

## GABRIEL CISCAR EN EL CONGRESO DE UNIFICACION DE PESAS Y MEDIDAS DE PARIS DE 1798

Juan Francisco López Sánchez  
Manuel Valera Candel

### *Antecedentes del Congreso*

Los antecedentes del Congreso de París de 1798 se remontan a 1790, con la propuesta efectuada a la Asamblea Nacional Constituyente francesa por Talleyrand, obispo de Autun, para fijar un sistema de medidas basadas en la naturaleza y en la escala decimal, que tomase como unidad de longitud la del péndulo de segundos en la latitud 45°. La fecha de 1790 no es arbitraria pues aunque han sido muchos los intentos por establecer esta uniformidad en los sistemas métricos en todas las épocas, lo que sin duda diferencia al proyecto de Talleyrand de los anteriores y lo hace singular, es el carácter de instrumento revolucionario contra el Antiguo Régimen. Este intento de unificación culminó en la reunión de 1798, a la cual asistieron Gabriel Ciscar y Agustín de Pedrayes en representación del Gobierno español.

Desde el momento en el que se planteó la posibilidad de modificar el sistema de pesas y medidas, los poderes franceses fueron conscientes de que sería imposible que la reforma en ciernes tuviese éxito, si no se cumplía, como mínimo, una verdadera universalidad en el uso de las unidades. Ello requería que no estuviesen ligadas al sistema usado por país al-

guno, lo que implicaba asimismo la necesidad de inventar nuevos nombres para las unidades, que las hiciesen más fácilmente aceptables.

Para buscar esta universalidad, Talleyrand propuso que se invitase a Inglaterra a fijar las nuevas unidades, mediante la creación de una comisión formada equitativamente por miembros de la *Royal Society* de Londres y de la *Academie des Sciences* de París (1). Era sin duda un momento propicio, pues a principios del mismo año, Sir John Riggs Miller había presentado un proyecto en la Cámara de los Comunes británica con el que pretendía establecer en toda Gran Bretaña un único sistema de medidas y pesas basado, al igual que el proyecto de Talleyrand, en la longitud del péndulo de segundos.

No eran Francia y Gran Bretaña los únicos países donde se planteaba en aquel entonces la uniformidad en las pesas y medidas, pues también Jefferson —a la sazón Secretario de Estado de los Estados Unidos— propuso por estas fechas la adopción de la longitud del péndulo de segundos en la latitud de 38° como unidad de longitud para su país. Posteriormente modificó su propuesta y fijó el paralelo 45° como referencia para la longitud del péndulo, elección similar a la francesa (2).

Gracias a los esfuerzos de Talleyrand, asesorado por Condorcet, La Harpe, Lagrange, Laplace, Lavoisier, Monge y Vicq d'Azyr (3), el 8 de mayo de 1790 la Asamblea Nacional francesa aprobó un decreto (4) que establecía un nuevo sistema de pesos y medidas, basado en la longitud del péndulo de segundos, aunque sin fijar expresamente la latitud en la que dicha longitud debía ser medida. Este decreto recogía la invitación a Gran Bretaña, y establecía en seis meses el plazo para la entrada en vigor del nuevo sistema.

Los intentos de unificación franceses encontraron tres tipos de dificultades: políticas, comerciales y científicas (5). Las primeras venían motivadas por la lícita asociación que se hacía, sobre todo en Inglaterra, entre Revolución e intentos de unificación metrológica, pues éstos venían promovidos por aquélla, y la identificación se hacía inevitable. Por otro lado, desde un punto de vista comercial, la unificación traería dificultades inmediatas y era de dudosa justificación, ya que las antiguas medidas, nacidas del pueblo, estaban plenamente aceptadas y su utilización se veía como algo natural por cada uno de sus usuarios. También es cierto que el moderno estado burgués necesitaba de un comercio fuerte, el cual siempre se veía favorecido a largo plazo por la uniformidad de las medidas. Pero, aun cuando la multiplicidad de éstas constituyese una dificultad en el comercio entre diferentes regiones o países, la unificación sería, en

principio, difícilmente comprensible para la sociedad. Aunque los científicos estaban también a favor de la unificación, no existía unanimidad en la forma en que ésta debía llevarse a cabo. Así, la oposición a que el nuevo sistema estuviese basado en una unidad de longitud relacionada con el péndulo de segundos estaba presente en la propia Francia. La alternativa propuesta por los científicos críticos consistía en establecer una medida convencional, exacta e invariable. Como ejemplo de esta postura podemos citar el caso del prestigioso astrónomo Lalande, que fue siempre contrario a las grandes mediciones de arcos de meridiano, pues no creía en la posibilidad de buscar la unidad de longitud en la naturaleza.

El 16 de febrero de 1791 la Academia de Ciencias de París nombró una comisión formada por Borda, Condorcet, Lagrange, Laplace y Monge, que debía proponer la nueva unidad de longitud. Las posibilidades de elección que se presentaban eran las siguientes: a) longitud del péndulo de segundos, b) longitud de una cierta fracción del círculo del ecuador terrestre y c) longitud de una fracción de meridiano terrestre. Las dificultades que presentaba la elección del péndulo que bate segundos como unidad de longitud provenían del hecho de que la variación de la gravedad con la latitud y la altura hacen que dicha longitud sea una cantidad variable, dependiente del lugar que se considere. A ello habría que añadir su relación con la unidad de tiempo, por lo que la longitud del péndulo de segundos no podía aceptarse como unidad para esta magnitud. En cuanto a la elección de un arco de paralelo, era una posibilidad que ya se había planteado años atrás. Durante la expedición hispano-francesa a Perú, Godin estuvo decidido durante cierto tiempo a medir una fracción del Ecuador (6). La principal dificultad consistía en hallar la longitud geográfica de los dos extremos del arco con la suficiente exactitud, pues en la primera mitad del siglo XVIII, los mejores métodos de resolución de este problema aún presentaban errores superiores a los cinco segundos de tiempo, equivalentes a unos 2.300 metros en el Ecuador, lo que los hacía inaplicables a la determinación de los puntos extremos de los arcos terrestres.

Aunque a finales de siglo los métodos astronómicos se acercaban al grado de precisión exigido por las operaciones geodésicas de la época, la Comisión decidió finalmente que la nueva unidad de longitud fuese una fracción de un arco de meridiano terrestre, en concreto, la diezmillonésima parte del cuadrante de meridiano entre el Polo y el Ecuador, con lo que se modificaba el acuerdo tomado en mayo de 1790. El 19 de marzo de 1791 la Comisión presentó su informe, que fue aprobado por la Asamblea el 26 de marzo y sancionado por Luis XVI el 30 del mismo mes.

El siguiente paso, una vez elegida la unidad de longitud, consistía en efectuar la medición de un arco lo suficientemente grande para poder deducir de él la longitud de todo el cuadrante de meridiano. La elección recayó en la fracción de meridiano comprendida entre Dunquerque y Barcelona. Para este trabajo y los que complementarían el establecimiento del nuevo sistema, se formaron cinco subcomisiones con los siguientes objetivos y miembros (7):

1.<sup>a</sup> Comisión: Triangulación y determinación de longitudes, integrada por Cassini IV, Legendre y Méchain.

2.<sup>a</sup> Comisión: Medición de las bases de triangulación, formada por Meusnier y Monge.

3.<sup>a</sup> Comisión: Determinación de la longitud del péndulo de segundos, a cargo de Borda y Coulomb.

4.<sup>a</sup> Comisión: Determinación del peso de un volumen determinado de agua, por Haüy y Lavoisier.

5.<sup>a</sup> Comisión: Comparación de las medidas de cada departamento con las de París. Esta comisión estaba formada por Brisson, Tillet y Vandermonde.

Asimismo se creó una comisión supervisora de todos los trabajos, integrada por Borda, Condorcet, Lagrange y Lavoisier.

Las dos primeras comisiones quedaron reducidas, por diversos motivos, a Méchain y Delambre, mientras que en la tercera los trabajos fueron efectuados en realidad por Cassini (8). Las experiencias realizadas por Lavoisier y Haüy se perdieron tras la muerte del primero, y sólo quedaron algunos resultados publicados en el tomo VI de sus *Oeuvres* y en un artículo de Haüy (9). Tampoco las conclusiones de la quinta comisión llegaron nunca a hacerse públicas (10).

El decreto de la Convención Nacional, fechado el 1 de agosto de 1793 y basado en un informe de la Academia de 29 de mayo del mismo año (11), fijó provisionalmente la equivalencia entre las nuevas y las antiguas medidas, en tanto concluyesen los trabajos de las comisiones. El metro quedó establecido de acuerdo con la medición del arco de meridiano efectuada por Lacaille en 1740, fijándose su relación con la toesa de Perú, tras los trabajos de comparación realizados por Lenoir, en 3 pies y 11,442 líneas (12). También se fijó el kilogramo y se estableció la escala decimal como la apropiada para el nuevo sistema, así como para la medida de ángulos y tiempo.

Tras la supresión el 8 de agosto de 1793 de la Academia de Ciencias, los trabajos continuaron en la Comisión Temporal de Pesas y Medidas, sustituida a su vez en 1795 por una Agencia temporal (Legendre, C. E.

Cocquebert y François Gattey), y en 1796 por el *Bureau des Poids et Mesures* (13).

La triangulación del meridiano entre Dunquerque y Barcelona fue encargada finalmente a Delambre y Méchain. El primero llevó a cabo sus trabajos entre los años 1792 y 1797; y se detuvo en Rodez, mientras que Méchain continuó hasta Barcelona durante el periodo 1792-1798. La medición de las bases, de cuya exactitud dependía en buena medida el éxito de las operaciones, fue realizada entre Melun y Lieusaint para la base del norte, y entre Vernet y Salces, muy cerca de Perpiñán, la del sur. Méchain, que continuó la triangulación de la parte española en 1803, murió en Castellón en 1804, y sus trabajos fueron terminados entre 1806 y 1808 por Biot, Arago, Chaix y González. Estas operaciones culminaron en la unión geodésica de las Baleares con el continente, y la consiguiente prolongación del arco de meridiano medido hasta Formentera, punto simétrico con Dunquerque respecto al paralelo 45°, con lo que dicho arco alcanzó una extensión de casi 13° (14).

