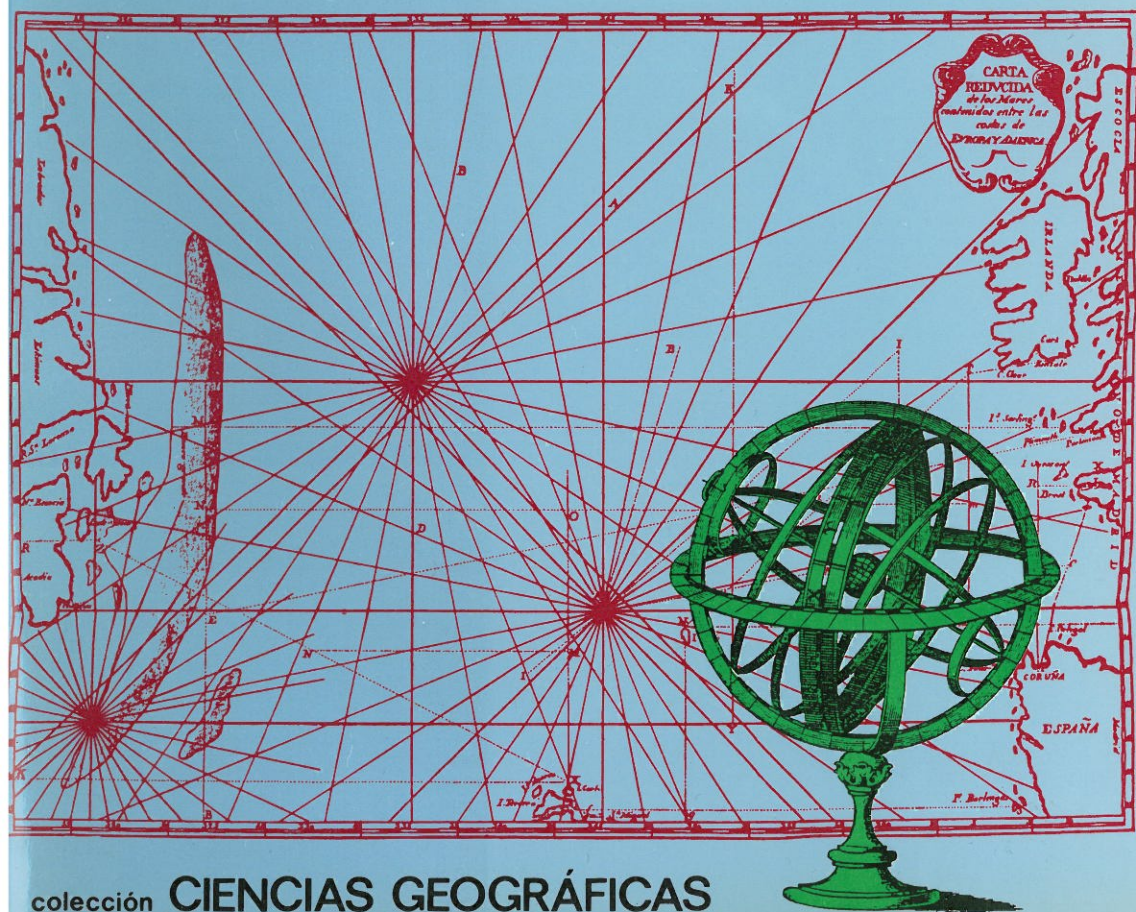


Horacio Capel

GEOGRAFÍA Y MATEMÁTICAS EN LA ESPAÑA DEL SIGLO XVIII



colección **Ciencias Geográficas**

Horacio Capel Sáez nació en Málaga en 1941. Cursó el bachillerato en el Instituto de Lorca y se licenció en historia (1963) por la Universidad de Murcia, institución en la que se inició en la enseñanza superior de la geografía (1963-66). Trasladado a Barcelona, ejerce docencia en su primera universidad desde el curso 1966-67 (desde 1975 como profesor titular de geografía humana) y se doctoró en ella con una tesis sobre *La red urbana española, 1950-1960*. En el otoño de 1976 participó como profesor invitado en el I Curso de Posgrado en Geografía de la Universidad Central de Venezuela. Es secretario de la *Revista de Geografía* (Barcelona); creador de *Geo-Crítica: cuadernos críticos de geografía humana*, editados desde 1976; asesor de redacción de *L'espace géographique* (París), de *Terra* (Caracas), de *Áreas: revista de ciencias sociales* (Murcia) y de la *Rivista Geografica Italiana* (Florencia); y director de la colección «Realidad Geográfica» de la editorial Los Libros de la Frontera. Es miembro de la Associació Catalana de Ciència Regional (AECR, Reg. Sc. Assoc.) y de la British Association for the History of Science. La ciudad y la región urbana constituyeron de 1963 a 1975 su objeto primordial de estudio, con resultados como *Lorca, capital subregional* (Lorca, Cámara de Comercio e Industria, 1968), *Estudios sobre el sistema urbano* (colectánea de artículos, Universidad de Barcelona, 1974), *Capitalismo y morfología urbana en España* (B., Los Libros de la Frontera, 1975) o la tesis de doctorado antes mencionada. Un segundo momento investigador, de interés por la geografía de la percepción, viene acreditado por los artículos «Percepción del medio y comportamiento geográfico» (*Rev. de Geogr.*, 1973) o «Image de la ville et comportement spatial du citadin» (*L'espace géogr.*, 1975). Con las ediciones, prologadas, de *Excepcionalismo en geografía* de F. K. Schaefer y de la *Geografía general* de Varenio (U. de B., 1971 y 1974) y con la publicación de numerosos artículos sobre epistemología e historia de la geografía se abre un tercer momento investigador, que cuajará en los primeros años ochenta con las ediciones de *Indagación y reflexiones sobre la Geografía* de Manuel de Aguirre (1782), del *Epítome de la Biblioteca Oriental y Occidental, Náutica y Geográfica* de Antonio León Pinelo (1737) y con la publicación de la síntesis *Filosofía y ciencia en la geografía contemporánea* (B., Barcanova, 1981), del ensayo (en colaboración con J. L. Arteaga) *Las nuevas geografías* (Salvat, 1982), y de las monografías *Geografía y matemáticas en la España del siglo XVIII* (Oikos-Tau, 1982) y *En torno a los orígenes de la geomorfología española*.

Este libro es el resultado parcial de una investigación del autor sobre la evolución de la geografía a partir de la revolución científica del siglo xvii. Una investigación que trata de situarse en una perspectiva a la vez histórica, epistemológica y sociológica. De una manera general, el objetivo de la misma es analizar cómo afecta a la definición de la geografía la aparición de ciencias especializadas de la tierra y de disciplinas sociales dedicadas a estudiar aspectos que antes caían dentro del campo de la geografía. Por razones de interés particular y de acceso a las fuentes, el estudio dedica atención preferente a la evolución de la geografía y de la ciencia española a partir del siglo xvii

- Las disciplinas científicas no se definen a partir de propiedades esenciales e inmutables, sino que, por el contrario, poseen un carácter cambiante, con límites y relaciones variables entre ellas. A lo largo del tiempo se ha ido produciendo un proceso de diferenciación creciente, con la aparición de nuevas ramas científicas, y la desaparición de algunas de las que ya existían. Es el proceso que Stephen Toulmin ha tratado de interpretar en términos ecológicos, aplicando la teoría darwinista de la variación y selección natural como forma general de explicación histórica. La historia de la geografía puede ser más fácilmente interpretada desde esta perspectiva, en la que es posible plantear sobre nuevas bases el tema de la continuidad y el cambio intra e interdisciplinarios
- La geografía es una de las más viejas ramas de la ciencia: la rama dedicada al estudio y descripción de la tierra; un amplio campo de reflexión científica con múltiples implicaciones y cuya importancia y trascendencia es innecesario señalar. Desde el Renacimiento la geografía, como ciencia físico-matemática, aparece asociada a la resolución de muchos de los problemas esenciales de la revolución científica. Pero el estudio matemático de la esfera terrestre y el de las propiedades físicas de la tierra, que eran el objeto más característico y más propiamente científico de esa ciencia —como afirmaba taxativamente Varenio en 1650— pasa a ser en los siglos xviii y xix tema de estudio de otras disciplinas. En particular, el desarrollo de la cartografía y la geodesia como disciplinas autónomas, y la aparición de ramas especializadas dedicadas al estudio de la constitución física de nuestro planeta afectaban de forma fundamental a la definición del objeto tradicional de la geografía. Este proceso va unido a otro de identificación creciente de la geografía con un saber enciclopédico y descriptivo sobre los países de la tierra, un saber que no posee ya para muchos la consideración de científico.

GEOGRAFÍA Y MATEMÁTICAS
EN LA ESPAÑA
DEL SIGLO XVIII

GEOGRAFÍA Y MATEMÁTICAS

EN LA ESPAÑA DEL SIGLO XVIII

HORACIO CAPEL



oikos-tau, s. a. - ediciones

APARTADO 5347 - BARCELONA

VILASSAR DE MAR - BARCELONA - ESPAÑA

Primera edición 1982

Copyright © 1982 Horacio Capel Sáez

ISBN 84-281-0517-0

Depósito Legal: B-11.860-1982

© oikos-tau, s. a. - ediciones

Derechos reservados para todos los países

Printed in Spain - Impreso en España

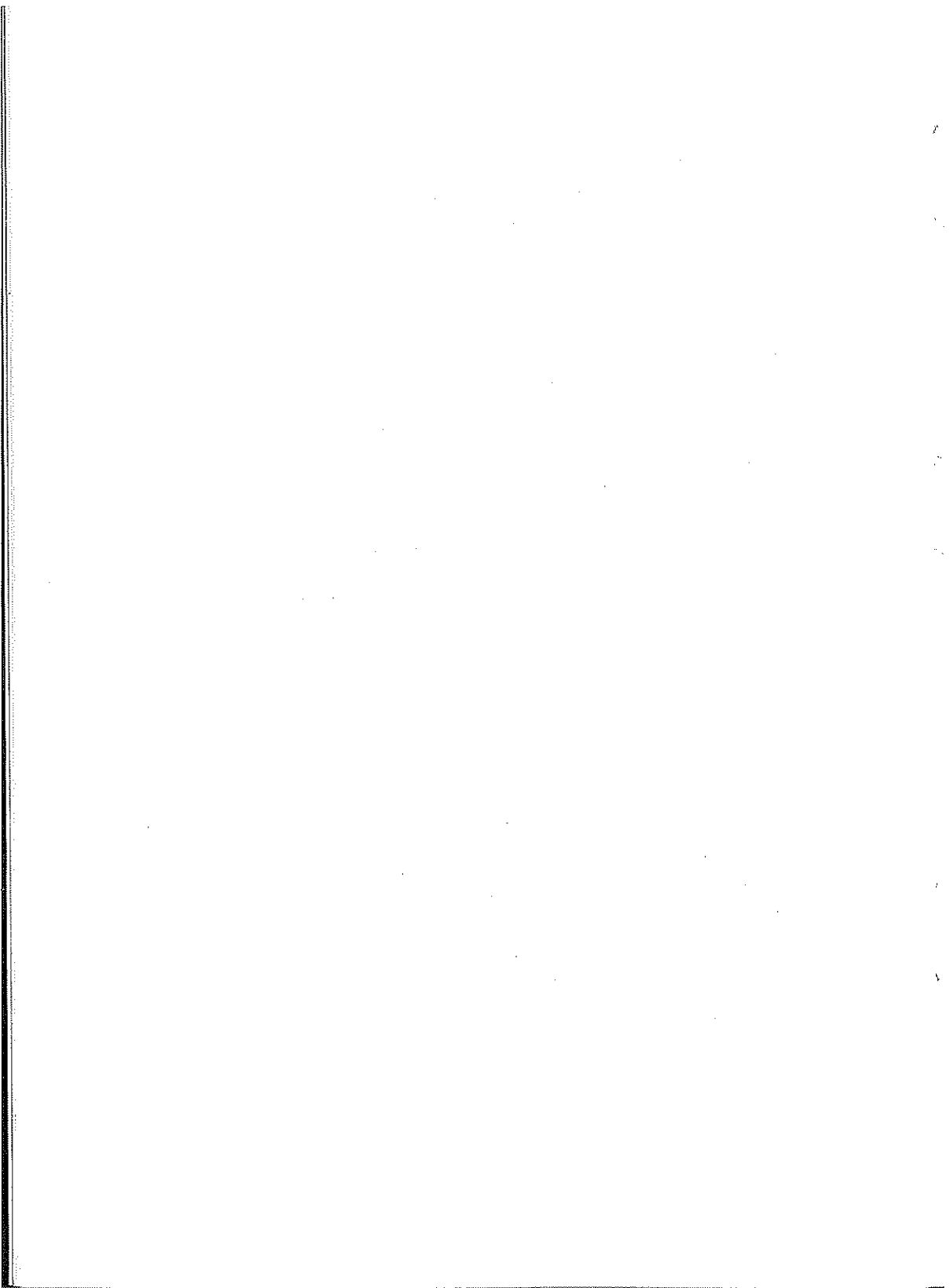
Industrias Gráficas Garcia
Montserrat, 12-14 - Vilassar de Mar (Barcelona)

Índice

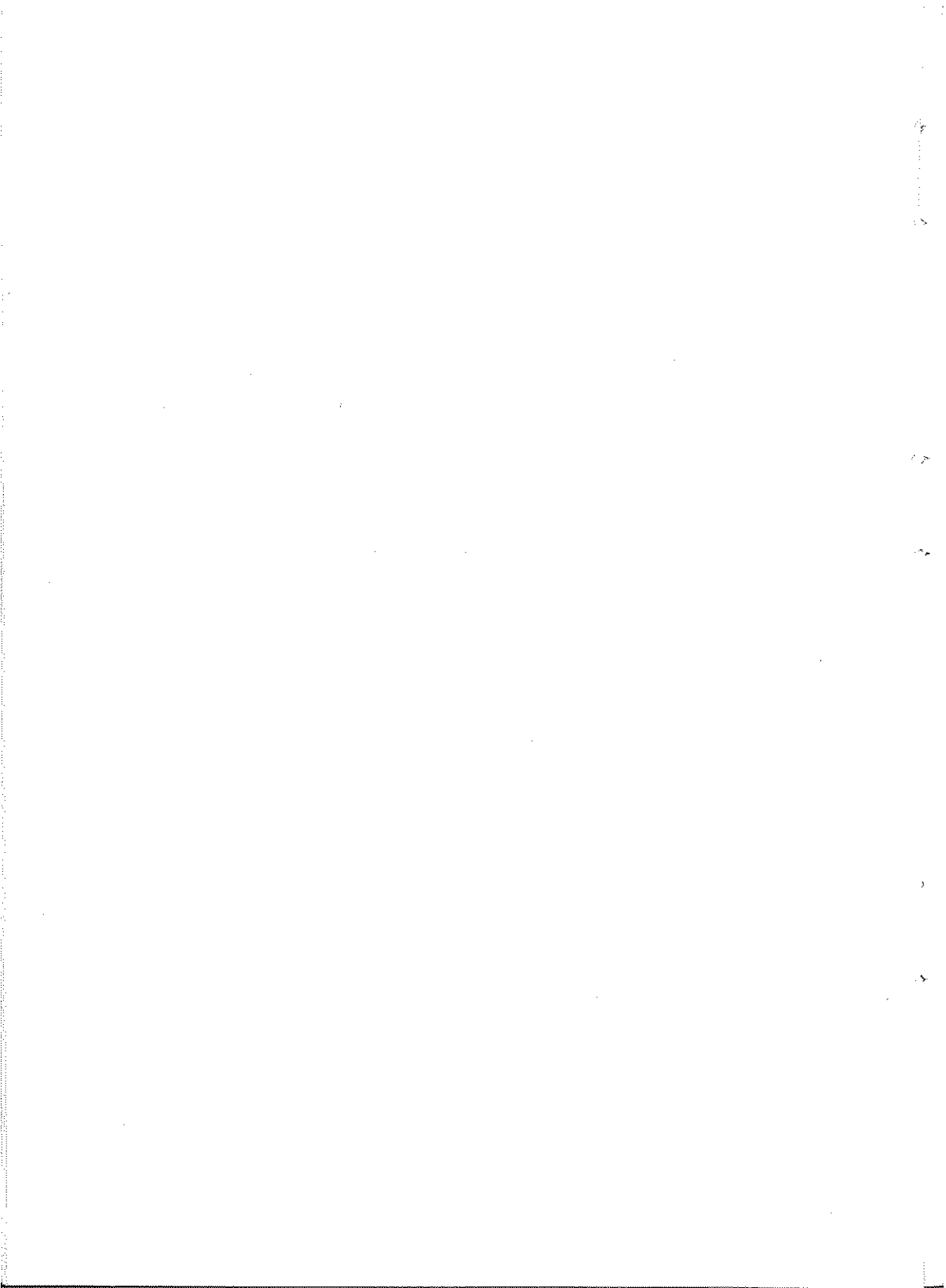
<i>Introducción</i>	11
I. La geografía de los novadores valencianos	17
Persistencia del saber tradicional en la Universidad valenciana	17
Matemáticas y erudición en el movimiento novador: la obra de Olmo.	20
Corachán y el acceso de la geografía de los novadores a la Universidad de Valencia	29
La dimensión geográfica de la obra de Tosca	32
El movimiento novador y el estudio de la geografía de España	45
II. Matemáticas, astrología y saber popular	49
Torres Villarroel y la enseñanza de las matemáticas en la Universidad de Salamanca	49
El geógrafo Torres Villarroel y la edición castellana de Vaugondy	54
La astrología entre la medicina y las matemáticas	58
Astrología y saber popular: el <i>Lunario</i> de Cortés	62
Pronósticos y piscatores en la España del Setecientos	66
La crítica ilustrada y la desaparición de los componentes mágicos de los pronósticos	73
La difusión popular de ideas geográficas	76
III. La determinación de la figura y magnitud de la tierra	79
Los antecedentes y los datos del problema	79
La expedición al Perú	83
Los resultados de la expedición	92
La «Nueva Geografía» y la figura de la tierra	97

IV. Náutica y geografía en la primera mitad del siglo XVIII	101
La fundación del Colegio de San Telmo	101
La ciencia geográfica en el Colegio de San Telmo	104
Los estudios náuticos y la renovación de la marina española	112
Cosmografía y matemáticas en el Colegio Imperial	119
V. Cartografía y reformismo ilustrado	125
Consecuencias políticas de la falta de producción cartográfica nacional.	125
La carencia de un mapa de España	132
Necesidades cartográficas para una política reformista	135
<i>La nueva división administrativa del territorio</i>	136
<i>La unificación del sistema fiscal</i>	137
<i>La organización de la red de comunicaciones</i>	142
Proyectos y dificultades	145
Ensenada y los trabajos para el mapa de España	148
VI. El mapa de España de Tomás López	153
Cruz y López, pensionistas de S. M. en la corte de París	153
Tomás López, grabador y geógrafo	154
El método	157
Las fuentes	168
Escalas, posiciones y símbolos	174
VII. López y Cano, dos destinos divergentes	181
Tomás López, geógrafo de los Dominios de Su Majestad	181
La dinastía de los López	183
El geógrafo Juan de la Cruz Cano y su mapa de América	186
VIII. La reforma de los estudios náuticos durante la segunda mitad del siglo XVIII	195
Las necesidades de la marina mercante y la Escuela Náutica de Barcelona	195
Las nuevas reformas de la marina en 1780 y 1790	198
La geografía y los estudios de náutica	206

IX. La solución del problema de la longitud	219
El problema de la longitud	219
España en el Atlas de la Enciclopedia	223
El desacuerdo sobre el punto fijo	230
La solución del problema de la longitud	234
X. La marina y la cartografía científica: los derroteros de las costas de España	239
Las cartas náuticas	239
La formación cartográfica de los marinos	240
Los derroteros de las costas de España	247
XI. La geografía y las grandes expediciones náuticas	255
El estrecho de Magallanes	256
La solución de los enigmas de California y el paso del noroeste	259
El viaje de Malaspina	266
El Depósito Hidrográfico y la nueva cartografía náutica	281
XII. La formación y la actividad «geográfica» de los ingenieros militares y de los agrimensores	287
Ingenieros y artilleros tras las reformas de los estudios militares de la primera mitad del Setecientos	287
La actividad de los ingenieros y las grandes opciones de la política nacional	294
La actividad geográfica del ingeniero Azara	301
La agrimensura en la España del Setecientos	304
XIII. El divorcio de la geografía con las matemáticas y con la cartografía.	315
Los estudios universitarios de matemáticas y el eco tardío de los novadores valencianos	315
La eliminación de la geografía de los estudios universitarios de matemáticas	321
Matemáticas y geografía en centros docentes no universitarios	327
Las nuevas exigencias de la cartografía	331
Las comunidades profesionales de cartógrafos	336
<i>Bibliografía</i>	343
<i>Índice onomástico</i>	379



A mis hermanos María Teresa y Juan



Introducción

Este libro es el resultado parcial de una investigación en marcha sobre la evolución de la geografía a partir de la revolución científica del siglo XVII. Una investigación que trata de situarse en una perspectiva a la vez histórica, epistemológica y sociológica. De una manera general, el objetivo de la misma es analizar cómo afecta a la definición de la geografía la aparición de ciencias especializadas de la tierra y de disciplinas sociales dedicadas a estudiar aspectos que antes caían dentro del campo de la geografía. Más concretamente, la investigación trata de reconstruir el desarrollo histórico de las comunidades científicas involucradas en estos procesos y poner de manifiesto los efectos que poseen la aparición de corporaciones profesionales institucionalizadas sobre la evolución del pensamiento científico. Por razones de interés particular y de acceso a las fuentes, el estudio dedica atención preferente a la evolución de la geografía y de la ciencia española a partir del siglo XVII.

La investigación trata de verificar la validez de las tesis que sobre el desarrollo de la geografía contemporánea expuse en el trabajo sobre la Institucionalización de la geografía y las estrategias de la comunidad de los geógrafos (1977). Otros trabajos publicados o en publicación han permitido precisar el planteamiento teórico y aportar resultados parciales en esta dirección.

