tuviéseis por el vivo interés que os inspira cuanto al cultivo de las ciencias concierne; y por eso, cuando él menos lo esperaba, ni aun soñaba, le sacásteis de la obscuridad donde, tranquilo y satisfecho con su suerte, con actividad fructuosa se afanaba en el desempeño de sus penosos deberes; y le atrajisteis á la luz del día; y le pusisteis en ocasión de demostrar lo que vale y puede de él confiadamente esperarse.

Ni de otra manera procedisteis tampoco, años atrás, al designar para compartir vuestras tareas y militar con vosotros en las filas honrosas de la ciencia, al que era por entonces Oficial superior del Cuerpo, por tantos y tan valiosos títulos respetable, de Artillería; al profesor en las Academias ó Escuelas, teóricas y prácticas, de Arma tan preclara; al escritor espontáneo y correcto, de grande autoridad en asuntos científicos; al hombre de acción y de consejo, siempre en su puesto de honor y de compromiso, cuando de la defensa de la ciencia ó de la patria se trataba: en suma, al pundonoroso y sabio General de nuestro Ejército, Sr. D. Pedro de La Llave. ¿Quién, antes de otorgarle vosotros ambicionada y bien merecida muestra de aprecio, había parado mientes en lo mucho que valía? Muy pocos, en verdad. El aura popular, vocinglera y engañosa muchas veces, no trajo su nombre venerando á vuestros oídos, ni fué menester que le trajese. El verdadero mérito científico se abre paso en este recinto como espontáneamente, ó sin que extrañas influencias procuren ponerle de relieve. Y por eso, cuando La Llave murió, hasta dónde ó cómo pueden morir los varones eminentes, dignos por su ilustración y servicios de muy dilatado recuerdo, por legítimo derecho de conquista ha venido á sustituirle, con no menos valiosos merecimientos, aunque de orden muy distinto, el Sr. Arrillaga.

Y uno de sus principales merecimientos es el de haber contribuido, dentro y como á la sombra del Instituto Geográfico, no sólo á la formación y publicación de las setenta hojas del *Mapa Topográfico de España*, ya dadas á luz, y cuyo mayor defecto parece que consiste en ser demasiado buenas para nosotros los españoles, y á la organización de los penosos trabajos de campo y de gabinete, necesarios para el acopio bien concertado de datos que la formación de aquellas hojas requiere; sino al planteamiento y difusión del sistema de medir y de pesar, conocido con el nombre de métrico decimal.

Sistema que el Sr. Arrillaga de ninguna manera quiere que se llame *métrico francés*, como durante mucho tiempo se ha llamado; como por inadvertencia se denomina algunas veces todavía; y como, á mi pobre entender, no hay por ningún concepto razón fundada para dejar de denominarle, cuando la brevedad de la frase no pida lo contrario.

Pues qué: ¿no nació en Francia la idea primordial de su creación? ¿No tomó allí cuerpo y forma, y se desenvolvió vigorosa esta idea, fecunda como la que más en resultados benéficos para el buen concierto de la sociedad? ¿No fueron sabios franceses, alentados por su Gobierno, y con asombro de otras naciones, los que emprendieron en primer término y realizaron los colosales trabajos necesarios para dar remate feliz á tan soberana empresa? ¿Y no es debido también á la iniciativa, á la influencia, á la tenacidad, sin lá menor vacilación, loables en este caso, de Francia, la adopción de aquel sistema ó procedimiento racional de medir y de pesar, primero en las naciones con ella colindantes y á ella por las armas sometidas durante muchos años; en otras, de ella más separadas por el espacio y por la tradición histórica ó el tiempo, por antipatías de raza y contrarios intereses, más tarde; y, á la hora presente, en las comarcas, unas de otras más apartadas, del globo terráqueo? Pues, si esto es así, ¿por qué negar á Francia lo que legitimã é incuestionablemente le pertenece, y mostrarse con ella desagradecidos?

A esto se contesta que á la creación del sistema métrico concurrieron activamente con Francia otras varias naciones,

y entre ellas, muy en primer término, España, representada en las operaciones previas de mensuración de la Tierra, y en los trabajos de cálculo posteriores, por sabios de honrosa nombradía, cuyos nombres están en labios de cuantos me escuchan; y que Francia además formó especial empeño en que el sistema métrico decimal, destinado á sustituir con indisputable ventaja á la baraunda horrible de sistemas, en uso en todos los países hasta principios de este siglo, y que eran fuente inagotable de abusos frecuentes y de graves corruptelas, careciese por completo de carácter local, en el fondo y por los accidentes, por la índole del patrón fundamental de medida, al cual habían los demás patrones, distintos por el tamaño y por la especie, de referirse; por el orden ó modo de multiplicación y división de las unidades primordiales para convertirse en secundarias ó derivadas; y por la muy meditada nomenclatura de estas mismas diversas series de unidades.