#### *Convocatoria del Congreso y nombramiento de Ciscar*

En 1798 las operaciones encaminadas a las determinaciones del metro y el kilogramo estaban a punto de concluir, por lo que el Instituto de Francia, continuador de las actividades de la Academia de Ciencias, acordó proponer, en su reunión de 20 de enero de 1798, que se invitase oficialmente a científicos extranjeros para asistir y cooperar en los trabajos finales, conducentes a fijar las unidades y construir los patrones del nuevo sistema de medidas:

«Un membre réprésente à la Classe qu'il seroit infiniment utile et désirable que des savans, envoyés par les différens Gouvernements, assistassent et prissent part aux opérations qui restent à faire, pour déterminer l'unité fondamentale du système des poids et mesures. Il pense qu'il est convenable que l'Institut engage le Directoire à faire cette invitation aux Républiques Batave et Cisalpine, et à tous les autres Gouvernements» (15).

Poco después de la propuesta de la Academia de Ciencias, Talleyrand, por entonces ministro de Asuntos Exteriores, cursó invitaciones a los paí-

ses europeos neutrales o aliados de Francia, convocándoles para los últimos días de septiembre. Aunque las operaciones geodésicas todavía no habían concluido, las reuniones no debían comenzar más tarde del 5 de octubre (16).

También el Gobierno español fue invitado al Congreso, por lo que Juan de Lángara, director general de la Armada, dirigió una carta el 11 de julio de 1798 al secretario del Departamento Universal de Marina, en la que le hacía ver la conveniencia de enviar a París un representante del Gobierno:

«Excmo. Sr.: En la Gaceta de Madrid de 29 del pasado [junio], en el artículo de París de 12 del mismo, he visto el acuerdo del Instituto de Francia, por el cual propone a los Gobiernos de las potencias aliadas o neutrales, envíen a París sabios que conferencien y traten con los sujetos que comisione el Instituto, a fin de fijar la unidad fundamental de los nuevos pesos y medidas, advirtiéndole que todas las operaciones [geodésicas] se habrán concluido el día 6 de octubre a más tardar.

Yo no dudo que será para el Rey de suma complacencia concurran a un Congreso tan respetable Sabios Españoles, que al mismo tiempo que contribuyan con sus luces al adelantamiento de las ciencias, hagan honor a su Nación y regresen en estado de contribuir a su felicidad por medio de sus propios conocimientos» (17).

Lángara proponía a continuación a Ciscar para esta comisión, reflejando así la opinión que se tenía de éste en la Armada. No en vano, la publicación de la nueva edición del *Examen Marítimo* de Jorge Juan, y la labor como director de la Academia de Guardias Marinas de Cartagena y encargado del curso de estudios mayores, habían contribuido a cimentar su prestigio.

«Tampoco me cabe duda de que el Rey oirá con gusto que tiene en el Cuerpo de la Armada sujetos capaces de hacer este servicio, y de sostener la reputación nacional, que tan sólidamente establecieron los oficiales de la misma Armada Don Jorge Juan y Don Antonio de Ulloa, comisionados en ocasión semejante para cooperar con Sabios Extranjeros a la averiguación de la verdadera figura de la tierra. Con estas seguridades propongo a S.M. para comisión tan honrosa al Capitán de navío Don Gabriel de Ciscar. La superioridad de conocimientos de Ciscar es tan generalmente reconocida que aun sus mismos émulos no pueden negarle que es el primer

hombre de la Nación considerado por su saber matemático. Estoy cierto de que este oficial honrará a la Nación y al Cuerpo de la Armada y como jefe de ésta lo manifiesto así a V.E. para noticia del Rey y las resoluciones que fuesen de su soberano agrado. Dios guarde (...)» (18).

El Rey se mostró de acuerdo con la propuesta de Lángara, y el 21 de julio de 1798 encomendó al ministro de Estado Francisco de Saavedra que tomase las disposiciones necesarias para el nombramiento de Ciscar, entre ellas la de comunicarlo al embajador en París, así como encargar a Lángara la preparación del viaje.

En el momento en que se le notificó la comisión ocupaba Ciscar el cargo de Comisario Provincial de Artillería de Marina de Cartagena, pero no era intención de sus superiores relevarle de este puesto, por lo que fue nombrado para sustituirle interinamente el capitán de navío Andrés Pérez Meca. A finales de julio conocía Ciscar su nombramiento, aunque ignoraba los detalles de la comisión, como pone de relieve en una carta dirigida a su hermano fechada el 7 de agosto:

«(...) todavía no ha venido el oficio de mi destino a París, y en la incertidumbre de si ocurrirá algún tropiezo, no puedo dedicarme a lo relativo a dicha comisión, por lo mucho que me ocupan las cosas del Cuerpo, ni puedo hacer en esta algunas alteraciones que no pueden llevarse a debido efecto en pocos días» (19).

Finalmente, Ciscar fue designado para asistir al Congreso por R.O. de 30 de agosto de 1798. La invitación de Talleyrand convocaba a los asistentes a finales de septiembre, por lo que Ciscar inició el viaje inmediatamente. Salió de Cartagena el 5 de septiembre, llegó a Madrid el 13 del mismo mes, y dos días después se presentó ante el Rey en San Ildefonso; el 19 retornó a Madrid, desde donde emprendió el viaje a Francia. El 1 de octubre llegó a Burdeos, donde se entretuvo dos días; de allí salió el día 3 hacia París, adonde llegó cuatro días más tarde, tras un accidentado viaje en el que su carruaje sufrió un vuelco, del que afortunadamente Ciscar salió ileso (20).

La idea de Lángara era que Ciscar aprovechara la comisión para obtener cuanta información pudiese ser interesante para la artillería de marina. Así lo comunicó al capitán general del Departamento de Cartagena

Francisco de Borja, quien no pudo advertir a Ciscar, «por que se puso en camino para esa Corte luego que recibió la primera orden de su comisión» (21).

La asignación adjudicada a Ciscar fue de 24.000 reales anuales para manutención y otros tantos para el viaje, a pagar en una o dos veces, cantidades que debían proveerse de los fondos de la Armada. Además, la mujer de Ciscar debía seguir percibiendo el sueldo íntegro de su marido durante su ausencia. Bien pronto se percató Ciscar de lo escasas que resultaban estas cantidades. Así lo hizo saber a Lángara en una carta donde explicaba los motivos por los que se hacía necesario incrementar su asignación:

«El extremo desaseo de las calles, y la excesiva distancia de las moradas de los sujetos con quienes tengo que tratar, hacen indispensable el uso de coche con frecuencia.

La necesidad de valerme de un escribiente hábil y aún traductor, para cualquier papel que se me ofrezca presentar a la Junta de Comisionados extranjeros (a que asistiré desde mañana) es otro motivo de gasto extraordinario» (22).

Por ello, Ciscar solicitó el incremento de su asignación hasta un total de 4.000 reales mensuales. Esta petición provocó una intensa correspondencia; tras preguntar Lángara al ministro Saavedra por las asignaciones que se pagaban a otros oficiales en comisiones similares, y exponerle los motivos aducidos por Ciscar (23), Martín Fernández de Navarrete respondió diciendo que José Mendoza Ríos percibía el 28 de septiembre de 1792 una asignación de 100 doblones mensuales además de su sueldo, pero que aún así le resultaba insuficiente. Así mismo, José Cornide había tenido durante una comisión en Lisboa una asignación de 60.000 reales al año (24).

El Rey decidió el 28 de noviembre de 1798 no conceder a Ciscar el aumento solicitado, pero éste, metido de lleno en el Congreso, y no dispuesto a perder las oportunidades que su presencia en París le ofrecía, reiteró su petición en los siguientes términos:

«(...) me es muy sensible el verme precisado á no poderme manejar en los términos que corresponde, ni poder sacar durante mi permanencia aquí el fruto de conocimientos que esperaba, por la extrema economía a que me obliga lo escaso de mi asignación» (25).

Para apoyar su petición mencionaba las inminentes experiencias a las que sin duda iba a ser invitado:

«La remidición [*sic*] de la base de Melun que se trata de hacer luego que cesen los rigores del Ynvierno, y las experiencias del péndulo, que han pedido algunos que se executen á los 45° de latitud, son operaciones á que se nos convidará, y á que sería vergonzoso el no asistir para evitar el aumento de gastos que ocasionarán necesariamente la traslación á dichos sitios» (26).

Finalmente, el Rey accedió a los deseos de Ciscar, y le concedió una asignación de «al menos» 40.000 reales anuales desde el día de su llegada a París (27).

#### *La difícil relación de Ciscar y Pedrayes*

Antes de plantearse la cuestión económica que acabamos de comentar, tuvo lugar un significativo hecho que no debemos omitir. Tras la audiencia con el Rey en San Ildefonso, marchó Ciscar a Madrid para emprender viaje hacia Francia, pero antes de su partida recibió la visita del matemático Agustín de Pedrayes.

No son bien conocidas la vida y la obra de Pedrayes (28). Nacido en Lastres (Asturias) el 28 de agosto de 1744, cursó estudios en la Universidad de Santiago, donde logró los títulos de bachiller en teología y leyes, y realizó estudios de matemáticas. En 1769 fue nombrado maestro de matemáticas de los pajes del Rey. Más tarde publicó *Nuevo y universal método de cuadraturas determinadas* (Madrid, 1777). En 1786 pasó, también con la categoría de maestro de matemáticas, al Seminario de Nobles, al fusionarse éste con la Real Casa de Caballeros Pajes del Rey. Abandonó este puesto en 1790, por motivos de salud. Tras intervenir junto a Jovellanos en el inicio de la clase de matemáticas del Instituto de Gijón, volvió en 1796 a Madrid, donde publicó un folleto titulado *Programa y problema* (Madrid, 1797), en el que planteaba la resolución de una ecuación diferencial de 16 términos. El problema fue estudiado en las Academias de Ciencias de Berlín, San Petersburgo y en el Instituto Nacional de Francia, pero no se presentaron soluciones satisfactorias, que pudiesen aspirar a los

premios que tanto el Gobierno español como la Academia de Berlín habían convocado.