Las disciplinas científicas no se definen a partir de propiedades esenciales e inmutables, sino que, por el contrario, poseen un carácter cambiante, con límites y relaciones variables entre ellas. A lo largo del tiempo se ha ido produciendo un proceso de diferenciación creciente, con la aparición de nuevas ramas científicas, y la desaparición de algunas de las que ya existían. Es el proceso que Stephen Toulmin ha tratado de interpretar en términos ecológicos, aplicando la teoría darwinista de la variación y selección natural como forma general de explicación histórica. Según ella, las disciplinas científicas como «entidades históricas» y

no «seres inmutables» experimentan modificaciones por la variación y perpetuación selectiva de aquellas variantes adaptadas a condiciones ecológicas —sociales, institucionales— favorables. La historia de la geografía puede ser más fácilmente interpretada desde esta perspectiva, en la que es posible plantear sobre nuevas bases el tema de la continuidad y el cambio intra e interdisciplinarios. A la vez puede facilitar argumentos en favor de una interpretación de este tipo, mostrando las modificaciones en el contenido semántico de la expresión «geografía», las mutaciones experimentadas por esta «empresa racional» y los factores que han dado lugar a la aparición de variantes y a la selección de determinados desarrollos.

La geografía es, sin duda, una de las más viejas y prestigiosas ramas de la ciencia: la rama dedicada al estudio y descripción de la tierra; un amplio campo de reflexión científica con múltiples implicaciones y cuya importancia y trascendencia es innecesario ahora señalar. Desde el Renacimiento la geografía, como ciencia físico-matemática, aparece asociada a la resolución de muchos de los problemas esenciales de la revolución científica.

A lo largo del siglo XVIII tiene lugar, sin embargo, una importante transformación, la cual conduce, en esencia, a la exclusión de la geografía del campo de las disciplinas matemáticas y a la pérdida de contenido por la aparición de disciplinas especializadas que pasaron a estudiar aspectos que antes eran objeto de la geografía. Este proceso va unido a otro de identificación creciente de la geografía con un saber enciclopédico y descriptivo sobre los países de la tierra, un saber que no posee ya para muchos la consideración de científico.

La continuidad de la geografía no estaba asegurada por la antigüedad de esta ciencia. El proceso de especialización creciente podía haberla hecho desaparecer, al haber quedado sin objeto. En particular, el desarrollo de la cartografía y la geodesia como disciplinas autónomas, y la aparición de ramas especializadas dedicadas al estudio de la constitución física de nuestro planeta afectaban de forma fundamental a la definición del objeto tradicional de la geografía. El estudio matemático de la esfera terrestre y el de las propiedades físicas de la tierra, que eran el objeto más característico y más propiamente científico de esa ciencia —como afirmaba taxativamente Varenius en 1650— pasa a ser en los siglos XVIII y XIX tema de estudio de otras disciplinas, servidas por comunidades científicas y corporaciones profesionales bien institucionalizadas. El antiguo oficio de «geógrafo» se veía con ello decisivamente afectado.

El desarrollo y la evolución de las disciplinas intelectuales no es algo que se realice en el vacío, sino que se produce como resultado de un proceso racional, elaborado por comunidades científicas y corporaciones profesionales. Ello exige que en los estudios sobre historia del pensamiento científico se introduzca una perspectiva a la vez histórico-sociológica e histórico-epistemológica, por la imposibilidad de separar uno y otro aspectos del desarrollo.

Numerosos trabajos han puesto ya de manifiesto la importancia de la institucionalización y profesionalización para el desarrollo de la ciencia —utilizando aquí esta expresión en un sentido lato, que incluye también a las ciencias sociales—. La dedicación exclusiva y a tiempo completo a una actividad científica, la formación especializada en instituciones docentes creadas con ese fin, y la existencia de normas bien definidas de carácter impersonal para valorar la competencia de los científicos, son rasgos esenciales de una nueva situación que se va definiendo lentamente durante el siglo XIX y que tendrá efectos múltiples sobre el progreso del saber intelectual. Todo ello era aún desconocido durante el siglo XVIII, aunque en esa centuria podemos encontrar numerosas iniciativas que supondrán la constitución embrionaria de algunas de esas corporaciones profesionales.

En el siglo XVIII los campos de competencia científica no estaban aún bien delimitados. Los científicos poseían, con gran frecuencia, una formación polivalente o alejada del campo a que dedicaron luego su actividad. Existía una gran versatilidad en la dedicación, y no estaba tampoco clara la distinción entre el aficionado y el profesional, entre el humanista y el «científico» dedicado a las ciencias físicas o naturales. Las instituciones que podían formar para el cultivo de ciencias específicas eran aún escasas, y los científicos eran muchas veces autodidactas o personas que no habían obtenido una preparación en su propia actividad investigadora: médicos que realizan investigaciones químicas o de historia natural; juristas que aportan contribuciones a la economía política o a la biología; ingenieros militares que realizan estudios de zoología o de geografía; misioneros que recogen datos antropológicos, naturales o geográficos; marinos que se dedican a la astronomía y a la cartografía. Estos cambios de actividad no han de explicarse solamente en términos de llamadas «vocacionales» hacia campos concretos del saber, sino que tienen que ver con gran frecuencia con las exigencias o las necesidades del propio trabajo profesional: lo que explica, por ejemplo, el interés de la botánica para los médicos o de la astronomía para los marinos.

A lo largo del setecientos se van configurando nuevas instituciones

científicas y aparecen embrionariamente nuevas corporaciones científicas profesionales. Ante todo hay que destacar, por su trascendencia, las instituciones que surgieron para la formación del personal militar: academias para la formación de ingenieros, artilleros y otros oficiales del ejército de tierra; escuelas de guardia marinas para oficiales de la armada. Pero también nuevas cátedras de ciencias en las universidades; centros dedicados a la astronomía (como los observatorios astronómicos), a la historia natural (gabinetes de historia natural) o a la botánica (jardines botánicos); colegios superiores para la formación de médicos de la marina, de técnicos en minería, de ingenieros de caminos y puentes. A las carreras científicas tradicionales comienzan a unirse nuevos cuerpos profesionales científico-técnicos con unas estructuras institucionales bien definidas (ingenieros cosmógrafos, ingenieros de caminos, canales y puertos, etc.).

Estos cambios suscitan diversas cuestiones, cuya respuesta ha de ser provisional hasta tanto no se disponga de nuevas investigaciones: ¿de qué manera se van configurando esas instituciones, y cómo contribuyen con su desarrollo a la aparición de carreras científicas profesionales?; ¿cómo se realiza la profesionalización en las ciencias que no poseen un componente aplicado inmediato?; ¿qué modelos diferentes de profesionalización existen en los siglos XVIII y XIX?; ¿a qué necesidades respondían?; ¿cómo afectan a la evolución del pensamiento científico los intereses socioprofesionales y las estrategias que en relación con ellos despliegan los miembros de esas nuevas corporaciones profesionales o comunidades científicas? En lo que respecta al campo que más inmediatamente nos interesa aquí: ¿cómo se produce esta tendencia a la profesionalización en la geografía, y en las disciplinas próximas, y de qué manera afecta a su desarrollo?

La historia de la geografía moderna debe incorporar también estas perspectivas institucionales y socioprofesionales. Debe tener en cuenta la aparición de corporaciones profesionales y de disciplinas científicas que desde finales del siglo XVIII van ocupando poco a poco gran parte del campo que anteriormente era cubierto por la geografía (geodestas, cartógrafos, geólogos, ecólogos, etc.). Si a pesar de todo la geografía siguió existiendo, fue sobre todo por la función pedagógica que desempeñaba, la cual tuvo una influencia decisiva en la institucionalización universitaria de la disciplina y, por consiguiente, en la aparición de la comunidad científica de los geógrafos y de la ciencia geográfica contemporánea. La historia del pensamiento geográfico a partir de ese momento sólo puede ser correctamente interpretada si se tienen en cuenta también los intere-

ses socioprofesionales de los geógrafos, sus contradictorias relaciones con otras comunidades científicas competidoras, las estrategias que han ido desplegando en defensa de dichos intereses.

Un análisis de este tipo permite tomar conciencia del carácter social e histórico que poseen las disciplinas intelectuales. Con ello estamos también en mejores condiciones para encarar el futuro, para considerar de una manera más abierta la relación entre unas y otras ramas de la ciencia, para adoptar adecuadas estrategias docentes e investigadoras.

Barcelona, noviembre de 1980.



I. La geografía de los novadores valencianos

El movimiento científico novador que desde 1680 aproximadamente se deja sentir en España se esforzó por introducir la ciencia moderna valorando los estudios de las matemáticas, de ciencias experimentales como la física y la medicina, y de la crítica histórica, frente a los más tradicionales de filosofía. En la ciudad de Valencia se constituyó, como es sabido, uno de los focos fundamentales de este movimiento, hoy suficientemente conocido gracias a un cierto número de investigaciones recientes¹. Diversos factores, y entre ellos el magisterio valenciano del padre Zaragoza, ayudaron a la formación de un distinguido grupo de matemáticos, constituido primeramente en academias y tertulias privadas pero que desde finales del siglo pudieron ejercer también su influjo en la misma Universidad. Tal como cabía esperar, el interés de estos novadores por las disciplinas matemáticas alcanzó también a la geografía, ciencia a la que hicieron valiosas aportaciones que merecen destacarse en la historia de la geografía española.

PERSISTENCIA DEL SABER TRADICIONAL EN LA UNIVERSIDAD VALENCIANA

Como es sabido, la actividad de los novadores valencianos se desarrolló en un primer momento esencialmente en círculos extrauniversitarios. Ello se comprende fácilmente si tenemos en cuenta que durante los años cruciales de gestación del movimiento novador, una de las cátedras de matemáticas de la Universidad valenciana estuvo ocupada por el

¹ Nos referimos a los trabajos de Peset (1966), López Piñero (1969) y Navarro Brotons (1972, 1973, 1974, 1976, 1978), a los que convendría añadir, en lo que se refiere a la crítica histórica, los de Antonio Mestre (1976).

agustino fray Leonardo Ferrer, que representa la permanencia del saber científico más tradicional. El padre Ferrer (1623-95), aunque religioso, tenía una fuerte inclinación hacia los temas astrológicos y publicó juicios «filosófico-matemáticos, astronómicos y conjeturales» sobre acontecimientos tan diversos como podían ser «la impresión matemática ígnea que se ve en el ayre de esta ciudad de Valencia» (1681), el cometa que apareció en 1689 o la llegada a la ciudad de la reina Mariana de Neoburgo (1690) y de otros ilustres personajes². Su puesto docente y sus conocimientos astronómicos le permitían dar a sus pronósticos un aire científico que resultaba, sin duda, impresionante para sus lectores, como cuando estableció el *Pronóstico general y particular para el año 1678, según la elevación polar de Valencia, y otras partes, con las Lunaciones, Eclipses...* (Valencia, 1678); aunque los vaticinios políticos que extraía de sus reflexiones resultaran a veces tan aventurados como los que expuso en su *Cielo favorable para la invicta, y gran Monarquía de España, manifestado por los dos superiores y más elevados Planetas Saturno y Júpiter en su magna conjunción que se celebrará en el Cielo el año 1682* (Valencia, 1681).

El carácter tradicional del saber de Ferrer se comprueba claramente en su *Astronómica curiosa y Descripción del Mundo superior e inferior*, publicada en Valencia en 1677, que es una obra que desconoce totalmente los avances de la revolución científica y mantiene estrictamente las concepciones del universo elaboradas en la época medieval. Su misma concepción de las matemáticas es la del *quadrivium*, ya que las divide en «Aritmética, Geometría, Música y Astronomía, saliendo todas de un principio como los quatro ríos del Paraíso, que de una fuente se originaron». De estas cuatro partes, aquellas que más directamente se relacionaban con sus preocupaciones eran, naturalmente, la Astronomía, cuyo «oficio» era «especular las calidades, y cantidades de los Orbes celestes, estrellas, que les hermosean sus movimientos diversos, operaciones, ingresos, enquentros, congresos, influxos, las quales conducen para su perfecta noticia, y conocimiento de essas supremas regiones»; y la Geometría, que para Ferrer era en realidad una ciencia geográfica, ya que trataba «de la mensura y latitud, longitud y profundidad de la Tierra, y su centro, y otras cosas que tocan a dicho Globo en materias de distancias, climas y zonas».

En la *Astronómica curiosa* de Ferrer la geografía está ampliamente presente, y constituye el tratado I, que trata «del mundo en común y sus

² Breve biografía de Ferrer en Rodríguez, 1747, págs. 289-90. Referencias bibliográficas en Palau.

perfecciones»³ y en donde se describe la naturaleza física del globo ordenadamente según los distintos elementos (tierra, agua, aire y fuego), incluyendo también una descripción de las cuatro partes del mundo dentro del elemento tierra; asimismo es de carácter geográfico el tratado III, dedicado a «las explicaciones de los círculos de la esfera»⁴.

Ferrer, que habla siempre en tercera persona de los matemáticos, como si él no se considerara tal, mantiene siempre una sumisión absoluta a los principios teológicos; como cuando expone que «el Globo de la tierra por la parte inferior la dividió la Magestad de Dios en quatro mansiones o senos», a saber: el de Abraham, donde los poetas sitúan los campos Elíseos, el Limbo, el Purgatorio y el Infierno. La parte más propiamente astronómica es la II, «de los Cielos y estrellas, assi fixas como errantes»⁵. En ella trata sucesivamente del cielo en común, del empíreo, sobre cuya grandeza y «gordaria» da datos concretos, del primer móvil, del cielo áqueo o cristalino, del firmamento o cielo de las estrellas fijas, y de los distintos cielos, desde el séptimo que es el del planeta Saturno al primero o de la Luna. De cada uno de ellos va dando diversos datos astrológicos, El séptimo, por ejemplo, es

«de mala influencia y perversa naturaleza, assi le llaman los Astrólogos infortuna mayor. Es según Alfragano mayor que la tierra 91 veces. Domina sobre los elementos tierra y agua, causa los terremotos, nieves eladas y frios excesivos, las inundaciones, diluvios, avenidas [...]. Los saturninos tienen el rostro largo, son algo morenos, medianamente gruesos, de cabello negros, gruesos y asperos, de ojos medianos [...].»

Ferrer acepta ideas tradicionales como la de la incorruptibilidad de los cielos, puesta en cuestión claramente desde 1572 con la observación de la estrella nova por Jerónimo Muñoz y otros astrónomos, y rechaza descubrimientos astronómicos realizados con el telescopio, como los efectuados desde Galileo respecto a las montañas de la luna, «planeta» cuyas conjunciones e influjos expone ampliamente, mostrando por ejemplo que «las sangrías para los niños han de ser en la primera cuadratura». Pero las preocupaciones astrológicas aparecen mucho más detalladamente expuestas en los restantes tratados de la obra: el IV sobre «las doze constelaciones que corresponden al Zodiaco, comunmente llamadas signos»⁶, donde describe la posición de los distintos signos y sus

³ Ferrer, 1677, págs. 1-67.

⁴ Ferrer, 1677, págs. 113-26.

⁵ Ferrer, 1677, págs. 67-112.

⁶ Ferrer, 1677, págs. 127-62.

influjos, analizándolos primero separadamente y luego en sus combinaciones y relaciones (signos masculinos y femeninos, anticios y paralelos); el V sobre «las dignidades de los planetas en los signos»⁷, en el que describe las casas de los planetas, sus dignidades, «lo que causan los aspectos y congresos de los planetas en las mutaciones de tiempos», las triplicidades de planetas y otros temas semejantes, para acabar con un tratado final en el que se exponen «algunas elecciones observadas», a saber: la virtud de la luna por los doce signos, el modo de fortificar las virtudes y las reglas para la elección de las purgas, las sangrías, las faenas agrícolas y la navegación.

MATEMÁTICAS Y ERUDICIÓN EN EL MOVIMIENTO NOVADOR: LA OBRA DE OLMO

De un ambiente universitario como el que refleja la obra del padre Lorenzo Ferrer no podían surgir, evidentemente, los estímulos para una renovación científica como la del movimiento novador. En lo que respecta a las ciencias matemáticas, dichos estímulos proceden, como es sabido, de la actividad de una serie de personalidades, entre las que se encontraban los matemáticos Félix Falcó de Belaochaga y Baltasar de Iñigo, el aristócrata Enrique de Miranda y, sobre todo, el Padre Zaragoza⁸ con su magisterio privado durante los diez años de estancia en Valencia como profesor del colegio de San Pablo (1660-70). Según han señalado Víctor Navarro y José María López Piñero, el padre Zaragoza contribuyó de forma esencial a la introducción de los temas científicos en las tertulias o «academias» valencianas que, como la del conde de Alcudia o la del marqués de Villatorcas, fueron el núcleo de donde surgió el movimiento novador⁹.

Entre los temas científicos que se debatían tuvieron particular relieve los de carácter astronómico y geográfico, que atrajeron la atención del erudito José Vicente del Olmo (1611-96), secretario del Santo Oficio de

⁷ Ferrer, 1677, págs. 163-210.

⁸ Sobre el padre Zaragoza y la actividad geográfica del círculo jesuítico madrileño, ver Capel, 1980.

⁹ López Piñero, 1979, pág. 444.

la Inquisición en Valencia¹⁰. Este se había interesado primeramente por la arqueología y publicado en 1653 una *Lithología o explicación de las piedras y otras Antigüedades halladas en las canjas que se abrieron para los fundamentos de la Capilla de nuestra Señora de los Desamparados de Valencia*, libro de gran interés arqueológico en el que estudia las inscripciones, estatuas y medallas encontradas con motivo de dicha construcción. Olmo muestra ya allí un cierto conocimiento de cuestiones geográficas, pues en el capítulo I, al describir la situación y la historia de Valencia, alude a su posición astronómica, señalando que «su verdadera latitud (averiguada con particulares observaciones y tomada la altura del sol en varios tiempos del año, quitando la paralaxis, y la diferencia del tiempo a la superficie de la tierra)» es de 39° 37' y que «la longitud que tiene son veinte grados poniendo el primer meridiano (donde ninguno lo ha puesto) en la punta de Cabo Verde, por ser la parte más occidental de todo el continente de Europa, Asia y África». Añade que «en tanta variedad de opiniones, y donde no hay ni puede aver punto fixo, con dificultad se ajusta una verdadera longitud», oponiéndose a los que, como Francisco Junctinus, Clavio, Gallucio o Ginés de Rocamora, habían indicado la longitud de 14°, y a los que, como Andreas Argolio, aceptaban la de 22° 5'. Olmo demuestra conocer también ya en esa fecha la *Parallela Geographiæ* del padre Briet, publicada sólo cinco años antes, y estar familiarizado con el uso de globos y mapas, afirmando haber manejado los atlas de Ptolomeo, Ortelio y Mercator.

La relación con el padre Zaragoza durante los diez años que estuvo este en Valencia permitió a Olmo adquirir una formación matemática por el magisterio particular del jesuita, del que se declara «su primer discípulo»¹¹ y del que editó su *Geometría especulativa y práctica de los planos y sólidos* en 1671¹².

Seguramente desde la época de su relación con Zaragoza se fue inclinando Olmo definitivamente hacia la geografía, ciencia en la que podía combinar su profunda erudición y la formación matemática recién adquirida. Así nació su *Nueva descripción del Orbe de la Tierra* (Valencia, 1681), obra publicada a sus 70 años, pero que hay que suponer lar-

¹⁰ Ximeno, 1747-49, II, pág. 124. Rodríguez (1747, págs. 220-21) alude a él como «Secretario de la Santa Inquisición, y de los mas zelosos, inteligentes y observantes de su exaltación y autoridad». Fue padre de José del Olmo, Alcalde y familiar de la Inquisición, Ayuda de Furriela de Carlos II, Maestro Mayor del Buen Retiro y Villa de Madrid y autor de la famosa *Relación del Auto general de fe que se celebró en Madrid el año 1680*. (Pastor Fuster, 1830, II, pág. 18.) Un ejemplar de esta Relación se encuentra en la BCC.

¹¹ Olmo, 1681, pág. 166.

¹² Cotarelo, 1935.

ga y laboriosamente gestada durante muchos años, por la vasta erudición que representa. El amplio título de la obra *in folio* indica bien su vasto contenido, ya que especifica que en ella «se trata de todas sus partes interiores, y exteriores, y círculos de la esfera, y de la inteligencia, uso, y fábrica de los mapas, y tablas geográfica, assi universales, y generales, como particulares. Explicanse sus diferencias, se corrigen los errores, y imperfecciones de las antiguas, y se añaden otras modernas. Con la fábrica, y uso del globo terrestre artificial, y de las cartas de navegar. Tócanse muchas, y varias curiosidades de philosophía natural, y de historia sagrada, y profana, con las noticias y fundamentos de la cronología, y origen y principio de las mas principales eras, y épocas del mundo». Se trata, en efecto, de un ambicioso empeño de cuya importancia era consciente el autor, el cual afirma haber «reducido a nuestro Idioma lo más selecto de la Geographía, reconociendo que en él no se ha escrito lo que comprehende esta Descripción del Orbe», a la que por esa razón llama «Nueva».

La *Nueva Descripción del Orbe de la Tierra* es un típico ejemplo de la geografía humanista del siglo XVII basada en una amplia erudición. Nada menos que 700 autores son citados y utilizados en ella, cuidadosamente reseñados en un índice al comienzo del libro: autores clásicos, medievales y modernos; extranjeros y españoles; filósofos, poetas, teólogos y científicos. Olmo elabora y sintetiza esta vasta información, incorporándola al plan de su obra, con el propósito de hacer a partir de ahí una obra nueva y personal.

«Nueva descripción la intitula: y dice bien —afirma en su censura y elogio el padre Diego Antonio de Barrientos, Cronista de la Orden y Sagrada Religión de San Agustín en el Real de Toledo—: porque extrivando en los firmes fundamentos de lo antiguo, edifica con método tan nuevo, que siendo lo que dixerón otros mucho, lo disputa y enseña como solo.»

Hay que decir que la rica erudición con que Olmo «aliña y viste este tratado» —en expresión del censor Barrientos—, resplandece aquí con todas sus virtudes y defectos. Si por un lado la riqueza y variedad de la información y la cuidadosa exactitud de las citas posee un indudable valor, por otro la misma superabundancia produce poca confusión, no siendo difícil encontrar referencias simplemente yuxtapuestas e incluso una utilización de autores que defienden ideas contradictorias. En Olmo, como en los eruditos humanistas del siglo XVII, esta abundancia de referencias tiene una doble función. Ante todo, deriva de una respetuosa actitud hacia el pasado, que valora el saber de los autores anteriores, y en especial el saber de los autores clásicos griegos y romanos,

laboriosamente difundido desde el Renacimiento y todavía muy prestigioso; de ahí la abundante presencia de autores clásicos —incluso literatos como Ovidio o Cicerón— que se observa en el texto. Pero en el caso de la geografía se trata, además, de una preocupación pedagógica que intenta hacer agradable el árido relato geográfico. A ello se refiere Olmo cuando señala «cuan despreciable es el común y ordinario método, y magisterio, para enseñarla y reducirla [a la geografía] a reglas y preceptos» y confiesa que para «hacerla en parte gustosa, y agradable suavizando con ella el tedio que la desnuda relación destas descripciones suele causar al que las lee», se vio obligado a «salpicarla de varias noticias, con algunas exóticas narraciones y escogidas flores de buenas letras»¹³.

