

Las Observaciones Astronómicas de Josef Chaix Isnel (1766-1811) para determinar la latitud y longitud de Madrid.



En la frontera de los siglos XVIII y XIX se efectuaron en la capital de España unas interesantes observaciones tendentes a fijar su posición sobre el globo terráqueo, el observador fue el matemático valenciano J. Chaix; muy bien considerado por astrónomos tan celebrados como P. Méchain, con el que llegó a mantener una estrecha amistad. Los fenómenos astronómicos elegidos fueron múltiples: eclipses de Sol y de Luna, inmersiones y emersiones de los satélites de Júpiter, ocultaciones de estrellas por la Luna, culminaciones estelares (incluidas las del Sol) y hasta el tránsito de Mercurio (en dos ocasiones). La mayoría de las mediciones se realizaron en una vivienda de la calle del Turco, actual marqués de Cubas, ya cerca de la calle de Alcalá. El resumen de tales observaciones, con parte de los resultados, se publicó en revistas tan prestigiosas como Connaissance des Mouvements Célestes y Allgemeine Geographische Ephemeriden. Los valores de las dos coordenadas geográficas fueron trasladados finalmente al centro de la Plaza Mayor, tras haber reorientado el Plano Geométrico de Madrid (T. López 1785).

MARIO RUIZ MORALES

Antecedentes

Los primeros intentos, bien documentados, de calcular la posición de la capital de España se remontan a finales del siglo XVII, siendo sus protagonistas principales profesores de matemáticas en el renombrado Colegio Imperial de los Jesuitas, aparte de otros clérigos como el abate Scotti y seglares como el duque de Uceda. En todos los casos se obtuvo la diferencia de longitudes con relación al meridiano del Observatorio de París, el más importante de su tiempo. Las observaciones astronómicas practicadas en ese centro fueron debidas a los Cassini (padre¹ e hijo²), a Maraldi³ y a de la Hire. Los fenómenos astronómicos elegidos fueron el eclipse de Luna del 16 de mayo de 1696 y el de Sol que tuvo lugar el 23 de septiembre de 1699, los resultados promedio obtenidos fueron de 23^mW en el primer caso y de 22^m 42^s W en el segundo; ambos eclipses fueron observados desde el Colegio por el jesuita checo Kresa⁴. Se inician las observaciones del siglo siguiente con la de otro eclipse de Sol, ocurrido el 12 de mayo del año 1706. El operador del Colegio Imperial fue el jesuita madrileño Cassani⁵, siendo correspondido en París por Cassini II. Las diferencias promedio entre las respectivas horas locales fue en esta ocasión de 22^m40^s W, aunque tanto este valor como el anterior fueron corregidos después por Pingré⁶, teniendo en cuenta los estados de los relojes empleados en los dos observatorios, el cual fijó la longitud de Madrid en 23^m3^s W. Un cuarto de siglo después, en el año 1732, se volvió a observar otro eclipse lunar, con igual fin, el 1 de diciembre; los operadores fueron el primer duque de Solferino⁷, en Madrid, y Godin⁸, en

¹ Giovanni Domenico Cassini (1625-1712), también conocido como Cassini I fue el primer director del Observatorio de París y fundador de una dinastía de astrónomos; de ahí que a veces sea referido como Cassini I.

² Jacques Cassini (1677-1756) es también conocido como Cassini II. Aunque brillara en el campo de la astronomía, sus aportaciones geodésicas fueron más relevantes.

³ Giacomo Filippo Maraldi (1665-1729), astrónomo y matemático italiano afincado en Francia. Trabajó en el Observatorio de París, adonde fue mandado llamar por su tío Cassini I.

⁴ Jakub Kresa (1648-1715), además de astrónomo, fue el máximo responsable de la enseñanza de las matemáticas en el Colegio Imperial.

⁵ José Cassani (1673-1750), ocupó la cátedra de matemáticas entre los años 1673 y 1750. Fue miembro fundador de la Academia de la Lengua.

⁶ Alexandre Guy Pingré (1711-1793).

⁷ Francisco Gonzaga y Pico de la Mirandola (1684-1758).

⁸ Louis Godin (1704-1760) fue el que propuso a la Academia de Ciencias de París la medición de un arco de meridiano en latitudes ecuatoriales. Durante su estancia en el Virreinato del Perú trabajó amistad con

París. El promedio de diez determinaciones resultó ser de $24^{\text{m}}20^{\text{s}}$ W. Ahora bien, calculando la media aritmética de los cuatro valores de la longitud, que han sido referidos, se obtendrían $23^{\text{m}}28^{\text{s}}$ W, una cifra dada por buena hasta que surgieron nuevas expectativas a partir del año 1746.



El antiguo Colegio Imperial en el cruce de las calles de la Colegiata y de los Estudios, dos topónimos que hacen referencia a ese centro. El plano parcelario fue levantado por los Topógrafos del Instituto Geográfico y Estadístico, entre los años 1872 y 1874.

En efecto, fue en ese año cuando regresaron a Madrid Jorge Juan⁹ y Antonio de Ulloa¹⁰, tras haber participado en la medición de la Tierra en el Virreinato del Perú. Estando ambos al tanto del desarrollo científico de Francia, no tardaron en asociar el problema de la localización geográfica al de la representación del territorio, con la debida fiabilidad geométrica. Su interés por ambas cuestiones les llevó a sugerir al marqués de la Ensenada¹¹ la conveniencia de formar en España un mapa de similares características al que se estaba ultimando en Francia. El ministro hizo suyos los planteamientos de los dos marinos, llegando a denunciar ante el

los dos marinos españoles, que lo recomendaron al marqués de la Ensenada. Fue el primer director del Observatorio de Cádiz, ciudad en la que falleció.

⁹ Jorge Juan y Santacilia (1713-1773).

¹⁰ Antonio de Ulloa y de la Torre-Giralt (1716-1795).

¹¹ Zenón de Somodevilla y Bengoechea (1702-1781), celebrado Ministro de Hacienda y marino como Juan y Ulloa.

rey las carencias cartográficas de su gobierno: “no hay puntales del Reyno y de sus Provincias, no hay quien las sepa grabar...de esto proviene que ignoremos la verdadera situación de los pueblos y sus distancias, que es cosa vergonzosa. En Francia trabajan continuamente en perfeccionar las suyas...”. De entre la información técnica proporcionada al estadista, cabe subrayar, en el presente contexto, la responsabilidad que se les asignaría a los astrónomos: “...determinar la situación de las Poblaciones en los respectivos lugares que ocupan en la esfera, por sus Latitudes y Longitudes, lo que observarán con todo cuidado”. Tanto Jorge Juan como Antonio de Ulloa obraron en consecuencia a partir del año 1748.

En las *Memorias sobre las observaciones astronómicas hechas por los navegantes españoles en distintos lugares del globo*¹², Madrid (1809), se releva la existencia de unos manuscritos especialmente interesantes de Jorge Juan, los cuales iban encabezados por el título siguiente: *Observaciones hechas en Madrid, y enviadas a la Academia de Ciencias de París*. Su contenido fue plural: astronómico (latitud y longitud), magnético (variación de la aguja) y meteorológico (barométricas¹³ y termométricas). Las observaciones fueron prolongadas, en tanto que se efectuaron entre el 12 de marzo y el 28 de septiembre del año 1748. Las estaciones se localizaron en el propio domicilio del interesado, sito en la Calle de los Preciados, cerca del Postigo de San Martín, unos 13'' al norte de la Plaza Mayor.

El cálculo de la latitud lo obtuvo mediante observaciones de la culminación superior del Sol, midiendo su altura meridiana en tal instante, corrigiéndolas en cada caso por los efectos de la refracción, paralaje y semidiámetro. El valor adoptado para dicha coordenada geográfica fue de 40° 25'9'', una vez promediados los valores deducidos los días 12, 14, 15, 18, 25 y 31 de marzo, 1, 4 y 19 de abril; no obstante se modificó el resultado para trasladarlo a la Plaza Mayor, restándole los 13'' ya mencionados, llegando al valor final de 40° 24'56''.

¹² Las cuales han servido de fundamento para la formación de las cartas de marear publicadas por la Dirección de los Trabajos Hidrográficos de Madrid: Ordenadas por Don Josef Espinosa y Tello, jefe de Escuadra de la Real Armada, y primer Director de dicho establecimiento.

¹³ Comparando las lecturas realizadas en Madrid, en torno a las 26 pulgadas y 2 líneas de altura, con sus homólogas en París, 28 pulgadas, dedujo Lalande que el desnivel entre ambas capitales era de 294 toesas, es decir próximo a los 573 metros.



La latitude de Madrid observée par Don George Juan avec un quart-de-cercle de 2 pieds, & réduite au milieu de la grande Place, est $40^{\circ} 25' 18''$, suivant un grand nombre d'observations que M. de la Condamine m'a communiquées. La différence des Méridiens est $23' 56''$ par la comparaison de cinq ou six observations des Satellites de Jupiter, & d'une éclipse de Lune que Don George y observa. On la trouve de $24' 20''$ par des observations de M. le Duc de Solferino (*Mém. Acad. 1732, page 492*) & de $23'$ seulement par des observations plus anciennes (*Mém. Acad. 1701 & 1706*).

Portada del Anuario del *Connaissance des Mouvements Célestes* (1766), con la reseña de las observaciones de Jorge Juan, para determinar las coordenadas geográficas de Madrid, (pp: 180 y 181).

Las observaciones para determinar la longitud de Madrid se apoyaron en el eclipse de Sol del 25 de julio de ese mismo año 1748. Las medidas fueron pormenorizadas, baste decir que se anotó la hora local en catorce ocasiones: siete al comienzo del fenómeno y otras tantas antes de su final. Dicho eclipse fue igualmente observado en el observatorio de Greenwich por Bradley¹⁴, aunque fuese Méchain¹⁵ el encargado de fijar los instantes en que deberían hallarse las oportunas diferencias entre las horas españolas e inglesas; según su criterio, se obtendría una diferencia de longitud de $23^{\text{m}}46^{\text{s}}.5$ a partir del comienzo del eclipse y otra de $23^{\text{m}}44^{\text{s}}$ para el final del mismo. A dichos valores añadió el deducido a partir de la hora local asignada por Ulloa para el inicio del eclipse: $23^{\text{m}}51^{\text{s}}.5$.

El prestigio de Jorge Juan en las esferas científicas parisinas era obvio, así se desprende de la referencia de sus observaciones incluida en una publicación tan respetada como el anuario astronómico *Connaissance des*

¹⁴ James Bradley (1693-1762), el cual pasó a la posteridad por haber descubierto la aberración de la luz cuando trataba de hallar las paralajes estelares.

¹⁵ Pierre François André Méchain (1744-1804) prolongó el meridiano de Paris hasta las costas levantinas, contribuyendo así a la implantación del Sistema Métrico Decimal.

Mouvements Célestes, editada por Lalande¹⁶. En la correspondiente al año 1766 (pp.180-181) apareció la noticia, desvelando el editor que se la había hecho llegar La Condamine; he aquí la transcripción del texto original: *La latitude de Madrid observée par Don George Juan avec un quart-de-cercle de 2 pieds, & réduite au milieu de la grande Place, est 40°25'18'', suivant un grand nombre d'observations que M. de la Condamine m'a communiquées. La différence des Méridiens est 23'56'' par la comparaison de cinq ou six observations de Satellites de Jupiter, & d'une éclipse de Lune que Don George y Observa. On la trouve de 24'20'' par des observations de M. le Duc de Solferino (Mém. Acad. 1732, page 492) & de 23'seulement par des observations plus anciennes (Mém. Acad. 1701- 1706)*¹⁷.

Análogas consideraciones deben hacerse a propósito de Ulloa, máxime cuando también observó otro eclipse de Sol el 14 de julio¹⁸ de ese mismo año y otro lunar acaecido catorce días después. En este caso se recogieron sus observaciones en Inglaterra, concretamente en las *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Vol. 46 (1749-1750), 10-13; bajo el epígrafe *Observatio Eclipsis Solaris Julii 14, et Lunae Julii 28, 1748. Madriti habitae à Domino Antonio de Ulloa. S: R:* Aparte de las horas locales en las que iban desapareciendo detalles del disco lunar, se llegaron a anotar un total de 26, lo más sobresaliente fue la ocultación de una mancha solar y el correspondiente dibujo que realizó en su comunicación¹⁹:

¹⁶ Joseph Jérôme Lefrançois de Lalande (1732-1807) midió por primera vez la distancia entre la Tierra y la Luna, en el año 1751, junto al abate Nicolas Louis de Lacaille (1713-1762). El primero desde Berlín y el segundo desde la Ciudad del Cabo.

¹⁷ La latitud de Madrid observada por Don Jorge Juan con un cuarto de círculo de 2 pies, & reducida al centro de la Plaza Mayor, es de 40° 25'18'', a partir de un gran número de observaciones Que el Sr. De la Condamine me ha comunicado. La diferencia de meridianos es de 23^m56^s por la comparación de cinco o seis observaciones de los satélites de Júpiter, & de un eclipse de Luna que Don Jorge observó. Se sabe de un valor más antiguo de 24^m20^s, por observaciones del Sr. Duque de Solferino (Mém. Acad. 1732, página 492) & de 23'solamente por observaciones más antiguas (Mém. Acad. 1701-1706).

¹⁸ El eclipse anular de Sol había despertado gran expectación en Europa, entre otras razones, por los cálculos rigurosos que había realizado Euler para poder predecirlo, los cuales fueron fielmente representados en los atlas celestes de su tiempo. Asimismo se cree que gracias a tal eclipse se decantaron por el estudio de la astronomía dos personajes que serían después astrónomos reputados: Nevil Maskelyne (1732-1811) y Charles Messier (1730-1817).

¹⁹ La mancha ab (TAB. I. Fig.7.) advertida en el disco solar entre sus partes oriental y austral que óptimamente se pudo discernir, ya que ninguna otra le fuese próxima, comenzó a ocultarse bajo la Luna a las 10^h 13^m44 ½^s; Inmersión total de la mancha..... 14^m46^s.

Macula ab (TAB. I. Fig. 7.) in disco solis notata inter ipsius orientalem australemque partes, quaeque optime tunc potuit discerni, quod nulla alia esset ei proxima, coepit sub Lunam immergi hora10^h 13^m44 ½^s. Totalis huius maculae immersio14 46.