Durante su estancia en París inmediatamente posterior al Congreso, publicó posiblemente un *Tratado de matemáticas* (París, 1799). A su regreso a Madrid en 1800, consiguió el puesto de ministro del Tribunal de la Contaduría Mayor, y pudo continuar sus investigaciones gracias a una ayuda mensual de mil reales que le había asignado el Servicio de Correos. Años más tarde publicó su *Opúsculo 1.º* (Madrid, 1805), donde indicaba la forma de resolver el problema propuesto en 1797 y prometía publicar en breve los cálculos completos.

Durante la invasión francesa de 1808, José Bonaparte proyectó crear una Academia de Ciencias, en la que pensó incluir a Pedrayes, pero el asturiano, después de negarse a colaborar con los franceses, logró alcanzar Cádiz. Vuelto a Madrid, no pudo continuar sus trabajos por su precaria salud y por haberse perdido durante la guerra buena parte de sus escritos, que tenía preparados para la anunciada continuación del *Opúsculo 1.º* de 1805.

Pedrayes donó en 1813 al Colegio de Artillería de Segovia sus libros y manuscritos, pero desaparecieron en el incendio del Alcázar de 1862, por lo que apenas quedan materiales que nos permitan profundizar en sus trabajos. Además de las obras citadas, se le atribuye también la de José María Llera, *Nuevo sistema legal de pesas y medidas. Tratado completo de aritmética decimal. Elementos de geometría. Monedas nacionales y extranjeras* (Madrid, 1823). Posiblemente, Llera tuvo conocimiento de los papeles de Pedrayes a la muerte de éste, acaecida en Madrid el 26 de febrero de 1815 (29).

En su visita a Ciscar, Pedrayes le propuso viajar juntos a París, ya que él también había sido designado para representar al Gobierno español en el Congreso. Esto sorprendió a Ciscar pues creía que el Rey sólo le había nombrado oficialmente a él para asistir a las reuniones, y al llegar a la Corte nadie le había comunicado la designación de Pedrayes. En realidad, Mariano Luis de Urquijo, que sustituía interinamente a Saavedra en la secretaría de Estado, había nombrado el 12 de septiembre al matemático asturiano para que asistiese junto con Ciscar al Congreso de París.

Esta situación desagradó profundamente a Ciscar, por lo que el 20 de septiembre escribió a Lángara con el propósito de que éste solucionase lo que para él se había convertido en una cuestión de honor:

«Atendidas las expresiones de mi nombramiento, hecho ya público, y la publicación del de Pedrayes después de mi presentación (aunque con fecha anticipada) creo que la nominación de dicho colega tan fuera de tiempo me hace poco honor y es capaz de desacreditarme en el concepto de muchos. Todavía da más peso a estos fundados recelos la consideración de que siendo Pedrayes elegido por el Ministerio de estado, que es el que se entiende directamente con los embajadores, puede muy bien aspirar a una precedencia, a que sería indecoroso que yo me sujetase» (30).

Como argumento final —no olvidemos que dirigía la carta al máximo responsable de la Armada— apelaba al honor propio y del cuerpo al que pertenecía, quizá en un intento de revocar el nombramiento de Pedrayes:

«Dejo este asunto enteramente en manos de V. E. como á tan interesado en sostener mi honor y el del cuerpo, para que teniendo presente mi graduación y demás circunstancias, tome V. E. las medidas que juzgue conducentes para uno y otro (...)» (31).

Sin esperar la contestación, Ciscar inició el viaje a París, y allí recibió una carta escrita por Lángara el 25 de septiembre de 1798. en la que le informaba del nombramiento de Pedrayes y de que era necesario que se pudiesen de acuerdo en todo lo referente a la comisión. A esta carta respondió Ciscar dándose por enterado, aunque reiteraba los argumentos que con anterioridad había expuesto a Lángara, y manifestaba su deseo de que Pedrayes y él pudiesen «proceder acordes en cuanto sea dable» (32). No sabemos cuál fue la relación que mantuvieron en París, pero quizá sea suficientemente expresivo el hecho de que en los escritos que Ciscar enviaba periódicamente a Lángara para informarle sobre los trabajos del Congreso, el nombre de Pedrayes tan sólo aparece en una ocasión, sin hacer ninguna referencia a sus actividades.

### *Inicio del Congreso*

Como hemos indicado, Ciscar llegó a París el 7 de octubre. Aunque las invitaciones de Talleyrand convocaban a los comisionados para finales de septiembre, las reuniones se demoraron algún tiempo, como señalaba Ciscar en una carta familiar de mediados de octubre: «todavía no hay nada

decidido sobre las conferencias, y en estos días he estado ocupadísimo en las presentaciones indispensables» (33).

Los delegados extranjeros presentes en el inicio de las sesiones fueron los siguientes: Balbò, por Cerdeña (34); Bugge, por Dinamarca; Ciscar y Pedrayes, por España; Van Swinden y Aeneae, por la República Bataviana (Holanda); Mascheroni, por la República Cisalpina (Milán, Bolonia); Tralles, por la República Helvética (Suiza); Multedo, por la República de Liguria (Génova); Franchini, por la República Romana; y Fabbroni, por la República Toscana.

Por parte francesa integraban la comisión Borda, Brisson, Coulomb, Darcet, Delambre, Haüy, Lagrange, Laplace, Lefèvre-Gineau, Legendre, Méchain y Prony (35). Darcet y Lefèvre-Gineau habían sustituido a Monge y Berthollet, que se encontraban con Napoleón en la campaña de Egipto.

A principios de noviembre comenzó Ciscar a tener una idea más aproximada del motivo para el cual habían sido convocados. Así se lo comunicaba a su hermano Fernando en carta fechada el día 3:

«Creo que los sabios del Instituto quieren que presenciemos la remediación o verificación de la base, a que se ha de arreglar la longitud del "Metro" o medida universal, que tendrá unas tres pulgadas más que la vara valenciana» (36).

Podríamos deducir de este comentario de Ciscar, que la participación de los científicos extranjeros se redujo a ser espectadores de las discusiones y trabajos de los franceses. Apoyaría esta idea el hecho de que la mayor parte de los países invitados podían ser considerados «satélites» de Francia. Aunque más adelante hablaremos algo más sobre esta cuestión, podemos adelantar que la documentación manejada nos permite confirmar la hipótesis de Crosland, según la cual, aunque la mayoría de los comisionados franceses tenía un nivel científico superior al de los extranjeros, éstos no se vieron coartados y colaboraron activamente en los diferentes trabajos del Congreso.

En la carta citada, explica Ciscar el sorprendente motivo por el que se retrasaba el inicio de las reuniones:

«Los Geómetras que han de dirigir la operación están aún ocupados en verificar algunos ángulos que han tenido que remediar, porque las gentes del campo han derribado las señales que tenían puestas para el objeto,

persuadidos que los Académicos eran unos Mágicos, y sus observaciones sortilegios (37).»

El 20 de octubre comenzaron las reuniones entre los delegados extranjeros, para dar tiempo a que Delambre y Méchain terminasen las triangulaciones y se incorporasen a la conferencia. El propio Ciscar señaló a Lán-gara en carta de 12 de marzo que algunos «accidentes imprevistos» y «la poca salud de Méchain» habían retrasado las operaciones que se debían realizar en Perpiñán, en cuyas proximidades se encontraba la base meridional de la triangulación (38). Los comisionados extranjeros se reunían una vez por semana, generalmente en casa del conde Balbo, para tratar sobre los temas que se suponían que serían debatidos en las sesiones de la Comisión (39).

Por fin, a las 11 de la mañana del 28 de noviembre de 1798, tuvo lugar la primera reunión en el Archivo de la Marina (*Dépot des Cartes*), a la que asistieron todos los extranjeros y los franceses, a excepción de Brisson, Coulomb, Darcet y Haüy. Tras una serie de reuniones introductorias, celebradas los días 1, 5, 11, 22, 28 de diciembre y 3 de enero, en las que se comprobó el estado y funcionamiento de los instrumentos empleados en las operaciones previas —reglas utilizadas en la medida de las bases de triangulación, círculo y péndulo de Borda, cilindro para el kilogramo, etc.—, se procedió a determinar la longitud de París «escrupulosamente». En la reunión de 5 de enero de 1799 se propuso el nombramiento de una comisión especial que volviese a calcular el arco de meridiano desde Dun-querque hasta Barcelona, a la vista de las observaciones de Delambre y Méchain, a lo que algunos asistentes se opusieron, entre ellos el danés Bugge (40). Finalmente se constituyeron tres comisiones, que se repartieron el trabajo de la siguiente forma:

1.<sup>a</sup> Comisión, compuesta por Borda, Bugge, Delambre, Laplace, Legendre, Méchain, Tralles y Van Swinden. El objetivo de esta comisión era establecer la longitud del metro, según la longitud atribuida al cuadrante de meridiano terrestre. Ciscar se incorporó a esta Comisión a finales de febrero de 1799 (41).

2.<sup>a</sup> Comisión, compuesta por Coulomb, Mascheroni, Méchain, Mul-tedo y Vassalli. Esta comisión se encargó de comparar los diferentes tipos de toesa entre sí y con las reglas utilizadas en la medición de las bases de triangulación.

3.<sup>a</sup> Comisión, compuesta por Coulomb, Mascheroni, Van Swinden, Tralles y Vassalli. Esta comisión se ocupó de determinar la unidad de peso, aunque finalmente los trabajos fueron realizados por Lefèvre-Gineau y Fabbroni.

Como podemos comprobar, sólo trece de los asistentes al Congreso, entre los que se encontraba Ciscar, formaron parte de alguna de las tres comisiones.