Como era habitual en estas obras, Olmo comienza exponiendo la definición, origen y utilidad de la geografía (capítulo I). Siguiendo a Ptolomeo divide la cosmografía en Uranografía y Geografía y afirma que al geógrafo «le pertenece la universal descripción de toda la superficie del Orbe de la Tierra, atendiendo como dicho es a todas sus circunstancias necesarias —es decir, ciudades principales, lugares pequeños, montes, ríos y “otras singularidades que componen el Orbe y lo hermocean”— y a las proporciones de los intervalos y distancias de sus partes, y Regiones»; en esta labor el geógrafo se distingue del topógrafo, que «solo describe un lugar» y del corógrafo que describe una región o provincia. El fin de la geografía es «el mismo que el de las otras ciencias, y principalmente el de la Philosophía, que es ilustrar el entendimiento del hombre, y assi no solo se considera útil y necesaria para los doctos, sino para los ignorantes». Olmo insiste en que la geografía es útil a los filósofos, «teniendo con ella tanta similitud la Philosophía»; a los médicos, «para que no ignoren la naturaleza, y propiedad de algunas Plantas, y de los Aromas, Piedras y Minerales, que tal vez se desprende de la calidad de los Climas y Regiones que las producen»; a los historiadores, por ser el «ojo de la Historia»; a los poetas, a los políticos, a los jurisconsultos y a los teólogos. Alude también a la antigüedad de esta ciencia y cita a los geógrafos clásicos. Después menciona a los modernos, incluyendo una larga lista que vale la pena reproducir para dar una idea de los autores que en el siglo XVII eran considerados como las autoridades en la materia:

«Pedro Apiano, Ioan Hontero, Gemma Friso, Henricio Glareano, Ioan Schoner, Ioseph Molesio, Geronymo Girava, Gerardo Mercator, Rumualdo Mercator, Abraham Ortelio, Guillelmo Postello, Iacobo Severcio, Andres Thevecio,

¹³ Olmo, 1681, *Al Lector*.

Iacobo Castaldo, Francisco Barocio, Sixto Senense, Chistiano Adricomio, Matheo Riccio, Guillelmo Xilandro, Ioan Antonio Magino, Ioan Botero, Henrique Alstedio, Ascanio Martinengo, Arnoldo, Ioan y Pedro Bercio, Henrique Hondio, Guillelmo y Ioan Ianssonio, Iosepho Langio, Abraham Golnitz, Nicolas Sanson, Pedro Davity, Hugo Sempilio, Ioseph Blancano, Adriano Mecio, Guillelmo Blaeu, Ioan Bautista Nicolosio, Thomas Porcacchi, Livio Sanuto, Georgio Fournerio, Pedro Herigonio, Nicolas Cabeo, Miguel Florencio Langreno, Phelipe Cluverio, Phelipe Briecio, Ioan Bautista Ricciolio, Athanasio Kircherio y otros muchos¹⁴.»

No todos los autores citados en esta relación —en la que vale la pena notar la ausencia de Varenius— fueron directamente consultados por Olmo, aunque de la mayor parte de ellos existen referencias en el texto, que indican un buen conocimiento de sus ideas, aunque fuera indirecto. De todas formas, las fuentes principales de la obra de Olmo fueron dos autores, como él mismo declara en el prólogo al lector: «Confieso ingenuamente —afirma— que he procurado imitar en el estylo, y método, entre otros a Phelipe Briecio y Joan Baptista Ricciolio, que en mi estimación merecen ser tenidos por los mas excelentes Geógraphos de este siglo».

Tras el capítulo introductorio pasa Olmo a considerar «qué cosa es Globo o Orbe de la Tierra y en qué parte del Universo está situada» (capítulo II), afirmando tajantemente que «está colocada en medio del Universo y sostenida en si mesma», como escribieron Manilio y Ovidio, y como se prueba por muchas razones, y en particular porque «de cualquier parte della se ven de igual magnitud los cuerpos celestes, y es imposible que parezcan iguales de diferentes distancias». Da a continuación (capítulo III) argumentos sobre la esfericidad de la tierra, de tipo astronómico, como la diferente altura de la polar, y físicos; entre estos que «el Agua y la Tierra según su naturaleza ambas apetecen la figura esférica», al igual que también el fuego. Otros argumentos físicos aluden al diferente peso de los objetos a distintas alturas, y así, según Blancano, «cabe mas licor en un vaso que está en lo profundo de un valle que en otro de su misma hechura, que está en la cumbre de un monte: porque en la parte inferior está mas cerca del Centro del Mundo y por consiguiente haze mayor el cúmulo».

La pregunta sobre la composición del centro de la tierra es abordada en el capítulo IV, y la referente a estabilidad de nuestro planeta en el V, en el cual vuelve a mostrarse Olmo rotundamente anticopernicano. Olmo no acepta el movimiento de trepidación que autores como Schei-

¹⁴ Olmo, 1681, pág. 5-6.

ner habían considerado existente como resultado de los cambios en el centro de gravitación de la tierra y por «las ruynas de los Montes, porciones de tierra que se entresacan de ella cavando en unas partes, y erigiéndose nuevos edificios en otros». Se opone a ello argumentando que en la tierra las piedras y metales y cualquier otro grave, «como está en su propio y natural lugar», no puede alterar el equilibrio del planeta ni causarle trepidación alguna, ni siquiera en el caso de que se trate de modificaciones en las montañas. Naturalmente, rechaza también el movimiento diurno de 24 horas, aceptado dice por los pitagóricos y entre los modernos por Copérnico, Gilberto, Longomontano, Mullerio, Origano y Argolio. Según él esta opinión, «además que no fue necesario introducirle para salvar las apariencias de los Astros, está condenada por la Congregación de los Eminentísimos Cardenales» en 1616 y 1633, al igual que la idea del movimiento anual, «también condenada por la misma Congregación», en la cual «se declaró ser absurda y falsa en Philosophía, y en quanto a la estabilidad del Sol formalmente herética, como contraria y opuesta a la Sagrada Escritura»¹⁵, dando Olmo de su propia cosecha argumentos teológicos que probaban que el Sol no podía moverse. Como se ve, el pretendido copernicanismo secreto de su maestro Zaragoza no había hecho trepidar lo más mínimo las firmes convicciones del discípulo.

La descripción del interior de la tierra (capítulo VI) la realiza Olmo con su método habitual en el que se mezclan indistintamente los autores científicos y no científicos, con vistas a facilitar la lectura. Alude por ello a las descripciones que hacen del interior del planeta Morino en su *Nova Mundi Anatomia*, Dante, Gaffarello y Kircher, usando ampliamente las ideas de este último autor respecto a la estructura general y a los problemas de la generación de las sustancias minerales. Siguen luego dos capítulos dedicados al relieve e hidrografía, uno en el que se plantea el problema de «si el agua ocupa mayor parte del Globo que la Tierra y de la profundidad del mar y altura de los Montes»; y otro sobre «si la superficie del Mar está mas alta que la Tierra». La forma de exposición es también típica: se parte de la descripción hecha por un autor clásico, se confirma esta por un científico (Riccioli u otro), y se vuelve a una nueva descripción clásica o de autores sagrados.

Los capítulos siguientes son más propiamente matemáticos, aunque en ellos no deja Olmo de hacer uso también de su amplia erudición histórica y literaria. A las medidas se dedican dos capítulos, el IX y el X,

¹⁵ Olmo, pág. 29.

siendo de señalar la atención prestada en uno de ellos a las medidas del reino de Valencia, con datos del propio Olmo y de Mut. Se dan luego reglas geométricas para hallar el diámetro, circunferencia y área de un círculo y la superficie y volumen de la esfera (capítulo XI) y se aplican estos conocimientos para realizar cálculos sobre la tierra (capítulo XII), estudiándose asimismo la cuestión de «lo que puede descubrir y alcanzar la vista en la llana superficie del Mar o de la Tierra», (capítulo XIII). Explicanse luego algunos nombres y términos geográficos, tales como continente, isla y otros, esgrimiendo a Covarrubias y haciendo uso de su erudición clásica para ilustrar ciertas expresiones (capítulo XIV). A continuación aparecen en seis capítulos¹⁶ los temas habituales de un tratado de la esfera: las partes y círculos del globo; los seis círculos mayores y los cuatro menores; las zonas y climas; los paralelos y la duración de días y noches; los crepúsculos y su duración. Estos capítulos aparecen ilustrados por gran número de tablas y figuras, pero la preocupación constante por evitar la aridez de la exposición y el temperamento erudito de Olmo le llevan a incluir gran cantidad de citas de carácter culto y poético. La mezcla de erudición y de datos científicos alcanza quizá su máxima expresión en los dos largos capítulos dedicados a la cronología, que ocupan en total unas 80 páginas, es decir, una séptima parte de la obra.

Los temas que corresponden al tratado de la esfera continúan siendo desarrollados en los capítulos siguientes. Sucesivamente se van tratando la situación y nombre de los pueblos respecto de las sombras (capítulo XXIII) y respecto de todos los accidentes y varias posiciones del orbe (capítulo XXIV); el problema de «si le competen al globo de la Tierra las seis posiciones, diestra y siniestra, superior e inferior, anterior y posterior» (capítulo XXV), exponiendo primero la opinión de Aristóteles y luego las distintas formas de orientarse o establecer posiciones de los geógrafos (norte, sur, etc.), de los astrónomos (posiciones equinocciales o zodiacales), de los sacerdotes y de los poetas; la latitud y longitud geográficas (capítulo XXVI); y la cuestión de «cómo se podrá saber lo que distan entre sí dos ciudades» (capítulo XXVII). En estos últimos capítulos de la esfera Olmo incluye tablas de longitud y de latitud de diversos lugares, siendo de destacar que respecto a las primeras las presenta «suponiendo por primer Meridiano la Isla de Palma de las Fortunatas, por ser oy el mas recibido entre los Geógraphos», corrigiendo, además, la

¹⁶ Capítulos XV al XX. En uno de ellos, el XVI, dedicado a los círculos mayores, cita y usa el *Mundus mathematicus* de Dechales.

altura que había dado a Valencia en su *Lithología*, «por hallarla con repetidas y nuevas operaciones en 39 grados y 34 minutos». Respecto a las latitudes incluye una tabla con 371 posiciones, procedentes de Riccioli aunque no cite la fuente, cifra extraordinariamente elevada y de exactitud dudosa¹⁷. En cuanto a la medida de las distancias, además de las obras de Clavio, Briet y otros geógrafos, usa ampliamente de la *Trigonometría* del padre Zaragoza al exponer los métodos para el cálculo.

Los cinco capítulos siguientes (del XXVIII al XXXII) están dedicados a temas de náutica e hidrografía. En ellos se estudian los vientos; la fábrica de las agujas de navegar y las variaciones de estas, con las características de la piedra imán; los mares en general y sus movimientos; el mar océano; y el mar mediterráneo y otros mares interiores. El método expositivo sigue siendo el mismo, combinando las opiniones científicas (procedentes ahora en buena parte de Kircher) con los textos filosóficos y literarios. Así, al estudiar la aguja de marear aporta datos matemáticos sobre la declinación magnética, mezclándolos con una erudita historia del conocimiento del imán y unas disquisiciones sobre la atracción en el amor.

Olmo dedica a continuación gran atención a la fabricación y uso de los mapas, en nueve capítulos que son seguramente la parte más original e interesante de la obra. Sorprendentemente las citas clásicas y la erudición literaria desaparecen en todos estos capítulos, en los que el tema se trata derechamente, sin ningún tipo de desviación inoportuna. La presentación de las antiguas descripciones del orbe se realiza (capítulo XXXVIII) a partir fundamentalmente de la obra de Ptolomeo, mientras que en «la de las modernas y universales Descripciones del Orbe de la tierra» (capítulo XXXIX) expone las distintas proyecciones usadas desde el siglo XVI en los planisferios de Cornelio Iudeis (1593), Guillermo Postello (1572), Andres Thevecio, Iacobo Castaldo, Gemma Frisio (1534), Cesar Vopellio y Gerardo Mercator. La proyección cilíndrica de Mercator retiene su atención, considerando muy semejante a este tipo de mapa los que, según Riccioli, usaron Brisonio, Cosino y Vasseur. Explica también la necesidad de que en las cartas cilíndricas se alarguen los grados de latitud mediante algún sistema matemático y afirma: «Juzgo será conveniente una regla determinada y cierta para el aumento de estos grados, que fácilmente se pueda comprehender, y sea también acomodada y a propósito para el uso de la Cruz Geográfica de Riccioli», tratando de dar esta regla a continuación.

¹⁷ Aparecen, por ejemplo, las posiciones de pequeñas ciudades como Guadix o Astorga.

Una frase de Olmo muestra que la relación continuada con el padre Zaragoza, incluso después de su marcha a Madrid, le había permitido seguir los trabajos de los geógrafos jesuitas, pues afirma que «la última descripción que llegó a mi noticia del Globo de la Tierra fue una muy ingeniosa, que por tal me la comunicó el Rmo. P. Joseph Zaragoza»; se trata de la carta del padre Isaci, de la Compañía de Jesús, de proyección semejante a la de Vopellio, aunque rematando los polos en agudas extremidades y con paralelos curvos. Los distintos tipos de proyecciones convenientes para representar un continente, un país o una región son discutidas al tratar «de la descripción y fábrica de los Mapas generales y particulares», donde se muestra la posibilidad de usar proyecciones planas para áreas pequeñas, y donde se presenta un interesante ejemplo de construcción de una carta esquemática del reino de Valencia.

Los conocimientos matemáticos de Olmo se reflejan también en el capítulo que trata de la construcción de un planisferio «poniendo en su centro qualquier ciudad del Orbe de la Tierra»; y en los siguientes sobre el procedimiento para proyectar la superficie esférica a un plano, sobre la formación de escalas, sobre el uso del globo terrestre artificial y las operaciones que en él puedan realizarse, y sobre la fábrica y uso de las cartas de navegar (capítulos XXXVI a XLI). En esta parte dedicada a los mapas Olmo realizó una exposición de extraordinario valor por su amplitud y su novedad en las obras de geografía españolas de su época. Se explica por ello que el padre Barrientos escribiera en la censura de la obra de Olmo: «Quinta essencia de los Mapas se deviera intitular, pues quanto ellos nos proponen, no se si tan confusso como difusso, aqui con toda expresión se ve abreviado [...] con que ya cessa la quexa de todos los Geógraphos en tanta obscuridad con las luzes que amanecen en un tratado de tanta erudición». Los elogios están en esta parte totalmente justificados, y más aún si tenemos en cuenta que alguno de los temas que Olmo planteó en estos capítulos, como el de las distintas proyecciones existentes, no volverían a ser tratados con igual extensión en España durante todo el siglo siguiente.

La parte final de su obra la dedica Olmo a la geografía descriptiva, y en ella vuelve a hacer gala de su amplia erudición. Enumera los errores de los antiguos geógrafos (capítulo XLII), discute las divisiones del orbe según los antiguos y modernos, y trata muy brevemente de las cuatro partes del mundo, y de las ciudades más principales y célebres del orbe, en una exposición árida y claramente enumerativa. Igual carácter tienen los tres capítulos dedicados a los montes, los ríos y las fuentes y lagos, aunque en ellos se introducen también opiniones sobre su formación, y

se alude a experiencias físicas realizadas para estudiar algunas características. En una de estas experiencias, la realizada en Roma sobre el peso de las diferentes aguas, aparece otro discípulo del padre Zaragoza, el ingeniero José Chafrión, «hijo de Valencia, insigne Phisico-Matemático», lo que tiene gran interés por mostrar la relación mantenida entre los matemáticos valencianos discípulos de Zaragoza, y por la posible influencia que esta relación pudo tener en la llegada de información científica a Olmo. El último y largo capítulo de la obra, dedicado a «las cosas mas insignes y admirables del Globo» (capítulo LII), es una variopinta reunión de noticias curiosas de tipo diverso, geográficas, históricas, arqueológicas y de historia natural, entre las que destacan una larga relación de las características de los minerales y en donde la mezcla erudita de fuentes clásicas, científicas y literarias vuelve de nuevo a aparecer, mostrando con ello la validez de la caracterización que Foucault ha hecho¹⁸ de la episteme renacentista y humanista.

CORACHÁN Y EL ACCESO DE LA GEOGRAFÍA DE LOS NOVADORES A LA UNIVERSIDAD DE VALENCIA

La *Nueva Descripción del Orbe* de José Vicente del Olmo es seguramente el ejemplo que mejor refleja el impacto de la presencia del padre Zaragoza y de las tertulias literario-científicas para inclinar a un erudito preocupado por la historia y la arqueología hacia los temas científicos. En este mismo ambiente se configuró la personalidad de los dos mayores matemáticos del grupo valenciano, Tosca y Corachán, con la diferencia de que estos por su mayor juventud pudieron adquirir desde el principio una sólida formación científica, sin el lastre erudito que caracteriza a Olmo.

Juan Bautista Corachán (1661-1741) estudió Artes y Teología en la Universidad de Valencia y participó con Tosca, el deán Martí, Baltasar de Iñigo y otros, en la tertulia del marqués de Villatorcas, donde se dieron a conocer por traducción personal del marqués diversas publicaciones de la Academia de Ciencias de París¹⁹, y en relación con la cual,

¹⁸ Foucault, 1966, ed. 1971, pág. 40-42.

¹⁹ Peset, 1966, pág. 84.

seguramente, realizó su observación del cometa que apareció en 1682. Más tarde fue miembro activo de la «academia» científica que desde 1687 se reunió en casa del matemático Baltasar de Iñigo para tratar de cuestiones físicas y astronómicas²⁰. Hacia 1690 escribió los *Avisos del Parnaso*, de los que dijo Mayans al publicarlos póstumamente en 1747 que «fueron escritos en su juventud por mero divertimento» y en donde hace Corachán una defensa de la ciencia moderna exponiendo en forma de diálogo unas imaginarias discusiones físicas celebradas en el Parnaso con motivo del cumpleaños del dios Apolo y con la participación de diversos científicos (como los jesuitas Clavio, Fabri, Grimaldo, Kircher o Scheiner y otros como Descartes o Boyle), que disputan y realizan experimentos sobre temas tales como el peso del humo, si la luz es una cualidad, la formación del embrión en el huevo, la existencia de la esfera de fuego o el método más adecuado para usar de la razón y buscar la verdad en las ciencias²¹.

En 1696 Corachán fue nombrado titular de una de las dos cátedras de Matemáticas de la Universidad de Valencia, la de Euclides, cátedra de la que fue titular hasta su jubilación en 1724, mientras que desde 1704, Lloret tuvo la de Ptolomeo que incluía la Astronomía y Astrología. Su actividad docente le llevó a realizar una serie de textos matemáticos que responden sin duda a los cursos que dictaba. La primera de estas obras fue un tratado de aritmética, de interés asimismo para la actividad mercantil, la *Arithmetica demonstrada Theórico-Práctica para lo Matemático y Mercantil*, en la que se tratan también las monedas, pesos y medidas antiguas y modernas, publicado en 1699, y del que se hicieron luego otras ediciones (Barcelona, 1719 y 1735). Sucesivamente fue trabajando los diversos temas propios de su cátedra, de los que redactó diferentes textos que quedaron manuscritos, y fue preparando lo que sin duda consideraba su obra fundamental: la *Mathesis sacra*, que, según Mayans, estuvo elaborando a lo largo de treinta años y se publicó póstumamente en 1757 por el mismo Mayans.

Entre los trabajos matemáticos de Corachán no podían faltar los de carácter cosmográfico o geográfico. Efectivamente, la lista publicada por Mayans²² de las obras de dicho autor permite comprobar la existencia de varios manuscritos dedicados a temas geográficos o físico-geográficos. La relación de estas obras es la siguiente:

²⁰ López Piñero, 1979, págs. 391 y 445.

²¹ Ver Capel, *Organicismo...*, 1980.

²² En Corachán, 1747, págs. 213-21. Ver también Navarro Brotons, 1973.

- *Cosmographia, Latine scripta*, Ms., 1700, 8.º
- *Geographia et Hydrographia*, Ms., 1701, 8.º
- *Mesura aquarium fluentium*, 1703, Ms., 8.º
- *Hidrometria fluyente, o medida de las Aguas*, Ms. trabajado por espacio de nueve años y acabado en 1712, 4.º
- *Hidrometria fluens*, Ms., 1712, 8.º
- *Geographia et Hydrographia. Pars prima*, Ms., 8.º
- *Synopsis Cosmographica, Latine Scripta*, Ms. inacabado, 4.º
- *De Meteoris*, Ms. inacabado, 8.º
- *Synopsis Meteorologica*, Ms. inacabado, 1703, 4.º

Además de estos trabajos mayores Corachán trató también temas geográficos en otras obras suyas, como en las *Dissertationes Physico-Matematicas* (1704) y las *Dissertationes ex Physico-Mathematica* (1720), donde entre otros temas se refiere al lugar del fuego, al origen de las fuentes, la inundación del río Nilo, las islas, los sistemas del mundo, la dirección de las naves, la figura y dimensión de la tierra, la altura de los mares, la naturaleza de los cielos, la fecundidad de la tierra y las mutaciones de la superficie terrestre, cuestiones todas que de una manera o de otra solían estar presentes en las obras de geografía de la época.