Todo lo cual, con su cuenta y razón, ó con restricciones que no deben olvidarse, pudiera ser verdad y no de escasa monta; pero verdad que redundaba también en honra de Francia, porque ante todo demuestra con qué tacto exquisito y envidiable procedieron sus prohombres, científicos y políticos en lance de tan grande trascendencia: hasta qué punto la ciencia y la prudencia se aunaron para la resolución y aplicación inmediata del arduo problema de la unificación general de pesas y medidas: para convertir en hecho real y tangible, lo que, en principio, se consideraba como delirante y fantástica utopía. De seguro que si el generoso pensamiento de la creación de este sistema, y los arriesgados y prolijos trabajos para llegar en breve tiempo al resultado apetecido, hubiesen surgido y se hubieran verificado en nación de raza predominante, sajona, germánica, ó slava, no se hubieran guardado en el día, ni en la víspera tampoco, del triunfo, tan delicados miramientos á las demás naciones. Pero Francia, al proceder en este asunto como procedió, con elevada grandeza de aspiraciones y con desinterés en la apariencia excepcional, se acreditó de maestra en el arte de tratar con los demás pueblos, humildes muchos y de índole vidriosa todos; dió

buena prueba de su proverbial y muchas veces provechosa *politesse*; y consiguió, plegándose á los consejos de la modestia, lo que, entregándose en brazos del orgullo y de irritante soberbia, no hubiera seguramente conseguido: imponer su voluntad á las demás naciones, como si de todo menos de esto se tratara: infiltrar la sangre de su espíritu, y su legítima preponderancia, en los espíritus y manera de ser de los demás pueblos, sobre el haz de la Tierra derramados.

Y, sin embargo, ni aun así logró alucinar á todos por completo. Léanse en prueba de ello las actas de las sesiones celebradas por nuestro Congreso de Diputados, momentáneamente convertido en respetable Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, y de Ciencias Morales y Políticas, cuando en los primeros días de Mayo de 1849, al tratarse seriamente de la reforma, ó abolición, de nuestros laberínticos sistemas de pesar y de medir, nacionales hasta cierto punto, y provinciales y locales, se presentó y sometió á reñida y muy razonada contienda el sistema en la actualidad, y tras largos años de porfiada lucha, y de resistencia no menos obstinada, entre los que mandan con menguado tino, y aquellos que desobedecen por simple ignorancia, lo que más les conviene acatar, apenas en la práctica vigente.

Ni el mismo D. Alejandro Oliván, acérrimo sostenedor de este sistema, negó que fuese francés; ni lo negó tampoco el entonces Ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas, insigne estadista, D. Juan Bravo Murillo; ni lo negó D. Mariano Roca de Togores, poco antes, en el mismo puesto de Ministro, fundador inolvidable de esta Academia; ni nadie se atrevió á cuestionarlo con razones atendibles. Y sin considerables correctivos, ó sin transformarle profundamente, vestirle con arreos á la española, y acomodarle á nuestras venerandas tradiciones, de acto impolítico, y antipatriótico casi, calificó su adopción inmediata el Sr. Vázquez Queipo, en documentos escritos y en discursos parlamentarios, de asombrosa doctrina metrológica, que constituyen para este nuestro sabio y reflexivo compañero timbre de gloria duradera.

«La nacionalidad, decía en uno de ellos, es la única ga-

rantía de la independencia de los pueblos: y ¿qué resistencia hubiera hallado la invasión francesa en 1808, si las instituciones de la nación española, y de consiguiente, su carácter, espíritu y costumbres, hubieran sido desde muy antiguo idénticas á las de Francia? Un Gobierno prudente, sabio y amante de la independencia del país, debe fomentar, y no contrariar el espíritu de nacionalidad; y cuando por todas partes vemos amenazadas nuestras antiguas instituciones, olvidada nuestra literatura, desfigurada nuestra lengua con los modismos de allende los Pirineos, y montada la Administración y hasta la sociedad española á la francesa, el Gobierno y las Cortes, si en algo estiman todavía la conservación del carácter nacional, deben detenerse en esta tan resbaladiza y peligrosa pendiente.»—Y D. Jerónimo Merelo, partidario del sistema de pesas y medidas, con profundo conocimiento del asunto y muy meditado estudio, elaborado por el Sr. Vázquez Queipo, y, antes que por éste, ideado en principio por el mismo D. Gabriel de Císcar, colaborador español muy activo é importante en la obra de la creación del métrico decimal, exclamaba: «no por malo en sí mismo, sino por inadecuado á las necesidades y costumbres de España, me opondré siempre á la introducción del sistema métrico francés.»