#### *Determinación de la unidad de longitud*

En el escrito remitido por Ciscar en marzo, en el que informaba sobre el estado de los trabajos (42), indicaba que tras la determinación de la longitud de París se había llegado al acuerdo de que franceses y extranjeros formasen un sólo cuerpo, pero que también se había decidido nombrar una comisión de cinco miembros, elegida por votación, cuya misión consistiría en revisar las observaciones astronómicas efectuadas anteriormente, con objeto de determinar cuáles de ellas serían utilizadas en el Congreso.

Según el testimonio de Bugge, Ciscar le reemplazó tras su salida hacia Dinamarca, que se produjo a mediados de febrero de 1799. Sin embargo, según el propio Ciscar su inclusión en la comisión que debía fijar el metro se produjo a raíz de la muerte de Borda. Probablemente los dos estuviesen en lo cierto, ya que Borda murió el 19 de febrero, pocos días después de la marcha de Bugge. Es comprensible que los restantes miembros de la comisión, que acababa de perder a dos de sus miembros —aunque por motivos bien diferentes, puesto que Bugge había sido reclamado por su Gobierno—, decidiesen incluir a uno de los científicos extranjeros. En cualquier caso, cuando Ciscar se incorporó a los trabajos ya se habían examinado las observaciones de Delambre. Posteriormente se hizo lo propio con las de Méchain, y comenzaron los cálculos de la extensión del cuadrante del meridiano.

Para ello se concretaron los ángulos de la triangulación y las observaciones de acimut, imprescindibles estas últimas para orientar correctamente los triángulos. Este trabajo fue realizado separadamente y con métodos distintos por Delambre, Legendre, Tralles y Van Swinden, los cuales hicieron una posterior puesta en común de resultados, que condujo al establecimiento definitivo de los triángulos a considerar en la determinación de la longitud del arco de meridiano. Asimismo se determina-

ron las latitudes de Dunquerque, París (Panteón), Evaux, Carcasona y Montjuic (43).

La longitud medida en la base de Perpiñán resultó ser superior en 0,160 toesas (11,52 pulgadas francesas, es decir, aproximadamente 31,2 cm) a la calculada a partir de la longitud medida en la base de Melun (44). Se pensó entonces considerar disminuida en 0,08 toesas la longitud asignada a la base de Melun y aumentar la de Perpiñán en la misma cantidad, pero finalmente se dieron por buenos los valores medidos en las bases. La corrección de esta disparidad se consiguió de la siguiente forma:

- 1.º Se empleó la base de Melun para los cálculos de Dunquerque a Evaux, sin establecer corrección alguna sobre los triángulos ni la base.
- 2.º La base de Perpiñán se utilizó con el resto de los triángulos, pero tras efectuarles la siguiente modificación: hasta el triángulo n.º 53 se aumentó en 0"1 el ángulo opuesto al lado sur de cada triángulo y se disminuyeron en 0"05 los otros dos ángulos; del ángulo 53 al 58 las correcciones fueron aún menores y a partir del 58 no se efectuó modificación alguna, con lo que se restableció la igualdad entre las longitudes calculada y medida de la base de Perpiñán (45).

La causa de estas diferencias se encontraba, como después reconocería el mismo Delambre, en una defectuosa triangulación en la zona de Bourges.

A continuación se pasó a calcular la extensión del arco de meridiano y se discutió «el método que ha de seguirse para prefijar la razón en que ha de estar el *metro* con la regla n.º 1, que ha servido para la medida de la base» (46). Esta regla había sido empleada por Borda en sus trabajos sobre las oscilaciones del péndulo efectuados en París. Precisamente, al plantearse la posibilidad de realizar la comparación del metro con la longitud del péndulo en diferentes latitudes, se acordó posponer esta decisión para más adelante.

Naturalmente, para conocer la extensión del arco de meridiano en su integridad era necesario determinar el aplanamiento de la Tierra. Los miembros de la comisión comprobaron que si manejaban en sus cálculos únicamente los resultados de la triangulación entre Dunquerque y Barcelona, este aplanamiento resultaba ser de 1/150 (47). Ante la diferencia existente entre este valor y el deducido de las observaciones llevadas a ca-

bo en Laponia y Perú, se decidió tener en cuenta también éste último arco, adoptándose finalmente un aplanamiento de 1/334 (48):

«La Comisión de quatro Miembros, cuyo objeto es el dirigir la construcción del Metro, en la razón en que deberá estar con la regla antedicha [la regla n.º 1], la ha cotejado con la toesa que sirvió para la medida de la base del Perú; á fin de comparar de nuevo el grado de Francia con el del Ecuador, determinado con tanta exáctitud por los Académicos franceses y los sabios marinos españoles Juan y Ulloá.

De esta comparación se hará uso para verificar la cantidad del aplanamiento de la tierra que ha de emplearse en la Exácta deducción del Grado medio decimal, cuya cienmilésima parte es la extensión que se ha de dar al *Metro* ó vara nueva» (49).

Del último párrafo se deduce que fue intención de los presentes dividir los círculos meridianos terrestres en 400° en lugar de 360°: De ahí el comentario de Ciscar, que establece la proporción entre metro y grado decimal como 1 a 100.000. Recordemos que el 11 de agosto de 1793 la Convención Nacional francesa había aprobado la decimalización, incluso de las unidades angulares y de tiempo. En el Congreso se siguió esta recomendación (50), como indica el informe de Ciscar, en el que también se da cuenta de la presencia de Lagrange en esta Comisión (a la que no pertenecía), precisamente para tratar la forma de determinar la extensión del grado decimal:

«La Comisión de que soy Miembro, tuvo hayer una sesión, á que asistió como agregado el célebre Geómetra La Grange. Se trató del método que debía adoptarse para la más exácta determinación del grado medio: Esto es, del grado que multiplicado por ciento debe dar la extensión del quadrante de Meridiano» (51).

Poco después, el día 25 de abril, se acordó utilizar tanto los resultados de la medición del arco Dunquerque-Barcelona como los obtenidos años atrás en Perú:

«En la sesión particular del 25 de abril se acordó, que para la determinación del *Metro* parecía lo más acertado el hacer uso de todo el arco de

meridiano comprendido entre Dunquerque y Barcelona: deduciendo la extensión del cuadrante del valor de dicho arco comparado con el del Perú.

En otra junta particular, que tuvimos en la mañana del 30, presentó cada Miembro los resultados de dicha determinación, que se hallaron estrictamente acordes» (52).

Una vez terminados los trabajos de la comisión era necesario que los resultados fuesen aprobados por todos los asistentes al Congreso. Fue el holandés Van Swinden el encargado de redactar el informe, aprobado también el 30 de abril (53). Según señala Ciscar:

«En la sesión general del mismo día se adoptó unánimemente dicho método, y firmaron todos los Comisarios el papel que contenía la propuesta de la Comisión especial, y el resultado de su trabajo, que es el valor del *Metro* en partes decimales del módulo de platina ó regla de comparación.

Dicho valor es 0,256537, suponiendo la regla á la temperatura de 13°, del termómetro de Reaumur» (54).

Para concluir el informe a Lángara que hemos citado, incluye Ciscar la proporción entre el metro y la toesa de Perú, que había sido declarada unidad legal de las medidas francesas en 1766. Esta proporción era un dato interesante, pues desde mediados del siglo XVIII se había considerado que la relación entre la vara de Burgos o castellana y la toesa de Perú era de 3 a 7, de donde se podía deducir la proporción entre metro y vara castellana, dato imprescindible para la implantación en España de las nuevas unidades:

«Según el informe de la Junta nombrada para el objeto, resulta la expresada regla estrictamente igual al duplo de la toesa que sirvió para la medida de la base del Perú; y de consiguiente, si se quisiera expresar la extensión del metro en partes de dicha toesa, á la citada temperatura [13° Reaumur], se diría que es igual a  $3^{\text{pies}} \dots 00^{\text{pul}} \dots 11,295^{\text{lin}}$ . Esto es, cerca de dos puntos más pequeño que el *Metro* que se había adoptado provisoriamente» (55).

Recordemos que el metro se había fijado provisionalmente en 1793, en 3 pies y 11,442 líneas de la toesa de Perú. La dimensión que Ciscar asigna al metro está expresada en unidades francesas.

#### *Determinación de la unidad de masa*

En cuanto a la determinación de la unidad de masa, parecía evidente que debía estar relacionada de alguna forma con la de longitud, pues sólo esta última unidad iba a estar directamente basada en la naturaleza. Se decidió por tanto confirmar el acuerdo tomado por la Academia en 1791, que establecía como unidad de masa el peso en el vacío de un decímetro cúbico de agua destilada a la temperatura de 0° C. La determinación de este volumen resultaba extremadamente compleja, por la dificultad de conocer con la exactitud requerida el volumen interior de cualquier recipiente donde se colocase el líquido, y por consiguiente la cantidad pesada de agua.

Ya hemos comentado que Lavoisier y Haüy habían sido los encargados en 1791 por la Academia de Ciencias de establecer la unidad de peso, pero que sus trabajos desaparecieron —no así los resultados— y no pudieron ser utilizados en el Congreso que nos ocupa. El artesano Fortin había construido para estos trabajos iniciales tres cilindros, un comparador de su invención y unas balanzas, según las indicaciones de Lavoisier (56).

Dumas y Machabey (57) han apuntado tres posibles causas por las que se habría decidido no tener en cuenta los resultados de Lavoisier y Haüy, e iniciar de nuevo la determinación de la unidad de peso:

- 1.<sup>a</sup> El kilogramo de Lavoisier y Haüy había sido calculado de acuerdo con las dimensiones del metro provisional, pero a la vista de que la diferencia entre éste y el metro definitivo era de 0,144 líneas, se hacía necesario repetir los cálculos (58).
- 2.<sup>a</sup> Las razones de proporcionalidad entre el modelo propuesto por Lavoisier y los guardados hasta entonces en la Casa de la Moneda eran ambiguas.
- 3.<sup>a</sup> La determinación de Lavoisier y Haüy fue realizada a la temperatura de 0° C. El hecho de que la densidad del agua sea máxima a 4° C obligó a repetir la determinación.