No hemos consultado directamente los manuscritos de Corachán, pero los estudios que les ha dedicado Víctor Navarro permiten conocer que era partidario del sistema de Tycho Brahe, y que en lo que se refiere a geografía distinguía entre esta ciencia y la cosmografía, asignando a esta última el estudio de la esfera y de los sistemas del mundo. Un informe de Corachán para una reforma de la cátedra de Matemáticas de la Universidad de Valencia, realizado entre 1704 y 1707, permite ver la idea que se hacía ese autor de lo que debía enseñarse como geografía en una de las dos cátedras de matemáticas: la de Ptolomeo. Según él este profesor debería enseñar el quinto año la geografía, «en la qual determinará el lugar y magnitud de la tierra con la explicación de sus partes integrantes como son Continentes, islas, Penínsulas, procurrentes, cabos, Montes, Valles, selvas, cuevas, etc., describiendo los más principales y las 4 partes de la tierra con su división»; también «explicará los círculos de la esfera primarios, y los que a ellos pertenecen: la latitud y longitud de los lugares dando una tabla dellas; las zonas y climas; diversidad de días; habitantes y sombras», y «últimamente enseñará ha hacer los Mappas de todo género»²³. Se trataba, pues, de una parte del

²³ Manuscrito transcrito y estudiado por Navarro Brotons, 1978; *cit.*, en pág. 289.

estudio de la esfera y de una geografía descriptiva de los accidentes y partes de la tierra, más la introducción a la construcción y uso de las cartas; los temas referentes a los ríos y lagos, mares, atmósfera, cartas de navegar, posiciones y rumbos del navío se reservaban, en cambio, para la Hidrografía y Navegación, mientras que la Astronomía se dedicaba a la teórica de los planetas.

LA DIMENSIÓN GEOGRÁFICA DE LA OBRA DE TOSCA

En la historia de la ciencia española la personalidad del padre Tosca tiene un lugar destacado como autor de la más ambiciosa obra de matemáticas realizada a principios del siglo XVIII y que se convirtió en el más difundido tratado de esta ciencia en España durante más de medio siglo. Tomás Vicente Tosca (1651-1723) fue hijo de un médico célebre, Calixto Tosca de los Ares, catedrático de la Facultad de Medicina, y estudió Artes y Sagrada Teología en la Universidad de Valencia, ingresando en la congregación de San Felipe Neri a los 27 años. Fue iniciado en la astronomía y en las matemáticas por Félix Falcó de Belaochaga y por Baltasar Iñigo²⁴ y se convirtió en un miembro activo en la «academia» de este último. Desde principios del siglo XVIII el padre Tosca fue un elemento esencial de la vida científica valenciana, pues, como dice Fernández de Navarrete, «era su aposento una Universidad de todas las ciencias y artes, por los muchos caballeros que diariamente concurrían y se empleaban en el estudio de las matemáticas», añadiendo que «su trato modesto e ingenuo, su candidez, su llaneza y humildad le hicieron amado de todas las gentes»²⁵. Aunque lo más importante de su actividad científica se desarrolló en círculos privados, Tosca tuvo sin embargo una dimensión universitaria, a pesar de no llegar a catedrático de ese centro, ya que en pleno apogeo de su prestigio científico fue nombrado vicerrector de la Universidad con plenos poderes desde 1717 hasta 1721²⁶.

La obra de Tosca es muy abundante y en ella están presentes un gran número de temas de la matemática y la física de su época. Y tam-

²⁴ Fernández Navarrete, 1851, II, pág. 739; López Piñero, 1979, pág. 446.

²⁵ Fernández Navarrete, 1851, II, pág. 739.

²⁶ Peset, 1966, pág. 87.

bién de manera destacada los de carácter geográfico, hasta el punto de que puede ser considerado como uno de los dos o tres geógrafos más importantes de la primera mitad del siglo XVIII²⁷. Tosca no fue, sin embargo, un autor original, sino más bien un compilador extraordinariamente laborioso, y quizás un tanto excesivamente ambicioso y apresurado, pero que con su obra contribuyó decisivamente a difundir en castellano los avances de las ciencias fisicomatemáticas. Su obra fundamental, el *Compendio Mathemático, en que se contienen las materias mas principales de las Ciencias que tratan de la Cantidad* es, como su título expresa, una obra ambiciosa que trata de sintetizar todos los conocimientos matemáticos en sus nueve densos volúmenes. Su primera edición se publicó entre 1707 y 1715, pero luego fue objeto de dos nuevas reimpresiones «corregida y enmendada de muchos yerros de impresión y Láminas» en 1721 y 1757, y difundida, además, parcialmente mediante la publicación de algunos de los tratados que incluía²⁸.

Todas las partes esenciales de las matemáticas están tratadas en los nueve volúmenes del *Compendio Mathemático*, cuyo plan de conjunto vale la pena reproducir:

Plan del Compendio Mathemático del P. Tosca, 1709-15.

- Vol. I. Geometría elemental, Arithmética inferior. Geometría Práctica. 1709.
- Vol. II. Arithmética superior. Algebra, Música. 1709.
- Vol. III. Trigonometría. Secciones cónicas. Maquinaria. 1710.
- Vol. IV. Estática. Hidroestática. Hidrotechnia. Hidrometría. 1712.
- Vol. V. Arquitectura Civil. Montea y Cantería. Arquitectura Militar. Pirotechnia y Artillería. 1712.
- Vol. VI. Optica. Perspectiva. Catóptrica. Dióptrica. Meteoros. 1713.
- Vol. VII. Astronomía. 1715.
- Vol. VIII. Astronomía Práctica. Geographía. Náutica. 1715.
- Vol. IX. Gnomónica. Ordenación del Tiempo. Astrología. 1715.

La obra del padre Tosca ha sido analizada por diferentes autores²⁹ que han señalado su carácter de síntesis de los saberes tradicionales y de los avances de la revolución científica. Estos trabajos han mostrado cómo Tosca no realiza aquí aportaciones propias de interés, aunque en conjunto la obra resulte valiosa por su contribución a la difusión de ideas y también en algunos aspectos concretos, como por ejemplo en fi-

²⁷ Tosca realizó toda esta labor sin descuidar sus obligaciones religiosas. Ver Tosca, 1715.

²⁸ Por ejemplo, todavía en 1794 se editaba una obra de Tosca, *Tratados de Arquitectura Civil, Montea y Cantería, y Reloxes*, que corresponde a sendos tratados del *Compendio*.

²⁹ Marco Cuéllar, 1965; Navarro Brotóns, 1972, López Piñero, 1979.

sica, donde se ha considerado que es «el primer texto que ofrece una exposición sistemática de la nueva disciplina»³⁰.

Tosca adoptó aquí, como luego haría en su *Compendium Philosophicum* (1721), una posición ecléctica, y a la vez ambigua, en la que se han señalado las grandes limitaciones de su formación científica y su incompreensión de lo que realmente significaba la ciencia moderna³¹. En realidad el *Compendio Matemático* es casi una versión al castellano de una obra del jesuita italofrancés Claudio Francisco Millet Dechales, el *Cursus seu Mundus Mathematicus*, cuya primera edición se publicó en Lyon en tres volúmenes *in folio* en 1674, y la segunda en cuatro volúmenes, en la misma ciudad en 1690. Profesor de las universidades de Turín, Clermond-Ferrand y Marsella, el padre Dechales (1611-78), autor también de obras de geografía y navegación³², fue uno de esos jesuitas que intentaron dar una versión ortodoxa de la ciencia moderna desde una sólida posición científica y que, como tantos otros del siglo XVII, abordaron la realización de un tratado sistemático en relación con su actividad docente. En su *Cursus* el padre Dechales recopiló todos sus trabajos matemáticos anteriores, ordenándolos de forma sistemática con algunos nuevos temas en 31 tratados, precedidos de un interesante proemio sobre los progresos de las matemáticas y los matemáticos ilustres. El plan de su obra es el siguiente:

Plan del Cursus seu Mundus Mathematicus del P. Dechales, 1690.

- Vol. I. De Progressi Matheseos et de Illustribus Mathematicis. Euclidis Libri XIV. Theodosii Sphaerica. De sectionibus Conicis. Arithmetica. Trigonometria. Algebra. Hypotheseon Cartesianarum refutatio (Tract. I-VI).
- Vol. II. Geometria practica. Mechanica. Statica. Geographia. De Magnete. Architectonica civilis. Ars Tignaria. De lapidum Sectione (Tract. VII-XIV).
- Vol. III. Architectura Militaris. Hydrostatica. De Fontibus et Fluviiis. De Machinis Hydraulicis, De Navigatione. Optica. Perspectiva. Catoptrica. Dioptrica (Tract. XV-XXIII).
- Vol. IV. Musica. Pyrotechnia. Astrolabium. Gnomonica. Astronomia. Astrologia. Appendis ad Astronomiam seu Tractat. de Meteoris. Kalendarium (Tract. XXIV-XXXI).

Es a partir de esta obra de Dechales, y ordenando los temas de manera diferente, como el padre Tosca compuso su *Compendio Matemático*, obra en la que, a pesar de todos sus defectos, el exigente mate-

³⁰ López Piñero, 1979, pág. 448.

³¹ Navarro Brotos, 1972.

³² Dechales, 1677.

mático español Benito Bails reconocía mucho más tarde «dos circunstancias sumamente apreciables», a saber: «mucha claridad (y también es suma la de Dechales) y una disposición general de los tratados, igualmente entendida», concluyendo que «no hubiera salido acaso de nuestras manos como de las suyas el extracto del *Mundo matemático* de Dechales»³³.

De la obra de Dechales procede también lo esencial de las ideas geográficas desarrolladas por Tosca en su *Compendio*. Hay que decir aquí que³⁴ fue Dechales y no el español el que utilizó a Varenio y lo siguió fielmente en muchos pasajes de su obra. Dechales, al contrario que Tosca, cita a Varenio entre los matemáticos ilustres de su época, reconociendo la deuda que tiene con él y describiendo exacta y ampliamente el contenido de las tres partes de la *Geographia generalis* (parte absoluta, parte relativa y parte comparativa). También señala la existencia de otras ediciones posteriores a la primera de 1650: una en 1670³⁵ y otra «novísima» en 8.º en 1672 por Isaac Newton, añadida por ese autor con 33 figuras. De manera general, Dechales valora la obra de Varenio de esta manera:

«De todos los geógrafos que hasta ahora he leído, se lleva la palma Varenio, excepto en aquellas cosas que no parecen pertenecer a esta materia, ya que no era lugar para hablar de los Relojes y de la Navegación. Pienso también que no fue suficientemente provechosa la construcción de figuras, en cuyo dibujo se tendría que haber trabajado más esforzadamente³⁶.»

Es pues evidente que Dechales no sólo conoció y usó ampliamente la obra de Varenio, sino que además lo citó y valoró correctamente. No así Tosca, quien en este extremo se limitó simplemente a seguir al jesuita francés, limitándose a difundir sus ideas en castellano.

En el *Compendio* del padre Tosca, la «*Geographia* o Descripción Universal del Globo terrestre» comprende el tratado XXIV (volumen VIII), aunque también en otros tratados se desarrollan materias de carácter cosmográfico (en el tratado XXIII, de Astronomía teórica y práctica; en el volumen VII y en parte del VIII), geográfico (el tratado XXV «De la Náutica o Arte de Navegar», donde se desarrollan temas cartográficos y otros que, habían sido tratados por Varenio en su *Geographia generalis*) y físico-geográficos (como el tratado XXII dedicado

³³ Bails, *Elementos de Matemáticas*, 1779, vol. I, pág. II.

³⁴ En contra de lo que yo mismo supuse en otro lugar; Capel, 1974, págs. 73-76.

³⁵ En realidad se hicieron dos reimpresiones, una en 1664 y otra en 1671, Capel, 1974, pág. 34.

³⁶ Dechales, 1690, I, pág. 52.

al estudio «phisico-mathemático de los metheoros terrestres aqueos, aéreos y ethéreos»).

Los cinco libros del tratado de geografía se dedican así exclusivamente a los temas más específicamente geográficos, es decir, la esfera y la descripción de la tierra. Tosca comienza definiendo la geografía como «una ciencia Physico-Mathemática que enseña la descripción universal de toda la Tierra», pero añade que aunque «esta es el principal objeto a quien dirige sus atenciones», dicha descripción debe hacerse «sin perder de vista el Cielo, a cuyas dilatadas esferas procura referir la delineación exacta de el Orbe, manifestando la correspondencia que su admirable fábrica tiene con la celeste»³⁷. Es la misma concepción que tenía Dechales, el cual se refería a la geografía como la ciencia «quae telluris descriptionem non nudam, et absolutam, sed respectivam ad diversa cieli puncta relatam suscipit»³⁸. Por esta estrecha relación que tienen las características geográficas de nuestro planeta con la naturaleza, posición y movimiento de este en el espacio astronómico es por lo que «tiene la Geographía gran dependencia de los generales principios de la esfera, que será preciso se tengan bien sabidos» antes de proceder a la descripción más propiamente geográfica.

Es, en efecto, esta descripción lo más específico de la geografía: «La descripción universal del Orbe terráqueo o compuesto de Tierra y agua —afirma Tosca— se llama propiamente *Geográfica*», y se distingue de la «especial de una región, Reyno o Provincia, que se llama *Corográfica* y de la *Topográfica* que se reduce a la delineación de una ciudad o Villa solamente», así como de la «*Hidrográfica*, que es la descripción especial de los mares, propia del Arte de Navegación». El término «especial» que usa Tosca para la descripción corográfica en lugar del más común «particular», es el mismo que usó Vareño para designar la geografía regional que no llegó a escribir³⁹.

Tosca considera innecesario ponderar la utilidad de la geografía «para la cabal inteligencia de las Historias, así Sagradas como Profanas», y tiene por «cosa indigna de un hombre al ignorar la disposición de esta terrena casa donde habita». Los temas que trata en el libro I dedicado a los principios universales de la geografía, obligan a Tosca a definirse sobre dos problemas esenciales de la ciencia de su tiempo: el de la figura y lugar de la tierra (capítulo I) y el de la quietud o movimiento de

³⁷ Tosca, ed., 1757, vol. VIII, pág. 81.

³⁸ Dechales, 1690, I, pág. 44.

³⁹ Capel, 1974, págs. 47-58.

la tierra (capítulo II). Aunque no fue únicamente aquí donde tuvo que hacerlo, y aunque se ha discutido si, al igual que Zaragoza, era Tosca un copernicano secreto —habiéndose señalado que varios pasajes de su obra parecen mostrar que tenía simpatía por el sistema copernicano admitido como mera hipótesis⁴⁰—, la verdad es que en los momentos decisivos Tosca no parece dudar, y expone como única verdadera la doctrina de la Iglesia. Así, en el capítulo I, tras demostrar que la tierra es esférica, que todos los cuerpos graves descienden con su peso natural hacia el centro de la misma, y que la superficie de las aguas que no tienen movimiento es perfectamente esférica, defiende que «la tierra está sensiblemente en el centro del firmamento» y declara que la hipótesis de Copérnico es «absolutamente falsa» (teorema 4). A mayor abundamiento, en el capítulo siguiente explica que en la tierra no existe movimiento de trepidación y expone los dos movimientos que Copérnico puso en la tierra (Proposición VI), afirmando que el sistema copernicano puede considerarse como simple hipótesis y en ese caso «no hay duda ser una de las mejores que se han discurrido», pero que ello no significa ni mucho menos que este sistema exista en realidad, ya que no es lo mismo «quadrar con los phenomenos celestes, y existir en la realidad; porque también otras hypothesis se ajustan con ellos, y no por eso decimos estar realmente en el mundo»⁴¹.

Más adelante muestra que «los argumentos con que se prueba el movimiento de la tierra no son concluyentes», como tampoco lo son en sentido inverso los «argumentos filosóficos» con que se impugna dicho movimiento. Por ello cree que mientras no haya otras razones es preciso aceptar la interpretación de la Iglesia, concluyendo en la Proposición IX que «la tierra no tiene movimiento, si que está inmóvil en su lugar». Esta posición se justifica por las siguientes palabras: «No habiendo pues razón evidente ni experiencia que concluya dicho movimiento, es preciso decir ser la tierra inmóvil y estar el movimiento en el Sol, por varios textos de la Escritura Sagrada, que siempre atribuye el movimiento al Sol y la estabilidad a la tierra»⁴². Después de citar los textos sagrados que apoyan esta posición, vuelve Tosca a mostrar su acatamiento a la interpretación de la Iglesia, a pesar de reconocer que todos esos textos «se podían entender del movimiento aparente, respecto de nosotros, que habitamos la tierra»; para él la razón radica, otra vez, en la falta de

⁴⁰ Navarro Brotons, 1972, págs. 372-75; y 1974.

⁴¹ Tosca, ed., 1757, vol. VIII, pág. 93. Tosca remite al padre Dechaies para ampliar los argumentos a los que alude allí.

⁴² Tosca, ed. 1757, vol. VIII, pág. 99.

argumentos científicos convincentes: «Mientras no haya razón que obligue a esta inteligencia, se deben entender en sentido propio los lugares sobredichos»⁴³.

En realidad, la originalidad de Tosca en toda esta presentación es bien escasa, limitándose a seguir muy de cerca la argumentación de Dechales, el cual había expuesto antes las mismas ideas en las proposiciones IX a XII de su tratado de Geografía, defendiendo —en la línea jesuítica— que el sistema de Copérnico podía tomarse como hipótesis y mostrando en la Proposición XII que «Copernicana hypothesis nulla ratione demonstrativa refellitur aut probatur». Pero los planteamientos del valenciano son en realidad mucho más retrógrados que los del jesuita francés, ya que este en la Proposición XI había considerado peligrosa la actitud de que a partir de la Escritura hubiera que rechazar totalmente la hipótesis de Copérnico.

El capítulo III lo dedica Tosca al magnetismo de la tierra y de los cuerpos magnéticos. Comienza exponiendo algunas experiencias que manifiestan la virtud atractiva de la piedra imán y como en esta existen realmente polos opuestos, refiriendo a continuación otras que prueban «la virtud directiva» de los cuerpos magnéticos hacia los polos de la tierra, así como la «virtud comunicativa» de dichos cuerpos. Muestra también cómo el globo terrestre posee igualmente la virtud magnética y se interroga sobre su explicación, considerando que es este un punto «meramente filosófico» y de gran dificultad. Tosca supone que la médula íntima de la tierra es de piedra imán, que esta tiene gran semejanza con el hierro, y que «assi como la agua tiene una perpetua circulación por el Orbe de la Tierra, con la qual [...] entra dentro de la Tierra por el polo boreal, y sale por el austral, corriendo después por lo profundo de los mares azia el mismo polo boreal; assi también de la médula de la tierra salen continuos afluvios de corpúsculos o espíritus magnéticos, que corriendo por sobre su superficie y athmosphera se restituyen al mismo interior de la Tierra, y saliendo especialmente por sus polos en circulación perpetua»⁴⁴. Se trata de una interpretación que se remonta a Gilbert, y que se combina aquí con una explicación organicista de la estructura de nuestro planeta, de raíces directamente kircherianas y en último término platónico-herméticas⁴⁵. Por último, Tosca se pregunta por las razones de la atracción que los espíritus magnéticos tienen sobre el hie-

⁴³ Tosca, ed. 1757, vol. VIII, pág. 100.

⁴⁴ Tosca, ed. 1757, vol. VIII, pág. 110.

⁴⁵ Capel, *Organicismo...*, 1980.

rro, sobre la declinación magnética y sobre la atracción y repulsión mutua de los cuerpos magnéticos.

Todo el capítulo III es un resumen del Tratado *De Magnete* del *Cursus* de Dechales, incluido en esa obra como Tratado XI a continuación del de Geografía⁴⁶ e integrado por Tosca en el tratado dedicado a esta ciencia. Tosca no cita la fuente de sus ideas, aunque hábilmente remite en varias ocasiones a la obra de Dechales para mayor ampliación, uniendo a veces el nombre de ese autor con el de otros para dar idea de mayor erudición. Este capítulo es un buen ejemplo de la forma de proceder del clérigo valenciano. A pesar de que todas las noticias que inserta están tomadas del jesuita francés, Tosca elude citar esta fuente y cita, en cambio, los autores que aquel refiere como si los hubiera consultado directamente⁴⁷.

El capítulo IV trata de la magnitud de la tierra. Como en el resto de la obra, lo esencial del mismo procede de Dechales⁴⁸, aunque Tosca lo completa con noticias de otro origen. Así cita a José Vicente del Olmo, al presentar las medidas geométricas propias de la tierra, y la *Esfera* del padre Zaragoza, a Vicente Mut, al francés de Fer al discutir el tamaño de la circunferencia del globo terráqueo. El libro I acaba con un capítulo dedicado a explicar los diferentes círculos que pueden considerarse en la tierra, semejantes a los que se distinguen en la esfera celeste.

Siguiendo a Dechales, e indirectamente a Varenio, Tosca distingue en la tierra dos tipos de propiedades: *respectivas* y *absolutas*. Las primeras son llamadas así por ser las que «le competen respecto del Cielo», y su estudio constituye el objeto de los libros II y III. Los temas aquí tratados corresponden a los que Varenio desarrolla en la segunda parte o *Pars Respectiva* de su *Geographia Generalis*, dedicada al estudio de las propiedades celestes de la tierra. Dechales había introducido una distinción que no aparece explícitamente en Varenio, dedicando el libro II de su *Cursus* a las «*Affectiones telluris ejus rotunditati a septentrione in Austrum affixæ*», y el III a las «*Affectiones telluris ejus rotunditati ab occasu in ortum affixæ*». Siguiendo a este autor, aunque como siempre sin citarlo, Tosca distingue también entre dos tipos de afecciones respectivas: unas que le convienen a la tierra según su latitud y otras según su longitud. A las primeras está dedicado el libro II del Tratado de Geografía.

⁴⁶ Dechales, 1690, vol. II, págs. 473-560.

⁴⁷ Por ejemplo, en la pág. 105 incluye una tabla de la inclinación de la aguja hacia la piedra imán, atribuida correctamente a Jacobo Grandam, pero reproducida a partir de Dechales, vol. II, pág. 479.

⁴⁸ Y concretamente en este caso de la Proposición 31 y sigs. del libro I del Tratado de Geografía.

Comienza este libro con la explicación de las diferentes posiciones de la esfera, explica luego la división de la tierra en cinco zonas y las características de cada una de ellas, y continúa con la situación de los habitantes de la tierra respecto de las sombras (ascios, heteroscios, anfiscios y periscios) y respecto de ellos entre sí (antecos y antípodas), dedicando, por último, atención a las propiedades de las bandas latitudinales, o *climas*, que se distinguen en la esfera terrestre de acuerdo con las diferencias que existen en la duración del día más largo. Para todo ello Tosca resume libremente el libro II de la geografía de Dechales, alterando el orden de los temas⁴⁹ y reduciendo o suprimiendo otros.