Por otro lado, es conveniente señalar que aunque Ulloa sólo cite de manera expresa la participación del Duque de Medina-Sidonia²⁰ en la observación del eclipse lunar, es obvio que en la del solar debió hacerlo también Jorge Juan, a tenor de las propias palabras empleadas por Ulloa en su resumen. Es asimismo evidente, a la vista del mismo, que a los dos marinos astrónomos les cupo el honor de ser unos de los primeros observadores españoles de las manchas solares, que llegan incluso a representar. En la misma comunicación ante la Royal Society se refirió igualmente la observación del eclipse de Luna²¹ que se produjo el 8 de agosto de 1748. Tal eclipse fue también observado por Jorge Juan, junto a varias emersiones e inmersiones de los satélites de Júpiter. Una vez comparadas las horas locales con las del mismo instante en París, tomadas por el abate Lacaille y por Chabert²², se obtuvieron nuevos valores para la longitud de Madrid; resultando el promedio de 24^m22^s al Oeste de París.

A comienzos de la década de 1750 cobró de nuevo protagonismo el Colegio Imperial, a través del jesuita húngaro Wendlingen²³ y gracias a la decisiva intervención de Jorge Juan, entonces residente en Londres. Fue él quien consiguió que se le enviasen a Madrid una importante colección de instrumentos matemáticos con los que realizar las necesarias observaciones astronómicas. Wendlingen logró que se construyera, en el ilustre Colegio, un pequeño observatorio astronómico, a la vez que

²⁰ A propósito del Duque de Medina Sidonia, y aunque sea a título de curiosidad, me permito comentar que la buena relación entre él y Ulloa continuó en el año siguiente. Así se desprende de la propuesta que hizo este último ante la Royal Society de Londres, con el fin de que admitiesen como miembro a Don Pedro Alonso Pérez de Guzmán (.A propósito del Duque de Medina Sidonia, y aunque sea a título de curiosidad, me permito comentar que la buena relación entre él y Ulloa continuó en el año siguiente. Así se desprende de la propuesta que hizo este último ante la Royal Society de Londres, con el fin de que admitiesen como miembro a Don Pedro Alonso Pérez de Guzmán (1724-1779). Las fichas de admisión de ambos resumen sus méritos, ante dicha Institución Las fichas de admisión de ambos resumen sus méritos, ante dicha Institución.

²¹ *Observatio Eclipsis partialis Lunae sub diem 8 Aug. 28 Julii 1748. Madriti, a D. Antonio de Ulloa navis bellici a Rege Cath. Praefecto una cum excellentissimo Duce Asidoniensi, naturalium disciplinarum et omnigenae eruditionis viro.*

²² Joseph Bernard de Chabert (1724-1805).

²³ Jan Wendlingen (1715-1790) llegó a ser Cosmógrafo Mayor de Indias.

mantenía correspondencia científica con Wolfio²⁴. A comienzos de octubre ya disponía de los instrumentos, aunque no los pudiese utilizar hasta el 13 de diciembre, cuando observó un eclipse total de Luna desde el Observatorio del Colegio. De entre todas las horas locales, que consiguió anotar, solo se pudieron obtener las correspondientes a la inmersión total de la Luna y a otras dos entradas en la zona de sombra; el operador responsable de la operación análoga en el Observatorio de París fue Bouguer²⁵. El promedio resultante de las pocas diferencias obtenidas arrojó un resultado de 24^m43^s W.

EXPLICACION, Y USO
DE LA
MERIDIANA,
QUE DE ORDEN
DEL REY N. S.
(QUE DIOS GUARDE)
COMUNICADA POR SU MAYORDOMO MAYOR
EL EXC.^{mo} SEÑOR DUQUE DE ALVA,
HA EFECTUADO
El Padre Juan Wendlingén,
de la Compañía de Jesús, Cosmographo Mayor del Real, y Su-
premo Consejo de Indias, en el Real Palacio del Buen-Retiro,
el año de mil setecientos cincuenta y seis.

Año



1756.

En MADRID: En la Oficina de ANTONIO SANZ,
Impreffor del Rey N. S. y su Real Consejo.

Explicación y uso de la meridiana, trazada por J. Wendlingen en el Real Palacio del Buen Retiro (1756)

²⁴ Christian von Wolff (1679-1754).

²⁵ Pierre Bouguer (1698-1758), un verdadero enciclopedista de las Ciencias de la Tierra: matemático, físico, geodesta, geofísico y astrónomo. Fue uno de los expedicionarios franceses al Virreinato del Perú.

Al parecer Wendlingen efectuó muchas otras observaciones²⁶, especialmente del primer satélite de Júpiter, con las que poder obtener otros valores de la longitud; en función de ellas obtuvo Pingré 24^m16^s W. Aunque no haya constancia expresa de la determinación de la latitud de Madrid en el Colegio Imperial, el probado interés de Wendlingen por la gnomónica permite pensar que forzosamente lo haría para poder trazar la meridiana en el Real Sitio del Buen Retiro (1756), como hallaría también la del Escorial para replantear la traza del meridiano en sendas salas del Monasterio del Escorial, tanto para su ornato como para poder ajustar el estado de los relojes de palacio.

La influencia de Jorge Juan era aún patente en el último tercio del siglo XVIII, cuando actuó un selecto grupo de marinos especialmente interesados en la geografía astronómica. El sevillano, Espinosa²⁷ es un buen representante del colectivo merced a su exhaustiva recopilación plasmada en la Memoria ya reseñada. En ella relata como estando en Madrid (1788) ocupándose, junto a otros oficiales como Bauzá²⁸, de la formación del Atlas Marítimo de España, bajo la dirección del gaditano Tofiño²⁹, el rey le encargó al general la determinación de las coordenadas geográficas de la capital, con idénticos instrumentos que se venían empleando en los levantamientos hidrográficos del litoral. Las observaciones se efectuaron entre los días 5 y 29 de marzo, estacionándose los instrumentos en la torre de la casa del conde de Aranda³⁰, convertida así en observatorio astronómico provisional. Cuando los oficiales dejaron la corte para continuar con sus trabajos de campo, no se interrumpieron las observaciones anteriores, aunque se trasladó la

²⁶ Los manuscritos llegaron a manos de Joseph-Nicolas Delisle (1688-1768), astrónomo y cartógrafo, que ejerció gran parte de su actividad en la Academia de Ciencias de San Petersburgo. Pingré halló los datos de las observaciones de Wendlingen entre la documentación del astrónomo parisino.

²⁷ José de Espinosa y Tello (1763-1815), astrónomo y cartógrafo excepcional responsable de la Oficina Hidrográfica de Madrid.

²⁸ Felipe Bauzá y Cañas (1764 - 1834), conocido por su proyecto de división provincial y por su buen quehacer cartográfico. La *British Library* custodia una importante selección de sus trabajos: *The Bauzá Collection of Spanish colonial mapping*.

²⁹ Vicente Tofiño de San Miguel y Vanderiales (1732 - 1795), Brigadier de la Armada y Maestro de Matemáticas en la Escuela de Guardiamarinas de Cádiz, adonde fue llamado por Jorge Juan, una institución que acabaría presidiendo desde su nombramiento en 1768. A él se debió el primer proyecto del Observatorio Astronómico con que se dotó a la Academia.

³⁰ Pedro Pablo Abarca de Bolea (1719-1798), X conde de Aranda, Presidente del Consejo de Castilla y Secretario de Estado.

estación al propio domicilio de Mazarredo³¹, el nuevo operador, hasta que en 1795, se tuvo que incorporar a su nuevo destino. También refirió Espinosa como tampoco se interrumpieron, tras crearse en el año 1797 el Depósito o Dirección de Trabajos Hidrográficos, si bien se centraron prácticamente en el cálculo de la longitud³². Otra de las interesantes informaciones que aporta fue la relativa a la necesaria orientación del Plano de Madrid, para referir con rigor las observaciones al centro de la Plaza Mayor; conseguida al observar con un “teodolito Ramsden”³³ en el extremo N. De la casa de la China³⁴, en el Retiro, el acimut astronómico...del campanario de la iglesia de Santa Cruz, y se halló ser al N. 78° 28’ O. del mundo”.



Torre de la iglesia de la Santa Cruz en 1868, año de su demolición, y un grabado de La China, junto al gran estanque del Retiro (al fondo aparece el Observatorio Astronómico). Dos de los puntos usados para orientar correctamente el Plano de Madrid.

³¹ José de Mazarredo Salazar Muñatones y Gortázar (1745 –1812) Teniente General de la Armada y considerado, años después, como el mejor marino de su tiempo.

³² Espinosa inserta una interesante nota que se reproduce aquí por su interés: *La casa del Señor Conde de Aranda, donde se hicieron el año de 1788 las observaciones, está cerca de la puerta de los Pozos: la que habitaba el Señor Mazarredo cuando hizo las suyas está en la calle del Pez, esquina a la de Jesús del Valle, y la de la Dirección hidrográfica era en la calle de la Ballesta, núm. 13 en 1799, y desde 1803 en la calle de Alcalá, núm. 6, donde está actualmente.*

³³ Jesse Ramsden (1735-1800) astrónomo y excelente constructor de instrumentos matemáticos. Pasó a la posteridad por la exactitud con que logró dividir los limbos goniométricos.

³⁴ Así era conocida popularmente la Real Fábrica de porcelana del Buen Retiro, volada por las tropas inglesas, comandadas por Arthur Wellesley (1769-1852), en el año 1812. El comandante sería conocido a partir del año 1814 como el duque de Wellington. .

A continuación se hizo un apretado resumen de las observaciones astronómicas practicadas, mayoritariamente, por el propio Espinosa, dividido en dos apartados: uno para la latitud y otro para la longitud; detallándose los resultados obtenidos en 1788 y en 1799. La latitud se calculó apoyándose en las clásicas observaciones de pasos de las estrellas, y del Sol, por el meridiano de la estación. Durante el primer año se observaron las culminaciones, al norte del cenit, de las estrellas β y γ de la constelación de Cefeo, hallando las siguientes latitudes: $40^{\circ} 29'58''.5$ y $40^{\circ} 30'19''.9$, cuyo valor medio fue de $40^{\circ} 30'8''.2$. Al sur del cenit se observaron los pasos de cuatro estrellas de la constelación del Can mayor, obteniendo al final un valor medio de $40^{\circ} 21'31''.2$. La semisuma de ambos promedios fue de $40^{\circ} 25'49''.7$, correspondiendo tal valor a la estación localizada en la casa del conde de Aranda, si bien se transformó en $40^{\circ} 25'12''.2$, una vez reducido a la Plaza Mayor. Valor muy similar al que obtuvo Mazarredo para el mismo lugar, $40^{\circ} 25'19''$, tras medir más de cien alturas meridianas. Las observaciones del año 1799 fueron solares, situando la estación en la sede de la Dirección Hidrográfica (calle de la Ballesta), empleándose para ello un sextante, fabricado por Troughton³⁵, de 10 pulgadas de radio y con subdivisiones de 10 segundos; el valor medio de la latitud fue de $40^{\circ} 25'26''.5$. No obstante se observaron, desde la misma estación, cinco pasos de la estrella α de Águila, que proporcionó un nuevo valor para la latitud de dicha sede: $40^{\circ} 25'20''$. La media de ambas latitudes resultó ser de $40^{\circ}25'23''$, que reducido a la Plaza Mayor se transformó en $40^{\circ} 24'59''$; de manera que promediando este con los dos valores previos resultó una latitud de $40^{\circ} 25'10''$.

Tres fueron los procedimientos usados para determinar la longitud de Madrid, a saber: observaciones de las emersiones e inmersiones de los satélites de Júpiter, mediante eclipses de Sol y a partir de ocultaciones de estrellas por la Luna. Los días 6, 8 y 20 de marzo de 1788 se observaron, respectivamente, la emersión del primero, la del segundo y otra vez la del primero. Comparando las horas locales con las de París, se obtuvieron tres valores para esta coordenada; la comparación se extendió también al Observatorio de Greenwich, al haber incluido la observación efectuada

³⁵ Edward Troughton (1753 – 1835), reconocido fabricante de instrumentos topográficos, astronómicos y de los propios de la navegación.

desde allí el mismo día 20, dando como resultado $24^{\text{m}}32^{\text{s}}\text{W}$. Por consiguiente se adoptó como valor medio de la longitud (por las emersiones) $24^{\text{m}}27^{\text{s}}\text{W}$. En el año de 1790 se observaron en cambio cuatro inmersiones, que fueron comparadas con las efectuadas en Cádiz, resultando una longitud de $24^{\circ}25'\text{W}$. con relación a París. La conclusión fue pues evidente, el valor medio de la longitud a partir de los satélites debería fijarse en $24^{\text{m}}26^{\text{s}}\text{W}$.