De estas tres posibilidades, nos parecen parcialmente correctas las dos últimas. En efecto, si en un principio la Academia había decidido que la temperatura de la definición fuese la de fusión del hielo, más tarde se pen-

só que dicha temperatura debía ser aquella a la cual la densidad del agua destilada se hace máxima. Lo cierto es que Lefèvre-Gineau inició los trabajos con la idea de definir el kilogramo a 0° C, pero comprobó que la máxima densidad del agua se encuentra a 4 °C, propiedad que ya había sido estudiada por Lavoisier y Haüy (59). Pero la primera de las causas señaladas por Dumas y Machabey no puede ser cierta pues, como hemos dicho anteriormente, el 30 de abril quedó aprobada por la comisión en pleno la propuesta del nuevo valor del metro, mientras que Lefèvre-Gineau y Fabroni ya venían trabajando desde tiempo atrás, como lo demuestra el siguiente fragmento del informe de Ciscar a Lángara fechado el 21 de abril:

«La Comisión de dos Miembros, encargados de las experiencias relativas á la determinación de las unidades de peso, ha hallado, en piezas muy subdivididas de metal, el del agua destilada (puesta á la temperatura del hielo) desocupada por el cilindro de latón, cuyas dimensiones están escrupulosamente comparadas con la regla número 1.º, que sirvió para la medida de la base» (60).

Por lo tanto, la diferencia existente entre el metro provisional y el definitivo no fue el motivo principal para que se efectuasen las nuevas determinaciones, sino que su necesidad debió ser evidente desde el principio del Congreso. A pesar de ello —como era previsible—, la determinación definitiva de la unidad de masa no pudo realizarse hasta que el nuevo metro quedó establecido. Así lo demuestra la siguiente afirmación de Ciscar:

«Este dato [el peso del agua destilada contenida en el cilindro de dimensiones conocidas respecto a la regla n.º 1] servirá para la determinación del *Kilograma* [*sic*], que debe ser igual al peso del decímetro cúbico de dicha agua, y viene a corresponder á dos libras castellanas y una onza. El decímetro, es un décimo de la nueva vara, que constará de cerca de cinco palmos de la de Burgos» (61).

Tras la meticulosa determinación de las dimensiones del cilindro, llevada a cabo por Lefèvre-Gineau, se llegó a la conclusión de que el cilindro no era tal, pues aunque sus dos bases eran círculos paralelos, no tenían exactamente el mismo diámetro, por lo que en realidad su figura era la de un tronco de cono.

Se aceptó que el cilindro empleado tenía una capacidad de 11,339 dm<sup>3</sup>. Fue pesado en el aire 53 veces, y el valor obtenido era el mismo que el que hubiese resultado en el vacío, ya que tanto las pesas como el cilindro de latón tenían el mismo volumen. Este cilindro tenía, además, un pequeño agujero por el que se comunicaba con el aire exterior. Con estas dos condiciones se aseguraba que el empuje ejercido por el aire fuese el mismo en ambos brazos de la balanza, por lo que su efecto sobre el peso atribuido al cilindro sería nulo, y el resultado obtenido resultaba independiente del fluido en cuyo seno se realizaba la pesada. Con esta operación quedaba calculado el peso del cilindro en el vacío.

Así mismo se sumergió el cilindro en agua destilada, y se calculó el peso del volumen de agua desalojado mediante la diferencia de empuje entre el cilindro y las pesas del otro lado de la balanza. Fue entonces cuando Lefèvre-Gineau comprobó, con la ayuda de Fabbroni y Trallés, que el agua no alcanzaba su densidad máxima a 0 °C, sino a 4 °C, lo que obligó a modificar la definición de kilogramo, en el sentido de que la temperatura de referencia fuese precisamente 4 °C.

Aunque en sus escritos Ciscar habla siempre de peso, lo que en realidad se quería definir era la unidad de masa. Varios hechos nos lo demuestran. Si la unidad hubiese sido de peso, hubiese sido necesario fijar la gravedad a la que debería estar sometido el dm<sup>3</sup> de agua destilada. Este dato no aparece en los trabajos de la Comisión. Por otra parte, el hecho de que se hable de «peso... en el vacío» se debe a que sería la única forma de construir y comprobar masas patrones que no fuesen de agua, pues al imponer el cálculo en el vacío se evitaba el diferente empuje que sobre las masas ejercería el aire o fluido en el que se hiciese la experiencia, consecuencia de que los cuerpos en equilibrio ocuparían diferente volumen por su distinta densidad.

#### *Construcción de los patrones e informes finales*

Los prototipos de platino habían sido encargados a una comisión formada el 11 de marzo de 1799, que los debía concluir a finales de mayo del mismo año, plazo que no pudo cumplirse a causa de las dificultades surgidas durante la construcción.

La intención de Borda al iniciarse el Congreso era realizar los modelos definitivos con el mismo sistema utilizado en la construcción del provisio-

nal de cobre de 1793, pero tras la muerte del científico francés se pensó que era un método excesivamente complicado.

La Comisión quería que la precisión en el patrón del metro fuese de una milésima de línea (aproximadamente 0,002 mm), lo que obligó a Lenoir —encargado por la comisión de construir el prototipo— a incorporar en su comparador un desmultiplicador para facilitar la apreciación de tan pequeñas longitudes (62).

También Pedrayes diseñó un aparato comparador durante su estancia en París, el cual fue mostrado por su inventor al rey Carlos IV, según establecía una R.O. de 21 de enero de 1801 (63). El fundamento era una alidada que multiplicaba por 33 la longitud medida. Esta alidada tenía acoplado un nonio, mediante el cual se podía apreciar hasta un milésimo de línea, que era la precisión requerida por la Comisión para la determinación del metro. Parece ser que situando la alidada y el nonio en la posición cero, a la temperatura de 56,75 °C, se obtenía la longitud del metro.

Se construyeron doce metros de hierro y dos de platino. Tras una compleja serie de operaciones se eligió como más exacto el n.º 2 de hierro, por lo que se decidió utilizarlo para la construcción del metro definitivo de platino, aunque los demás se consideraron lo suficientemente precisos como para ser repartidos entre los miembros de la Comisión. Aunque era preferible que el metro fuese la distancia comprendida entre dos marcas situadas en una pieza de mayor tamaño, se optó por construir un patrón que midiese exactamente un metro.

La intención de los comisionados era que al volver a sus respectivos países pudiesen llevar con ellos un ejemplar de cada patrón. En el caso del metro se pensó realizar copias en hierro del ejemplar de platino, mientras que los kilogramos —cuya construcción se encargó a Nicolás Fortin— habrían de ser todos de latón, excepto uno que sería fabricado en platino. Todos estos modelos fueron certificados por la Comisión:

«Se están rematando los Metros de hierro y Kilogramos de latón, que deben ser verificados por la comisión, y de los cuales se entregará uno á cada una de las potencias que han enviado diputados» (64).

El platino y el hierro tienen distintos coeficientes de dilatación, hecho que no podía pasar inadvertido a los miembros de la Comisión. Por ello, antes de concluir la fabricación de los modelos, cuando sólo restaba esta fase del Congreso para poder presentar el informe final, indicaba Ciscar:

«(...) se ha juzgado conveniente el hacer algunos experimentos comparativos sobre las dilatabilidades de la platina y del hierro, á fin de dar á algunos patrones que se harán del último metal el exceso de longitud necesario para que á la temperatura del hielo queden reducidos á la exacta extensión del Metro» (65).

Concluidos los patrones, en la reunión general de la Comisión celebrada el 20 de mayo de 1799 se aprobaron tres informes: el redactado por Tralles, referido a los trabajos y resultados definitivos en la determinación del kilogramo, que sería finalmente «menor que el provisorio en cosa de un milésimo» (66); el correspondiente al metro, escrito por Van Swinden, y el informe de Méchain acerca de la comparación efectuada entre las diferentes reglas empleadas en la medición de las bases de triangulación, y otras reglas usadas por Bouguer, Maupertuis, Mairan y Lenoir. Los tres informes fueron ratificados posteriormente por la asamblea de la sección de física y matemáticas del Instituto Nacional, y se decidió que Van Swinden los incluyese en un único documento que fue aprobado por el pleno del Instituto el 18 de junio.

El 22 de junio de 1799 los patrones fueron presentados a las dos Cámaras legislativas: Consejo de Ancianos y Consejo de los Quinientos. En dichos actos, Laplace, que substituyó a Bouganville por enfermedad de éste, leyó sendos discursos idénticos (67).

En ellos, tras hablar de la conveniencia de la reforma y de la dificultad para llevarla a cabo, se dijo que ningún país lograría imponer a otros sus unidades, las cuales, para ser universales deberían estar basadas en la naturaleza. A continuación se explicó que la Academia, al escoger como unidad de longitud la de la diezmilionésima parte del cuadrante de meridiano terrestre, había mandado construir un metro provisional. Después se comentaron los trabajos de la triangulación Dunquerque-Barcelona, de la construcción del metro y kilogramo definitivos y se resaltó la participación de Méchain, Delambre y Lefèvre-Gineau. Seguidamente se leyó la relación de todos los participantes en el Congreso y se destacó la contribución extranjera. Finalmente, para probar que las medidas eran realmente «naturales», se explicó que más adelante se efectuarían los trabajos encaminados a hallar la proporción respecto al metro de la longitud del péndulo de segundos en la latitud 45°, al nivel del mar y a una determinada temperatura, con lo que se garantizaría para siempre la disponibilidad del metro, sin necesidad de volver a medir el arco de meridiano, en caso de perderse o inutilizarse los patrones.