El estudio de las propiedades y afecciones de la tierra según su longitud es el objeto del libro III, correspondiente al del mismo número en Dechales. La definición de longitud y el modo de contarla, el problema del primer meridiano y una disquisición sobre la línea de demarcación de Alejandro VI, dan paso a la explicación de los teoremas fundamentales, que son sucesivamente demostrados: todas las regiones que están bajo un mismo meridiano tienen a un mismo tiempo el medio día y las demás horas; todas las que están bajo diferentes meridianos tienen las mismas horas en diferentes tiempos y a un mismo tiempo diferentes horas; la diferencia de horas en diferentes lugares es igual a la distancia de sus meridianos; aquellos lugares donde a un mismo tiempo se cuentan más horas astronómicas son más orientales; en cualquier instante se dan todas las horas en el globo terrestre; los círculos meridianos son círculos horarios; los que caminan hacia el poniente tienen los días naturales más largos y los que lo hacen hacia levante más breves; los que navegan alrededor de la tierra desde poniente a levante ganan un día, y los que lo hacen en sentido contrario lo pierden, de lo que se deduce que necesariamente ha de haber dos lugares muy cercanos que en la cuenta del calendario se diferenciarán en un día. Una última proposición se dedica a mostrar cómo puede obtenerse la diferencia de longitud entre dos lugares por la observación de los eclipses lunares o de los satélites de Júpiter.

Al igual que en el libro anterior, en el III Tosca sigue muy de cerca el libro correspondiente de Dechales. A pesar de todo, el valenciano adopta su propio plan y, al igual que hizo al intercalar el capítulo dedicado al magnetismo, introduce una leve modificación respecto al plan del *Cur-sus*. En el libro IV Dechales había tratado «*De proprietatibus telluris ex omnimoda eius rotunditate*», exponiendo aquellas características que,

⁴⁹ Por ejemplo la posición de los habitantes respecto a sus sombras es presentada por Dechales después del estudio de los climas y del crepúsculo.

como la iluminación del sol, dependen de la redondez de la tierra y de las distintas posiciones de la esfera. Lógicamente la definición de antecos, periecos y antípodas se relaciona con ello y por eso es introducida aquí por Dechales. Tosca resume algunos de estos temas en las partes anteriores y dedica el libro IV a la fábrica y uso del globo geográfico y de todo género de mapas y a la resolución de diferentes problemas relacionados con la cartografía. Que a pesar del cambio de título el contenido de este libro sigue también bastante de cerca el libro IV de Dechales se demuestra por la presentación que había hecho al principio del tratado, afirmando que el libro IV trataría de mapas «y de todo lo referente a la redondez de la tierra». En cualquier caso, se trata de un libro que el autor considera «del todo práctico» y que se centra en los globos y mapas geográficos, dejando el estudio de las cartas náuticas para el tratado XXV dedicado al arte de navegar.

Tosca estaba personalmente muy interesado en todo lo referente a la construcción de globos y mapas, pues él mismo fue, como veremos, hábil cartógrafo, y por ello se entiende la atención concedida a estos temas en su obra. Para algunas de las cuestiones que aquí trata remite a otros autores que se nota haber manejado directamente, como Barbaro, Gaspar Escoto o Caramuel. También remite frecuentemente al tratado de Trigonometría para las demostraciones matemáticas precisas para la construcción de globos, el paso de superficies esféricas a planas y la determinación de las escalas, con los correspondientes problemas de conversión de medidas. El capítulo IV de esta parte se dedica a la resolución de problemas geográficos relacionados con el uso de globos y mapas, y en él se utilizan ideas procedentes del libro IV de Dechales para tratar cuestiones como estas: dado cualquier lugar en la zona tórrida, hallar los días en que tiene al sol en su cenit al mediodía, y al contrario, dado el día hallar los lugares por cuyo cenit pasa; dado cualquier lugar y día, hallar cuántos grados dista el sol del cenit cuando llega al meridiano; dada la latitud de dos lugares y el ángulo de posición, hallar la diferencia de su longitud; dada la latitud de uno de los lugares, su distancia y el ángulo de posición, hallar la diferencia de longitud; y otros semejantes⁵⁰.

El último libro del tratado de Geografía de Tosca trata de las afeciones absolutas del globo terráqueo, es decir, de aquellas que por ser independientes del cielo se llaman absolutas, al igual que había hecho antes Varenio en la primera parte de su *Geographia generalis*. Dechales

⁵⁰ Tosca, sin embargo, no aborda el tema de las proyecciones, que había sido tratado por Olmo.

había tratado de estas propiedades en su libro V dedicado a los «*Stabiles Telluris et insigniores Characteres*» y fiel al espíritu de Varenius se había limitado a las propiedades absolutas *naturales*. Dechales consideraba que como la división en reinos y provincias era arbitraria y depende de la mudable voluntad de los hombres, no pueden ser objeto de un conocimiento firme y propiamente científico («Sub cognitionem stabilem et scientia propriam cadere non potest», escribió él) ni puede engendrar unas noticias permanentes. Por ello sólo consideraba científico tratar de las divisiones producidas por la misma naturaleza tales como tierra y mar, islas, montes y otras semejantes.

Tosca, por su parte, señala que existen dos tipos de divisiones posibles del globo terrestre: «la una es *Natural*, hecha por la misma naturaleza; la otra es *Política*, o dispuesta por los hombres», y trata en su obra de ambas, abandonando así la distinción entre geografía general y especial, que tan esencial era en la concepción de Varenius, pero acercándose con ello a la forma de proceder de Pedro Hurtado de Mendoza⁵¹.

El libro IV se introduce con una definición de los términos pertenecientes a la división natural (continente, isla, istmo, estrecho, etc.) y política (región, provincia, imperio, etc.) de la tierra. A continuación en la primera parte se estudian las divisiones del globo terráqueo pertenecientes a la tierra, incluyendo dentro de ella una descripción breve muy esquemática de continentes y países. En capítulos sucesivos se trata de las islas, que divide, al igual que Dechales, en grandes, medianas, pequeñas y mínimas; de las penínsulas; y de los montes, que clasifica según su longitud, su altura y su carácter volcánico. La segunda parte de este libro se refiere a las divisiones del orbe terráqueo pertenecientes al agua (mares, ríos, estanques, etc.), realizando aquí una presentación esquemática y puramente descriptiva de estos temas, lo que se justifica si tenemos en cuenta que las cuestiones propiamente físicas que se relacionan con estos elementos —incluidas por Varenius en la primera parte de su *Geographia generalis*— fueron tratadas por Tosca en el Tratado XXII o «Físico Matemático de los Meteoros terrestres áqueos, aéreos y ethéreos»⁵².

El tratado de geografía de Tosca, como el de Dechales, carecen de la parte *Comparativa* que Varenius incluyó como tercera parte de su *Geographia Generalis*. Pero un cierto número de los temas de que Varenius trató allí se encuentran en esos autores distribuidos en otros capítulos

⁵¹ Ver Capel, *La geografía como ciencia matemática mixta...*, 1980.

⁵² Vol. VI, págs. 430-539. Sobre esta parte de la obra de Tosca ver Capel, *Organicismo...*, 1980.

anteriores, como los capítulos 31 (sobre la longitud de los lugares), 32 (sobre la situación respectiva de los lugares, sobre la composición del globo terráqueo y sobre los mapas) y 33 (de las distancias de los lugares) de Varenio; y otros, como los que se refieren al arte de navegar, a la carga de los barcos, a la limeneurética o arte de dirigir la nave y a la histiodromía o línea de rumbo de la nave, a la posición de los navíos en el mar y en los mapas náuticos (capítulos 35 a 40 de Varenio) forman parte del Tratado consagrado al arte de la navegación o de los dedicados a ingeniería.

El gran prestigio de que gozó el padre Tosca y la amplia difusión de su *Compendio Matemático* a través de las tres ediciones que de él se hicieron, contribuyeron sin duda a difundir ampliamente sus ideas en España. En lo que respecta a la geografía, se tuvo así una noticia indirecta, pero amplia, de la obra geográfica más importante del siglo XVII, la *Geographia Generalis* de Varenio, aunque con la limitación fundamental de la no aceptación de su planteamiento copernicano. La autoridad del *Compendio Matemático* fue indiscutida hasta la mitad del siglo. En 1757, ante la «carestía» que había de la obra, se hizo una tercera edición por iniciativa del presbítero y catedrático de Filosofía, Carlos Beneyto, el cual valoraba sobre todo la labor difusora del *Compendio*, al ponderar «el feliz acierto con que el doctísimo P. Tosca sacó del escondido tesoro de la lengua Española propias riquezas para vestir a nuestra moda unas Ciencias desconocidas en gran parte de nuestro lenguaje».

De todas maneras desde aproximadamente 1775 empezaron a expresarse serias reservas sobre su valor. Así, Benito Bails, a pesar de los elogios que antes citábamos, afirma de la obra que «en razón de los adelantamientos que ha hecho la matemática con el talento y aplicación de los geómetras de este siglo [el XVIII] y finales del anterior, es sin duda alguna incompleta y diminuta la obra del escritor valenciano». En la parte náutica, a finales del siglo era ya abiertamente criticado, y Martín Fernández de Navarrete, al discutir en su *Historia de la Náutica* el uso de la brújula en la edad media alude al «engaño con que adoptaron esta opinión los padres Riccioli y Dechales, y la ligereza con que los copió nuestro Tosca por la natural credulidad de los compiladores para admitir sin examen ni crítica cuantas especies se les presentan»⁵³. Pero a

⁵³ Fernández de Navarrete, *Hist. Naut.*, pág. 302. El autor cita en nota a Feijoo, *Teatr. Crú.*, I., IV, disc. 12, parr. 11, nota. Al comentar el *Compendio Matemático*, Fernández de Navarrete (*Bibl. Marítima*, 1851, II, 739-44), cita como fuentes del Tratado de Náutica la hidrografía del padre Fournier, y respecto a la parte de táctica el *Arte de las Armadas* del padre Hoste. Añade: «Todos estos tratados están resumidos con mucho juicio y claridad», aunque critica la terminología usada y el empleo innecesario de neologismos.

pesar de todos sus defectos la obra de Tosca cumplió durante un largo período un precioso e insustituible papel difusor de los avances fisicomatemáticos de la revolución científica, y en geografía contribuyó a popularizar ciertos temas entre un público amplio. Quizás el elogio más ponderado de esta obra es el que en 1806 hizo Isidoro de Antillón al afirmar que «a fines del siglo XVII o principios del siglo XVIII, las obras matemáticas del padre Tosca (aunque traducción casi literal del Curso de Dechales) familiarizaron entre nosotros el gusto a las ciencias exactas y esparcieron en el público algunas ideas sobre la Cosmografía, Astronomía y proyecciones»⁵⁴. Una valoración que hace justicia a este papel difusor de Tosca, que en lo que respecta a la geografía no cumplió él solo, sino acompañado por las otras obras geográficas que hemos analizado en diversos lugares⁵⁵.

La actividad geográfica del padre Tosca no se limitó a la redacción de las partes correspondientes del *Compendio Matemático*. Tosca fue un verdadero geógrafo, en el sentido en que se entendía este término en el siglo XVIII, es decir, un especialista en la construcción y uso de globos y cartas. Según Gregorio Mayans, que le conoció bien y que escribió su vida, Tosca «fabricó también un Globo Terrestre cuyo diámetro es de cuatro palmos. El mismo Tosca dio forma a la materia del Globo, designó sus grados y distinguió en él las cuatro partes del Orbe, ocupando su lugar las provincias, las regiones, los mares, los istmos, las islas; y todo lo demás que correspondía a la perfección del globo fue diseñado muy apropiadamente por su mano». Añade Mayans que «preparó el autor material para construir otro globo, pero a causa de un disturbio público no pudo acabarlo»⁵⁶. Sus conocimientos cartográficos le permitían incluso levantar mapas por sí mismo, y a Tosca se debe el gran plano de Valencia realizado en 1704 por encargo del ayuntamiento de la ciudad y publicado por la corporación a escala aproximada 1 : 1.680⁵⁷, y reproducido luego en forma reducida con el título *Valencia de los Edetanos, vulgo del Cid* en la obra de Pascual Esclapes y Guilló⁵⁸.

⁵⁴ Antillón, 1806, pág. 198.

⁵⁵ Capel, 1980 y 1981.

⁵⁶ Mayans, ed., 1974, pág. 239. En esta obra puede verse la Vida de Tosca y la lista completa de sus trabajos, una parte de los cuales quedaron inéditos.

⁵⁷ El original manuscrito se conserva en el Archivo del Ayuntamiento de Valencia y tiene unas dimensiones de 257 x 209 cm. La edición impresa grabada por Joseph Fortea mide 143 x 96 cm. Los dos mapas aparecen descritos en Vallés Sanchís, 1979.

⁵⁸ Esclapés y Guilló, 1738 y 1805.

EL MOVIMIENTO NOVADOR Y EL ESTUDIO DE LA GEOGRAFÍA DE ESPAÑA

La atención concedida a las matemáticas por el movimiento novador hizo que la mayoría de sus miembros mostraran interés por el cultivo de la geografía. No sólo los autores citados, sino también otros del mismo grupo deben ser incluidos en una historia de la geografía española. Entre ellos el impresor Antonio de Bordazar, discípulo de Iñigo, de Corachán y de Tosca, el cual, además de ser el editor de las obras más importantes de los novadores, impulsó la creación de una Academia Matemática Valenciana, que debería constituirse a partir del núcleo que se había ido formando desde 1687 en torno a Iñigo. Bordazar dedicó sus ocios a las matemáticas y dio clases particulares de «geografía práctica» en 1734, escribiendo además un *Discurso Matemático-Geográfico en asunto de investigar la lengua española*, que envió manuscrito a Mayans⁵⁹.

Bordazar compartía con otros discípulos del padre Tosca su interés y aprecio por las matemáticas, ciencias que como decía uno de ellos, el doctor Josef Nebot y Sans⁶⁰, es «por todas partes perfecta, que con derecho ocupa la primacía entre todas, a excepción de la Theología». De esa ciencia perfecta y primera formaba parte la geografía, como ciencia matemática mixta o fisicomatemática. En efecto, para Bordazar, que en eso seguía la opinión común del momento, una de las ramas de las matemáticas mixtas, la cosmografía, se dividía en astronomía general (con uranografía, cronología y gnomónica), astronomía subulunar (con meteorología y geotáctica) y astrología. La geografía, junto con la hidrografía, formaba parte de la geotáctica y se dividía, a su vez, en corografía y topografía, al igual que la hidrografía lo era en brasmología, o ciencia de las mareas, y náutica. Frente a la reflexión puramente filosófica de la naturaleza, estas disciplinas matemático-cosmográficas permitían un nuevo tipo de conocimiento, más preciso y riguroso, y por ello podían ser agresivamente esgrimidas en la batalla por imponer la ciencia moderna en España: «¿Qué sistema se podrá construir del mundo, de su natu-

⁵⁹ Navarro Brotons, 1976, pág. 591; y 1972, págs. 377-78.

⁶⁰ En la aprobación a la obra de Bordazar, *Proporción de monedas, pesos i medidas*, 1736. Nebot alaba aquí a Bordazar y afirma que los dos eran discípulos de Tosca.

raleza, situación i grandeza de los Orbes, de su variedad, de los climas i estaciones del año, igualdad i desigualdad de los días respectivamente de las tres esferas, sin la exacta noticia de la Geografía i Astronomía ante- viendo los eclipses i computando los movimientos celestes?», pregunta- ba Josef Nebot en la aprobación de una obra de Bordazar⁶¹.

Todo ello explica la importancia que Bordazar concedía a la geogra- fia en la proyectada academia. En su defensa sobre la *Idea de una Aca- demia Matemática* (Valencia, 1740) sostenía que entre los frutos que podían esperarse de ella se encontraban los referentes a «las partes de aplicación de la Geografía, de que carece España», con lo cual «se aten- dería o desatendería la elipticidad de la tierra por observaciones corres- pondientes a las que se acababan de hacer en Francia y otras igualmente importantes», y destaca la utilidad que dicha institución reportaría a las diversas disciplinas matemáticas, entre las cuales señala explícitamente la Geografía y la Geodesia⁶².

Este interés por la geografía fue compartido también por los eruditos que siguiendo las huellas de Gregorio Mayans se encontraban empeña- dos desde el tercer decenio del setecientos en la fundamentación de una historia crítica de España. La personalidad de Mayans es clave en el desarrollo de una faceta humanística y crítica dentro del movimiento novador valenciano, y aparece íntimamente ligada a Corachán, a Tosca y a Bordazar. Fue precisamente en casa de este último, en una reunión en la que también intervinieron además de Mayans, Andrés Piquer y Josef Nebot, entre otros⁶³, donde se decidió el 15 de agosto de 1742 la fundación de una Academia Valenciana, como institución que permitie- ra poner en marcha los ambiciosos proyectos de Mayans⁶⁴. Entre los objetivos de la misma se encontraban, sobre todo, la edición de fuentes y de obras críticas para «la perfección de la Historia de España», pero también el estudio racional de la lengua castellana —un proyecto que como hemos visto era también caro a Bordazar desde 1734—, la elabo- ración de una Historia Natural, de una Medicina y de una Botánica española, y el estudio del origen y progresos de las leyes de España⁶⁵. En

⁶¹ *Proporción de Monedas, pesos i medidas*, 1736, pág. XI. En esta obra Bordazar aborda el estudio de las monedas (Tratado I, de los pesos) (Tratado II) y de las medidas (Tratado III, págs. 124-44), analizando en esta tercera parte las usadas desde la antigüedad y las que se emplean en la medida de planos. El Tratado IV se dedica a la aplicación práctica de las medidas de longitud en la agrimensura, y en él se alude repetida- mente a la obra de Riccioli.

⁶² Navarro Brotons, 1976, pág. 593.

⁶³ Mestre, 1976, pág. 69.

⁶⁴ Sobre la Academia Valenciana ver Mestre, 1976, págs. 65-76.

⁶⁵ Mestre, 1976, pág. 70.

este ambicioso programa los estudios de geografía de España no podían estar ausentes.

Ante todo, la geografía antigua, con el proyecto de editar las obras de Avieno, que aparece ya en el programa diseñado por Mayans. Pero también la geografía moderna y la topografía. A ellas alude ampliamente el presbítero y catedrático de Filosofía de la Universidad de Valencia, Asensio Sales, en su *Oración a la Divina Sabiduría, Patrona de la Academia Valenciana*, pronunciada el 7 de enero de 1746.⁶⁶ Sales cita en su discurso las obras ya acometidas (la *Era Española* del marqués de Mondéjar y otros trabajos de historia) y señala dos faltas graves para la realización de una historia de España: la topografía y la cronología, «ambas tan descaminadas que son necesarios eruditos Adalides que guien a los demás por tan desconocidos lugares y confusos tiempos». Propone que se publiquen cinco o seis libros que aclaren la topografía de España y cita en concreto los libros 3 y 4 de Historia Natural de Plinio, señalando el interés de utilizar «la estupenda lectura del doctor Juan Andrés Estrañ, que ilustró a Plinio con perpetuas Notas críticas»; la obra sobre topografía española de Dionisio Afro interpretado por el gramático Prisciliano o por Rhamnio Fannio; la *Descripción de la Redondez de la Tierra* de Rufo Festo Avieno y la *Orilla Marítima* del mismo autor, considerando que podría editarse «con las *Observaciones* que hizo sobre él D. Nicolás Antonio, que sin trabajo se pueden reducir a unos Comentarios de exquisita erudición», a los que se podría añadir también el *Anti-Juliano* del mismo Nicolás Antonio, «donde ilustra de propósito todos los lugares que trataron de oscurecer los Autores de Chronicones Fingidos». Propone asimismo publicar «los admirables comentarios del ya celebrado Pedro Juan Nuñez», los cuales el orador afirma que los tiene preparados «para beneficio público»; y, por último, afirma Sales que «para dar a la Topografía de España la última perfección, bastará publicar las Notas que tiene preparadas assi a la *División de los obispados atribuida al rey Wamba* como a la *Descripción de España del geógrafo Nubiense* nuestro erudito Fundador y Censor», es decir, Mayans.

El discurso de Sales alude a otros trabajos que debe realizar la Academia referentes a ortografía, oratoria, lógica, física, siguiendo las huellas de Corachán y de Tosca, y metafísica. Cita también elogiosamente a Antonio Bordazar como activo colaborador de los trabajos; y finaliza con unas palabras que representan en sí mismas todo un programa de investigación:

⁶⁶ Sales, 1746. La obra lleva un elogioso juicio de Gregorio Mayans fechado en su residencia de Oliva.

«Entre tanto, Señores, aplicad la vista, si os parece, a los Campos Valles i Montes de toda España, i los vereis llenos de Yervas, Plantas i Arboles utilísimos para conservación de la salud o recuperación de ella, i observad que con tantas lenguas como hojas estan incitando nuestros entendimientos al conocimiento de sus admirables propiedades [...] sin ser necesario ir a buscarle en Indias o en remotas tierras⁶⁷.»

Se trata de un proyecto explícito de reconocimiento del territorio español que no es difícil relacionar con las preocupaciones por la geografía de España que tenía Bordazar y con el interés de Mayans por la historia de nuestro país, de la misma manera que en este último interés se encuentra una de las claves para entender los proyectos acerca de la geografía antigua de España de los miembros de la Academia Valenciana. A través de Bordazar y de Mayans —pero también a través de la intervención de otros discípulos de Tosca, como Nebot— se establecía así un puente entre las inquietudes histórico-críticas de los eruditos valencianos y la obra más matemática y general de las grandes figuras del movimiento novador valenciano⁶⁸. Y este movimiento cuya profunda unidad y continuidad es difícil desconocer, adquiría así una nueva dimensión y ofrecía con el estudio del territorio español un objetivo integrador para la labor de matemáticos, físicos, naturalistas, médicos e historiadores, a la vez que un instrumento de lucha para el programa de regeneración social y cultural en el que estaban empeñados.

⁶⁷ Sales, 1746.

⁶⁸ Sobre la utilización por Mayans de las ideas de Corachán, ver más adelante, cap. XIII.

II. Matemáticas, astrología y saber popular

En una Universidad dedicada a formar teólogos, juristas, funcionarios y médicos, y dominada todavía por las más burdas simplificaciones y excesos del aristotelismo, la presencia de las matemáticas, y por consiguiente de la geografía, era poco relevante. Aun así, como hemos visto en el capítulo anterior, alguna Universidad, como la de Valencia, pudo realizar tempranamente una importante renovación en la enseñanza de esta ciencia. Más tardíos fueron los intentos renovadores en la más prestigiosa de las universidades españolas: la de Salamanca. En estos intentos participó una de las más interesantes y polémicas figuras de nuestro setecientos, don Diego de Torres y Villarroel, catedrático de Matemáticas en ella y a la vez pronosticador reputado. A través de su obra se puede penetrar en las complejas relaciones que todavía en aquellos años existían entre saber científico y astrología.