Sextante fabricado por E. Troughton, similar al usado en las observaciones realizadas en la sede de la Dirección Hidrográfica (C/Ballesta. Madrid)

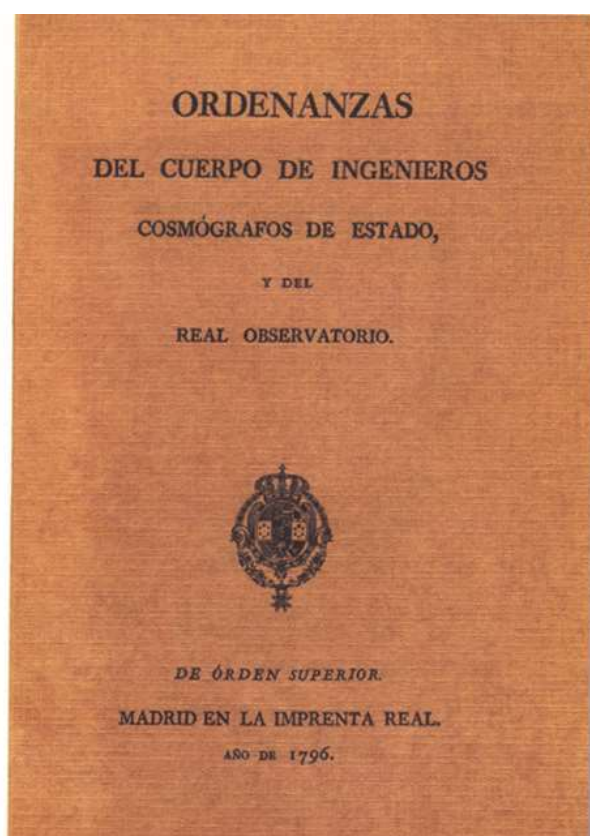
Las observaciones de los eclipses de Sol y de las ocultaciones estelares se efectuaron en los años siguientes: 1794, 1804, 1805 y 1806. La primera, que se cita en la Memoria de Espinosa, fue realizada el 14 de septiembre de 1794, anotándose la hora en que se produjo la ocultación, por la Luna, de la estrella Aldebarán³⁶. Las tomas de la hora se realizaron en Madrid y en Cádiz, obteniendo la longitud con relación a París, a partir de la diferencia entre las dos primeras: $24^{\text{m}}6^{\text{s}}\text{W}$. El 11 de febrero de 1804 se observó un eclipse de Sol, desde Madrid y desde la Isla de León, dando

³⁶ La más brillante de la constelación de Tauro.

como resultado el valor anterior. Ese mismo año se observó desde los mismos emplazamientos la ocultación de la estrella π de Escorpio, obteniendo una longitud de $24^{\text{m}}12^{\text{s}}\text{W}$. También se observó, desde tales estaciones, el eclipse solar ocurrido el 16 de junio de 1806, proporcionando el valor de $24^{\text{m}}6^{\text{s}}.5\text{ W}$. La última observación recogida por Espinosa fue la de la ocultación, por la Luna, de la estrella φ de Acuario; el fenómeno se observó simultáneamente, en dos ocasiones, desde Madrid y Coímbra: 17 de junio y 17 de septiembre del año 1805. Los valores correspondientes fueron de $24^{\text{m}}11^{\text{s}}.5\text{ W}$. y $24^{\text{m}}5^{\text{s}}.5\text{ W}$., que una vez promediados dieron $24^{\text{m}}8^{\text{s}}\text{ W}$. como longitud de Madrid con relación a París.

Observaciones astronómicas de Chaix en la calle del Turco

No se conocen suficientes detalles biográficos de Chaix como para saber cuándo inició sus estudios matemáticos y astronómicos, aunque se formara en la Universidad de Valencia (1765) y ampliase sus estudios en Francia e Inglaterra. En cualquier caso es seguro que ya gozaba de muy buena reputación en esas ramas de las ciencias antes del año 1796, en que se creó el Cuerpo de Ingenieros Cosmógrafos de Estado y del Real Observatorio. Así lo demuestra el hecho de que el escolapio Jiménez Coronado³⁷, primer director de la escuela asociada, pensara en él para incorporarlo a su claustro como responsable de la Cátedra de Astronomía física y vicedirector del Centro; dos puestos que compatibilizó hasta que en 1804 quedó suspendido tan efímero Cuerpo.



Estas ordenanzas fueron firmadas por el rey el 16 de agosto en San Ildefonso.

³⁷ Salvador Jiménez Coronado (1747-1813) fue uno de los artífices de la creación del Observatorio Astronómico de Madrid. Viajó por toda Europa para adquirir conocimientos y los instrumentos necesarios para su funcionamiento; realizó traducciones de obras tan relevantes como la *Scientia navalis* de Leonhard Euler (1707-1783).

Durante su gestión en la escuela de Ingenieros Cosmógrafos, anexa al Observatorio Astronómico, conoció Chaix al fabricante francés Megnié³⁸, el cual había sido llamado por el gobierno español, en 1786, para que se hiciera cargo de la dirección del taller de instrumentos que existiría en el mismo. Su prolongada estancia en España la aprovechó para realizar algunas observaciones astronómicas, tendentes a fijar mejor el valor de la longitud geográfica. Así ha de entenderse la que hizo del eclipse de Sol producido el 16 de septiembre de 1792, anotando las horas locales de su inicio y final; que una vez comparadas con las homólogas parisinas permitieron obtener el valor de $24^{\text{m}}8^{\text{s}}.5$ W. Sin embargo la longitud adoptada variaría un tanto, $24^{\text{m}}11^{\text{s}}.5$, después de haber tenido en cuenta la posición de su casa en la calle del Turco, con relación a la Plaza Mayor³⁹.

Otra prueba de su reconocido prestigio en la comunidad científica de nuestro país fue su nombramiento en 1802, junto a Enrile⁴⁰, como representante gubernamental en el proyecto que pretendía prolongar el meridiano de Francia entre Dunkerque y Barcelona; ambiciosa operación geodésica liderada tanto por Delambre⁴¹ como por Méchain. No obstante, Chaix tuvo que abandonar el proyecto, en 1804, para trasladarse a Madrid. Dos años después se incorporaría de nuevo a la prolongación del arco anterior hasta las costas levantinas y posteriormente hasta la isla de Formentera, el extremo más meridional del meridiano en cuestión; fue entonces cuando se enlazaron por primera vez las Baleares con la península mediante una serie de triángulos geodésicos.

En esta segunda colaboración científica participó también Rodríguez González⁴², un brillante estudiante que se encontraba ampliando

³⁸ Pierre Bernard Megnié (1751-1807), gozaba de prestigio en la comunidad astronómica, por haberle encargado instrumentos para el Observatorio de París.

³⁹ Ya había observado el 28 de junio de 1792 la ocultación de Júpiter por la Luna, obteniendo una longitud de $24^{\circ}10'$ W. Por otra observación del eclipse de la estrella Aldebarán dedujo $24^{\circ}6'$ W.

⁴⁰ Pascual Enrile y Acedo (1772 -1839), ilustre marino que llegó a ser gobernador de Filipinas.

⁴¹ Jean-Baptiste Joseph Delambre (1749 -1822), uno de los mejores astrónomos y geodestas de Francia. Su participación en las mediciones del meridiano de París fue determinante para que finalmente se implantara el Sistema Métrico Decimal, una transcendental operación científica que fue brillantemente resumida en la obra monumental: *Base du système métrique décimal, ou mesure de l'arc du MÉRIDIEEN compris entre les parallèles de Dunkerque et Barcelone, exécutée en 1792 et années suivantes, par MM. Méchain et Delambre.*

⁴² Pedro José Rodríguez y González (1770-1824) llegó a ser un geodesta afamado que llegó a publicar en la *Royal Society: Observations on the measurement of three degrees of the meridian, conducted by*

conocimientos en París y que era muy bien valorado por los franceses (Delambre se referiría luego a él como el sabio español. La participación de Chaix, y Rodríguez, en tales trabajos está muy bien documentada y reconocida en la memoria *Recueil d'observations géodésiques, astronomiques et physiques / exécutées par ordre du Bureau des Longitudes de France en Espagne, en France, en Angleterre et en Écosse, pur déterminer la variation de la pesanteur et des degrés terrestres sur le prolongement du Méridien de Paris, faisant suite au troisième volumen de la Base du Système métrique; rédigé par Mm. Biot et Arago, Membres de l'Académie des Sciences, Astronomes adjoints du Bureau des Longitudes, etc.* 1821. Publicación histórica en la que se resumió tan singular experimento, por parte de Biot y Arago, los dos astrónomos franceses que habían sido nombrados a tal fin por el Bureau des Longitudes, en una asamblea celebrada el 2 de mayo de 1805.

La estrecha relación de Chaix con Betancourt⁴³, gestada probablemente durante la estancia de ambos en París, le llevó a formar parte del profesorado que se integraría en la recién creada Inspección General de Caminos y Canales (1799), transformada en Escuela tres años después, encargándose de la Cátedra de Matemáticas. De esa época data su celebrada obra *Instituciones de cálculo diferencial e integral*⁴⁴ con sus aplicaciones principales a las matemáticas puras y mixtas, publicada en el año 1801. En su prólogo apunta como la formó y sus intenciones de completarla más adelante con otra sobre el cálculo integral. Estas fueron sus palabras: *He tenido presentes para escribir estas Instituciones las principales obras de los cálculos diferencial e integral que se han publicado en las naciones cultas...he procurado, y tal vez conseguido, simplificar o mejorar las demostraciones de algunas proposiciones importantes, y conciliar la claridad con la concisión...si este primer fruto de mis estudios en las ciencias matemáticas y físico-matemáticas mereciese algún aprecio*

England by Lieutenant Colonel William Mudge (1762-1820). Fue director del Observatorio de Madrid y Catedrático de Astronomía en su Universidad.

⁴³ Agustín de Betancourt y Molina (1758-1824), por su iniciativa se creó la Inspección general de Caminos y Canales, germen del prestigioso Cuerpo de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. Fue invitado a Rusia por el zar Alejandro I (1777-1825), desarrollando en san Petersburgo una fructífera labor que aún permanece en el recuerdo, no en balde fue nombrado mariscal del ejército ruso.

⁴⁴ Realmente se trataba solo del primer volumen, dedicado al Cálculo diferencial y a sus aplicaciones.

de los sabios, será un estímulo poderoso para continuar mis tareas, y completar esta obra con la publicación del cálculo integral.

La interesante exposición teórica de Chaix estuvo acompañada de casos particulares, como se indicaba en su título, de entre los que deben seleccionarse los dos capítulos que probaban sus inquietudes astronómicas. El primero lo desarrolló bajo el epígrafe *De la fuerza central en virtud de la cual describen los planetas sus órbitas respectivas: determínase la naturaleza o expresión de esta fuerza por medio de las dos primeras leyes de Kepler⁴⁵ y por la tercera*. El segundo estuvo dedicado a los planetas que tenían satélites, su enunciado fue el siguiente *De la masa de los planetas que tienen algún satélite: determínase la de Júpiter por medio de su cuarto satélite*. Pero el interés por la astronomía ya lo había demostrado al mismo tiempo que estaba preparando el referido libro, pues sus primeras observaciones astronómicas conocidas datan del año 1799, luego prolongadas en los dos años siguientes.

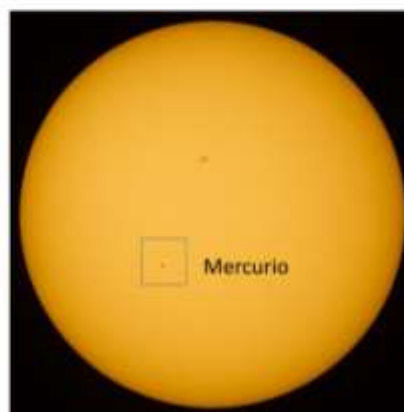
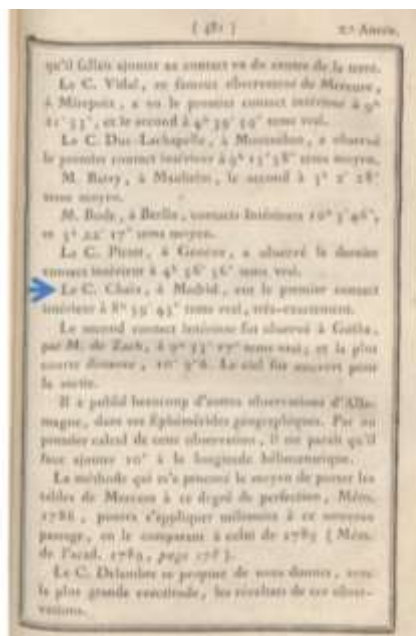
La mayoría de ellas, entre 1800 y 1801, se realizaron desde el mismo emplazamiento, localizado en la calle del Turco y muy cerca del cruce con la de Alcalá; justamente en el domicilio del geólogo Herrgen⁴⁶. No obstante ha de referirse antes otra de singular importancia efectuada en el año 1799. Estando al tanto Chaix de que en unos meses se iba a producir un fenómeno astronómico tan relevante como el tránsito de Mercurio por el Sol, concretamente el día 7 de mayo, dispuso todo lo necesario para que la observación fuera factible. Necesitaba buscar para ello un lugar en el que estacionar el instrumento, con el que tampoco contaba. El lugar elegido fue un desván de la calle Jacometrezo, propiedad de Luis González del Río⁴⁷, justamente en el mismo emplazamiento en el

⁴⁵ Johannes Kepler (1571-1630), uno de los astrónomos que contribuyó sobremanera a la revolución científica, corrigiendo sustancialmente la teoría copernicana al postular la existencia de órbitas eclípticas. Sus tres leyes fueron publicadas en una de sus obras más señaladas *Astronomía nova* (1609); es también destacable su *De Stella nova in pede Serpentarii*, ya que probaba la inestabilidad del universo.

⁴⁶ Christiano Herrgen (1765-1816) llegó a ser Vicedirector del Real Gabinete de Historia Natural de Madrid, ciudad en la que se había afincado para impartir clases en la Escuela de Mineralogía. La sede de tan novedosa Escuela, creada en torno a 1791, se encontraba precisamente en la misma calle del Turco (hoy Marqués de Cubas). Fue también editor de la revista *Anales de Historia Natural*, en la que se publicaron las observaciones astronómicas de Chaix.

⁴⁷ Realmente Luis Fernández Gonzalo del Río, director de la Comisión Gubernativa de Consolidación de vales.

que ya había instalado Megnié un reloj de péndulo, tiempo atrás. El instrumental se lo proporcionó el mecenas Mariano Luis de Urquijo⁴⁸, siempre interesado en el desarrollo de la geografía astronómica, con el deseo de que alcanzara los objetivos previstos. Los instrumentos elegidos fueron finalmente un cuarto de círculo, con el que tomar las lecturas de alturas correspondientes⁴⁹, y un buen anteojo acromático manufacturado por Dollond⁵⁰. Antes de entrar en los detalles de la observación hizo saber Chaix que le interesaba mucho dar a conocer esta observación por no haberse publicado todavía en España⁵¹, cuando ya había aparecido en revistas tan sobresalientes como *Connaissance des Temps*⁵² (año X) y las Efemérides geográficas del astrónomo de Zach⁵³, en circulación desde 1797.



⁴⁸ Mariano Luis de Urquijo y Muga (1769-1817), político ilustrado que llegaría a ocupar los puestos de Secretario de Estado y Ministro de Estado.

⁴⁹ Se recuerda que tales valores los alcanza la estrella a uno y a otro lado del meridiano del lugar (en posiciones simétricas).