Léanse, repito, aquellas memorables sesiones parlamentarias, de cuyas actas es muy de lamentar que no exista recopilación independiente y de fácil adquisición; y léanse, trasladándose con la mente á la época en que se celebraron, cuando las ciencias físico-matemáticas, marchitas por largos años de incuria y abandono, apenas si empezaban á reverdecer vigorosas en España, no por el simple motivo, de relativa pequeñez, á que acabo de referirme, sino por los primorosos alardes de sana ilustración y de buen juicio que en ellas hicieron, mirando el asunto desde muy diversos puntos de vista y discutiéndole todos con elevado, aunque distinto criterio, los Sres. Oliván y Luján, Vázquez Queipo y Merelo, San Miguel y Roca de Togores, Bravo Murillo y D. Andrés Borrego, verdaderamente dignísimos representantes y celosos procuradores del país: unos abogando por la adopción del sis-

tema decimal sin la modificación más leve; otros atacándole con elocuencia persuasiva, y poniendo bien al descubierto sus deficiencias é inconveniencias, que de todo tiene como obra humana; aquellos, en cotejo de lo existente, confuso y deplorable, atribuyéndole importancia científica exagerada y ventajas en la práctica más exageradas todavía; y estos poniendo el dedo en la llaga con discernimiento y perspicacia singulares; augurando los descalabros repetidos que al tiempo de plantearle, y por muchos, muchísimos años, habían de experimentarse; y reduciendo á lo justo, y nada más que á lo justo, su valor (1).

Y, si con atención se leen, se verá, como ya el Sr. Arrillaga nos ha dicho, que nada de lo que en pro y en contra de aquel sistema se ha escrito y alegado con posterioridad, en España y fuera de España, era desconocido de aquellos patrios eminentes: que todo, por el contrario, les era familiar, y lo apreciaban como mucho después ha sido apreciado por sabios de brillante renombre, aleccionados por tardía y prolongada experiencia.

El metro, por ejemplo, sostenía uno, no es ni puede ser exactamente la diezmillonésima parte del cuadrante de meri-

(1) La Comisión parlamentaria, que previamente entendió en el estudio de la reforma, juzgada por acuerdo unánime indispensable, de los múltiples sistemas de pesas y medidas vigentes en España, la compusieron los señores

D. Alejandro Oliván, D. Miguel Puche y Bautista, y D. Nicolás de Mérida, partidarios decididos, y muy en particular y más ostensiblemente que ninguno otro, el primero, de la adopción, sin la menor variante, del sistema métrico francés, que presentían había de llegar á ser universal, en lo cual estaba sobre todos los demás su inmensa ventaja.

D. Vicente Vázquez Queipo y D. Jerónimo Merelo, que propusieron otro sistema, minuciosamente estudiado y genuinamente español, bien adaptado á las necesidades del comercio y de la vida social, y que, en el concepto científico, en nada desmerecía tampoco del francés, si es que en algún detalle no le superaba.

D. Pascual Madoz, que se encerró en misterioso é incomprensible silencio, como asustado de la magnitud de la reforma que se trataba de acometer, trastornando todo lo existente y suplantándolo con otra cosa de problemáticas consecuencias.

Y D. Andrés Borrego, razonador y desapasionado, que en vano se afa-

diano; y, aunque hoy lo parezca, nuevas mediciones de la Tierra, con mejores instrumentos y por más exquisitos procedimientos, invalidarán con seguridad mañana la certidumbre de esta creencia. Y aunque lo fuese hoy en realidad, como la Tierra no es cuerpo muerto incorruptible, sino que vive, bajo la influencia de potentes fuerzas, en actividad incesante, perturbadoras de su forma, lo que hoy tenemos por verdad, muy de temer es que deje de serlo en el día, no demasiado remoto, de mañana. El metro, por lo tanto, nada representa, íntima é indestructiblemente relacionado con las dimensiones del mundo físico, y no responde á la condición de inmutabilidad natural á que, como primera condición del sistema á que da nombre, debiera satisfacer.