TORRES VILLARROEL Y LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS EN LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

En la Universidad de Salamanca la renovación de las enseñanzas de matemáticas y geografía está relacionada con la figura de Diego de Torres y Villarroel.

Personalidad de sorprendentes dotes intelectuales, su formación fue prácticamente la de un autodidacta. En su *Vida* explica cómo en Salamanca dio «en el extraño delirio de leer en las facultades más desconocidas y olvidadas», acabando finalmente en las matemáticas: «Sin director y sin instrumento alguno (de los indispensables en las Ciencias Matemáticas), lidiando solo con las dificultades aprendí algo de estas útiles y graciosas disciplinas»¹. Este aprendizaje lo realizó movido por un súbito

¹ Torres Villarroel, *Vida*, s.a., pág. 98.

interés por esas materias, pero sin poseer una sólida base científica, lo que explica no pocas facetas de su posterior actividad intelectual. Él mismo confiesa que «las lecciones y tareas a que me sujetó mi destino las tomé al revés, porque leí la Astronomía y Astrología, que son las últimas Facultades, sin más razón que haber sido los primeros libros que encontré unos Tratados de Astronomía escritos por Andrés de Argolio y otros de Astrología impresos por David Orignano». Su parentesco con un impresor salmantino le permitió seguramente intuir las posibilidades de aplicación de este limitado bagaje científico, y así, como él mismo afirma, «a los seis meses de estudio salí haciendo Almanakes y Pronósticos; y detrás de mí salieron un millón de necios y maldicientes blasfemando de mi aplicación y de mis obras»².

La actividad científica de Torres Villarroel estuvo marcada durante toda su vida por el oportunismo, pero se vio apoyada en unas dotes poco comunes de inteligencia y decisión que le permitieron realizar una obra interesante de divulgación popular, no sólo por las ideas que difundió a través de una vasta labor de escritor dedicada a los temas más diversos, sino por las mismas polémicas que suscitó. Sin duda el bajo nivel científico de la época permitía la creación de desmesurados prestigios científicos y la promoción de personalidades de limitada preparación, como el mismo Torres, a lugares preeminentes; pero en el caso de este autor hay que decir que, a pesar de su demagógico estilo literario para con el «vulgo» al que se dirige, ello fue unido a un cierto esfuerzo de preparación a través de lecturas que debemos suponer tan diversas y multiformes como su misma formación.

Torres Villarroel siempre presumió de matemático y en ocasiones pregonó su papel como renovador de esta ciencia en España. Aprovechando los motivos más diversos no deja de ponderar su destreza: «Yo soi un cathedrático de la más excelente de las Universidades, y explico en ella las treinta y dos ciencias Matemáticas», es una declaración típica que él aprovecha para ponderar su papel renovador: «En mi Universidad, especialmente hasta que yo fui, había un siglo que no la saludaban a la matematica; y desde este tiempo no se encuentra por reliquia ni testimonio la lección de un Maestro; en las demás Universidades, han estado y hoy están cerradas las puertas de estas Aulas, por faltar Maestros y oyentes»³.

² Torres Villarroel, *Vida*, pág. 99.

³ Torres Villarroel, *Sueños Morales, Visiones y Visitas con Don Francisco de Quevedo por Madrid*, 1743, en Torres Villarroel, *Libros en que están atados...*, 1752, vol. II, págs. 122-23.

Desde luego, en la actividad a que se dedicó Torres el nivel de los conocimientos era en general particularmente bajo, ya que las universidades dedicaban la parte esencial de la actividad docente a las enseñanzas de teología, jurisprudencia y humanidades. En 1738, Torres Villaruel valoraba esta situación afirmando que

«las ciencias en que yo manifesté alguna inclinación estaban aborrecidas, y arrojadas de los estudios públicos y Universidades de España. Era delito descubrir el genio aplicado a otras Artes, que a las de Jurisprudencia, Medicina y Theología. En la Mathemática, Phylosophía y Medicina Moderna, Poesía, Rethórica, lidié yo solo con sus sixtemas y dificultades: porque a los Libros y los Maestros de estas Ciencias les echaron a cozes de las Aulas, y Patios, los Jurisconsultos, los Galenistas, y los Tehólogos, como hombres de mayor puganza [sic]: y en poco tiempo lograron quedarse solos con sus sectas rancias, jurándolas de utilidad y sabiduría, siendo indubitables que todos vivimos a obscuras, sin aver descubierto hasta aora otras luces que las que nos han encendido las revelaciones de Dios, y de su Iglesia⁴.»

Con su habitual exageración, pero con alguna razón, alude otra vez él mismo en 1758 a la situación existente hacia los años 1730:

«Estaban veinte y quatro años ha persuadidos los Españoles que el hacer Pronósticos, fabricar Mapas, erigir figuras, y plantar épocas, eran dificultades invencibles; y que solo en la Italia y en otras Naciones extrangeras se reservaban las llaves con que se abrían los secretos arcones de estos graciosos artificios [...]. No existía un hombre en el Reyno de los ocultos en las Comunidades, ni de los patentes en las Escuelas públicas, que como aficionado, o como Maestro se dedicase a esta casta de predicciones y sistemas. Todas las Cátedras de las Universidades estaban vacantes, y se padecía en ellas una infame ignorancia. Una figura geométrica se miraba en este tiempo como las brujerías y tentaciones de San Antonio, y en cada círculo se les antojaban una caldera donde hervían a borbotones los pactos y los comercios con el demonio⁵.»

En su autobiografía Torres se describe a sí mismo como un joven poco amante de los estudios hasta el momento en que comenzó a interesarse por la astronomía y astrología. Afirma también que por ello mismo resultaron más sorprendentes los conocimientos que adquirió en tan poco tiempo, ya que «la indisposición y el aborrecimiento a los estudios que contemplaban en mi quantos interiormente me trataban, tenían por increíble mi adelantamiento, por sospechosa mi fatiga y por abominable

⁴ Torres Villaruel, *Anatomía de todo lo visible e invisible*, 1738, Prólogo.

⁵ Torres Villaruel, *Vida*, s.a., págs. 100-101.

mi paciencia». Por ello, «para sosegar las voces perniciosas» que contra su aplicación lanzaron los envidiosos y «para persuadir la propiedad y buena condición» de sus esfuerzos, solicitó de la Universidad de Salamanca el puesto de profesor sustituto de matemáticas que, según él, había estado sin maestro durante treinta años y sin enseñanzas durante más de ciento cincuenta.

Que un joven de poco más de veinte años y sin ninguna preparación científica se atreva a solicitar esa plaza simplemente para demostrar a sus paisanos sus progresos, y que la Universidad se la conceda es, desde luego, sorprendente, y no hace más que confirmar el lamentable estado de las enseñanzas en aquella Universidad. Torres pudo enseñar como profesor sustituto durante dos años «a bastante número de discípulos». Que se tomó en serio su tarea lo muestra el que presidiera al final de este período un acto de conclusiones geométricas, astronómicas y astrológicas, al que él alude afirmando que «fue una función y un ejercicio tan raro que no se encontró memoria de otro en los monumentos antiguos que se guardan en estas felicísimas Escuelas»⁶. Seguramente constituyó el primer certamen matemático celebrado en aquella Universidad.

El carácter aventurero de Torres le llevó luego a Madrid, donde estudió medicina y donde entró en contacto con los círculos nobiliarios de la corte. Mientras tanto su fama se iba extendiendo como resultado de su actividad literario-científica. Desde 1721 los pronósticos del Gran Piscador de Salamanca eran seguidos por gran número de lectores, sobre todo desde que en 1723 había «pronosticado» la muerte de Luis I. En 1724 publicó también una de sus más interesantes obras, el *Viaje fantástico*, en el que describe la constitución de la tierra utilizando el artificio de un viaje realizado desde el interior de nuestro planeta hasta las estrellas, y en el que incluye un breve tratado de geografía⁷.

Después de las diversas y conocidas peripecias que Torres narró con tanto gracejo en su *Vida*, la llegada del obispo de Sigüenza a la presidencia del Real Consejo de Castilla puso otra vez la fortuna de su lado. El obispo, «aficionado a la soltura de mis papeles», como dice Torres, le aconsejó que opositara a alguna de las cátedras de Salamanca, a lo que él accedió, prometiendo concurrir «a cualquiera de las siete cátedras raras, que entonces estaban todas vacantes»⁸. Primeramente pensó opo-

⁶ Torres Villarroel, *Vida*, s.a., pág. 101. Sobre los certámenes matemáticos en el setecientos, ver Capel, *La geografía en los exámenes públicos...*, 1981.

⁷ Sobre las raíces de las ideas que expone en este tratado, ver Capel, *Organicismo...*, 1980.

⁸ Torres Villarroel, *Vida*, pág. 131.

sitar a la cátedra de humanidades, pero como estaba ocupada por el que había sido su primer maestro, el doctor Juan González de Dios, desistió de ello. Fue entonces cuando decidió opositar a la de matemáticas. Como él mismo afirma, «por este cortesano motivo determiné leer a la cátedra de Matemáticas: hice mi pretensión con irregularidad y sin apeto a quedarme por maestro»⁹.

El relato de su oposición, realizada en 1726, lo efectúa Torres en su *Vida*, donde explica cómo «elegí de los tres temas que se encargan a la suerte y ventura, explicar el segundo, que fue el movimiento de Venus en el Zodiaco», exponiendo su lección ante tres o cuatro mil personas, desde la cátedra en la que tenía «una Esfera armilar de bastante magnitud, compases, lápiz, reglas y papel para demostrar las doctrinas». La lección de su coopositor fue recibida friamente por un auditorio ya predisuesto en favor de su aventurero paisano, e impugnada por Torres, «pues habiéndole tocado leer de los Eclipses de la Luna, había hecho toda la lección sobre la Tierra, disputando de su redundez, magnitud y estabilidad». Su elección se hizo prácticamente por unanimidad, pues de los 73 doctores de la Universidad, 71 le dieron el voto a Torres y sólo uno al otro opositor¹⁰.

Torres ocupó la cátedra durante un cuarto de siglo, hasta su jubilación en 1751. Su fuerte e inquieta personalidad le llevó a rebasar el campo estricto de su cátedra y a dedicarse a múltiples actividades científicas, lo que sin duda resultaba también muy adecuado a su condición de autodidacta, ya que le permitía mantenerse en un plano superficial en todas las disciplinas. En 1738, aludiendo a la actividad de don Diego, su primo el editor y mercader de libros Antonio Villarroel y Torres escribía: «Onze años ha que tiene y lee la Cáthedra de Mathemáticas y enseña las treinta y dos facultades de la Mathesis y todos los Sixtemas de la Philosophía moderna, y todo este tiempo ha asistido a los Actos de Medicina, que se sustentan en aquella Universidad veinte y quatro cada año». También se refería el editor al éxito de su actividad docente afirmando que «haze todos sus ejercicios con general aclamación, que no se halla en los libros antiguos de la Universidad, memoria de otros actos y ejercicios tan celebrados ni assistidos de concurso». Por último, aludía asimismo a la utilización de sus estudios de medicina, ya que, además de las matemáticas, don Diego estudiaba «las Especulaciones de la Medicina antigua y moderna», de forma práctica en diversos hospitales de la

⁹ Torres Villarroel, *Vida*, pág. 134.

¹⁰ Torres Villarroel, *Vida*, págs. 137-41.

ciudad «por curioso y caritativo», y dedicaba en fin su interés a temas tan diversos como «la Philosophía de Aristóteles, la de Cartesio, la de Phirron [sic] y Carneades, y las mas de las sectas antiguas y modernas, las Mathematicas, la Sagrada Theología moral, la Retórica, la Poesía y otras Artes assi mecánicas como liberales»¹¹.

EL GEÓGRAFO TORRES VILLARROEL Y LA EDICIÓN CASTELLANA DE VAUGONDY

Entre las diversas ciencias matemáticas, geografía y astronomía atrajeron fuertemente el tiempo de las explicaciones de Torres, y al parecer con algún provecho para sus discípulos. Así el que en 1758 era catedrático de Método en la Facultad de Medicina de esa Universidad confesaba¹² que «la Cosmographía en que se comprehenden las ciencias de la Astronomía, Geografía y otras ministrantes y subalternas hicieron mis delicias en los primeros años de estudios en esta Universidad; en que tuve el honor de oír de Maestro y Cathedrático al señor Doctor D. Diego de Torres».

Todo parece indicar, en efecto, que una parte esencial de la actividad docente de Torres Villarroel se volcó precisamente en la enseñanza de la geografía y la astronomía. Y que se preocupó, en la medida de sus posibilidades, por cumplir dignamente su función, buscando los medios que facilitarían la comprensión de sus lecciones. Hacia mediados del siglo la Universidad de Salamanca hacía esfuerzos para la renovación de los estudios dedicando «las más penosas fatigas» y «gastos de crecidas summas, a fin de perfeccionar su gran Biblioteca, assi de libros de todos géneros, como de instrumentos pertenecientes a Physica, Mathematicas, Astronomía y Cirugía»¹³. En estos esfuerzos colaboró Torres Villarroel en los años finales de su magisterio, y también su sobrino y sucesor en la cátedra Isidoro Ortiz Gallardo y Villarroel, los cuales «emplearon todas sus solicitudes en hacer se conduxessen de París los Globos de

¹¹ En Torres Villarroel, *Anatomía de todo lo visible e invisible*, 1738, Prólogo del Editor. Se incluye también una relación de las obras de D. Diego.

¹² En la censura que hizo a la traducción de la obra de Robert de Vaugondy, Vaugondy, 1758.

¹³ Juan Agustín de Medina en la censura a la traducción de Vaugondy, 1758.

Mr. Robert y se fabricassen la Esfera armilar y otros instrumentos con que executan sus demostraciones, y explican públicamente en dicha Biblioteca la mayor y mejor parte de las Matemáticas»¹⁴. A estas explicaciones asistían, según se dice¹⁵, «un crecido número de Professores y aficionados de todas clases».

Las referidas lecciones de Torres y de su sobrino con los globos traídos de París constituyeron el origen de la traducción que ambos realizaron de la obra de Robert de Vaugondy *Usos de la Esfera y Globos* (1758), ya que, como dice el doctor Medina en la censura, después de las lecciones «para que el grano de su doctrina fructificasse con mas fecundidad, y sus oyentes consiguiesen mas rápidos progresos, con alguna previa instrucción, premeditaron traducir la memoria Francesa que acompañaba a los Globos», siendo esta traducción, con algunos añadidos de su parte, lo que se dio a la imprenta en 1758. La traducción se hizo rápidamente por razones docentes y porque, como los traductores dicen, «en las dilaciones de nuestra obediencia, se malograba la seguridad en los concursos y se perdía toda la idea de entrometer entre las disputas de las ciencias especulativas escolásticas, las docilidades de este práctico, civil y demostrativo estudio»¹⁶.

Que la idea de esta traducción no ha de tomarse como una iniciativa personal, sino que ha de integrarse en los esfuerzos que hacia mediados del siglo realizaba la Universidad de Salamanca para renovar sus enseñanzas, lo demuestran las palabras escritas por los traductores en la dedicatoria de la obra al Claustro pleno de la Universidad. En ella afirman que dicho Claustro «nos mandó trasladar a otro de los lenguajes mas frecuentes en nuestras Aulas» el pequeño libro —«angustiado», dicen ellos— de Robert de Vaugondy, y que la obra se traduce «para que por ahora, pueda servir para aplacar las ansias con que V. S. [el Claustro de la Universidad] ha vivido tantos tiempos de bolver a admirar en sus Patios la numerosa asistencia, los excelentes adelantos y los aplausos briosos, que logró el estudio de las Matemáticas en los siglos antecedentes en esta mayor de las mayores universidades». Los traductores aluden también más adelante a las lecciones que dieron origen a la traducción, refiriéndose al «atento y venturoso trabajo con que acudimos a la fábrica de instrumentos que V. S. desea colocar, y reponer en su magnífica Bibliotheca; el ansia servil y dichosa que manifestamos a V. S. en

¹⁴ Juan Agustín de Medina en la censura a la traducción de Vaugondy, 1758.

¹⁵ En la misma censura.

¹⁶ En Vaugondy, 1758.

su claustro pleno de el día 30 de Enero, de explicar al Público las resoluciones de los Problemas, de la Geographía y Astronomía y otros mechanismos Mathemáticos».

Situada en esta perspectiva la traducción de Robert de Vaugondy adquiere todo su significado: el de haber sido realizada para la mejora de las enseñanzas de las matemáticas y la geografía en el momento en que la Universidad española acometía un primer intento de renovación de sus enseñanzas. Pero también arroja luz sobre la pobreza del ambiente científico existente en estos centros y en particular en la más prestigiosa de las universidades. Este libro, traducido para complementar unas lecciones a las que se dice asistieron también profesores, no era más que «una Cartilla para engolosinar a la juventud, para que empiece a leer los volúmenes redondos de las tres Spheras, y apaciguar el miedo y la desconfianza de los principiantes que nos vienen desprevenidos y sin los elementos de la Geometría, Arismética, Astronomía y otras partes cuyas leyes son muy oportunas para su puntual inteligencia»¹⁷. La obra de Gilles Robert de Vaugondy (1688-1766) era, como su título indica, un método para enseñar el uso de los globos y esferas mediante la realización de operaciones en ellas y la resolución de problemas. Tras una primera parte en la que se presentan los sistemas del mundo, se efectúa en la segunda una descripción de la esfera, suponiendo la tierra firme (definición de círculos mayores y menores, posiciones de la esfera); una descripción del globo celeste; y una descripción del globo terrestre con la enumeración de los diferentes continentes que en él se encuentran. En la tercera parte se exponen los diversos usos de la esfera y globos en dos hipótesis distintas: la una que supone a la tierra situada en el centro del mundo, y la otra sobre un globo terrestre montado según el sistema de Copérnico. El método consiste en proponer y resolver diversos problemas sobre posiciones, disposición de la esfera y globos, determinación del sol en la eclíptica en días señalados, determinación de la altura del sol, cálculos de la declinación magnética y del acimut, entre otros.

La traducción de la obra de Vaugondy, por su carácter ecléctico y ambiguo resultaba particularmente adecuada en la España de mediados del siglo e incluso puede afirmarse que su utilización como libro de texto representaba un cierto progreso, en el sentido de que contribuía a difundir el sistema de Copérnico. En efecto, Robert de Vaugondy exponía los diversos sistemas del mundo (el de Ptolomeo, Copérnico, Ticho Brahe y el compuesto de Marciano Capela) y permitía que «entre estos sistemas

¹⁷ Torres Villarroel y Ortiz Gallardo, en la introducción de la obra.

cada uno elija aquel que mejor le parezca, en el seguro de que baxo de cualquiera ha de encontrar, con mas o menos trabajo la verdad»¹⁸; sobre el sistema de Copérnico afirmaba, incluso, que a pesar de estar condenado por la Inquisición, «permite seguirle como *hypothesi*, o suposición, para más firmemente averiguar los movimientos celestes»¹⁹. Esta ambigüedad, de raíz jesuítica, respecto a la validez de los diversos sistemas del mundo era, como veremos, lo máximo que permitía la Iglesia española todavía a mediados del siglo XVIII.

Pero, por otro lado, la obra de Vaugondy, tal como fue presentada en castellano encajaba muy bien con los confusos y ambiguos planteamientos científicos sostenidos por Torres Villarroel, en los que astronomía y astrología aparecían enlazadas de una manera inextricable. Si el libro podía bastar «para formar un perfecto *Cosmographo*, con el manejo de los Globos», tenía además otra utilidad, ya que constituía también «un favorable *systema genetliaco*, un venturoso horóscopo, por el que se pueden pronosticar sin mucha perplexidad», tal como ponderaba el mismo censor de la obra. En este sentido, el libro añadía unas páginas dedicadas al «tema celeste», esto es, a la «compendiosa representación de el Cielo y los Astros, a el tiempo o de la entrada del sol en los puntos cardinales, o de las Lunaciones, o a el de el nacimiento de algún sujeto», todo lo cual podía ser utilizado por los astrólogos «según lo que desean averiguar». Un problema sobre la erección de un tema celeste por medio del globo y la reproducción de la famosa figura sobre las doce casas del cielo permitía aplicar también la obra de Vaugondy a los usos astrológicos confiriendo indirectamente un carácter científico a la actividad pronosticadora tan cara y provechosa a Torres Villarroel.

La publicación del libro de Robert de Vaugondy hay que situarla también en relación con las maniobras que realizaba Torres Villarroel para perpetuar su influjo en la Universidad salmantina a través de su sobrino Isidoro Ortiz Gallardo. Jubilado en 1751, Torres había conseguido tras muchas presiones el nombramiento de este para la cátedra que él ocupara. También intentó la fundación de una Academia de Matemáticas, y en este sentido Torres y otros universitarios elevaron un escrito a la Universidad satirizando la forma como se enseñaban las matemáticas en ella hasta que la renovara el magisterio de Torres. Ello dio lugar a una rápida reacción de sus enemigos y en particular a un escrito del teólogo fray Manuel Bernardo de Ribera, catedrático de San

¹⁸ Vaugondy, 1758, pág. 15.

¹⁹ Vaugondy, 1758, pág. 11.

Anselmo en la Universidad, en forma de un *Dictamen... sobre erección de Academias de Matemáticas*, oponiéndose a la creación de esa institución y defendiendo a la Universidad de Salamanca. El trabajo de Ribera iba acompañado de un *Índice de los defectos de la traducción del librito de M. de Vaugondy* elaborado por él mismo y por el doctor Francisco Obando, catedrático de Pronósticos de la Universidad. Sempere y Guarinos refiriéndose a este dictamen de Ribera afirma que «se mandó recoger» —lo que indicaría los apoyos con que contaba Torres en la disputa—, pero que ni «tuvo efecto la Academia ni se mejoró en la Universidad el estudio de las Matemáticas: por que los vicios de que adolecía, eran obstáculos insuperables para su fomento»²⁰. Torres, sin embargo, parece que fundó la Academia en su propia casa con la ayuda de su sobrino y Alejo Torres, profesor de matemáticas y autor también de pronósticos²¹.