⁵⁰ John Dollond (1706-1761), óptico afamado por construir instrumentos matemáticos muy precisos. Fue el primero en patentar las dobles lentes acromáticas, con las que se minimizaba la aberración de igual nombre.

⁵¹ Usó para ello los Anales de Ciencias Naturales (año de 1801. Tomo 3º, nº 7).

⁵² La más antigua en su género, se viene publicando ininterrumpidamente desde el año 1679, su fundador fue el abate Jean Picard (1620-1682) reconocido geodesta y astrónomo. Su determinación del radio terrestre aceleró la difusión de la ley de gravitación universal.

⁵³ Franz Xaver von Zach (1754-1832), fue director del Observatorio de Gotha y el fundador de la revista científica *Allgemeine Geographische Ephemeriden*.

Página 481 del anuario *Connaissance des Temps, pour l'an X de l'ère de la République Française* (1802), con el tránsito de Mercurio el día 7 de mayo de 1799. La imagen en color es la del tránsito del 9 de mayo del año 2016.

A continuación recordaba Chaix su temor a que se frustrara la observación, puesto que el día 6 estuvo siempre cubierto y también en el amanecer del 7. Sin embargo tuvo la fortuna de que despejó justo antes de las 9^h, instante en que estaba prevista el contacto del planeta con el disco solar, lo que aprovechó para tomar 17 alturas del Sol. A las 8^h 50^m todo estaba dispuesto para la observación, de forma que pasados unos minutos se observó con nitidez el instante en que se producía la entrada, anunciándose así a todos los presentes. Después fijó el instante en que pasaba el centro de Mercurio y el del contacto interno de los bordes, a las 8^h 59^m 43^s. Lamentablemente se volvió a nublar y le fue imposible anotar las horas de salida, con un criterio similar al de la entrada. Chaix concluía su crónica con estas palabras. “El Ciudadano Lalande nos anuncia⁵⁴ que el Ciudadano Delambre se propone darnos con la mayor exactitud los resultados de las observaciones que se han hecho de este fenómeno en varias partes; yo me contentaré con decir que de la mía resulta que la longitud de Madrid⁵⁵ es de 24'8'' al Oeste de París”.

Las observaciones astronómicas de Chaix, realizadas en el año 1800, solo fueron posible por haber contado con los instrumentos del Observatorio de Madrid, gentilmente cedidos por el rey Carlos IV⁵⁶, que le permitieron medir la longitud del péndulo que batía segundos. Igualmente contó con otro que le cedió Betancourt, un círculo que había sido “construido por Michel⁵⁷, según los principios del Caballero Borda⁵⁸”. Con dicho material se dispuso a calcular la latitud de Madrid, leyendo las distancias cenitales de algunas de las estrellas cuya posición había determinado el Dr. Maskelyne⁵⁹, por usar el mismo título empleado en la crónica original.

⁵⁴ *Conn.des tems*, an X, pág. 481.

⁵⁵ Este valor de la longitud ha de entenderse expresado en medida temporal, es decir 24^m 8^s.

⁵⁶ Carlos Antonio Pascual Francisco Javier Juan Nepomuceno José Januario Serafín Diego (1748-1819), él fue quien firmó las ordenanzas del Cuerpo de Ingenieros Cosmógrafos de Estado y del Real Observatorio.

⁵⁷ Michel Ferdinand d'Albert d'Ailly (1714-1769), fue, además de duque de Chaulnes, físico y astrónomo.

⁵⁸ Jean-Charles de Borda (1733-1799), excelente geodesta e instrumentista. A él se debió la acuñación de la palabra metro, siendo uno de los principales impulsores del novedoso Sistema Métrico Decimal.

⁵⁹ Nevil Maskelyne (1732-1811), Director del Real Observatorio de Greenwich que colaboró para calcular la diferencia de longitudes entre este y su homólogo de París.

Chaix aprovechó la ocasión para cantar las excelencias del instrumento que le había prestado Betancourt: “las ventajas incalculables del círculo de Borda para las observaciones geodésicas y observaciones astronómicas, son bien conocidas a cuantos le han empleado; pues han visto con cierta admiración, que la exactitud de los resultados excedió siempre a la que habían imaginado, y podían esperar de un instrumento tan pequeño:...la paciencia y constancia del observador en multiplicar las observaciones, pueden destruir progresivamente cuantos errores puedan originarse de la división del instrumento y de su construcción”. Su sabio consejo lo refrendaba, acto seguido, recordando que el círculo había sido usado constantemente por Méchain y Delambre a todo lo largo de la cadena triangular centrada en el arco de meridiano comprendido entre Dunkerque y Barcelona. Chaix lo empleó también, según refería, para medir 90 distancias cenitales de la estrella Altair⁶⁰ (α de la constelación del Águila), insistiendo en que “era uno de los mejores de esta especie que jamás he usado”.



⁶⁰ Esta estrella forma con Vega (α de Lira) y con Deneb (α del Cisne) el llamado triángulo del verano, asterismo que recibió esa denominación a partir del año 1934.

A continuación resumió las observaciones que había hecho durante el mes de septiembre, entre los días 24 y 30 (salvo el 28), obteniendo unos resultados que se presentan en el cuadro adjunto. Conviene aclarar que el arco total referido por Chaix no era más que la suma de todas las distancias cenitales leídas durante la observación, adoptando como valor definitivo de las mismas su media aritmética,

Días	Arco total	Nº lecturas	D. cenital	Latitud
24 y 25	769° 57' 36''	24	32° 3' 8''	40° 25' 1''.6
26	1347° 26' 30''	42	32° 3' 8''	40° 25' 0''.8
27	1860° 37' 0''	58	32° 3' 8''.5	40° 25' 2''.4
29	2373° 45' 7''.5	74	32° 3' 8''.3	40° 25' 2''.1
30	2886° 56' 24''	90	32° 3' 8''.1	40° 25' 1''.9

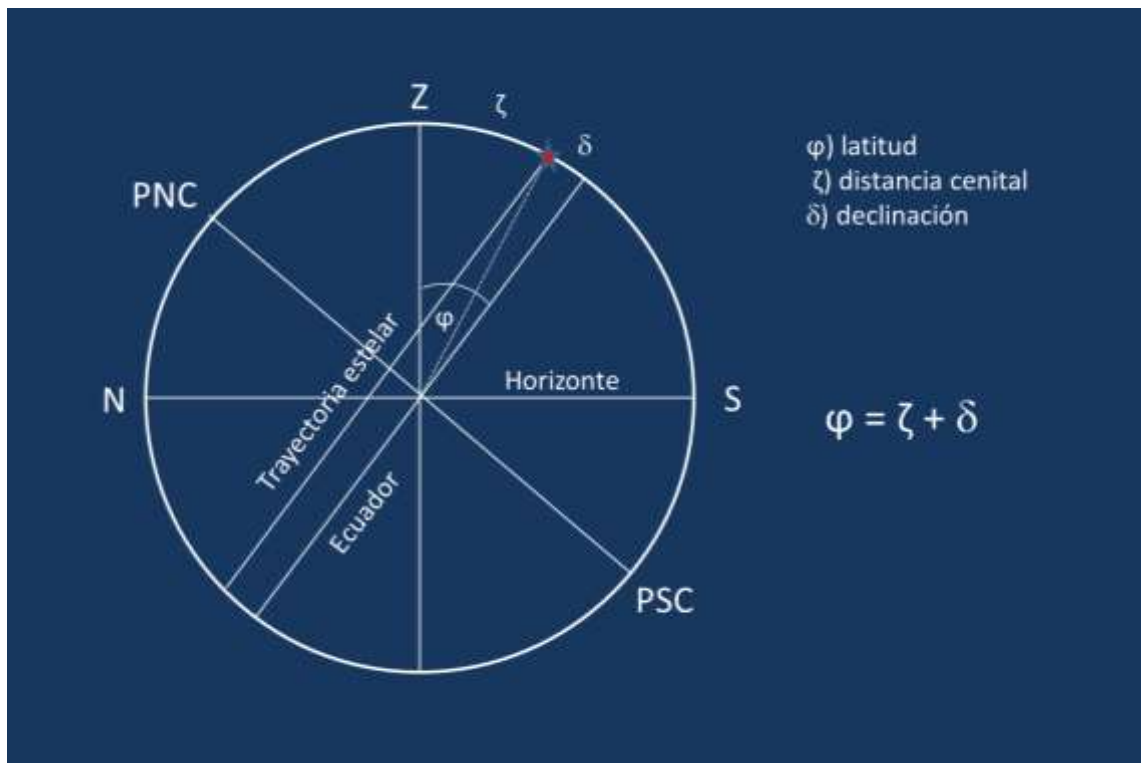
el valor de la latitud se dedujo tras aplicar todas las correcciones astronómicas necesarias, fundamentalmente la debida a la refracción. Chaix se sinceraba después al ofrecer los datos anteriores: “me pareció inútil continuar estas observaciones a causa de que las diferencias de los resultados de los tres últimos días eran muy pequeñas; la primera de tres décimos de segundo, y la otra de dos décimos solamente”. Resulta un tanto sorprendente que no incluyese este la declinación de la estrella⁶¹, pues así el lector medio hubiese podido comprender como se obtuvo la latitud (suma de la distancia cenital y de esa coordenada ecuatorial).

Anunciaba también el astrónomo que en el próximo número de los Anales daría los pormenores de todas las observaciones anteriores⁶², “a fin de que los inteligentes puedan apreciar el grado de confianza que merecen, emplear otros datos si les parecen mejores, y corregir algún pequeño error si por casualidad lo hubiere”. Explicaba también que aún no había trasladado ese valor de la latitud al centro de la Plaza Mayor, aunque estimaba que sería próxima a los 40° 24' 57'' por localizarse la estación, en que había efectuado la observación, unos 5'' al norte de dicha Plaza;

⁶¹ En la actualidad se supone que su valor medio es de 8° 52' 6''.

⁶² También manifestó haber observado 62 alturas de la estrella doble Al Giedi (α^2 de Capricornio) y su intención de hacer algo similar con la α de Acuario.

añadiendo a continuación que más adelante actuaría en consecuencia, cuando hubiese hallado la posición exacta de la casa de Herrgen y leído las alturas meridianas de otras dos estrellas: α de Acuario y la α^2 de Capricornio.



Sección meridional de la esfera celeste que ilustra como la latitud es la suma de la distancia cenital y la declinación de la estrella (positiva), en el instante de su paso superior (culminación) por el meridiano del lugar.

Las siguientes reseñas se centraron en la determinación de la longitud, a partir de las observaciones llevadas a cabo durante los días 30 de septiembre, 1 y 2 de octubre del mismo año 1800. En los dos primeros días se observaron ocultaciones de estrellas por la Luna, la estrella múltiple ψ^1 de Acuario el día 30 y el día 1 otra estrella⁶³ localizada entre las constelaciones del Pez Austral y la cola de la Ballena (o Ceto); las horas locales fueron respectivamente de $9^h 25^m 8^s$ y de $8^h 24^m 38^s$. Mucho más detallado fue el resumen que aportó Chaix, con relación a la observación del eclipse de Luna ocurrido el día 2 de octubre; aclarando que había efectuado las observaciones con el mismo anteojo, de 50 aumentos, que usó para el tránsito de Mercurio. Hasta 24 anotaciones de la hora local,

⁶³ La observación la hizo en realidad su discípulo Martín de Párraga, tal como dejó escrito Chaix.

relativas a los detalles lunares y a su ocultación por el eclipse, incluyendo las de inicio y fin del mismo; facilitadas por estar “la atmósfera bastante despejada; la sombra mal determinada, tenía un color claro semejante a la aguada de tinta de la China, y dejaba distinguir bastante bien las manchas de la Luna que cubría”. Sin embargo, Chaix no proporcionó una información completa sobre la determinación de la longitud, por estar a la espera de efectuar otras observaciones y de conocer valores correspondientes a las que se acaban de concretar; no queriendo aventurarse a fijar la longitud por si su aproximación hubiese sido grosera. Tal falta de concreción se vería suplida años después, tal como se comentará en el tercer apartado de este trabajo, cuando detalló el intercambio de información científica con su gran amigo Méchain.

<i>Día 2 de Octubre.</i>	
Observacion del Eclipse de Luna.	
<i>Tiempo aparente de las observaciones.</i>	<i>Nombres de las manchas de la Luna.</i>
8 ^h . 53. 7".	Principio del Eclipse.
54. 32	<i>Arpalus</i> empezó á entrar en la sombra.
55. 57	Acabó de entrar.
9 ^h . 2. 22".	Empezó á entrar <i>Plato</i> .
3. 42	Acabó de entrar.
7. 47	La sombra tocó á <i>Aristoteles</i> .
10. 19	Le cubrió enteramente.
13. 7	<i>Eudoxus</i> al borde de la sombra.
16. 10	Dentro enteramente.
25. 42	<i>Mare serenitatis</i> empezó á entrar ¹ .
32. 2	<i>Posidonius</i> tocó la sombra.
52. 2	<i>Cleomedes</i> al borde de la sombra.
55. 12	<i>Arpalus</i> empezó á salir.
10 ^h . 2. 2".	Acabó de salir.
5. 22	<i>Mare serenitatis</i> fuera enteramente.
6. 17	<i>Plato</i> empezó á salir.
8. 57	<i>Posidonius</i> acabó de salir.
9. 42	<i>Plato</i> fuera enteramente.
9. 47	<i>Cleomedes</i> salió enteramente.
12. 2	<i>Eudoxus</i> al borde de la sombra.
14. 57	Fuera enteramente.
17. 22	<i>Aristoteles</i> empezó á salir.
20. 12	Salió enteramente.
36. 17	Fin del Eclipse.
La atmósfera estaba bastante despejada; la sombra mal terminada, tenía un color claro semejante á la agua.	
¹ <i>Mare serenitatis</i> , <i>Posidonius</i> y <i>Cleomedes</i> no entraron enteramente en la sombra.	

Detalles de la Luna durante su eclipse del 2 de octubre de 1800, junto a las horas locales de los fenómenos que se describen. Estas observaciones de Chaix se publicaron en los Anales de Ciencias Naturales (tomo 3º, nº 7, 1801).