Y eso ¿qué importa? replicaba otro, con argumentación oportuna y contundente, pero extraña de verdad en aquellos ya remotos días. La vara ó el pie no son partes alicuotas exactas de ninguna otra dimensión de la Naturaleza; y, sin embargo, tan valaderas y á propósito son como el metro teórico para servir de base á un buen sistema de medir y de pensar. «Cualquiera medida fija y bien determinada, sostenía el Sr. San Miguel, es tan digna de crédito como otra; y yo lo

nó por concertar opuestos pareceres, animado de loable y muy justificado espíritu de prudencia.

Tras larga y muy empeñada controversia, el proyecto de los señores Vázquez Queipo y Merelo quedó desechado, por 40 votos en contra, opuestos á 31 en su favor, en sesión del 9 de Mayo de 1849; y desde aquel momento pudo darse por triunfante el pensamiento de la adopción en España del sistema métrico decimal, de primitivo cuño francés, con leves variantes ó modificaciones en la práctica. La Ley para su establecimiento se dictó y publicó muy poco después, y lleva la fecha del 19 de Julio de 1849.—Ley, se determinó en aquellos primeros momentos de entusiasmo, «obligatoria en todas las Dependencias del Estado y de la Administración provincial, incluidas las posesiones de Ultramar, desde el 1.º de Enero de 1853, y para todos los españoles á contar del 1.º de Enero de 1860»; pero cuyo cumplimiento difícilísimo se fué forzosamente aplazando año tras año, hasta que por R. D. del 17 de Junio de 1868, la vispera casi de muy grave y trascendental trastorno político y administrativo, se dispuso por última vez que comenzase á regir *sin excusa* desde el 1.º de Enero de 1869: término *improrrogable*, que, sin embargo, fué menester todavía diferir hasta el 1.º de Julio de 1880.

mismo acepto y considero aceptable, como base ó fundamento del sistema, el pie que han adoptado los Sres. Vázquez Queipo y Merelo, derivándole de los $\frac{2}{7}$ de la longitud del péndulo sexagesimal en Madrid, que el pie antiguo de España, que el metro francés.» La elección de unidad primordial era asunto secundario para aquellos nuestros perspicaces legisladores, por razones idénticas á las que el Sr. Arrillaga nos ha expuesto como fundamento de los novísimos acuerdos y radicales determinaciones adoptadas por el Congreso científico internacional de Pesas y Medidas.

¡Que no es francés el ahora, con hipérbole todavía engañosa, denominado sistema universal ó cosmopolita! Pues ¿tantos años há que en los libros de texto de nuestras escuelas se definía el metro como la diezmillonésima parte del cuadrante de meridiano *que pasa por París?* ¿Por qué de París si, en su concepto geométrico, todos los meridianos son iguales? ¿Por alarde de ciencia, y como para demostrar que en otros varios conceptos los meridianos del esferoide terrestre pueden unos de otros discrepar en cantidad perceptible y mensurable? ¡Ni remotamente! Los que así definían, ó definen todavía, el metro, con redundancia de frase, sí, pero sin excesiva impropiedad, querían significar, ó significaban sin quererlo ni pensarlo, que el meridiano de París habia sido el medido por iniciativa propia de Francia y por gloriosa pléyade de geómetras franceses, para determinar la longitud de la unidad fundamental del nuevo sistema; y que, por lo tanto, sin cometer censurable injusticia, ó incurrir en manifiesta ingratitude, al sistema de pesas y medidas, corolario elocuente de las grandes operaciones geodésicas, en Francia proyectadas y verificadas, y más tarde, con perfección creciente y como ilimitada, practicadas y extendidas en otros países, por el N. y por el S. del ecuador, y de uno y otro lado del Atlántico y del Pacífico, no podía privársele del calificativo de francés, que admirablemente le cuadraba. Lo del *meridiano de París*, que á muchos parece una ridiculez, era la *marca de fábrica* del sistema, borrosa ya y desgastada por la acción corrosiva del tiempo, que se complace en destruir todas las obras humanas:

las del orden puramente intelectual, como las materiales y tangibles: unas y otras, por el hecho de ser producto de la actividad del hombre, efímeras y deleznable.