Este discurso fue contestado protocolariamente por M. Génissieu, presidente del Consejo de los Quinientos, y por P.C.L. Baudin en el Consejo de Ancianos y seguidamente «se depositaron [los prototipos] en el Archivo Nacional, firmando el papel de entrega todos los Comisarios Franceses y extranjeros indistintamente» (68). También firmaron los artesanos Lenoir y Fortin. La Comisión se disolvió tras un acto público del Instituto Nacional, celebrado el 3 de julio de 1799, en el que Van Swinden leyó un resumen de los informes aprobados con anterioridad.

Al finalizar los trabajos del Congreso, el Instituto Nacional acordó entregar a cada comisionado extranjero un ejemplar de sus *Memorias*, comenzando con los tres volúmenes publicados hasta ese momento, y se comprometió a seguir enviándolos conforme fuesen editados. Al principio del primer tomo de las *Memorias* se incluyó una copia autenticada del decreto de instauración del nuevo sistema de medidas. Asimismo, los asistentes fueron obsequiados por el Gobierno francés con un ejemplar del *Virgilio* de Didot, «obra maestra de la tipografía francesa, por el estilo de nuestro *Salústio* de Ybarra», en opinión de Ciscar.

Así concluyó el Congreso que fijó las unidades del Sistema Métrico Decimal. Pero antes de comentar los siguientes trabajos de Ciscar, hagamos algunas consideraciones generales sobre el desarrollo de las reuniones.

#### *Participación de los científicos extranjeros*

Cabe preguntarse por el papel realizado por los doce extranjeros invitados, habida cuenta de la categoría científica de varios de los anfitriones franceses. La presencia de Borda, Laplace, Lagrange, Legendre, etc., podría hacernos pensar que a los extranjeros se les adjudicó el papel de simples comparsas, aunque su presencia fuese necesaria para la definición de un sistema de unidades con pretensión de universalidad. Difícilmente las nuevas medidas alcanzarían el reconocimiento internacional si en su definición estaban ausentes científicos no franceses, puesto que, como ya comentamos, la etiqueta de «francesas» o «revolucionarias» las acompañaría en muchos países, dificultando su implantación. De todas formas, la presencia extranjera tampoco garantizaba el éxito del nuevo sistema, pues la inercia opuesta a todo cambio de esta naturaleza, habría de ser un obstáculo en todos los países, incluida Francia.

A pesar del interés demostrado por los organizadores del Congreso para que asistiesen a las reuniones científicas de diferentes nacionalidades,

esto no implicaría necesariamente que hubiesen desarrollado un papel importante. A la luz de la documentación manejada, podemos afirmar que los extranjeros no quedaron en simples invitados, sino que participaron activamente en los trabajos, y su contribución no se limitó a certificar las propuestas francesas.

Este hecho había sido ya intuido por otros autores. Nosotros aportaremos el testimonio de Ciscar, hasta ahora desconocido, que avalará esta opinión, pero antes es necesario hacer unos comentarios sobre el aspecto político del Congreso.

La situación internacional influyó decisivamente desde el mismo momento en que se gestó la idea del Congreso. Así lo demuestra el hecho de que sólo fueran invitados a las reuniones los representantes de gobiernos aliados o neutrales, lo que dejó fuera de los trabajos a países y científicos que hubiesen podido aportar conocimientos y experiencias interesantes en el transcurso de las reuniones, tal es el caso de Gran Bretaña. Si el sistema métrico decimal tuvo grandes dificultades para implantarse en la mayoría de los países que intervinieron en el Congreso, difícilmente se podía esperar que los países no concurrentes lo aceptasen.

Además, el matiz incluido por los promotores franceses de las nuevas unidades, de presentarlas como instrumento de oposición al Antiguo Régimen, era totalmente incompatible con el afán de universalidad que se les pretendía dar, especialmente en unos años en los que la República Francesa proseguía su política de agresividad hacia el resto de Europa, que culminaría con las campañas de Napoleón. A la vista de los discursos pronunciados por los representantes de las Cámaras, especialmente por Génissieu en el Consejo de los Quinientos, los miembros del Instituto eran más conscientes de este hecho que los representantes del pueblo, los cuales presentaron oficialmente los resultados del Congreso como un triunfo de la Francia revolucionaria, dando así la razón a los que esgrimían este argumento en contra del nuevo sistema (69).

Crosland ha señalado la posibilidad de que algunos de los participantes se hubiesen sentido intimidados en el aspecto científico o en el político, aunque no ha encontrado evidencias de ello (70). Por nuestra parte podemos aportar el testimonio de Ciscar a este respecto, que es bastante claro, como se pone de manifiesto en una carta dirigida a Lángara:

«Me parece de mi obligación el manifestar a V.E. que estamos tan aunados con la Comisión del Ynstituto, que a todas las juntas asisten promíscuamente los Comisarios franceses y extranjeros. Se nos pide

dictamen sobre todo lo relativo a dicha comisión sin exceptuar los asuntos económicos, y firmamos los informes y representaciones relativas a este particular, y todo quanto se determina en nombre de la junta» (71).

No hay que olvidar que en las tres subcomisiones formadas para llevar a cabo los trabajos se incluyeron delegados extranjeros: el milanés Mascheroni, el genovés Multedo y el sardo Vasalli en la comisión encargada de comparar las toesas con las reglas empleadas en la medición de las bases de triangulación; el toscano Fabbroni compartió con Lefèvre-Gineau los trabajos de determinación de la unidad de peso; Ciscar, el danés Bugge, el suizo Tralles y el holandés Van Swinden, formaron parte de la comisión que verificó las observaciones astronómicas y geodésicas y definió la longitud del metro.

Además, Trallès y Van Swinden escribieron el informe final presentado a las Cámaras, encargándose el primero de todo lo referente a la unidad de peso, mientras que Van Swinden se centró en la medición del arco de meridiano y los trabajos de determinación del metro.

En el discurso pronunciado por Laplace ante las Cámaras se habló también de la relación entre los científicos franceses y extranjeros:

«Vous aurez remarqué, Citoyens Législateurs, cette utile union des savans étrangers et des savans nationaux.

Elle a été parfaite.

Les Étrangers se louent de la franchise sans réserve avec laquelle les citoyens Méchain, Delambre et Lefèvre-Gineau leur ont communiqué tous les details, tous les registres, et jusques aux moindres notes de leurs opérations» (72).

Y respecto al informe de Van Swinden y Trallès se subrayó que:

«C'étoit un exemple qu'il convenoit peut-être à la Nation française de donner de ses justes égards pour les nations amies. Puissent elles être toujours bien convaincues que nous les regardons en tout comme de véritables soeurs!» (73).

Trás el acto protocolario, al depositar los modelos en el Archivo Nacional, firmaron la entrega «todos los Comisarios Franceses y extranjeros indistintamente» (74). Todos estos testimonios permiten concluir que las contribuciones a los trabajos por parte de los diferentes delegados se debieron más a la capacidad científica de cada cual, que a su nacionalidad, aunque es evidente que tanto la organización del Congreso, como las iniciativas tomadas en él corrieron casi siempre a cargo de los franceses.

#### *Los patrones españoles*

Ciscar no volvió inmediatamente a España al término del Congreso. Su primera intención fue la de construir y traer aquí réplicas de los nuevos patrones, pues tenía la clara intuición de que el nuevo sistema de unidades tendría un uso generalizado:

«Ygualmente creo que sería interesante el que existiesen en el Depósito náutico, uno o más modelos de los nuevos pesos y medidas, que probablemente se harán universales, y que podrían servir para reducir a términos constantes y generalmente conocidos, los resultados de las experiencias que se hiciesen sobre las resistencias de los fluidos, y sobre otros puntos interesantes de la hidráulica» (75).

Esta propuesta fue aprobada por el Rey el 1 de julio de 1799, y Ciscar fue encargado de dirigir la construcción de cuatro juegos de péndulos y patrones, que habrían de ser realizados en París. Los metros fueron todos construidos por Lenoir, y según Ciscar «representan el verdadero metro o medidora quando se hallan en la temperatura del hielo que se liquida» (76). Además «se han verificado con tanta escrupulosidad, que las mayores diferencias entre unos y otros no llegan á una millonésima de toesa» (77), aproximadamente dos micras. Para dar idea de la exactitud alcanzada en la construcción, indica Ciscar que una variación de sólo 0,2 °C produciría en los prototipos de hierro una dilatación mayor que las dos micras antes aludidas, mientras que en el modelo de platino sería suficiente un incremento en la temperatura de 0,25 °C para producir una dilatación semejante.

En cuanto a los kilogramos, las diferencias entre los distintos modelos no alcanzaron la milésima de gramo.

Ciscar incluye en su *Memoria elemental* la descripción de los patrones construidos por la Comisión:

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

La libra o Kiliograma de la comisión es de latón sin dorar, y su figura es cilíndrica, con un pomo en su parte superior» (78).

Tras explicar que el kilogramo de la Comisión adjudicado a España tenía algo de óxido alrededor del pomo, por haber entrado humedad en el cajón donde fue transportado, a causa de un vuelco y otros accidentes durante el viaje de regreso, prosigue Ciscar con la descripción de las copias:

«Las quatro medideras o varas decimales construidas por orden de S.M., son también de hierro, y están divididas en décimas &c. Llevan perfectamente embutidos en las medianías de sus cabezas unos pedacitos de platina, de suerte que las varas se terminan en dichas piezas (por el medio) y están al abrigo de las alteraciones que podían resultar de la oxidación del hierro. Las piezas en forma de esquadra, que cubren sus cabezas hasta la medianía, son de hierro, con la interposición de una lámina delgada de latón» (79).

En cuanto a las cuatro copias del kilogramo de la comisión

«se doraron al fuego, y se afinaron después para dexarles su justo peso: y han llegado sin la menor alteración» (80).

Pero Ciscar pensaba que aún podían obtenerse mayores beneficios de su viaje. Su opinión era que podía aprovechar su presencia en Francia con otros fines ajenos a los que en principio le habían traído. Así se lo comunicó a su jefe más inmediato, el almirante Lángara:

«Creo que podría emplear aquí con alguna utilidad el tiempo, imponiéndome en algunas cosas facultativas, hasta final de Agosto: y espero la

orden de V.E. para emprender mi viaje de vuelta á esa corte, desde luego ó á la expresada época» (81).