Los pormenores de las observaciones de la estrella α del Águila, para el cálculo de la latitud cuyos resultados acaban de ser resumidos, fueron publicados en el número siguiente de los Anales (tomo 3º, nº 8, feb. 1801). En ellas se aprecia un salto cualitativo considerable que muestra incontestablemente la fortaleza de los conocimientos astronómicos de Chaix, su pericia en la práctica observacional y el rigor con el que procedía al efectuar los cálculos correspondientes. En efecto, primeramente llama la atención el hecho de que procediera a la corrección de las coordenadas ecuatoriales de la estrella (ascensión recta y declinación), por los efectos innegables de la aberración y de la nutación, transformando así los valores aparentes en definitivos. Otra innovación de gran calado, con relación a los observadores anteriores, fue la determinación del estado del reloj, a fin de obtener una hora local suficientemente fiable; hallando la hora de paso por el meridiano como diferencia entre las ascensiones rectas de la estrella y del Sol, para compararla luego con la hora marcada por el reloj. Además de las correcciones lógicas de esas horas, según el atraso o el adelanto obtenido, también hizo las debidas a la refracción, de tanta incidencia sobre los valores de las distancias cenitales.

Con tal proceder, ya si se podía obtener la latitud como suma de dos valores corregidos: las distancias cenitales y las declinaciones. Al final de este capítulo, se refirió Chaix al protocolo que había introducido al efectuar la puntería a las estrellas, no siempre evidentes por su movimiento aparente (controlado por el propio observador) y por la necesidad de calar en ese instante la burbuja del nivel (tarea encomendada a un colaborador): “yo he encontrado uno sumamente sencillo y breve, con el que se fija en muy corto tiempo el nivel y el astro en el punto que se quiere por medio de un movimiento uniforme y muy pequeño”. Tan seguro estaba de su utilidad, de hecho lo probó con éxito al observar la estrella α de Acuario y Fomalhaut⁶⁴, que aseguraba lo siguiente: “cinco seis días de observación durante ocho minutos u ocho minutos y medio antes y después del paso por el meridiano, son más que suficientes para determinar su distancia meridiana al cenit, con la diferencia de menos de un segundo; y que por consiguiente la Astronomía

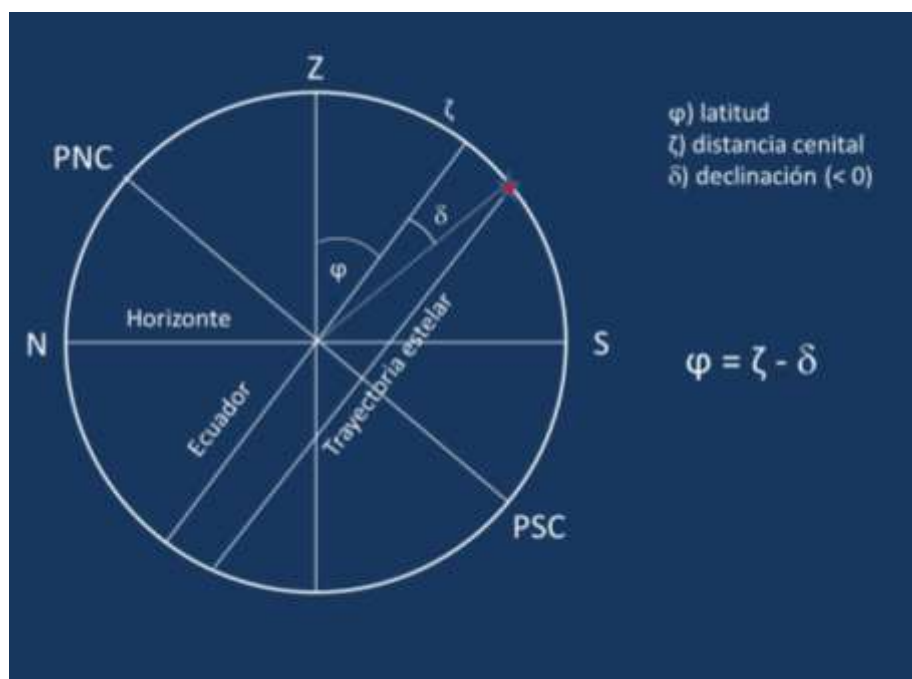
⁶⁴ La más brillante de la constelación del Pez Austral, el vocablo es de origen árabe y significa boca de ballena.

y la Geografía adquirirán por medio de este pequeño pero precioso instrumento un grado de perfección mucho mayor del que se podía esperar del uso de los instrumentos grandes y costosos”.

Las observaciones astronómicas del año 1800 finalizaron con otras determinaciones de la latitud, proporcionada por las dos estrellas anteriores. Los resultados se resumieron en el número siguiente de los Anales (tomo 4º, número 11, jul. 1801). La posición media de la estrella α de Acuario, para el día 13 de noviembre de ese año, la fijaron las dos coordenadas siguientes: ascensión recta de $328^{\circ}53'3''.0$, declinación $1^{\circ}16'48''.4$, ya corregidas por aberración y nutación. La secuencia de las observaciones es conocida. Cálculo del estado del reloj, evaluación de la refracción y aplicación de la misma a la distancia cenital observada. Así se procedió en los días, 9, 10, 12, 15 y 19 de noviembre, obteniendo una latitud de $40^{\circ}25'4''.5$, tras efectuar un total de 282 punterías a la estrella. Igualmente se actuó en las observaciones de la estrella Fomalhaut, los días 21, 22, 23, 29, 30 de noviembre y 1 de diciembre, partiendo de una posición media, para el día 25 de noviembre de 1800, dada por una ascensión recta de $341^{\circ}39'12''.1$ y una declinación de $30^{\circ}40'30''$. Después de haber efectuado 140 punterías, afirmó Chaix “la conformidad de estos resultados no deja duda alguna acerca de la exactitud del resultado final de $40^{\circ}25'2''.4$ ”.

Durante ese último trimestre efectuó también otras tres observaciones, con objeto de ser usadas en su momento para el cálculo de la longitud de Madrid: el día 25 de octubre, el 22 de noviembre y el 21 de diciembre. El primer día se anotó la hora en que la Luna ocultó una estrella entre las ζ y η de Capricornio, fijándola en $6^{\text{h}}27^{\text{m}}47^{\text{s}}$ (tiempo aparente). El 22 de noviembre se hizo lo mismo con otra estrella localizada en la cola de Capricornio, a las $8^{\text{h}}7^{\text{m}}23^{\text{s}}$. Finalmente el día 21 de diciembre se logró observar la inmersión del segundo satélite de Júpiter a las $8^{\text{h}}36^{\text{m}}41^{\text{s}}$. Según el propio observador, las medidas de los dos últimos días fueron más fiables que las realizadas durante el primero, pues mientras en este la luz de la Luna debilitó el brillo de la estrella al acercarse al borde oscuro, en las otras dos se disfrutó de un cielo envidiable.

Cuando finalizó el año 1800, continuaba la preocupación de Chaix por fijar la posición geográfica de Madrid sin demasiada ambigüedad; así lo confirman sus observaciones astronómicas efectuadas en los meses de enero, febrero, marzo y abril de 1801. Sin embargo, las permanentes inclemencias meteorológicas le impidieron cumplir con el programa observacional que había previsto. Él mismo lo aclaraba en el preámbulo del artículo incluido en el número 12 de los Anales de Ciencias Naturales (tomo 4º, oct. 1801), cuando aseguraba que las nubes y lluvias continuas le habían impedido observar el 6 de enero la ocultación de la estrella β de la constelación Virgo, la de χ de Leo el día 28 de marzo, así como la emergencia de la misma β de Virgo y la ocultación de la α (Espiga) de los días 29 y 31 de ese mes. A pesar de todo se congratulaba de haber podido seguir con su programa centrado en la medida de las distancias cenitales de las estrellas principales, amén de haber podido observar “varios eclipses de los satélites de Júpiter y otros fenómenos, que pueden ser útiles para determinar y perfeccionar algunas longitudes geográficas”.



Sección meridional de la esfera celeste que ilustra como la latitud es suma de la distancia cenital y de la declinación de la estrella (negativa), en el instante de su paso superior (culminación) por el meridiano del lugar.

Chaix observó en primer lugar la culminación superior de la estrella Menkar (α de la Ballena), durante los días 23, 27, 28, 29 y 30 de enero. Los

valores medios de sus coordenadas ecuatoriales fueron los siguientes: $42^{\circ} 58' 18''.7$ de ascensión recta y $3^{\circ} 18' 10''.5$ de declinación. A partir de tales valores determinó el estado del reloj para cada día y las correcciones astronómicas ya sabidas. El resumen de los datos proporcionados por el astrónomo se presenta en el cuadro siguiente, debiendo hacer notar que la estrella fue observada en seiscientas ocasiones. La latitud resultante fue de $40^{\circ} 25' 4''.3$, al haber supuesto que la distancia cenital debería ser la hallada el día 30, producto de cien punterías y casi coincidente con las previas.

DETERMINACIÓN DE LA LATITUD POR LAS CULMINACIONES DE MENKAR			
Días	Punterías	Arco total	D. cenital
23	20	$742^{\circ} 24' 21''$	$37^{\circ} 6' 53''.9$
27	40	$1484^{\circ} 50' 45''$	$37^{\circ} 6' 53''.8$
28	60	$2227^{\circ} 19' 21''$	$37^{\circ} 6' 54''.8$
29	80	$2969^{\circ} 41' 6''$	$37^{\circ} 6' 54''.3$
30	100	$3712^{\circ} 2' 39''$	$37^{\circ} 6' 53''.8$

Chaix procedió de forma análoga con las otras tres estrellas que observó, a saber: Rigel (β de Orion), Sirio (α del Can Mayor) y Procyon (α del Can Menor). Las observaciones se practicaron en los días señalados en el cuadro inferior. De ahí que la información proporcionada por Chaix no fuese tan pormenorizada, él lo justificaba con estas palabras: “sería fastidioso, y aún en algún modo inútil, dar el detalle y cálculos de todas estas observaciones; y así expondré solamente en lo sucesivo los datos principales y resultados de cada día de observación”. Cabe subrayar que aunque en la tabla figuren dos declinaciones negativas (lo son en realidad), en la información original figuran como positivas; un hecho que puede prestarse a confusión.

CÁLCULO DE LA LATITUD POR LAS CULMINACIONES DE RIGEL, SIRIO Y PROCYON					
Estrella	Días	Punterías	D. cenital	Declinación	Latitud
Rigel	20, 21, 22, 23 y 24 .Feb	100	$48^{\circ} 51' 30''.5$	$-8^{\circ} 26' 29''.2$	$40^{\circ} 25' 1''.3$
Sirio	8, 13, 14 y 16. Mar	80	$56^{\circ} 52' 12''.3$	$-16^{\circ} 27' 10''.3$	$40^{\circ} 25' 2''.0$
Procyon	18, 21 y 22. Mar	48	$34^{\circ} 41' 31''.0$	$5^{\circ} 43' 30''.6$	$40^{\circ} 25' 1''.6$



Telescopio del Observatorio de Palermo con el gran círculo de Ramsden (5 pies de diámetro). Ramsden fue presentado a Piazzi por Maskelyne.

Efectuado el recuento de todas las observaciones astronómicas con las que se pretendió calcular la latitud, hizo Chaix una interesante reflexión a propósito de las declinaciones de las estrellas que había utilizado en sus trabajos. Demostró así que estaba al tanto de las últimas investigaciones en su campo, y concretamente las efectuadas en el Observatorio astronómico de Palermo dirigido por Piazzi⁶⁵, en donde se había instalado recientemente un telescopio dotado con un gran círculo vertical, diseñado

⁶⁵ Giuseppe Piazzi (146-1826), autor del celebrado catálogo *Praecipuarum Stellarum Inerrantium Positiones mediae ineunte Saeculo XIX* (1803). Una obra que no hubiese sido posible sin contar con el gran círculo de Ramsden, con el que descubrió el asteroide (hoy denominado planeta enano) Ceres el 1 de enero de 1801.

por Ramsden. Solo así puede explicarse que su director consiguiera determinar las declinaciones estelares con una exactitud nunca vista hasta entonces, tal como pensaba Chaix⁶⁶. El cual se refería además a otro hecho singular, la refracción en aquellas latitudes sicilianas era más estable que la que se observaba en París o en Greenwich. La elección de las declinaciones de Piazzzi estaba por tanto más que justificada a juicio de Chaix, siendo las que utilizó exclusivamente en sus observaciones⁶⁷. Sin embargo el afán de Chaix por ajustar, cada vez más, el valor de la latitud, lo llevó incluso a corregir las declinaciones obtenidas en Palermo. Para ello les aplicó una pequeña corrección debida a la paralaje ánuu, tal como habían venido haciendo Maskelyne y Hornsby⁶⁸ en las observaciones practicadas en el Observatorio de Greenwich⁶⁹, cuyos valores se reflejan en la tabla que se presenta a continuación,



Calle del Turco, esquina con Alcalá. Allí efectuó J. Chaix la mayoría de sus observaciones astronómicas. El plano es un fragmento de la Hoja Kilométrica 8E, cuyo original se dibujó a escala 1/2000.

⁶⁶ Chaix las consideraba preferibles a las que daban otros astrónomos, pues a su juicio se habían obtenido con un instrumento superior a cuantos se conocen, y mucho más adecuado para estas determinaciones que los cuartos de círculo murales de que hacen uso los demás astrónomos”.

⁶⁷ Con la excepción de la correspondiente a la estrella α del Águila, que fue tomada del anuario *Connaissance des Temps* al no disponer todavía de las primeras cuando se publicó su trabajo. No obstante fue una estrella que no se tuvo en cuenta al calcular el resultado definitivo de sus observaciones, al haber considerado que el parcial obtenido tenía muy poco peso.

⁶⁸ Thomas Hornsby (1733-1810), matemático y astrónomo. Ocupó la *Savilian Chair of Astronomy* en la Universidad de Oxford, a lo largo de su carrera hizo decenas de miles de observaciones.

⁶⁹ Chaix dio la fórmula empleada para calcular la corrección: $0''.48 \sin(\lambda_{SV} - \alpha_E)$, siendo λ_{SV} la longitud del Sol verdadero y α_E la ascensión recta de la estrella en cuestión.