Pero, al llegar á este punto, detengámonos un momento á considerar cuánta desproporción parece que hay entre la magnitud y dificultad enormes de aquellas vastas y reiteradas operaciones geodésicas y su aplicación inmediata, y como decisiva, á la definición del metro. Con oportunidad y gracia, exclama, á propósito de tamaña disparidad de términos, un ingenioso, y al par de ingenioso, sesudo fabulista, y poeta insigne contemporáneo:

«Para medir un pie, ¡medir la Tierra!
Capricho singular....»

No capricho, pero sí pensamiento, singular y atrevido, que sólo en mente caldeada por el fuego del entusiasmo científico, podía surgir y prosperar. Porque el *quijotismo*, en el buen sentido de la palabra, y le tiene sobre toda ponderación loable, no creo yo que sea patrimonio exclusivo de los españoles, sino de cuantos de raza latina proceden y sienten por los más extraños motivos, y en momentos históricos inesperados y solemnes, cómo bulle en sus venas la sangre en atropellados borbotones. Y á la raza latina, como ninguna otra nación, la representa en los tiempos que corren Francia. Y como Francia es rica en dinero y en ilustración, y concibe con celeridad, y ejecuta sin detenerse ante obstáculos para otras naciones, por crueles vicisitudes de la suerte, pobres y atrasadas, punto menos que insuperables, de ahí el que, de vez en cuando, y sin verdadera ó apremiante necesidad que á ello la obligue, pueda permitirse algún que otro capricho singular, como el de «para medir un pie, ¡medir la Tierra!» Capricho que, de no haberse realizado satisfactoriamente, se hubiera calificado con razón de insigne quijotada; pero que, en el terreno científico, por la dificultad de la empresa y la trascendencia de los resultados con su vencimiento conseguidos, constituye admirable arrebato de heroísmo.

«Para medir un pie, ¡medir la Tierra!» Esto, así dicho, ó á

la letra entendido, no es verdad, y discretamente ha sobre ello discurrido el Sr. Arrillaga. La medición del pie, ó la definición del *metro*, que todo vale lo mismo, fué, en la mente de los fundadores de la Geodesia, venturoso pretexto para medir la Tierra; y medirla, con grado sumo de precisión, era de necesidad absoluta para elevarse al conocimiento de las dimensiones y distancias de los innúmeros globos que ruedan por el espacio; definir, bien definidas, las leyes maravillosas de sus movimientos: maravillosas por su sencillez y fecundidad; enseñorearse del universo mundo, y ascender de la Tierra al Cielo. Y para medirla fué menester que las artes mecánicas más nobles, las de construcción y rectificación de instrumentos, auxiliares de nuestros sentidos, y sin los cuales nuestros sentidos no pueden desplegar la sutileza latente y prodigiosa penetración de que se hallan dotados, progresasen en términos asombrosos, inconcebibles casi: que las artes de ver y como tocar, de medir y de pesar hasta lo infinitamente pequeño, tomasen inmenso vuelo, por nadie, sin tan poderoso estímulo, previsto ni aun fantaseado: como que solamente así era factible remontarse de lo infinitamente pequeño á lo incomparablemente grande: de la vibración sutil de la materia, y como latido misterioso, acusador de su existencia, al dominio de los armónicos movimientos, y de las múltiples y complicadas perturbaciones, que prestan variedad y belleza á su cadencioso ritmo, de los globos planetarios y estelares. Y como las artes, las ciencias, que á las artes alimentan con su fecundo y sabroso jugo: con los instrumentos de ver, y de medir, y de pesar, complemento precioso de nuestros sentidos, aquel otro instrumento de eficacia mucho mayor, que se denomina *análisis matemática*, en que la razón humana, consagrada sobre todo al estudio del mundo físico, se apoya confiada, y con el cual derrumba, como con piqueta de incontrastable poderío, cuantos obstáculos se oponen á su desenvolvimiento avasallador, indefinidamente progresivo.

¡Atrevido y como temerario pensamiento, nunca bastante celebrado, el de medir la Tierra, al parecer por motivo fútil y liviano!

Pero, después de medirla con portentosa habilidad y con envidiable suerte, ¿qué fué lo que inmediatamente se determinó?

El valor ó la longitud del metro, igual á la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano, ó, *como por casualidad*, muy poco superior á la *media toesa* de Francia, á la cual, se habían, por de pronto, referido las operaciones de mensuración geodésica, que, con razón sobrada para ello, se ha excusado el Sr. Arrillaga de referirnos, porque de ellas, y de cuantas otras posteriormente se verificaron, en comprobación ó rectificación suya, teneis todos circunstanciada noticia. Y, aunque el asunto es tentador, también yo, esquivando la nota de impertinente y molesto, me considero obligado á pasarle por alto.