Lángara se mostró de acuerdo con la propuesta, y así se lo hizo saber al Rey en carta de 6 de julio de 1799, donde le indicaba que su opinión al proponer a Ciscar fue que éste no cesase en el cargo de Comisario Provincial de Artillería de Marina, y que además «(...) dirigiese su aplicación en el curso de su viage al estudio de la mecánica y de las ciencias naturales que forman las bases para la perfección de la Artillería» (82).

También pensó el Director General de la Armada que sería interesante que Ciscar se aplicase a conocimientos de utilidad más inmediata:

«Con este mismo objeto podría acaso visitar algunas Fundiciones y Fábricas para proponer oportunamente las mejoras que concibiese útiles en las nuestras de la Cabada y otras. (...) Convendría también ahora que el Jefe del Depósito [Hidrográfico] aprovechando la oportunidad del regreso de Ciscar le pidiese quantas noticias creyese convenientes para el progreso de la Hidrografía y de los trabajos en que se ocupa el Depósito» (83).

No hay que olvidar que, como recordaba Lángara al Rey en otro escrito, al concluirse en 1793 la publicación del primer volumen de la segunda edición del *Examen Marítimo* de Jorge Juan, preparada por Ciscar, se había pensado enviar a éste a un viaje que recorrería varios países europeos, especialmente Holanda. Esta comisión habría tenido por objeto adquirir nuevos conocimientos y «examinar los diques y obras hidráulicas y poder hacer útiles aplicaciones de estos conocimientos en el Tratado de los Fluidos del mismo D. Jorge» (84) en el que Ciscar pensaba seguir trabajando. La guerra con Francia impidió finalmente que este plan se llevase a la práctica.

No sabemos si Ciscar tuvo ocasión de efectuar la misión que propuso, aunque casi con toda certeza pensamos que no se llevó a cabo, según indican las fechas de sus posteriores trabajos. En todo caso, tras finalizar la construcción de los cuatro juegos de metros y kilogramos y los péndulos, Ciscar inició el viaje de regreso a Madrid el 30 de octubre de 1799. Llevaba consigo los patrones construidos bajo su supervisión y los que la Comisión de Pesos y Medidas les había entregado a él y a su compañero Pedrajes, quien se quedó durante algún tiempo en París. Ciscar permaneció en

Madrid desde noviembre de 1799 hasta el mismo mes del año siguiente. En este tiempo realizó experiencias con los péndulos de segundos, complementarias de las efectuadas en París, y redactó y supervisó la edición de la *Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales*.

Por todos los trabajos realizados por Ciscar durante sus estancias en París y en Madrid, el Rey Carlos IV decidió el 20 de marzo de 1800 que se le concediese la primera Cruz pensionada de la Orden de Carlos III que vacase de las asignadas al Cuerpo General de la Armada (85). Esta distinción se le otorgó el 19 de julio de 1807, tras la muerte del comisario de guerra de marina Felipe de Orbegosa (86).

#### NOTAS

(1) BIGOURDAN, G. (1901), *Le système métrique des poids et mesures*. París, Gauthier-Villars, p. 14.

(2) BIGOURDAN (1901), p. 14. Sobre los esfuerzos realizados en Estados Unidos para introducir el sistema métrico, ver HELLMAN, C. D. (1931), «Jefferson's Efforts towards the Decimalization of United States Weights and Measures», *Isis*, 16, 266-314.

(3) TEN, A. E. (1989), «El Sistema métrico decimal y España», *Arbor*, 134, n.º 527-528 (julio-agosto), 101-121; p. 105.

(4) Recogido en BIGOURDAN (1901), p. 15.

(5) Seguimos el razonamiento de TEN (1989), p. 104.

(6) LAFUENTE, A.; DELGADO, A. J. (1984). *La geometrización de la Tierra. Observaciones y resultados de la expedición geodésica hispano-francesa al Virreinato del Perú (1735-1744)*, Madrid, C.S.I.C., pp. 44-51.

(7) BIGOURDAN (1901), pp. 22-26.

(8) BIGOURDAN (1901), pp. 23-26. También TEN (1989), pp. 106-107.

(9) HAÜY, M. (1793), «Rapport sur les moyens employés pour mesurer le poids d'un pied cube d'eau», *Bulletin de la Société Philomatique à ses correspondants*, n.º 20, 2-4.

(10) BIGOURDAN (1901), pp. 25-26. Los escasos detalles que se conocen acerca de las experiencias de Lavoisier y Haüy están recogidos en BIREMBAUT, A. (1959), «Les deux déterminations de l'unité de masse du système métrique», *Revue d'Histoire des Sciences*, 12, 25-54; pp. 38-42

(11) BIGOURDAN (1901), pp. 29-32.

(12) Las medidas de longitud francesas más usuales eran las siguientes:

6 pies = 1 toesa = 1,950 m.

12 pulgadas = 1 pie = 32,483 cm.

12 líneas = 1 pulgada = 2,708 cm.

12 puntos = 1 línea = 2,257 mm.

La razón entre las medidas españolas y las francesas de igual nombre se fijó, a partir de 1752, en la proporción 6 a 7.

(13) Las vicisitudes de estas comisiones, junto con los comentarios que suscitaron en la Convención, que había reemplazado a la Asamblea Legislativa el 21 de septiembre de 1792, pueden consultarse en BIGOURDAN (1901), pp. 34-77.

(14) Además de DELAMBRE, J.B.J. (1806-1810), *Base du Systeme Metrique Décimal, ou Mesure de l'arc Du Meridien compris entre les Paralleles de Dunckerke et Barcelone, executé en 1792 et annés suivantes par M.M. Méchain et Delambre*, 3 vols., París, y del libro ya citado de BIGOURDAN, pueden consultarse: MOREU-REY, E. (1956), *El nacimiento del metro*, Palma de Mallorca, Ed. Moll, 136 pp.; el artículo citado de TEN, A.E. (1989), «El Sistema métrico decimal y España», *Arbor*, 134, n.º 527-528 (julio-agosto), 101-121; TEN, A.E. (1988), «Les expéditions de Méchain et Biot-Arago et le prolongement de la meridienne de París jusqu'aux illes Baléares» en: LACOMBE, H. y COSTABEL, P. (eds.), *La figure de la terre*, París, Gauthiers-Villars, pp. 245-265. Los tres últimos trabajos están dedicados principalmente a la triangulación realizada en suelo español.

(15) *Procès verbaux des séances de l'Académie des Sciences*, I (1795-1799), Hendaye, 1910-1922, p. 335. Recogido en CROSLAND, M. (1969), «The Congress on Definitive Metric Standards, 1798-1799: The First International Scientific Conference?», *Isis*, 60, 226-231; la cita en pp. 226-227.

(16) BUGGE, T. (1801), *Thomas Bugges, Justizrathes und Professors, Reise nach Paris in den Jahren 1798 und 1799*, Copenhagen, Friedrich Brummer, p. 602.

(17) Museo Naval, ms. 2295, doc. 2, ff. 6 r - 7 r.

(18) MN, ms. 2295, doc. 2, ff. 7 r - 8 r. Un borrador de esta carta se halla en Archivo Bazán, Sección: Expedientes Personales, Leg. Gabriel Ciscar. Así mismo, ha sido publicado en SOLAR Y VIVES, R. del (s.a.), *Apuntes para la vida del Excmo. Sr. D. Gabriel Ciscar y Ciscar, Almirante de la Armada, Regente del Reino*, Valencia, Est. Tip. Domenech, pp. 127-128.

(19) SOLAR (s.a.), p. 126.

(20) SOLAR (s.a.), pp. 128-129.

(21) Carta de Francisco de Borja a Lángara. Cartagena. 15 de septiembre de 1798. AB, Exp. Gabriel Ciscar.

(22) Carta de Ciscar a Lángara. París, 19 de octubre de 1798 MN, ms. 2295, doc. 9, f. 50.

(23) Carta de Lángara a Saavedra. San Lorenzo, 11 de noviembre de 1798. MN, ms. 2295, doc. 9, ff. 52 r- 53 r.

(24) Informe de 24 de noviembre de 1798. MN, ms. 2295, doc. 9, f. 57.

(25) Carta de Ciscar a Lángara. París, 5 de enero de 1799. MN, ms. 2295, doc. 9, ff. 43 r - 44.

(26) *Ibidem*. La base del norte, entre Melun y Lieuisant, ya había sido medida con anterioridad.

(27) Oficio al ministro de Estado Saavedra. Palacio, 21 de enero de 1799. MN, ms. 2295, doc. 9, f. 45.

(28) Para ampliar los datos referentes a Pedrayes se pueden consultar los siguientes trabajos: CRESPO PEREIRA, R. (1953), «Agustín de Pedrayes, el matemático español más ilustre del siglo XVIII», *Cuadernos hispanoamericanos*, 16, 319-330; LÓPEZ IGLESIAS, F. (1988), «Asturias en la agonía del antiguo régimen metrologico», en: ESTEBAN PIÑERO, M. et al (coord.), *Estudios sobre historia de la ciencia y de la técnica*. IV Congreso de la S.E.H.C.Y.T, Valladolid, 22-27 de septiembre de 1986. II, pp. 485-494; LÓPEZ PIÑERO, J.M.

et al (1983), *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*, II, Barcelona, Península, pp. 149-150.

(29) LÓPEZ IGLESIAS (1988), p. 493. Esta hipótesis está tomada de RUBIO VIDAL, J. (1951), *Un matemático asturiano casi olvidado, Agustín de Pedrayes*, Oviedo, Instituto de Estudios Asturianos.

(30) Carta de Ciscar a Lángara. Madrid, 20 de septiembre de 1798. MN, ms. 2295, doc. 5, ff. 31-32.

(31) *Ibidem*.