LA ASTROLOGÍA ENTRE LA MEDICINA Y LAS MATEMÁTICAS

La utilización de las matemáticas para la predicción de diversos sucesos relacionados con el movimiento de la tierra y los astros —tales como la duración de los días y estaciones, el movimiento de la luna, los eclipses, etc.— dio desde la antigüedad un carácter mágico a esos conocimientos, dando origen al saber astrológico, rama científico-mágica en la que confluían el cálculo matemático, la observación astronómica y el saber popular acumulado durante generaciones. El desarrollo que la astronomía experimentó durante la edad moderna y su evolución como disciplina científica autónoma, fue dejando reducida cada vez más la astrología a los ingredientes mágicos y populares, aunque no eliminó totalmente la imagen científica que se tenía de la misma. Unas veces asociada a las matemáticas y otras a la medicina, la expresión «Astrología» siguió teniendo eventualmente un carácter científico en los medios cultos todavía a finales del siglo XVIII²².

En las universidades la astrología podía formar parte a veces de las enseñanzas que se impartían en las facultades de medicina. Doctrinas de

²⁰ Sempere y Guarinos, 1785, vol. V, págs. 12-13.

²¹ Sánchez Pérez, 1929, págs. 254-55.

²² La sinonimia entre astrólogo y astrónomo aparece frecuentemente en las obras de Torres Villarreal. También se encuentra en Pérez de Montalván, 1702, que al referirse a la creación de las estrellas y planetas habla de ello «según la opinión de los astrólogos».

raíz neoplatónica habían afirmado desde el siglo XII en el occidente europeo la relación entre todos los elementos del mundo físico y orgánico, la existencia de lazos de simpatía entre sus distintas partes y en particular entre los cielos y los elementos terrestres, entre ellos el cuerpo humano²³. Esto suponía que el médico sólo podía curar realmente si poseía también conocimientos astrológicos que le permitieran conocer las situaciones astronómicas que podían influir positiva o negativamente en la salud. Ello es lo que explica este interés médico por la astrología y permite entender que por ejemplo en la facultad de medicina de la Universidad de México existiera desde 1636 una cátedra de «Astrología y Matemáticas» establecida según el modelo de la de Salamanca, la cual seguía existiendo todavía en 1787, año en que estaba ocupada por Juan Francisco Rada²⁴. Ello explica también la atención concedida a los temas astrológicos y matemáticos por muchos médicos, incluso aún en la primera mitad del siglo XVIII. Entre los cuales destacaríamos por la abundancia de su obra astronómica al cordobés Gonzalo Antonio Serrano (1670-1761), cirujano mayor de los Reales Hospitales de la plaza de Ceuta, y que convertido también en «philo-matemático» mostró una fuerte preocupación por las relaciones entre las posiciones astronómicas y la patología o la vida humana. Entre sus numerosas obras la *Crisis astrológica, physica y mathematica* (Córdoba, 1723) y el *Theatro supremo de Minerva a favor de la Physica astrológica* (Córdoba, 1727) muestran la vinculación que para él existía entre medicina y astronomía, relación que aparece asimismo en su obra más ambiciosa, la *Astronomía universal theorica y práctica, conforme a la doctrina de antiguos y modernos astrónomos* (Córdoba, 1735). Serrano fue también prolífico autor de *Pronósticos*, que publicó anualmente desde 1724 hasta los años 1760, y llevado de su interés por la astronomía instaló un observatorio en la torre de la Malmuerta de Córdoba realizando observaciones entre 1732 y 1735, en relación con las cuales editó, también en Córdoba y en su misma imprenta, como muchas de sus otras obras, las *Tablas Philípicas, Cathólicas o Generales de los movimientos celestes que con el nombre de Tablas astronómicas novo-almagésticas escribió y dio al público el R. P. Juan Bautista Ricciolo, de la C. de J. nuevamente traducidas del idioma Latino al Castellano corregidas y aumentadas con la institución del cálculo de los Planetas por logarithmos, aun con mayor exactitud; y también facilitando el cómputo de los eclipses con muy claros y repetidos*

²³ Ver sobre ello Capel, *Organicismo...*, 1980 y Capp, 1979.

²⁴ Según la *Guía histórica de las Universidades*, 1787, pág. 230.

exemplos (1744), dedicada al rey Felipe V. Aunque las inquietudes astronómicas y matemáticas de Serrano fueron muy fuertes, y le llevaron incluso a publicar tratados de geometría «para astrónomos, cosmógraphos, geómetras, arquitectos, ingenieros, pilotos y otros artífices», las exigencias de su profesión le obligaban a preocuparse también por la aplicación médica de esas observaciones astronómicas, como lo demuestra el título de una de sus obras: *Astrología médica o arte de curar enfermedades por las influencias de los astros*²⁵.

Pero lo más común era que la astrología formara parte de las enseñanzas de la cátedra de matemáticas en las facultades de Artes. Las reglas de la astronomía se fundaban en la naturaleza, virtudes e influencias de los astros, en la diversidad de sus aspectos, en las posiciones diferentes que adoptaban tanto respecto al conjunto del cielo como respecto a la tierra. Todo ello suponía conocimientos astronómicos y matemáticos bien precisos, lo que justificaba su carácter de ciencia matemática. En páginas anteriores hemos tenido ocasión de aludir en diversas ocasiones a los programas de las cátedras universitarias de matemáticas y resulta innecesario insistir aquí otra vez en ello. Bastará recordar la importancia que los temas astrológicos tenían en la obra del que fue catedrático de matemáticas en la Universidad de Valencia, fray Leonardo Ferrer²⁶ para constatar la profunda imbricación que existía en el siglo XVII entre una y otra enseñanza. De manera semejante puede interpretarse la atención que concedía el catedrático de matemáticas de la Universidad de Salamanca, Torres y Villarreal, a las cuestiones astrológicas.

La astrología se incluía también normalmente en los tratados matemáticos como parte de esas disciplinas, y así lo hizo Dechales en su *Cursum seu Mundus Mathematicus* (1690), donde constituía el tratado del volumen IV y en el padre Tosca en su *Compendio Matemático*, donde formó el tratado del volumen IX. Sin embargo, esos conocimientos se habían ido considerando cada vez más dudosos y en la primera mitad del setecientos habían dejado de tener la consideración de científicos, por lo que el padre Tosca se siente obligado a justificar la inclusión de la Astrología en su *Compendio*, señalando que «aunque su poca certeza le desmerece el lugar entre las Matemáticas, no será de pequeña consecuencia manifestar los flacos fundamentos en que estriva»²⁷.

²⁵ La vida y obra de este autor en Ramírez de Arellano, 1922, I, págs. 627-36. Datos breves en Gavira, 1932, págs. 23-24, notas 32-34 y 49. Alusión a sus problemas con la Inquisición en Zabala, 1978, págs. 194, 403-404. La *Astrología médica* quedó manuscrita.

²⁶ Ver págs. 19-22.

²⁷ Tosca, *Compendio Matemático*, 1707-15, I, pág. 8.

En el momento en que escribía Tosca estaba ya comúnmente aceptada la distinción entre Astronomía y Astrología, definiéndose esta última como la ciencia «que discurre en las influencias, pronosticando por ellas lo futuro»²⁸, aunque este autor consideraba que no merecía el nombre de ciencia. Por ello en su *Compendio* hace primeramente una exposición descriptiva de los fundamentos de la astrología y de los diferentes tipos de pronósticos que pretendía realizar, desde los puramente naturales, sobre cosechas, náutica o medicina, a los pronósticos genetliacos o juicios conjeturales que se hacen de la vida, salud, temperamento, inclinaciones y otras calidades del nacido a la vista de la disposición de los astros en el momento del nacimiento. Tras ello, en el libro IV defiende el escaso fundamento de los preceptos astrológicos y la incertidumbre de esas predicciones situándose, como era muy típico en él, en una posición intermedia, entre los defensores y los impugnadores.

Tosca confiesa seguir en esto el parecer del erudito valenciano Lorenzo Mateu y Sanz en su *Regimine Urbis Valentiae*, y acepta la existencia de algunos influjos de los astros (mareas, etc.), pero siempre mediante alguna fuerza material. Acepta también que influyen directamente en el cuerpo humano, pero en las potencias y actos humanos sólo indirectamente, o *per accidens* (Proposición III). En cambio, considera que los astrólogos no pueden pronosticar «en lo tocante a los actos libres de la voluntad, ni aun con juicio conjetural, ni tampoco pueden pronosticar futuros contingentes y casuales» (Proposición IV). Respecto al «thema natalicio» acepta que «los astros influyen en el cuerpo humano al tiempo de la concepción y después todo el tiempo de la vida» (Proposición XVI), y también que «en el tiempo del nacimiento se impresiona nuevamente el cuerpo del nacido de las influencias celestes» (Proposición XVII). Por ello considera que la disposición de los astros en el momento del nacimiento permite hacer algún juicio sobre el temperamento y otras cualidades del nacido, aunque este siempre será imperfecto, siendo en cambio más seguro el juicio basado en la disposición astral en el momento de la concepción. En cualquier caso, para Tosca estas influencias son únicamente «de presente» y «en el mismo tiempo de la concepción y nacimiento», y en ningún caso permiten pronosticar, «ni aun conjeturalmente, las enfermedades, muerte y otros semejantes sucesos que han de sobrevenir al nacido; y mucho menos el tiempo en que se han de suceder»²⁹.

²⁸ Tosca, 1707-15, vol. IX, pág. 395.

²⁹ Tosca, 1707-15, vol. IX. Las últimas citas en págs. 472 a 474.

ASTROLOGÍA Y SABER POPULAR: EL «LUNARIO» DE CORTÉS

A pesar de las críticas científicas y de la decidida actitud contraria de la Iglesia, la astrología mantuvo un gran crédito popular durante toda la Edad Moderna. En Gran Bretaña se observa, incluso, un desarrollo y prestigio creciente de esta actividad durante la segunda mitad del siglo XVII, el cual se ha puesto en relación con el renacimiento de las matemáticas, con la difusión de concepciones neoplatónicas y con la necesidad popular de creencias mágico-religiosas que no eran satisfechas por la racionalista iglesia anglicana³⁰.

A fines de ese siglo la astrología se utilizaba todavía ampliamente en toda Europa para realizar pronósticos personales³¹ y como forma de propaganda política para vaticinar el triunfo de los amigos y la derrota inapelable de los enemigos³². En los medios populares la astrología mantuvo todo su prestigio y audiencia durante el siglo XVIII, aunque las publicaciones astrológicas se fueron convirtiendo paulatinamente en simples calendarios amenizados con historias, chistes y un batiburrillo de informaciones de interés diverso. Una parte importante de las informaciones tenían un marcado carácter meteorológico y agrícola; otra se refería a la previsión de enfermedades y epidemias y a los remedios para recuperar la salud; otra, en fin, a las festividades eclesiásticas y al santoral; todo lo cual resultaba muy acorde con los intereses dominantes en la sociedad de la época. Pero los datos sobre fiestas sociales y días en que la corte se viste de gala y las informaciones de carácter militar, histórico-geográfico y económico que se daban a veces durante el siglo XVIII, parecen indicar la utilización amplia de este tipo de obras por un público urbano de cierta posición social, y anuncian además su conversión en publicaciones educativas y vulgarizadoras, más en consonancia con la mentalidad de la segunda mitad del siglo.

En España el más difundido de los calendarios de este tipo durante la edad moderna fue el *Lunario perpetuo* de Geronimo Cortés, uno de los libros más reeditados de toda la historia española. Cortés fue un

³⁰ Capp, 1979, págs. 19-22.

³¹ Ver, por ejemplo, *Pronóstico*, 1705.

³² Ver *Discurso*, 1699; *Juicio*, 1681, 1702, 1705; *Manifiesto*, 1706.

matemático que vivió en la segunda mitad del siglo XVI y murió en 1615, publicando diversas obras sobre aritmética y cálculo y sobre ciencias naturales³³. El *Lunario perpetuo* fue editado por primera vez en Valencia en 1594 y conoció inmediatamente un éxito extraordinario: cinco ediciones más en los años que faltaban para acabar ese siglo; 22 durante el siglo siguiente; 26 en el siglo XVIII; 27 ediciones en el XIX y todavía tres en nuestro siglo. En tan dilatado tiempo la obra fue recibiendo algunas modificaciones y añadidos, publicándose generalmente desde 1660 con el título de *El non plus ultra del Lunario*. En 1715 Pedro Enguera lo publicó en Barcelona expurgado por el Santo Oficio y con las enmiendas y correcciones que se mantendrían a lo largo de todo el siglo XVIII.

El *Lunario* de Cortés representó un modelo ampliamente imitado y además, con su amplia difusión durante tres siglos, influyó sin duda de manera importante en la configuración de las ideas populares acerca del universo. Vale la pena por ello detenerse en el análisis de esta obra, tal como se presentaba durante el siglo XVIII³⁴, para comprobar la confusa mezcla de ciencia, saber popular y superstición con que se alimentaba la mayor parte de la población y el conjunto de ideas contra las que tuvieron que luchar los tratados críticos de geografía.

Las informaciones contenidas en la obra de Cortés, como en muchas de las de este tipo, se referían a la constitución de la tierra y del universo, a la división del tiempo y a los pronósticos sobre cuestiones diversas. La visión del cosmos que el *Lunario* contribuyó a difundir durante el siglo XVIII fue la del universo ptolomeico en el que las nueve esferas habían sido sustituidas «según los más modernos y seguidos autores» por tres cielos, en el segundo de los cuales —desde la Luna al Cielo Empíreo— se movían los planetas en sus diferentes órbitas. Dichas órbitas rodeaban la tierra como en el sistema ptolomeico, con la diferencia de que mientras Ptolomeo sostenía «que eran los mismos Cielos los que se movían, o por sí, o por una virtud oculta», ahora se consideraba «que los planetas y Estrellas son los que caminan». Lo grave es que esta visión del universo se presentaba tras las correcciones efectuadas en 1715 por Enguera, como la más moderna y ajustada a los conocimientos científicos, asegurándose al lector que aunque «en lo que toca a la pronosticación no se ha tocado cosa, por haber llegado Cortés al Non Plus Ultra», se había corregido en cambio «el tratado de los Vientos, el Systema del Cielo, y

³³ Una relación de las obras de este autor con sus diferentes ediciones puede verse en Palau, 1948-77. Los datos sobre ediciones del *Lunario* han sido elaborados a partir de las informaciones de esta obra.

³⁴ Hemos utilizado la edición de 1764.

en una palabra, lo hallarás ceñido todo a las observaciones de los más sabios Astrónomos de estos tiempos»³⁵.

La región elemental del mundo, esto es, la que se extiende desde el centro de la tierra hasta la Luna, se presentaba en el *Lunario* como constituida por los cuatro elementos simples, cada uno de ellos con sus respectivas calidades. La relación de estos elementos con otras divisiones cuaternarias (las cuatro edades del hombre, los cuatro puntos cardinales, etc.) permitía establecer una tabla de relaciones que luego era de utilidad para la realización de los pronósticos.

CUADRO 1

Los cuatro elementos y sus calidades y relaciones según el *Lunario perpetuo* de Gerónimo Cortés, 1764

<i>Las Calidades</i>	<i>Caliente y húmeda</i>	<i>Caliente y seca</i>	<i>Fria y húmeda</i>	<i>Fria y seca</i>
Los 4 Elementos	Ayre	Fuego	Agua	Tierra
Las 4 partes del mundo	Medio día	Occidente	Oriente	Septentrión
Los 4 vientos	Meridiano	Poniente	Levante	Tramontana
Las 4 partes del año	Primavera	Estío	Invierno	Otoño
Los 4 humores	Sangre	Cólera	Flema	Melancolía
Las 4 edades del hombre	Niñez	Juventud	Vejez	Decrepitud
La calidad de los 12 signos	Géminis Libra Acuario	Aries Leo Sagitario	Cáncer Escorpión Piscis	Taurus Virgo Capricornio

Fuente: Cortés, 1764, pág. 15.

Un cuadro como este permitía establecer que la primavera tiene la calidad caliente y húmeda y que en ella predomina la sangre, de la misma manera que en el estío predomina la cólera, en otoño la melancolía y en invierno la flema³⁶; o relacionar el número y naturaleza de los vientos con las calidades de los distintos signos del zodiaco.

³⁵ Cortés, 1764, págs. 20-24, y Prólogo al lector.

³⁶ Cortés, 1764, págs. 10-11.

Otra parte esencial de la información contenida en el *Lunario* es la que se refiere a la división del tiempo de acuerdo con las características de la tierra y los movimientos astronómicos. Así la definición de equinoccios y solsticios, la explicación de las reglas para orientarse de noche y conocer la hora en diversas partes del globo o de las normas para saber por la mano y por el sol qué hora es del día³⁷ daban paso a la parte de almanaque y calendario; rueda perpetua de letras dominicales, rueda perpetua del número áureo, del adviento y las cuatro temporadas; relación de fiestas movibles; santoral, número áureo y trabajos correspondientes a los distintos meses del año.

La última parte era la de los pronósticos y reglas para realizarlos. Como se dice en la aprobación de la obra, estos se realizaban «con el conocimiento de tratados astronómicos y medicinales que sirven para conservar la salud del alma y el cuerpo». Se trata de una mezcla de conocimientos científicos, populares y astrológicos aplicados al pronóstico del tiempo atmosférico, de las enfermedades y sus remedios o de las faenas agrícolas, así como a los pronósticos de los distintos planetas y signos del zodiaco.

A través de obras como el *Lunario* de Cortés y otras semejantes se vulgarizaban y se convertían en saber popular ideas científicas de origen clásico o medieval. Seguramente lo que se llama cultura o tradición popular está profundamente impregnada de nociones de origen científico difundidas desde el Renacimiento por este tipo de obras, asimiladas a partir de ellas y transmitidas luego oralmente a través de generaciones. Con el lenguaje provocador de la escuela de Torres Villarroel, esa misma idea sobre el origen culto de las ideas populares fue expresada en el siglo XVIII por una persona que debía tener razones para decirlo, el impresor salmantino Antonio Villarroel: «Cuando llegan las noticias de los Sabios al Vulgo —escribía en el Prólogo a una obra de su primo³⁸— ya han pasado por los rigurosos exámenes de la discreción. El vulgo quando habla, no es de lo que discurre o penetra sino de lo que oye, y de lo que le dicen. El vulgo no tiene boca, pronuncia con los labios de los inteligentes; y los que estos informan con juicio y con modestia, lo repite con alborozo y con locura». Por eso ofrece tanto interés el estudio de este tipo de subcultura científica y por eso el análisis de piscatores y pronósticos astrológicos merece una atención especial como vehículo transmisor de tales ideas.

³⁷ Cortés, 1764, págs. 24-27.

³⁸ Torres Villarroel, 1738.

PRONÓSTICOS Y PISCADORES EN LA ESPAÑA DEL SETECIENTOS

Durante el siglo XVIII la polémica entre partidarios e impugnadores de la astrología adquiere una gran virulencia, y constituye una variante más de la pugna por la introducción de la ciencia moderna en España. En relación con ella, la astrología judiciaria, la que a partir de las conjunciones planetarias y del carácter fasto o nefasto de los astros pronosticaba la fortuna o el infortunio de los individuos y de los pueblos, va retrocediendo de forma clara y los pronósticos se convierten en simples almanaques astronómico-sociales. El número de publicaciones de este tipo fue muy elevado durante la primera mitad del siglo, perdurando todavía en la segunda hasta la prohibición de Carlos III en 1767. Iris Zavala, que ha realizado un interesante estudio de este género científico-literario, los clasifica en instructivos y en puramente literarios y considera que unos y otros fueron adquiriendo de forma creciente una función instructiva y educativa que los hace precedentes de las publicaciones que trataban de educar deleitando, tan caras a la mentalidad ilustrada³⁹, o por lo menos en un género fácil en el que algunos datos del acervo común y noticias curiosas eran adobados con chistes y ocurrencias. La parte propiamente matemático-astronómica de estas publicaciones se redujo al mínimo y era frecuentemente tomada de otros autores, sin que el autor del almanaque realizara personalmente los cálculos correspondientes⁴⁰. Porque en ese siglo lo esencial de los pronósticos, lo que les dio popularidad y al mismo tiempo ganancias a sus autores, estriba en los recursos literarios, en el desembarazo de su estilo, en el adorno de sus poesías y en la variedad de su información.

El más conocido de los pronósticos del siglo XVIII fue sin duda el que durante casi medio siglo, a partir de 1721, editó el Gran Piscador de Salamanca, Don Diego de Torres y Villarroel⁴¹, el cual dio origen a una

³⁹ Zavala, 1978, págs. 178-215.

⁴⁰ No es este el caso de Torres Villarroel, que apoyado en sus conocimientos matemáticos realizaba personalmente los cálculos correspondientes. En su autobiografía, escrita en 1758, afirma que había escrito los pronósticos hasta 1770 y los cómputos eclesiásticos y cálculos astronómicos con las lunaciones hasta 1800.

⁴¹ Se publicó anualmente hasta 1764, con excepción de los años de exilio (1732-34). La lista completa puede verse en Palau, 1948-73. Algunos autores citan el testimonio del editor Antonio Villarroel y Torres, el cual en el Prólogo de *Anatomía de todo lo visible e invisible* (Torres, 1738), afirma que se inició la serie en 1719. Ver también sobre ello Zavala, 1978, págs. 186-87.

verdadera escuela salmantina y fue objeto de múltiples plagios e imitaciones en toda España.

El éxito de los pronósticos y de las otras obras de Torres le hizo verdaderamente popular en ambientes muy diversos. Como escribía en 1738 su primo el impresor Antonio Villarroel, «por los Claustros Religiosos, las Aulas Escolásticas, los Salones Políticos, los alvergues rústicos y las desaliñadas lonjas de la Vulgaridad se han entrado dulcemente las graciosas moralidades y los entretenidos desengaños con que reprehende los vicios en sus obrajes Don Diego. Todo lo ha penetrado»⁴². Pero este éxito comportaba sus riesgos, y el mismo impresor exclama que «ojalá la celebridad no las hubiera hecho tan insignes, y famosas; porque su propagación les han producido algun desprecio, y a su Author poderosos daños en su quietud y en su caudal», puesto que «el universal cacareo y aplauso de estas obras» hizo que gran número de impresores las editaran sin su permiso y que otras fueran atribuidas a él sin ser realmente el autor. Torres intentó incluso firmar todos los ejemplares auténticos de sus obras, pero le falsificaron la firma, por lo que su primo el impresor decidió acometer la realización de una edición cuidada de ellas, citando en la *Anatomía de todo lo visible e invisible* (1738) la lista de las obras auténticas y de las falsamente atribuidas a Torres.