De su noble abolengo muéstrase el *metro* muy ufano en la sabrosa reyerta que con la humilde *vara* sostiene en aquella fábula ingeniosa de nuestro inolvidable D. Juan Eugenio, á la cual poco antes me referí: no advirtiendo imprudente que, aun procediendo de soberana estirpe, sin merecimientos propios, bien justificados, el excesivo engraimiento personal se torna forzosamente en motivo de humillante desprecio, excesivo tal vez, hacia quien á todas horas, y con afrenta inmerecida de los demás, le manifiesta falta de juicio. Historia de todos los días en este desengañado mundo. Y al *metro* le sucedió lo que, en el orden moral y social, sucede á todos los fanfarrones insensatos y descomedidos, cuando menos pueden catárselo. Hartóse la *vara*, nacida de la *caprichosa voluntad humana*, de sus denuestos y bambolla; y al fin, con picante sorna y sazónada zumba, le replica:

.....
«Los que la esfera terrenal midieron
Hombres al cabo son.
Errar pudieron: con su incierto voto
Gesa de hacer el bú.
Mentira, millonésima arrogante,
Serás en limpio tú!.....
.....

Y, en efecto, apurado el asunto, á muy poco del bautizo del metro, y aun antes casi de nacer, se halló que, en realidad, la novísima unidad fundamental del sistema de pesas y medidas no representaba, ni podía tampoco representar, lo que, cándidamente por algunos, se había pretendido que representase; lo que muchos creen todavía que representa: lo que, y esto es un poco fuerte, el Anuario del *Bureau des Longitudes*, correspondiente al año 1890, asegura en términos categóricos, ó sin atenuación alguna, que positivamente vale: la diezmillonésima parte del cuadrante de meridiano (¹).—
¿De qué meridiano?—Del de París, ya el hablar no es de buen gusto; y, aunque á colación de nuevo se trajese, el hecho que en la definición se afirma no es exacto. ¿De cuál otro, pues si to-

(¹) En el libro citado, páginas 177 y 178, se lee, en efecto, lo que sigue:

«Le *mètre légal* est la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre. A l'époque où fut promulguée la loi qui créait le système métrique, l'ensemble des mesures géodésiques donnait pour le mètre la valeur 3^p 11', 296, ou 443,1296, en prenant pour unité la *toise du Perou* employée par Delambre et Méchain dans la mesure du méridien, à la fin du siècle dernier. C'est cette valeur que les législateurs ont adoptée pour la longueur du mètre légal. C'est aussi la longueur du *mètre étalon* déposé aux Archives. D'après les mesures géodésiques modernes, la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre est plus grande que le mètre légal d'environ 0^m,0002.»

Todo esto es sustancialmente cierto; pero muy poco claro, y expuesto á falsas interpretaciones. Estrechado por sus contendientes en las discusiones sobre el mérito ó valor del sistema métrico, y sobre la conveniencia ú oportunidad de su implantación total y súbita en España, á que en el texto se ha hecho amplia referencia, el Sr. Oliván acabó por decir, en términos bastante más precisos y concretos:

«El *metro positivo*, cuyos patrones se conservan en París, como en Madrid, y en todas las capitales de los pueblos que lo usan, es una medida *exacta, tangible*, medible y medidora, hecha de platino; y en esto no caben opiniones. Se mide y compara con todas las otras medidas existentes en el mundo, y se conoce y fija su relación: este es un hecho. El *dudoso*, y que *menos importa conocer*, es el *metro ideal*, el que *se supone* parte alicuota del meridiano terrestre, ó la diezmillonésima parte de su cuadrante»... (Sesión parlamentaria del 9 de Mayo de 1849).

Escoja el lector reflexivo entre ambas definiciones, una de otra separadas por distancia de cuarenta y un años, la que mejor le pareciere. La preferida, y como prohibida, por la Comisión internacional de Pesas y Medidas, con domicilio oficial en París, ha sido la segunda.

dos en realidad son algo distintos; si, al cabo de penosísima jornada, exploradora de la verdad, hemos llegado á convenir en que la Tierra no es esférica, ni elipsoidal de revolución, ni elipsoidal de tres ejes desiguales, ni cuerpo por su figura, y por las condiciones especialísimas de su constitución física externa, é interna más todavía, en perpetua variación, rigurosamente asimilable á ningún molde geométrico? De ninguno.