ÚLTIMO AJUSTE PARA DETERMINAR LA LATITUD DE MADRID		
Estrella	Corrección de δ	Latitud
α Acuario	0''.35	40° 25' 4''.1
Fomalhaut	0''.28	2''.1
α Ballena	0''.22	4''.5
Rigel	0''.37	1''.7
Sirio	-0''.42	2''.4
Procyon	0''.44	2''.0

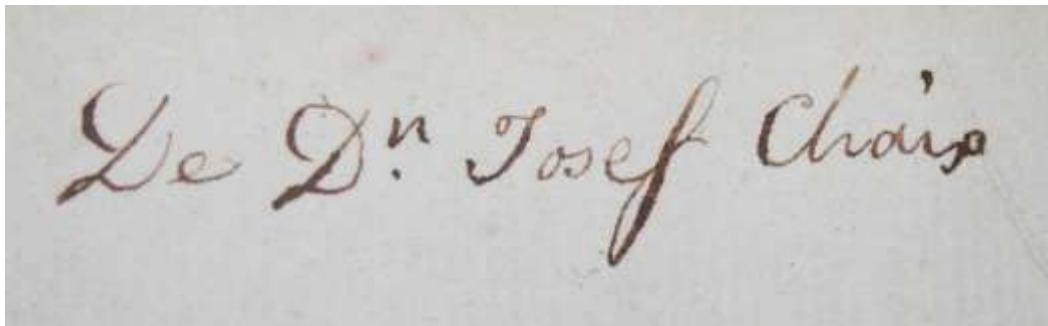
Chaix calculó el valor medio de la latitud atendiendo a esos seis resultados o teniendo en cuenta el número de observaciones realizadas en cada caso, comprobando que resultaba en los dos supuestos 40°25'2''.8, pudiendo concluir que *la latitud geográfica del desván de la casa de D. Christiano Herrgen, calle del Turco, es de 40°25'2''.8, y que apenas puede haber en ella un segundo de error*⁷⁰.

Las últimas observaciones astronómicas que figuran en este número de los Anales se detallaron bajo el epígrafe Fenómenos. Chaix resumió todas las efectuadas en 1801, las cuales podrían utilizarse más tarde para calcular la longitud. La primera la efectuó el 31 de enero, observando la emersión del primer satélite de Júpiter a las 9^h17^m42^s de tiempo aparente (ta); aunque la atmósfera estuviese muy despejada creyó que podría haber una indeterminación de segundos en la toma de la hora correspondiente a la salida del satélite. El mismo fenómeno sería observado el día 9 de febrero a las 5^h39^m25^s (ta), calificando la medida como muy fiable. También fue observada, de nuevo, una emersión el día 16 de febrero a las 7^h34^m4^s (ta), y catalogada como la anterior. El día 25 de febrero pudo anotar la hora de la emersión del tercer satélite a las 7^h48^m44^s (ta). Idéntica operación se repetiría el día 4 de marzo a las 11^h49^m16^s (ta), el observador fue en esta ocasión el ya mencionado Martín de Párraga.

El mismo operador practicó la del día 25 de marzo, fijando la emersión del primer satélite de Júpiter a las 11^h44^m27^s (ta); la observación fue

⁷⁰ Chaix manifestaba que aún no había podido determinar con rigor la diferencia de coordenadas entre ese emplazamiento y el centro de la Plaza Mayor, aunque insistiera en su creencia de que la estación se encontraba unos 5'' al Norte de dicha Plaza.

considerada muy fidedigna. El día 27 de marzo observó Chaix la emersión del segundo satélite a las $10^h 40^m 44^s$ (ta), la observación la consideró buena. Al día siguiente se observó la inmersión de la estrella β de Virgo en la Luna, a las $11^h 45^m 12^s$ (ta), aunque el cielo estuvo nublado antes de la ocultación, al llegar esta se aclaró y pudo observarla con nitidez; sin embargo se volvió a nublar otra vez imposibilitando la observación de la emersión. Los nublados continuaron los días 29 y 30, con lo que no pudo observarse el eclipse de Luna ni la ocultación de la estrella α de Virgo previstos, respectivamente, para esos días. El 16 de abril se visó la emersión del tercer satélite a las $8^h 28^m 23^s$ (ta), Chaix dio esa observación por muy buena. La emersión de la estrella α de Leo fue observada el día 24 de abril a las $8^h 30^m 1^s$ (ta), la continua aparición y desaparición de nubes añadió una cierta incertidumbre a la toma de hora. Todo lo contrario sucedió el día 26 al observar la emersión del primer satélite a las $8^h 30^m 17^s$ (ta), resultando pues una buena observación. La última observación reseñada tuvo lugar el día 28 de abril, fijando la emersión del segundo satélite de Júpiter a las $10^h 37^m 45^s$ (ta); también fue calificada por Chaix como buena, por haber contado con una atmósfera muy limpia.



De D.ⁿ Josef Chaix

Controversia entre Chaix y Antillón

Vaya por delante que el turolense Antillón⁷¹ gozaba en esta época de un reconocido prestigio como, abogado, geógrafo⁷² y como docente, ya que ocupaba la Cátedra de Astronomía, Geografía, Cronología e Historia en el Seminario de Nobles de Madrid. De entre su extensa e interesante producción bibliográfica debe seleccionarse aquí sus *Lecciones de Geografía Astronómica, Natural y Política* (1804). En ella se abordan, con cierto rigor, los fundamentos de un área de conocimiento nada evidente, por sus fundamentos físicos y matemáticos. El programa lo desarrolló en trece lecciones, acompañadas de ejemplos que facilitaban su comprensión. Las centradas en el problema que nos ocupa fueron la tercera, en donde se abordó la determinación de la latitud (la altura del polo); la séptima, referida a las latitudes y longitudes geográficas; la novena, en donde se insiste sobre el cálculo de la latitud (por alturas meridianas del Sol y de las estrellas) y la undécima, donde se aborda la determinación de las longitudes.

Es destacable la importancia concedida a esta última cuestión, ya que se refiere a los diferentes métodos con los que se podía obtener esa coordenada, a saber: eclipses (de Sol, Luna y satélites de Júpiter), ocultación de estrellas por la Luna, distancias lunares y “por relojes de movimiento uniforme”. En la presentación de la obra citó Antillón las referencias en que se apoyó: “En el arreglo de este primer tomo me he valido principalmente de la *Geografía matemática y crítica de Lacroix*⁷³, de la *Astronomía de Lalande*, de los *tratados de navegación de Bezout*⁷⁴ y de *Mendoza*⁷⁵, y de algunas obras de *Mentelle*⁷⁶; y he procurado escoger lo

⁷¹ Isidoro de Antillón y Marzo (1778-1814), su vida y obra ilustra muy bien el desarrollo y las vicisitudes de la ciencia española en los años en que estalla la crisis del Antiguo Régimen (en palabras de Horacio Capel)

⁷² Seguramente el más importante y representativo del período final de la Ilustración española, en palabras de Horacio Capel (*Scripta Vetera. Edición Electrónica de Trabajos Publicados sobre Geografía y Ciencias Sociales*. Número 104. Universidad de Barcelona. 1987)

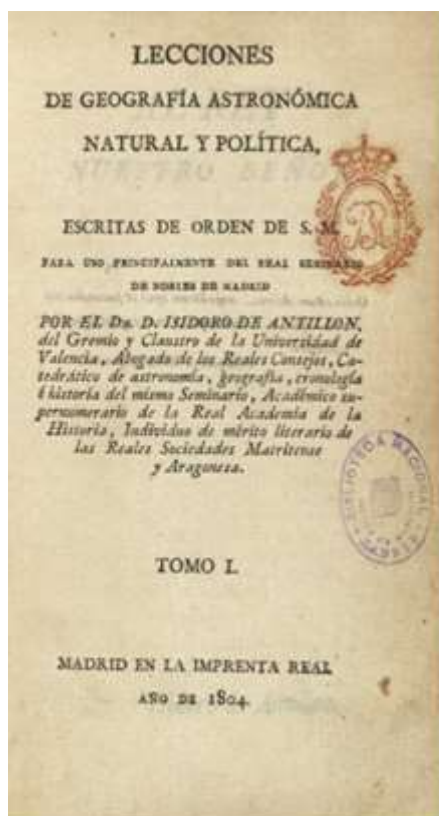
⁷³ Sylvestre François Lacroix (1765-1843), prolífico matemático y cartógrafo autor de la *Introduction a la géographie mathématique et critique et a la géographie physique*.

⁷⁴ Étienne Bézout (1730-1783), matemático autor de *Traité de navigation*.

⁷⁵ Josef de Mendoza y Ríos (1761-1816), marino autor de *Tratado de Navegación*, en dos tomos.

⁷⁶ Edme Mentelle (1730-1815), profesor de historia y geografía en la Escuela Militar de París. Entre sus obras destacan las siguientes: *Géographie comparée* (1778) y *Cours complet de Cosmographie, de Chronologie, de Géographie et d'Histoire* (1801)

que en cada uno de estos escritos me ha parecido más análogo al plan que determiné seguir en la parte astronómica de la Geografía”.



Portada de las Lecciones de Geografía Astronómica, Natural y Política, junto a la imagen cartográfica del Seminario de Nobles en el Plano Geométrico de Madrid (Tomás López, 1785).

El origen de la controversia con Chaix fue una información, poco meditada, que apareció publicada en la revista Variedades de Ciencias, Literatura y Artes⁷⁷ (nº X, página 196); en ella se comentaba, con relación a Madrid, “que no sabemos todavía su latitud y longitud”. Antillón se sintió aludido y consiguió que se incluyese en el número XII la respuesta titulada “*Observaciones astronómicas en cuyos resultados se funda la situación de Madrid en longitud y latitud. Por Don Isidoro de Antillón*”. El contenido del artículo se estructuró en dos partes, una dedicada a la longitud y otra a la latitud; recopilándose en ambas las observaciones que pretendían desmentir la aseveración que molestó a Antillón. Las primeras observaciones reseñadas por este fueron las observaciones de los eclipses de los satélites de Júpiter, practicadas en el año 1790 por Mazarredo;

⁷⁷ Editada entre 1803 y 1805.

concretamente las emersiones del primero, segundo y tercero. Las horas locales correspondientes se compararon con sus homólogas de Cádiz y se dedujo que la longitud de la Plaza Mayor era de $2^{\circ}30'38''.7$ al este de aquella ciudad. El mismo operador observó la ocultación de varias estrellas por la Luna en septiembre de 1794: inmersión y emersión de Aldebarán y de α de Tauro; las observaciones homólogas en Cádiz las realizaron “tres oficiales, usando dos de ellos el método y fórmulas de Cagnoli⁷⁸, y el otro las de Sejour⁷⁹”. La longitud resultante para la Plaza Mayor de Madrid, resultó ser de $2^{\circ}35'31''.7$ E. Cádiz.

Antillón también citó el tránsito de Mercurio por el Sol el día 7 de mayo de 1799, que había sido observado “por Don Josef Chaix, actual Vice-Director del Observatorio astronómico de esta Corte”. El valor de la longitud de Madrid, al Oeste de París fue de 24^m8^s (en tiempo) o de $6^{\circ}2'$ (en arco). El propio Antillón participó en alguna de las observaciones astronómicas que referenció, así sucedió con la del eclipse de Sol del día 17 de agosto de 1803, en la que intervinieron igualmente “D. Josef González y D. Felipe Bauzá”. La estación se situó en el campanario de la iglesia de Santa Cruz de la calle Atocha (Madrid). Las horas locales obtenidas fueron comparadas con sus correspondientes del Observatorio de París, resultando una longitud de: $24^m14^s.3$ W $\equiv 6^{\circ}3'34''.5$. Otra reseña se refirió al cálculo de la longitud que hizo Ciscar⁸⁰ en Cartagena, usando los datos proporcionados por las observaciones del eclipse de Sol, ocurrido el 11 de febrero de 1804, desde Madrid y Cádiz, resultando que la sede del Depósito Hidrográfico era de 10^m al este de Cádiz, es decir $2^{\circ}30'E$. Llegados aquí conviene subrayar la honradez intelectual de Antillón, pues reconoce su poca experiencia como observador, a propósito de dicho eclipse, en estos términos “y en cuanto a mí toca, por la poca o ninguna consideración que merecen las determinaciones de un aprendiz en la práctica de la astronomía, comparadas con las de dos tan dignos maestros⁸¹, y tan veteranos en el arte de observar”.

⁷⁸ Antonio Cagnoli (1743-1816), matemático, astrónomo y diplomático.

⁷⁹ Achille Pierre Dionis du Séjour (1734 –1794), astrónomo y matemático.

⁸⁰ Gaabriel Ciscar y Ciscar (1759-1829), marino y Catedrático de Matemáticas en la Escuela de Guardiamarinas de Cartagena.

⁸¹ Se estaba refiriendo a Felipe Bauzá y a Josef González Ortiz

El apartado de la latitud comienza describiendo con cierto detalle las observaciones del año 1788, efectuadas por Tofiño en el domicilio del Conde de Aranda. Las estrellas elegidas fueron las β y γ de Cefeo (en su culminación inferior) y otras del Can Mayor (en su culminación superior), los valores correspondientes fueron: $40^{\circ}30'8''.21$ y $40^{\circ}21'31''.20$. El promedio de ambos, $40^{\circ}25'49''.70$, fue trasladado al centro de la Plaza Mayor, ya que el domicilio se encontraba $37''.50$ al Sur del mismo; el valor definitivamente adoptado fue $40^{\circ}25'12''.20$. Las siguientes observaciones recogidas por Antillón fueron las que efectuó Chaix, en septiembre de 1800, de la estrella α del Águila y las que hizo después, en noviembre y diciembre, de la de α de Acuario⁸²; logrando fijar “irrevocablemente” el valor de la latitud en la Plaza Mayor: $40^{\circ}24'57''.15$. Otra observación recopilada fue la realizada en el Depósito Hidrográfico, el 17 de octubre de 1799, ubicado en el número 13 de la calle de la Ballesta. A partir de la altura meridiana de la estrella α del Águila se halló el valor de $40^{\circ}25'32''$, transformado en $40^{\circ}25'7''.7$ al trasladarlo al centro de la Plaza Mayor.



La Plaza Mayor y sus aledaños en el Plano Geométrico de Tomás López (1785).