(32) Carta de Ciscar a Lángara. París, 12 de octubre de 1793. MN, ms. 2295, doc 5, ff. 35-36.

(33) SOLAR (s.a.), p. 129.

(34) Tras la invasión francesa de Cerdeña, Balbo volvió a su país, y fue sustituido por el turinés Vassali Eandi, representante del gobierno provisional del Piamonte.

(35) En BIGOURDAN (1901), pp. 146-147, no aparecen los nombres de Delambre ni Legendre. Ambos pertenecieron a la Comisión y estuvieron presentes en las reuniones. En cambio, Ciscar no cita a Haüy en la introducción de la *Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales*, Madrid, 1800.

(36) SOLAR (s.a.), p. 129.

(37) *Ibidem*.

(38) Carta de Ciscar a Lángara. París, 12 de marzo de 1799. MN, ms. 2295, doc. 8, f. 40 r.

(39) BUGGE (1801), p. 605.

(40) BUGGE (1801), p. 630.

(41) Ni Crosland ni Bigourdan incluyen a Borda en esta comisión [Vid. BIGOURDAN (1901), pp. 147-155 y CROSLAND (1969), p. 229]. Los testimonios de Ciscar y de Bugge son coincidentes, como veremos más adelante.

(42) Carta de Ciscar a Lángara. París, 12 de marzo de 1799. MN, ms. 2295, doc. 8, ff. 40-41.

(43) En BIGOURDAN (1901), p. 152, se incluyen las latitudes de estos cinco lugares divididas en tres grupos, con resultados no coincidentes: las deducidas de las presentadas por Van Swinden en el informe oficial de la comisión, las calculadas en un principio por Delambre, y finalmente las que éste incluyó en su *Base du système métrique*.

(44) BIGOURDAN (1901), p. 150.

(45) FRANCOEUR, L.-B. (1855), *Géodésie ou traité de la figure de la Terre et de ses parties*, París, Mallet-Bachelier, pp. 165-166. PUISSANT propuso en *Bulletin philomathique* de 1824, p. 17, y en el de 1825, p. 145, que el error se repartiese proporcionalmente a la superficie de cada triángulo.

(46) Carta de Ciscar a Lángara. París, 12 de marzo de 1799. MN, ms. 2295, doc. 8, ff. 41 r.

(47) BIGOURDAN (1901), p. 154. Clairaut había demostrado teóricamente a principios del siglo XVIII que el achatamiento de la Tierra debía encontrarse entre  $1/573$  y  $1/230$ . Vid. LAFUENTE, A.; DELGADO, A. J. (1984), p. 259.

(48) Han sido muchos los valores propuestos para el aplanamiento. Newton probó que si la Tierra fuese homogénea el aplanamiento sería de  $1/230$ . El cálculo que considera las inhomogeneidades terrestres puede verse en FRANCOEUR (1855), pp. 176 ss. El propio Francoeur utilizó en esta obra el valor  $1/308,64$ . La Asamblea Internacional de Geodesia y

Geofísica (Madrid, 1924) adoptó los valores del elipsoide de Hayford, con un aplanamiento de 1/297. En 1964 la *International Astronomical Union* fijó el aplanamiento terrestre en 1/298,25, que es el valor aceptado en la actualidad. Vid. en SERVICIO GEOGRÁFICO DEL EJÉRCITO. ESCUELA DE GEODESIA Y TOPOGRAFÍA (1972), *Curso de astronomía geodésica*, 2.ª ed. del tomo 1, Madrid, Imp. Servicio Geográfico del Ejército, pp. 52-53.

(49) GABRIEL CISCAR, «Relación de los trabajos de la Comisión de pesos y medidas desde el 12 de marzo hasta el 21 de abril de 1799», París, 21 de abril de 1799. MN, ms. 2295, doc. 10, sin foliar.

(50) De hecho, la obsesión por la «decimalización» de todo tipo de unidades se mantuvo en Francia hasta bien entrado el siglo XIX. Por citar un ejemplo, todavía en 1855 una obra tan reconocida como la *Géodésie* de Francoeur se excusaba por utilizar la división del círculo en 360°, y justificaba su uso únicamente por el empleo generalizado entre todos los pueblos (FRANCOEUR (1855), p. XV).

(51) GABRIEL CISCAR, «Relación de los trabajos... desde el 12 de marzo hasta el 21 de abril de 1799», París, 21 de abril de 1799. MN, ms. 2295, doc. 10, sin foliar.

(52) GABRIEL CISCAR, «Resumen de las operaciones de la comisión de pesos y medidas, desde el 21 de abril hasta el 3 de mayo». MN, ms. 2295, doc. 11, f. 72 r.

(53) Recogido en DELAMBRE (1806-1810), III, pp. 415-433.

(54) GABRIEL CISCAR, «Resumen de las operaciones... desde el 21 de abril hasta el 3 de mayo», MN, ms. 2295, doc. 11, ff. 72 r - 72 v.

(55) GABRIEL CISCAR, «Resumen de las operaciones... desde el 21 de abril hasta el 3 de mayo», MN, ms. 2295, doc. 11, f. 72 v.

(56) BIREMBAUT (1959), p. 38.

(57) DUMAS, M.; MACHABEY, A. (1965), «L'unification du système des mesures et les débuts de la mécanique de précision», en: DUMAS, M. (ed.), *Histoire Général des Techniques*, III, París, pp. 222-224.

(58) Según los datos aportados por Ciscar en sus informes, esta diferencia era de 0,147 líneas, mientras que en el informe final presentado por la Comisión ante el Consejo de Ancianos y el Consejo de los Quinientos, esta diferencia se estimó en 0,145 líneas.

(59) En cuanto a la confusión existente sobre el conjunto de pesas llamado «pila de Carlomagno», depositada en la Casa de la Moneda, *vid.* DUMAS; MACHABEY (1965), p. 223 y BIREMBAUT (1959), p. 26 ss.

(60) Ciscar a Lángara, «Resumen de los trabajos... desde el 12 de marzo hasta el 21 de abril», MN, ms. 2295, doc. 10, f. 71 bis r.

(61) *Ibidem*.

(62) La precisión en las medidas durante el siglo XVIII había pasado desde 0,5 mm. en sus inicios, hasta 0,02 mm. en la década final. Lo que los comisionados pedían a Le noir era, por tanto, aumentar la precisión en un orden de magnitud. Vid. DUMAS; MACHABEY (1965), pp. 218-219.

(63) LÓPEZ IGLESIAS (1988), p. 493.

(64) Carta de Ciscar a Lángara. París, 24 de junio de 1799. MN, ms. 2295, doc 14, f. 84 r.

(65) Carta de Ciscar a Lángara. París, 12 de junio de 1799. MN, ms. 2295, doc. 13, f. 77 r. y v.

(66) Ciscar a Lángara. París, 21 de mayo de 1799. MN, ms. 2295, doc. 12, f. 75 r. Según Dumas y Machabey, la diferencia fue de 0,735 gramos. Vid. DUMAS; MACHABEY (1965), p. 227.

(67) Este discurso está recogido en GÓMEZ DE SALAZAR, J. (1958), *Monografía. [Gabriel Ciscar. Aportación española a la creación del sistema métrico decimal]*, Madrid, Instituto Geográfico Catastral, pp. 9-13.

(68) Carta de Ciscar a Lángara. París, 24 de junio de 1799. MN, ms. 2295, doc. 14, f. 84 r.

(69) El discurso de Genissieu se incluye en BIGOURDAN (1901), p. 167.

(70) CROSLAND (1969), p. 229.

(71) Carta de Ciscar a Lángara. París, 3 de mayo de 1799. MN, ms. 2295, doc. 11, f. 71.

(72) «Discours prononcé a la barre des deux conseils du corps législatif, au nom de l'institut national des sciences et des arts, lors de la présentation des étalons prototypes du metre et du kilogramme», *Gazette Nationale ou le Moniteur Universel*, Prímidi, 21 mesidor an VII [9 de julio de 1799], pp. 1184-1185. Recogido en GÓMEZ DE SALAZAR Y ALONSO (1958), pp. 9-13. La cita en p. 12.

(73) *Ibidem*.

(74) *Vid.* nota n.º 68.

(75) Carta de Ciscar a Lángara. París, 12 de junio de 1799. MN, ms. 2295, doc. 13, ff. 79 v - 80 r.

(76) CISCAR, C. (1800), *Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales fundados en la naturaleza*. Madrid, Imprenta Real, Introducción. Ciscar propuso llamar al metro «medidera» o «vara decimal».

(77) *Ibidem*.

(78) *Ibidem*.

(79) *Ibidem*.

(80) *Ibidem*. Los modelos del metro y del kilogramo sirvieron para fijar la correspondencia entre las medidas tradicionales españolas y las del sistema decimal, de acuerdo con lo ordenado en la ley de 19 de julio de 1849, que implantó en España el Sistema Métrico Decimal. Así lo dispuso la R.O. de 28 de junio de 1851, que establecía dicha correspondencia «según resulta de los trabajos ejecutados en los años de 1798 a 1800 por D. Gabriel Ciscar y D. Agustín Pedrayes, y de las comparaciones hechas actualmente por la comisión de pesas y medidas entre los tipos métricos que existen en el Conservatorio de Artes y los modelos que han remitido las provincias».

(81) Carta de Ciscar a Lángara. París, 24 de junio de 1799. MN, ms. 2295, doc. 14, ff. 84 r - 85 v.

(82) Carta de Lángara al Rey. [Madrid], 6 de julio de 1799. MN, ms. 2295, doc. 14, f. 86 v.

(83) *Ibidem*.

(84) Oficio de elevación de Lángara al Rey. [Madrid], 6 de julio de 1799. MN, ms. 2295, doc. 14, f. 86 v.

(85) MN, ms. 2295, doc. 19, f. 111 r.

(86) Carta de Gil y Lemos al inspector general de marina. Palacio. 21 de julio de 1807. AB, Sección Expedientes Personales, Leg. «Gabriel Ciscar».