Y así el metro es el metro, como la vara es la vara: patrón convencional de longitud, sin conexión matemática posible, ni tampoco necesaria, con ninguna otra longitud de la Naturaleza, de absoluta invariabilidad y categóricamente definible. Tanto que si el llamado sistema métrico-decimal no tuviera más excelencias, ú otra cualidad de mayor estima, que la de representar su unidad fundamental, ó aquella de donde todas las demás se derivan, lo que en un principio se aspiró que representase, y prácticamente, en el terreno de gran número de aplicaciones sociales representa sin duda, con grado de aproximación á la verdad muy suficiente, el desencanto sería completo. El cuadrante de meridiano no abarca diez millones justos de metros; sino, por término medio, cosa de 2000 metros más. Y esto, que por referencia á la totalidad del cuadrante casi nada significa, lo que el error de un solo paso en distancia de cinco mil, con relación á las aspiraciones de la ciencia, algún tanto febriles y desapoderadas, y en vertiginosa progresión crecientes por días, representa una cantidad enorme.

Antes, sin embargo, de que el defecto de la primitiva definición del metro se hiciese público, y se divulgase la noticia por el mundo, no corregida y atenuada, sino abultada de propósito, como todas las noticias molestas y por algún motivo mortificantes, con el consiguiente inmerecido descrédito del sistema á que el metro da nombre y pretende servir de inmovible base, levantóse generosa cruzada de regeneración y afianzamiento de este sistema, francés en su origen, pero ya, á la hora presente, patrimonio valioso de todas las naciones cultas. Sabios geodestas, físicos, y químicos, oriundos de diversos países, y, cada cual en su esfera, de in-

cuestionable autoridad; y artífices de pasmosa habilidad de manos, regida por inteligencia superior, como forjada y á prueba de imposibles en el estudio y prácticas de taller, se aunaron en armónico concierto; despojaron al metro y al kilogramo de su fantástica aparatosa vestimenta, ó de cuanto tenían de falsamente convencional y deleznable; y crearon y multiplicaron los prototipos ó patrones de ambas unidades fundamentales, con caracteres de identidad, invariabilidad y perpetuidad, en lo humano indestructibles; y dieron así á la Metrología de precisión amplia y segura base sobre qué sustentarse.

Cómo, en breve tiempo, ha sucedido todo esto, nos lo ha relatado fiel y sucintamente el Sr. Arrillaga; y no es cosa de que yo os los repita en fatigosos términos, abusando desatentado de vuestra bondad y paciencia. Como tampoco estimo necesario, aunque sí de justicia, recordaros que al frente de la asamblea de hombres ilustres, empeñados en la realización de tan ardua y tan beneficiosa empresa; venciendo dificultades de buena inteligencia que en ninguna asamblea faltan, y menos si es de sabios, con demasiada frecuencia quisquillosos, la asamblea; suavizando embarazosos rozamientos, y comunicando á todos con el ejemplo su amor á la ciencia y el entusiasmo que sus progresos le inspiraban, estuvo por muchos años, en representación de nuestra patria querida, el General D. Carlos Ibáñez, para mí, por este su nombre de batalla, más respetable todavía que por el título de Marqués de Mulhacén, con que el Gobierno de S. M., en premio de su larga y gloriosa carrera científica, no há mucho tiempo le galardonara.

A él, y no á mí, correspondía contestar, á nombre de la Academia, al discurso del Sr. Arrillaga. Y yo sinceramente lamento que no esté aquí, en el puesto que momentáneamente y con grave perjuicio vuestro le usurpo ahora.

Si aquí estuviera, plácemes muy merecidos recibiría hoy por sus servicios á la Metrología científica, de carácter universal. Plácemes, por otra parte, que experimento imperioso deber y muy grande complacencia en tributar asimismo á cuantos españoles beneméritos y de nombre venerando en la

historia del progreso científico y administrativo de nuestro país, han contribuido en el transcurso de los últimos cuarenta años, luchando infatigables contra toda suerte de resistencias odiosas, suscitadas por la rutina y la pereza, á la aclimatación penosa y lenta, sí, pero ya segura, del sistema métrico decimal en España: de aquel sistema peregrino (1) que respetables y muy experimentados legisladores nuestros del año

(1) Tan peregrino, y extravagante al parecer, y, por efecto de su misma sencillez, tan opuesto á los sistemas en uso, que un señor diputado decía:

«Si el sistema métrico francés, que se discute, se manda por fin llevar á efecto en España, no habrá pregonero, escribano, ni alcalde que sepa leerlo, y será como si no se mandase.»