Las siguientes observaciones fueron todas de alturas meridianas del Sol, siendo los operadores Bauzá y Mazarredo. El primero las tomó en la sede del Depósito, con un quintante de Troughton, hallando $40^{\circ}24'59''.7$, ya

⁸² Según Antillón, la latitud deducida a partir de esta estrella fue de $40^{\circ}25'2''.4$; cuando la estrella había sido la α del Pez Austral.

referido a la Plaza Mayor. El segundo hizo más de 100 observaciones⁸³, en su propio domicilio, dando como promedio $40^{\circ}25'50''$; ahora bien, como su domicilio estaba $30''.9$ al Norte de la Plaza Mayor, resultó para esta $40^{\circ}25'19''$.1.

Antillón fue un tanto ingenuo cuando cerró su breve recopilación manifestando “tales son los datos de que tengo noticia y que afianzan la situación de Madrid en longitud y latitud. Ignoro si todavía hay algunas otras observaciones...o si el observatorio astronómico ha dedicado una parte de sus tareas a esta determinación. Más aún cuando así no sea, los resultados de las observaciones referidas bastan para asegurar que...el establecimiento astronómico de Madrid resultará tan seguro y científicamente determinado, como el punto más bien conocido del globo terrestre”. De acuerdo con su exposición, dio traslado de su queja a la dirección de la revista, extrañándose que con tales antecedentes comunicasen que se ignoraba la posición geográfica de la capital: “una proposición indecorosa al honor nacional, y poco grata a los amantes de la astronomía”. Con tal suposición se contradecía el hecho de que el *Bureau des Longitudes* de París, incluyera cada año en sus *Connaissance des Temps* “a nuestra Corte por uno de los pueblos de la Tierra, cuya longitud y latitud está determinada astronómicamente”. La petición última rezaba así: “Por estas razones creo tener derecho para suplicarles se sirvan retractarse de dicha proposición que leída sobre todo en países extranjeros, daría poco ventajosa idea de nuestra cultura, y nos privaría de la gloria a que justamente somos acreedores por nuestros esfuerzos en promover, sin más estímulo que el entusiasmo de adelantar la geografía, las observaciones astronómicas”. Antillón firmó su reclamación⁸⁴ el 17 de mayo de 1804.

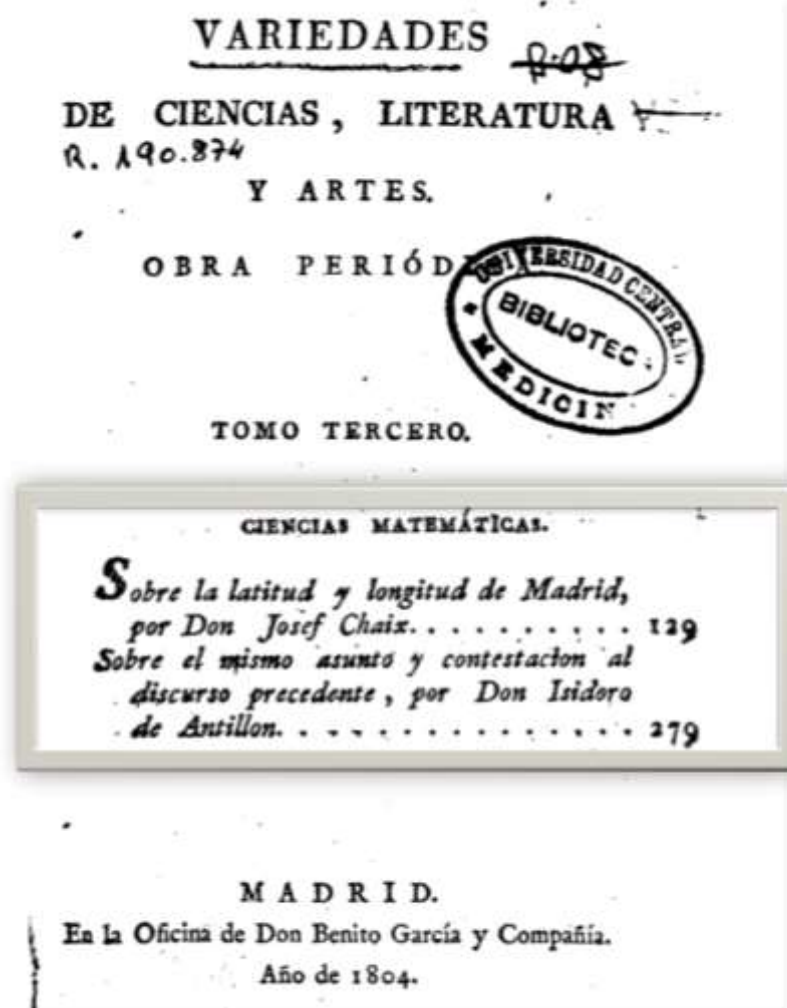
⁸³ La fecha es indeterminada, ya que Antillón solo cita que fue hace algunos años; también comentaba que poseía copia del original de esas observaciones, “que se dignó comunicarme su autor en 1802”.

⁸⁴ La revista atendió la petición de Antillón publicando su artículo y añadiendo, tras él, la nota siguiente: No ignorábamos al poner en el núm. 10 la nota a que se refiere esta carta, que por varios particulares se habían hecho observaciones sobre la posición geográfica de Madrid...pero creíamos que el resultado de estas observaciones sin embargo de su exactitud, carecía de aquella publicidad y confrontación precisas para fijar la opinión en este punto de una manera general e incontestable. De cualquier modo nos alegramos de haber dado ocasión a la nota instructiva que nos comunica nuestro corresponsal, y de contribuir con su publicación a la extensión de las noticias que contiene.

Chaix, que había hecho caso omiso de la denuncia a la que contestó Antillón, si creyó oportuno intervenir tras haber sido citado por este. Resulta cuando menos sorprendente el tono usado para dirigirse a Antillón, cuando este había alabado su proceder. Parece como si le atribuyera al geógrafo un deseo de arrogarse una representatividad que no tenía, o el haber formulado una velada crítica de la que podría desprenderse una posible inacción del observatorio astronómico, que dirigía en aquel momento. En cualquier caso el escrito enviado por Chaix a la revista *Variedades de Ciencias, Literatura y Artes*⁸⁵ fue inmisericorde con Antillón y próximo al mal gusto, por llegar incluso a la pretensión nada indirecta de ridiculizarlo; no obstante, el lector puede extraer sus propias conclusiones, después de leer el amplio extracto que se transcribe a continuación:

El comienzo es protocolario, aunque solo sea en el párrafo en el que le agradece que hubiese tenido la bondad de citar sus observaciones, aunque lo hiciera “de un modo muy inexacto e irregular, pues además de equivocar el número y la especie de las que contiene el nº 11 de los Anales de Ciencias naturales, no hace mención alguna de las que publiqué en el nº 112 de los mismos Anales, hechas en los meses de Enero, Febrero, Marzo y Abril del año 1801, las cuales son las más numerosas, importantes y decisivas que he hecho en Madrid”. Sin embargo, la crítica más exacerbada la hizo a continuación, después de la breve alabanza de rigor: “Estoy muy lejos de creer que el Señor Antillón omitiese de intento estas observaciones; esto no cabe en un hombre honrado y de buena fe: es pues evidente que no las conocía, y por consiguiente, que incurre en la misma falta que critica en vmds.: esto es *la de no conocer las observaciones astronómicas y los cálculos en que se funda la situación de Madrid, que se han publicado, y corren impresos en papeles muy recientes*: falta mucho más notable en un profesor de Astronomía, Geografía y Cronología, que en vmds. Que se consideran meramente como unos aficionados, o que a lo menos no están condecorados con aquellos títulos”.

⁸⁵ Publicado con el número XV, del tomo 3º. Año 1804.



Portada de la revista Variedades de Ciencias, Literatura y Artes, en que se publicaron el escrito de Chaix y la respuesta de Antillón.

También le reprochó más adelante que al percatarse de que sus observaciones, publicadas en el nº 11 de los Anales, no se daban por concluidas, debería de haber consultado los índices de los números siguientes: “para ver si en ellos se continuaban, con esto hubiera visto la multitud de ellas que contiene el nº 12, y los resultados satisfactorios que ofrecen relativamente a la latitud; los hubiera dado a conocer al público en el citado papel; y hubiera éste podido formar un juicio exacto de la parte que cada uno ha tenido en la determinación de la latitud y longitud de Madrid”.

El contenido del resto del artículo de Chaix se centra en la defensa de las observaciones astronómicas que había efectuado hasta entonces, con la

particularidad que aclara los intercambios científicos que tuvo con Méchain, al que se refería como “íntimo amigo mío”, y que sirvieron para fijar la longitud de Madrid. Chaix comentaba que si no los había publicado antes “fue porque no los creí suficientes para fijar de un modo incontestable la longitud de Madrid...y porque proponiéndome continuar las observaciones...debía necesariamente aumentar el número de los resultados, y por último deducir de ellos la referida longitud de modo que mereciese toda la confianza. En efecto, las continué en los meses de mayo y junio del año 1801, y tuve la buena suerte de hacer una el día 24 de mayo, que por su naturaleza y circunstancias la juzgo ella sola superior a todas las demás juntas”.

La referencia que hizo de las observaciones para determinar la latitud no aporta nada nuevo, a lo ya sabido, salvo que dio a conocer el error que había cometido Antillón al suponer que la latitud de $40^{\circ}25'2''.4$ había sido obtenida tras observar la estrella α de Acuario, cuando había sido en realidad la estrella Fomalhaut (α del Pez Austral). Más relevante es en cambio la localización del domicilio de Herrgen con relación a la Plaza Mayor. Chaix aclara que tras haber corregido la orientación del Plano de Madrid de Tomás López⁸⁶, había deducido que se encontraba 800 pies al Norte del paralelo que pasaba por el centro de la Plaza Mayor, «los cuales a razón de 37 varas por cada segundo equivalen a $7''.2$; y quitándolos de $40^{\circ}25'2''.8$ latitud de dicha casa, resulta la del centro de la plaza mayor $40^{\circ}24'55''.6$ ».

En cambio, las referencias de Chaix a sus observaciones astronómicas de longitud si son especialmente interesantes, no solo por concretar por primera vez las horas locales de París, correspondientes a las que él había tomado en Madrid, sino por haber incluido otras de las que no se tenían noticias, como fueron las que efectuó durante los días 19 y 24 de mayo. En el cuadro que se acompaña a continuación se han vaciado los datos proporcionados, en su contestación a Antillón, con relación a las

⁸⁶ Tomás López de Vargas Machuca (1730-1802, cartógrafo prolífico que creó escuela. Estudió en el Colegio Imperial y fue *Geógrafo de los Dominios de su Majestad*. Su obra más sobresaliente fue el *Atlas Geográfico de España*, aunque fuese ultimada por sus hijos. El plano geométrico de Madrid se publicó en el año 1785.

observaciones de los eclipses de satélites de Júpiter y a la ocultación de la estrella α de Virgo por la Luna⁸⁷:

OBSERVACIONES ASTRONÓMICAS DE CHAIX PARA DETERMINAR LA LONGITUD DE MADRID (1801)				
Fenómeno	Fecha	H.I. Madrid	H.I. París	Diferencia
Emersión de I	25 de marzo	11 ^h 44 ^m 27 ^s	12 ^h 8 ^m 30 ^s .4	24 ^m 3 ^s .4
Inmersión de III	16 de abril	8 ^h 28 ^m 23 ^s	8 ^h 52 ^m 27 ^s	24 ^m 4 ^s
Emersión de II	28 de abril	10 ^h 37 ^m 45 ^s	11 ^h 1 ^m 46 ^s	24 ^m 1 ^s
Emersión de I	19 de mayo	8 ^h 45 ^m 50 ^s		
Inmersión y Emersión de α V.	24 de mayo	8 ^h 52 ^m 27 ^s .7 9 ^h 50 ^m 49 ^s .5	9 ^h 9 ^m 16 ^s 10 ^h 20 ^m 10 ^s .7	24 ^m 5 ^s
Emersión de II	30 de mayo	10 ^h 22 ^m 51 ^s		
Emersión de I	11 de junio	8 ^h 56 ^m 25 ^s		

Tras reseñar sus observaciones, comentó Chaix que las de los dos últimos meses no las había publicado con las demás, porque se proponía continuarlas y darlas a conocer cada cuatro meses, “pero algunas circunstancias fatales me obligaron a abandonar por entonces mi empresa...y lo verificaré cuando se me proporcione una época más favorable que la presente a los que tienen el laudable deseo de cultivar en esta capital la Astronomía y la Geografía”.

Chaix optó por la longitud proporcionada por la ocultación de la estrella α de Virgo, por entender que la observación de la misma fue incomparablemente mejor que la de los satélites de Júpiter. Acto seguido refirió esa coordenada al centro de la Plaza Mayor, para ello halló la distancia perpendicular de la casa de Herrgen al meridiano de la plaza (una vez reorientado el plano de T. López); «y la encontré de 3730 pies que reducidos a segundos de arco a razón de 28.2 varas por segundo, hacen 44^{''}.1, o 3^s de tiempo próximamente; y añadiéndoles a 24^m 5^s a causa de que la plaza mayor está al oeste de la mencionada casa, resulta la longitud del centro de la plaza mayor de 24^m 8^s». Como por otro lado recordó que la observación que hizo del tránsito de Mercurio⁸⁸ (7 de

⁸⁷ La longitud se halló en este caso como diferencia entre las dos conjunciones verdaderas.

⁸⁸ Chaix observó también el tránsito del mismo planeta el 9 de noviembre de 1802, fijando el contacto exterior de los bordes de Mercurio y del Sol a las 11^h 44^m 22^s. “Hice esta observación en el pequeño

mayo de 1799) había proporcionado el mismo valor de $24^m 8^s$ al Oeste de París, “tendremos fundamento suficiente para creer que esta longitud es muy próxima a la verdadera, y se puede emplear con alguna confianza, hasta que otras observaciones, y particularmente las ocultaciones de estrellas de primera magnitud por la Luna, la determinen de un modo incontestable”.

Chaix trajo luego a colación las meritorias observaciones astronómicas de Jorge Juan, ya comentadas por Espinosa, con relación a la posición geográfica de Madrid. Aunque sea innegable el interés de nuestro protagonista por reivindicar la importancia de los trabajos del ilustre marino⁸⁹, quizás pretendiera también recordar su existencia al geógrafo Antillón (que no lo había mencionado en su nota de propuesta) y Aprovechar la ocasión para cargar con dureza contra el astrónomo Lalande. La reseña de esas observaciones fue leída por este ante la Real Academia de Ciencias de París, el día 7 de diciembre de 1776. Chaix no solo dudaba de la capacidad astronómica del sabio francés, craso error, sino que incluso ni le suponía los más elementales conocimientos. El enfado de Chaix lo motivó una clara equivocación de Lalande, cometida al trasladar la latitud desde el domicilio de Jorge Juan a la Plaza Mayor, pensando que esta se encontraba al Norte de la Calle Preciados⁹⁰; concluyendo que la latitud de aquel era menor que la de la plaza, cuando justamente sucedía lo contrario⁹¹.

La última parte del discurso de Chaix explica, en gran parte, el tono tan desabrido empleado con el geógrafo; ya que estaba molesto con él desde tiempo atrás. El astrónomo reprodujo en ella un párrafo, que a su juicio

observatorio que está en el jardín del Buen-Retiro. El estado del reloj lo determiné por medio de seis alturas del Sol que tomé a las diez de la mañana, y sus correspondientes a las dos de la tarde, con un excelente cuarto de círculo de Troughton que hay en dicho observatorio”.

⁸⁹ Después de referir las observaciones de Jorge Juan afirmaba Chaix “que este célebre Astrónomo y Geómetra tuvo la gloria de ser el primero que determinó la latitud de Madrid de un modo incontestable; la latitud que las observaciones posteriores hechas con instrumentos más adecuados para el intento, y empleando los métodos perfeccionados en estos últimos tiempos, no hacen más que confirmarla”

⁹⁰ Algo disculpable en alguien que no conocía en profundidad la ciudad.

⁹¹ Así comentaba Chaix la equivocación: “...pues cualquiera que conozca los primeros principios de la Astronomía verá que debe suceder lo contrario; esto es que el polo norte observado en un lugar que está quinientas varas al norte de la plaza mayor debe parecer *más* elevado de un número de segundos correspondiente a aquella distancia, que si se hubiese observado desde la referida plaza; y por consiguiente se debe restar dicho número de segundos de la latitud media referida, para concluir la de la plaza mayor, en vez de añadirle como lo hace el Señor Lalande en virtud de aquel error”

estuvo fuera de lugar, incluido por Antillón en su *Carta del Grande Océano*⁹²: “Hemos fijado la longitud de Madrid, según las observaciones del Señor Mazarredo, porque son las últimas de que tenemos noticia. Dicen que hay otras hechas por algunos individuos del Cuerpo de Cosmógrafos del Estado; más no habiéndolas podido conseguir después de haber practicado varias diligencias para lograrlas, hemos seguido las primeras, cuya noticia, &c”. Chaix pensaba que Antillón se había referido con maledicencia al Cuerpo de Ingenieros, pero que en realidad era a él a quien había dirigido su velada crítica. Confesaba entonces que en un principio se había propuesto guardar silencio “bien persuadido de que los inteligentes conocerían su ningún fundamento, y lo hubiera hecho a no haberseme presentado una ocasión tan oportuna⁹³ para vindicarme de la imputación injusta que en él se me hace”.



El Grande Océano. Las longitudes se refirieron al Meridiano de Madrid que pasa por el Seminario de Nobles. Obsérvese que aún no se había completado la exploración del continente australiano.

⁹² El título real de tan interesante documento gráfico fue el siguiente: "*El Grande Océano [Pacífico], desde el paralelo 64 de latitud septentrional hasta el 57 de latitud austral: Para el Curso de Geografía de don Ysidoro Antillón: De orden de Su Majestad, año de 1801*". Junto a él se editó el folleto: Unido al folleto "*Carta esférica del Grande Océano, con un análisis en que se manifiestan los fundamentos sobre que se ha construido, por don Isidoro Antillón, catedrático de Geografía, Cronología e Historia del Real Seminario de Nobles de Madrid, para uso del mismo Seminario. Madrid, 1802*".

⁹³ Evidentemente se estaba refiriendo a la protesta que había formulado Antillón, a propósito de las coordenadas geográficas de Madrid.

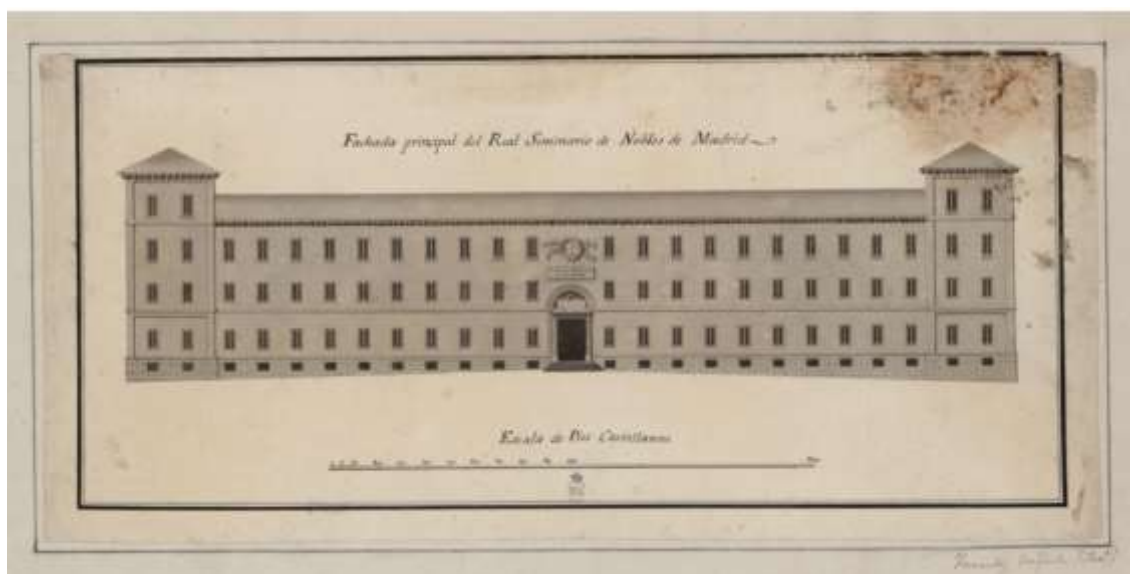
El documento de Chaix, fechado el 6 de julio de 1804, concluía con estas palabras: “Para manifestar cuán poco fundamento tienen estas aserciones, basta decir que según se ha visto, la mayor parte de mis observaciones se publicaron con la mayor individualidad en el año de 1801 en los Anales de Ciencias-naturales, y que el Señor Antillón publicó su carta del Grande Océano en los últimos meses de 1802. ¿Cómo podía, pues yo ocultar o negar en el verano de 1802 las observaciones impresas y publicadas en Madrid en 1801? El absurdo es demasiado manifiesto para que nadie lo crea. La verdad es que ni el Señor Antillón, ni ninguna otra persona en su nombre me pidieron mis observaciones; y que si dicho Señor lo hubiese hecho, hubiera encontrado en mi toda la generosidad y franqueza que pudiera desear”.

La réplica de Antillón se publicó en el mismo número de la revista, Variedades de Ciencias, Literatura y Artes (3º tomo, año de 1804), después de la acusación de Chaix. El tono general empleado fue más equilibrado que el del astrónomo, de acuerdo con el pensamiento de Antillón, el cual se declaraba enemigo “de toda rencilla literaria”, para continuar manifestando su deseo sincero y exclusivo del “mayor adelantamiento de la ciencia que cultivo y el triunfo de la verdad”, a la vez que agradecía a Chaix “que haya ilustrado esta parte de mi memoria, ..., y dado a luz con este motivo nuevos e importantes resultados con que se hace más y más acreedor al reconocimiento y aprecio de los inteligentes”. No obstante intentó refutar o justificar cada una de las aseveraciones recogidas por Chaix, con desigual acierto.

Al referirse a los Anales de Ciencias naturales reconocía que no estaba muy al tanto de los números publicados, al ser distantes de su profesión y de la esfera de sus conocimientos; asimismo hacía saber que el error cometido al señalar como altura de la estrella α de Acuario la correspondiente a Fomalhaut, habría que atribuirlo “a la priesa con que se formó la nota...que no trasciende en lo más mínimo a la conclusión de mi argumento, pero del cual no pretendo excusarme enteramente”. En cuanto a las mediciones astronómicas de Jorge Juan, también reconocía no haberlas incluido en su nota. Acto seguido hacía hincapié en que al haber escrito “tales son los datos de que tengo noticia...ignoro si todavía

hay algunas observaciones que comprueben más estos elementos” daba a entender que podía haber otras muchas que desconocía “dignas del público y honrosas a la nación. Tales son en efecto las observaciones del célebre Don Jorge Juan, que ha presentado extractadas de las memorias de la Academia de las ciencias de París, Don Josef Chaix con reflexiones oportunas. Pero ahora puedo hacer ver que ni este Señor ni yo hemos publicado aún todo lo que hay en este asunto”.

En ningún momento admitió Antillón que hubiese pretendido restar mérito alguno a Chaix, “si en mi corazón hubiese recibido acogimiento la negra envidia de su merecida reputación, desde luego no le hubiera nombrado ni poco ni mucho en dicha nota...lo cierto es que jamás he tenido contra el Señor Chaix *personalidad alguna*, ni creo *haberle hecho imputaciones injustas, ni procedido con ligereza contra algunos individuos del Cuerpo de Ingenieros Cosmógrafos*”⁹⁴.



Fachada Principal del Real Seminario de Nobles de Madrid. El pitipié es de 200 pies castellanos.

Las razones esgrimidas en esta ocasión fueron más poderosas y detalladas que las precedentes, puesto que según Antillón “esta queja del Señor Chaix contra mí, es tan antigua como poco fundada”. Su relato empieza recordando el encargo real, de 1802, para que formase un “Atlas español o una colección de cartas geográficas para uso principal del Real Seminario de Nobles” y como su pretensión era referir todas las longitudes al

⁹⁴ El subrayado repite las palabras que había empleado Chaix para referirse al asunto en cuestión.

meridiano de su sede⁹⁵, necesitaba “averiguar de cierto la longitud de la Corte”. Habiendo oído que Chaix estaba ocupado en tales menesteres y había obtenido resultados al respecto, Antillón solicitó formalmente al Capitán del Cuerpo de Cosmógrafos de Estado que le proporcionasen cuanto información poseyeran, siempre que les fuese posible. La respuesta a su petición, conservada por el geógrafo, no ofrecía dudas. Solamente se aportó el valor de la latitud de Madrid, $40^{\circ}25'2''.8$, y para el de la longitud se remitía al anuario *Connaissance des Temps* del año II (1794); terminando la respuesta de este modo: “...quisiera poder dar a vmd. Una respuesta más completa pero por ahora no puede ser, tal vez dentro de poco tiempo podré complacer a vmd., pero esto no impide el que quede a las órdenes de vmd. su afecto amigo &c”.



Dos esferas armilares, geocéntrica la de la izquierda y heliocéntrica la de la derecha, usadas por los Ingenieros Cosmógrafos. Probablemente fueron fabricadas por Megnié, jefe del taller de instrumentos anexo al Real Observatorio.

⁹⁵ El Real Seminario de Nobles, creado en 1725, tuvo su sede próxima al cruce de las actuales calles de Princesa y Serrano Jover. De hecho hay colocada una placa que hace mención a esa institución en la calle Seminario de Nobles, la cual desemboca en el referido cruce. Cuando se inauguró, diez años después, se trasladó allí el Colegio Imperial que venía funcionando en la calle Toledo.

Antillón continuaba aportando pruebas “de que ni por el Señor Chaix, ni por otro individuo alguno del observatorio se habían hecho observaciones precisas para determinar la longitud de Madrid, o que si se habían hecho, no se me querían comunicar”. Aunque su última afirmación fuese imposible de confirmar, si comentó un asunto que dejaba a Chaix en una posición comprometida. Sabido que las supuestas ofensas proferidas contra los individuos del Cuerpo de Cosmógrafos de Estado se incluyeron en la Memoria aneja a la Carta del grande océano, incorporó Antillón una noticia novedosa: y fue el hecho de que dicha Memoria fue sometida a juicio y examen del mismo Director del observatorio, por parte del jefe inmediato del propio Antillón. Más sobresaliente todavía fue su revelación de que la respuesta recibida no pudo ser más elocuente, “después de llenar de elogios a la obra, y a su autor por un efecto de indulgencia, concluye: En cuanto a la carta del grande océano y sus análisis, *nada tengo que decir*, si no que se debe desear no se le escaseen al Señor Antillón los auxilios necesarios para llevar esta empresa al fin que se propone”.

Antillón se preguntaba después como era posible que si había ofendido de alguna u otra forma al citado colectivo, el jefe del mismo no tuviese nada que decir, “estando en su mano tachar o censurar cualquiera expresión del escrito...Y si mi determinación de la longitud de Madrid por la observación del Señor Mazarredo podía rectificarse por algunas otras de los individuos del Cuerpo de Cosmógrafos, ¿por qué no me ilustró, o respondió a unas expresiones tan terminantes...?”. De inmediato si se empleó Antillón con más dureza “es verdad que no me dirigí personalmente al Señor Chaix, pero tampoco tenía motivo de tomarme esta confianza...y me expusiera a experimentar si tenía o no toda la *franqueza y generosidad que yo hubiera podido desear*⁹⁶. Cuando no se tienen relaciones particulares con un literato,..., tampoco públicas, me parece demasiada confianza exigir trabajos que aún no ha publicado, y que por consiguiente se ignora si los tiene destinados a la luz pública, o a la obscuridad de su gaveta”.

⁹⁶ El subrayado de Antillón era sarcástico, pues esas mismas palabras fueron usadas por Chaix al final de su denuncia.

No obstante, Antillón trató de zanjar la polémica en su conclusión, puesto que reconocía no haber querido ocultar o desatender las observaciones de Chaix, cuyas aportaciones contribuyen sobremanera a la ilustración de la geografía y “de cuyo sobresaliente mérito he sido tan sinceramente apasionado como de todos los que en la carrera de la astronomía, en la que deseo de veras adelantar, han dado evidentes pruebas de su saber”.