«Con el pueblo, añadía otro, no sirve la violencia para mudarle de repente sus hábitos, usos y costumbres. Napoleón era hombre fuerte y algo violento; y, sin embargo, en sus mismas barbas, como suele decirse, pesaban y medían los franceses por *libras, onzas y chopines*, y nunca por kilogramos, litros, ni metros.

Y agregaba un tercero, rayando en maravilla que del mismo modo no opinasen todos:

«¿Habrà hombre de los que hoy viven, aunque sea muy niño, que, si esta ley se aprueba, vea en Móstoles ó en Miguelturra usar el miriámetro, el centímetro, y el milímetro?»

Y á los que daban por cosa sencillamente hacendera la implantación del sistema métrico decimal en España, apoyándose para estimarlo así en el ejemplo de otras naciones que ya por entonces, y sin aparente dificultad le habían adoptado, saliales al paso D. Andrés Borrego con estas palabras, de oportunidad y gran sentido práctico:

«Cierto que el sistema métrico francés rige en varios países de Europa; pero adviértase que ninguno de estos países le ha adoptado por el aprecio que de él hiciera como combinación científica: espontáneamente, ninguno. Rige, es verdad, en Bélgica; pero debido á que Bélgica fué durante veinticinco años provincia francesa. Rige en Holanda, porque Holanda se erigió en reino bajo el mando de una persona del que como emperador mandaba en Francia. Rige en el Piamonte, porque el Piamonte perteneció á Francia, lo mismo que Bélgica, durante veinte años. Y rige en la Lombardía, porque la Lombardía formó parte del reino de Italia en los tiempos de Napoleón. Voluntariamente, y como por natural efecto de su mérito, en ningún país rigió aquel sistema. Y si en España se adopta, *España sería la primera nación independiente* que, sin obedecer ó plegarse á extrañas y poderosas sugerencias, adoptase tan grave resolución, digna, por lo tanto, de meditarse.»

Pues bien: aquella tan grave, y hasta temeraria resolución, se adoptó al fin; y, no en Móstoles y Miguelturra, poblaciones de verdadera impor-

1849 consideraban, y no sin poderosas razones para pensar de semejante modo, que nunca arraigaría y prosperaría en este apartado promontorio del occidente de Europa, estéril porque nadie con sostenido ahinco le cultiva; pero donde, si en conseguirlo se forma tenaz empeño, no hay fruto sazonado de la razón que no se logre cosechar.

Recíbalos, en representación honrosa de las dignísimas personas á quienes me refiero, el Sr. Arrillaga, aun cuando ofendida, y airada contra mí, su modestia los rechace.

Y dispéñseme la Academia que en acto tan solemne como el de este día, aunque con el rostro encendido de justificado rubor, cediendo á impulsos del corazón y á las exigencias de penoso, pero ineludible deber, me haya atrevido á dirigirle la palabra.

tancia histórica y administrativa, sino hasta en los más humildes villorrios y aldehuelas de España, tras porfiada lucha ciertamente, pero sin ruidos desagradables, ni violencias y disgustos de odioso recuerdo, el sistema métrico decimal ha logrado arraigar y sobreponerse á todos los demás de uso antiquísimo, en relativamente corto número de años.

¿A quién, en primer término, debe atribuirse tan sorprendente y satisfactorio resultado?

En primero, al buen sentido y nunca bastante encomiado despejo natural de nuestro pueblo: en esto no cabe duda. Y á la par casi, á la constancia inquebrantable en la prosecución de la empresa, y tacto superior para enderezarla suavemente á término feliz, sin distinción de tiempos, partidos, ni personas, del Ministerio de Fomento, principalmente representado en tan comprometido lance por la Comisión Permanente de Pesas y Medidas, creada por R. D. del 19 de Julio de 1849, y sobre más amplias bases que entonces reorganizada por otro de 12 de Diciembre de 1860; sucesivamente presidida por hombres de tanto valer como los Sres. Sancho, Luján, Oliven é Ibáñez; á la cual han pertenecido muchos y respetables patricios y personas de ciencia y de atinado consejo; y de la cual ha sido el ilustre químico D. Magín Bonet inteligente y celoso Secretario durante más de veinte años.