El esquema de los pronósticos de Torres se mantuvo prácticamente inmutable a lo largo de su dilatada vida: como introducción al juicio del año se incluye un relato corto que es el que da nombre al pronóstico; sigue luego el pronóstico de meteoros y sucesos para cada estación, los cómputos del año, las fiestas, las témporas y los cuartos de luna, y por último, aunque no siempre, informaciones diversas sobre cronología, genealogías, estado de los ejércitos u otras similares. Se trata de la misma composición que se da en los restantes almanaques y pronósticos del siglo XVIII, y que fue ya establecida en épocas anteriores. Lo que da singularidad a los de Torres es el valor literario del relato introductorio y las coplillas y relatos que amenizan el texto, y en los cuales vierte sarcasmos y agudezas sobre la sociedad y la vida de su tiempo.

El acierto en el pronóstico estaba bastante asegurado por la inclusión de aseveraciones muy probables y de frases ambiguas o polisémicas. Así, por ejemplo, al hacer el pronóstico del estío podía escribirse lo siguiente:

⁴² En Torres Villarroel, *Anatomía...*, 1738, Prólogo del Editor.

«Esta siempre ardorosa Estación principia el día 21 de junio a las 6 de la mañana, porque esta es la hora en que el Príncipe de las Luzes con toda su fogosidad toca el primer punto, o grado de Cáncer. Según la disposición de los Planetas colocados en la celeste figura, y dominio, que reconoce en ella Mercurio, no faltará mucha variedad en lo temporal, ya de vientos secos, ya húmedos, ya cálidos Meridionales, y algunas rebolesiones con estrépito de truenos y algún poco de granizo. El calor en partes sofocante y en partes templado algunos días; se experimentarán en los mares notables tormentas, por la complicación de tiempos contrarios: avrá algunas lluvias no muy provechosas por ser fuera de tiempo: morirá algo de ganado, y algunas enfermedades peligrosas, y las harán mas contagiosas la poca inteligencia de los Médicos, porque ignorantes del influxo de los Astros, aplicarán por antidotos tosigos, con que las cotidianas calenturas, los romadizos, vómitos, fiebres tíficas, y éticas correrán sus rumbos por caminos regulares, como los Políticos sucessos navegarán en reciprocas amistades; aunque en los Países del Tauro avrá enemigas turbaciones, quitando vida, despedazando honras, anulando empleos y cargando tributos⁴³.»

Como se ve, la parte de pronósticos referente al tiempo meteorológico y a las enfermedades era de cumplimiento prácticamente seguro por su carácter general o de conocimiento popular. En cuanto a los pronósticos políticos, las posibilidades de acierto no eran difíciles, sobre todo si tenemos en cuenta que como explica el mismo Torres en otra obra⁴⁴, el signo Tauro «domina en las Provincias de Irlanda, Egipto, Armenia, Persia, Media y Asia Menor; y en las ciudades de Capua, Salerno, Boloña, Sena, Verona, Parma, Mantua, Palermo, Girona, Osca, Toro, Badajoz, Astorga y Jaen». No era desde luego improbable que en alguno de estos territorios ocurriera un suceso como los que se anunciaban.

Otras veces el pronóstico se realizaba en verso, lo que permitía unir a licencias e imprecisiones aún mayores una ironía más abierta. Para la misma estación estival, el pronóstico en este caso podía convertirse en lo siguiente:

*«Será este año el Estío
si es que Dios no lo remedia
en partes una sartén
y en el todo una caldera.*

*Mucha gente se levanta,
pero es después que se acuesta
y una nueva guarnición
se pone a una chupa vieja.*

⁴³ Torres, *El Astrólogo fantasma*, 1739, págs. 9-10.

⁴⁴ *Viaje Fantástico*, 1724, pág. 80.

*Logra victores supremos
un General en Escuelas
y consigue una Corona
un sugeto que se ordena.*

*Abrásase cierta Corte
de calor en una fiesta
y ay un incendio en Arabia
de algun Fenix que se quema.*

*Conócese por el rastro
una matanza sangrienta;
Constantinopla lo sabe
y hace la turca la puerta.*

*Inglaterra busca fondos
que solo en el mar encuentra
y porfian los cantones
en salirse con ser peñas.*

*Adolece un Rey, de forma,
que se reduce a materia;
y un Depuesto pide ayudas
y le emboscan sanguijuelas.
etc.»⁴⁵*

Pero la dedicación astrológica de Torres no sólo aparece en los pronósticos sino también en otras muchas de sus obras, como ya hemos tenido ocasión de ver al señalar las ampliaciones que introdujo en la traducción de Robert de Vaugondy. Una de las que más claramente reflejan esta preocupación es el *Viaje fantástico* (1724), en donde siguiendo el modelo del *Itinerarium exctaticum* del padre Kircher (1656, 2.^a ed., 1671), expone la estructura de la tierra y de todo el universo mediante las explicaciones que da a sus compañeros en un viaje desde el centro de la tierra a los cielos.

Estos son visitados durante la jornada cuarta, en la cual se hace una disertación sobre los astros y sus movimientos y las cualidades e influjos de los eclipses de luna y sol. En el primer cielo tienen ocasión de ver la luna situada a 9.846 leguas de la tierra y que posee «cuatro orbes y una

⁴⁵ Torres, *La librería del Rey y pronóstico para 1742*, pág. 13-14.

esférula». Luego siguen visitando los cielos de los planetas, señalando las propiedades astrológicas de cada uno. Torres explica que «de dos maneras atribuyen los Astrólogos las Dignidades a los Planetas, una esencial y otra accidental»; la primera es «la que tienen por naturaleza» y la segunda la que «les sobreviene por el sitio». También señala que las dignidades esenciales son cuatro: «casa, exaltación, triplicidad y término», y que «tienen gozo en las casas celestes y en los signos. El gozo que se toma de el signo es esencial; y el que se toma de la casa accidental»⁴⁶. Expone luego el fundamento de los eclipses y sus influjos, los signos del zodiaco y las áreas de la tierra sobre las que dominan y por último, en el descanso del viaje, explica qué son las casas y su influjo particular y general:

«Dividen los Astrólogos a todo el Cielo formal en doze Casas. A la primera llaman Angulo de el Oriente, Casa de las Vidas, y constitución de el Cuerpo: a la segunda Casa de facultades, y bienes: la tercera, Casa de los viajes: la quarta de los bienes estables, y fin de cosas: la quinta, casa de contento: la sexta, de las enfermedades: la séptima, de los enemigos y mugeres: la octava es de muerte y herencias: la novena de los viajes y de religión: la dèzima de los honores y dignidades: la oncena es Casa de la fortuna: y la duodècima es de los enemigos ocultos y cárceles⁴⁷.»

Las características de cada una de estas casas, sus influjos especiales en el hombre, sus cualidades y naturaleza y «los planetas que son consignificadores de ellas» son atentamente consideradas, así como «la facultad de las Causas superiores y como se avienen con las inferiores» y también «las Casas e influxo particular, y general, assi de el eclipse de el día 22 de Mayo de 1724 como de los que pueden suceder hasta el fin del Mundo y otras curiosidades». Torres concede gran atención a las casas del cielo «porque es de esencia de este assumpto juntar la naturaleza de aquel pedazo de Cielo, o Casa, con el signo en que se fragua la conjunción ecliptica, para ir juntando assi los influxos de la Casa como los de el Signo y de el Planeta señor de la eclipse y de la impresion que prudencialmente tendría el ayre al principio, medio y el fin de el eclipse»⁴⁸.

Pero la ambigüedad de la actitud de Torres respecto a la astrología se comprueba más aún al leer sus *Avisos* sobre los eclipses de sol de 1760 y 1764. En el primero, tras describir astrológicamente el fenómeno

⁴⁶ Torres Villarroel, 1724, pág. 71.

⁴⁷ Torres Villarroel, 1724, pág. 91.

⁴⁸ Torres Villarroel, 1724, págs. 88 y sigs. El análisis de otras ideas expuestas en esta obra puede verse en Capel, *Organicismo...*, 1980.

añade: «Ahora con licencia de Vmd. y la que yo me he tomado, voy a delirar, y mentir con las observaciones, reglas y documentos que me ha dado la *Physica* y la *Medicina*»; pasando, en efecto, a continuación a pronosticar diversos efectos malignos del eclipse, tales como exhalaciones, relámpagos y aumento de la melancolía⁴⁹. En el *Aviso* de 1764 mantiene todavía más decididamente esa confusión entre lo serio y lo jocoso, que tan diversamente podía ser interpretada y que tanto le convenía. Torres afirma en él que renuncia momentáneamente a su estilo socarrón y populachero, a su «castellano mazorral» y que «por quanto voy a decir verdades sólidas e innegables —escribe— en su cálculo, en su visibilidad y en el estado que tienen el Cielo á el tiempo de su formación, es preciso mudarme a el Idioma de los Astrólogos, y escribir serio»⁵⁰. Dicho lo cual, y tras describir el eclipse, así como la disposición de los sitios y casas del cielo de Madrid en el momento en que se produciría, pasa a analizar sus influjos astrológicos:

«Y examinando con el Juicio y la inspección Astrológica el valor de sus fuerzas, los aspectos con que se miran los unos a los otros los planetas y astros, sus radiaciones y las poderosas circunstancias de la varia modificación de sus luces, e influxos, se deben esperar y temer en el Mundo los sucesos, que de esta disposición observaron y dexaron escrito los Sabios Astrólogos Francisco Juntino, Andres Argolio, Davis Origano y otros Filósofos, y Astrólogos antiguos, entregados enteramente a esta casta de observaciones y entretenimientos⁵¹.»

De todo ello deduce pronósticos infalibles de calores y sequedades, así como agostamientos de ríos y fuentes. En cuanto a los sucesos políticos que pueden ocurrir, los anuncia en un soneto «de cuyo artificio me valgo —afirma— para entretener, y divertir a los lectores: para cumplir con la costumbre enigmática, y enfática con que explican esta casta de Juicios los Astrólogos; y para darla yo la solución que se me venga a la boca quando sea arguido de mis inconsequencias y contrariedades»⁵². Añadiendo a todo ello que sus versos tienen «burlas y veras, pocas chanzas y ninguna mentira», y que «las sospechas políticas de nuestros Pronósticos son las mas falibles, las mas voluntarias, y las mas expuestas a los descuidos y manías de los Pronosticadores».

⁴⁹ Torres Villarroel, 1760. Estos Avisos fueron contestados en plan festivo, y en verso, por Joseph Fuentes. Fuentes, s. a.

⁵⁰ Torres Villarroel, 1764, pág. 8.

⁵¹ Torres Villarroel, 1764, pág. 8.

⁵² Torres Villarroel, 1764, pág. 10.

El éxito popular de los pronósticos de Torres hizo que aparecieran numerosos contradictores imitadores⁵³. En particular, dio lugar a la formación de una auténtica escuela salmantina, formada por discípulos suyos. Entre ellos el profesor de astronomía Germán Ruiz Gallirgos, que con el título de *El Sarrabal burgalés* publicó por los años 1730 diversos pronósticos con inclusión de noticias históricas, astronómicas y genealógicas y con datos sobre cosechas⁵⁴. También entre 1735 y 1737 publicó los suyos un discípulo directo de Torres, Alejo de Torres, que fue profesor luego de la Academia Matemática salmantina⁵⁵. Aunque el más fiel imitador fue su sobrino y sucesor en la cátedra de Salamanca, Isidoro Ortiz Gallardo de Villarroel.

Desde los años 1750 y durante la década de los 60, Ortiz Gallardo sacó puntualmente sus pronósticos, calcados sobre el método de su tío y con un éxito aceptable a juzgar por la continuidad del empeño. Lecciones «physico-astrológico-meteorológicas sobre la generación, causas y señales de los terremotos», con ocasión del de 1755; pronósticos de cuartos de luna «con los sucesos elementales, Aulicos y Políticos de la Europa»; y juicios «de los acontecimientos naturales y políticos» del continente, fueron saliendo de la péñola de este Pequeño Piscator de Salamanca, con algún que otro problema con la Inquisición cuando los sucesos del país hacían peligrosa cualquier referencia política que pudiera mal interpretarse⁵⁶. Le sucedió en la actividad y en el negocio su hijo Judas Thadeo Ortiz Gallardo y Villarroel, profesor y, desde 1780, catedrático de Prima de Matemáticas de la Universidad de Salamanca hasta su jubilación en 1794, el cual publicó un *Almanak y Kalendario* general, que salió anualmente desde al menos 1770 hasta 1795⁵⁷ y realizó también pronósticos astronómicos, como el del eclipse de 28 de junio de 1778.⁵⁸

Pero la demanda era tan fuerte que el género atrajo a numerosos personajes en todas las regiones de la monarquía. Como el ya citado médico y astrónomo cordobés Gonzalo Antonio Serrano, que publicó sus almanaques y pronósticos durante cuatro decenios a partir de los años 1720, y que en 1727 se lanzó a una defensa de la astrología en su *Thea-*

⁵³ Entre ellos, Dionisio Díez Dextre (1760) y el que escondió su nombre bajo el pseudónimo de «el Logroñés» (*Discurso*, s. a.).

⁵⁴ Ruiz Gallirgos, 1735, 1737.

⁵⁵ Sánchez Pérez, 1929, pág. 303.

⁵⁶ Ver sobre estos problemas Zavala, 1978, págs. 208, 212 y 258.

⁵⁷ Ortiz Gallardo, J. T., 1770-95.

⁵⁸ Ortiz Gallardo, J. T., 1778.

tro supremo de Minerva, con su Cathólico decreto, y sentencia definitiva a favor de la Physica Astrología conforme a derecho Natural, civil y canónico, por alegación consultiva y resolución decisiva en la palestra de cada una de las Ciencias que propugnan: ser la Astrología buena y cierta en lo Natural; verdadera y segura en lo Moral; útil y muy provechosa en lo Político, contra el Juizio Final de la Astrología, escrito por el Doctor Don Martin Martinez, Médico Honorario de la Familia de Su Magestad, etc. Con una Carta Proemial, histórica, auxiliar y amigable a D. Diego de Torres. O como aquel «Philo-mathemático» andaluz, médico de la Villa de Castilleja de la Cuesta y luego de Manzanilla, que con el título de *El discípulo de los astrólogos* publicó por los años 1760 pronósticos de eclipses y vaticinios sobre las conjunciones de los planetas, arreglados al meridiano de la ciudad de Sevilla⁵⁹. Y tantos otros que podrían ser citados y que han sido exhumados y estudiados en parte por Iris M. Zavala en su interesante obra sobre la clandestinidad y el libertinaje erudito.

LA CRÍTICA ILUSTRADA Y LA DESAPARICIÓN DE LOS COMPONENTES MÁGICOS DE LOS PRONÓSTICOS

Los pronósticos del Gran Piscator de Salamanca y las ideas astrológicas que Torres vertía en sus otras obras fueron objeto de vivas polémicas. Quienes lo alabaron como un novador y «sceptico», y quienes lo condenaron como inventor de patrañas y difusor de engaños. Algunos de los más eminentes partidarios de la ciencia moderna en los albores del siglo, como el médico sevillano Martín Martínez le hicieron objeto de acerados ataques entre 1725 y 1730.⁶⁰ No es improbable que estos tempranos ataques influyeran en la misma actitud de Torres hacia los pronósticos, y le alejaran de las veleidades astrológico-mágicas que al principio pudo tener ya que, como confiesa en su autobiografía, cuando empezó sus lecturas astronómicas y astrológicas había dado «en el extraño delirio de leer en las facultades más desconocidas y olvidadas; y arrastrado de esta manía, buscaba en las librerías mas viejas de las comunidades a los autores rancios de la Filosofía natural, la Crisopeya,

⁵⁹ Macías, 1760 y 1762.

⁶⁰ Puede verse un resumen de esta polémica en Zavala, 1978, págs. 182-85. A los autores que cita habría que añadir todavía a Rossi, 1764.

la Mágica, la Transmutatoria, la Separatoria, y finalmente paré en la Matemática; estudiando aquellos libros que viven enteramente desconocidos o que están por su extravagancia despreciados»⁶¹.

Las críticas que los modernos hacían en aquellos años a las publicaciones astrológicas arreciaron según aumentaba la popularidad del género. El padre Feijoo en su *Teatro Crítico* preguntaba: «¿Qué nos pronostican estos judiciarios sino unos sucesos comunes sin determinar sucesos ni personas, los cuales considerados en esta vaga indiferencia sería milagro que faltasen en el mundo?»⁶². Al mismo tiempo el padre Antonio Joseph Rodríguez en su *Palestra crítico-médica* (1738) escribió un discurso sobre la *Astrolo-iatría o Medicina astrológica*⁶³ en el que fustigó duramente las creencias en los influjos astrológicos sobre la vida, la agricultura o la medicina, con argumentos filosóficos y naturales⁶⁴ y con datos astronómicos sobre la composición del universo y las revoluciones de las estrellas.

Las pretensiones de científico que Torres Villarroel mantenía no le podían dejar indiferente a todas estas argumentaciones. De hecho, en varias ocasiones se sintió obligado a intervenir en las polémicas para defender su reputación. Quizá por ello afirmó en sus pronósticos la vertiente jocosa y literaria que tan bien iba con su carácter. Pero desde 1725 —en que en el *Correo de el otro mundo* polemizó sobre el valor de la astrología y su relación con la medicina contestando a supuestas cartas de Hipócrates, Papiano y otros sobre sus obras— volvía una y otra vez en su defensa y en el Pronóstico de 1761 alude a las habladurías contra sus almanaques en tono festivo con un «Prólogo que habla con los enemigos de Torres, y de sus Kalendarios, y con nadie mas».

En cualquier caso, aunque su actitud hacia la astrología fue ambigua, como muestran por ejemplo las últimas páginas de la traducción de Robert de Vaugondy (1758), Torres advirtió una y otra vez contra la credulidad en materia de pronósticos. En uno de los últimos que redactó, el de 1767, advierte:

«Solo quiero repetirte seriamente (y esta sería la vez cinquenta de mis repeticiones, y remitote a mis Prólogos) que por ningún caso, ni acontecimiento, creas en las adivinanzas, Pronósticos, y futuros de qualquiera casta que sean, vayan puestos en coplas, refranes, acertijos, u otra qualquiera botargada, con que vengan

⁶¹ Torres, *Vida*, s.a., págs. 98-99.

⁶² Feijoo, *Teatro Crítico*, ed., 1777.

⁶³ Vol. III, discurso 2, págs. 91-162.

⁶⁴ En los que por cierto cita a «matemáticos» como Kircher, Caramuel, Escoto, Tosca, Deschales o Riccioli.

vestidos; porque estos no son mas que unos romances, prosas, y embustes galanos; para emboar a los carirredondos, y los orejudos: solo debes poner la fe y la esperanza en las Estaciones del año, en sus Lunas viejas, y mozas, en los Eclipses, y en las Festividades, Temporas, y vigiliás que guarda y celebra todos los años N.S.M. la Iglesia; que estas yo te juro, que las verás sin duda celebradas en los mismos días, que te señale este Kalendario; y a todo lo demás, que enquentres y leas aquí, dalo a la trampa⁶⁵.»

La popularidad de Torres Villarroel convirtió así a la larga a sus calendarios en una constante impugnación de los vaticinios astrológicos, y sus pronósticos contribuyeron de forma importante a la desaparición definitiva de los aspectos mágicos y supersticiosos de estas publicaciones.

Pero el género estaba herido de muerte ya desde principios del setecientos. Antes de que se produjera en 1767 la prohibición de publicar pronósticos, la actitud contraria de la Iglesia, las impugnaciones de los científicos como la citada del padre Tosca, y las polémicas de los ilustrados, habían ido haciendo difícil la publicación de verdaderos vaticinios astrológicos. En realidad, convertidos en almanaques los pronósticos se transformaron en simples calendarios, y se recluyeron, dentro de ellos, en el *Juicio del año*; juicio en el que sus autores se cuidaron de realizar afirmaciones generales que no les comprometían y que difícilmente dejaban de cumplirse. Además de los ejemplos ya citados de Torres y Villarroel, creemos que vale la pena reproducir el juicio del año realizado por Gonzalo Antonio Serrano en uno de sus almanaques de los años 1720. La primera parte lo constituye el pronóstico meteorológico y de cosechas, que para el año 1727 se presenta de esta forma:

«El año Astrológico tendrá principio juntamente con la florida primavera, día 21 de marzo a las 3 y 4 ms. de la mañ. Su participante será Júpiter, como dispositor del domicilio, que ilustra Diana, luminar temporáneo; por cuyos opuestos dominantes los tiempos del Año tendrán varias y contrarias alteraciones, que fueran fatales a todos los vivientes, a no mediar el beneficio influxo de Júpiter; por cuya razón se conjetura con mucha variedad la cosecha de frutos, y mantenimientos, pues en tierras frías, y húmedas, principalmente vegas, será abundante la cosecha de trigo, cebada, centeno y demás semillas, siendo temprana la sementera; pero la tardía, y en tierras secas y altas, sino esteril, será menos que mediana la cosecha. La de vino, azeyte, y miel será mediana en territorios calientes, pero estéril en Países fríos. La de seda, generalmente trabajosa, por algunos contratiempos.»

⁶⁵ Torres, *La Tía y la Sobrina*, 1767, págs. 13-14.

La segunda parte corresponde al juicio político, y se mantiene en el mismo nivel. Se afirma que «para contener el ánimo belicoso del Príncipe septentrional se obtenta eficaz la potencia formidable de heroycos confederados excitados mas del Cathólico zelo que de la razón de Estado». También se pronostica que «serán notables los Armamentos marítimos y movimientos de belicosas esquadras, dirigidas a la hostilidad de Pais de la ignea triplicidad o costas del mar Báltico», y que «Marte indica incendios y destrozos de Naves y Pyratas con funciones cruentas, especialmente en el Mediterráneo»; y siguen otros pronósticos del mismo tipo. En la obra de Serrano este tipo de pronósticos políticos habían desaparecido ya en 1754, aunque en otras siguieron publicándose hasta que los sucesos del motín de Esquilache en 1766 llevaron al gobierno a dictar la prohibición de 1767. A partir de ese momento los pronósticos políticos desaparecieron totalmente y el juicio del año quedó reducido a lo estrictamente meteorológico y agrícola⁶⁶.

LA DIFUSIÓN POPULAR DE IDEAS GEOGRÁFICAS

El interés de los pronósticos astrológicos y de la subcultura científica de la edad moderna no sólo es grande desde una perspectiva general, sino también desde el más limitado punto de vista de la historia de la geografía. En efecto, puede afirmarse que a través de estas obras se difundieron una buena parte de las ideas que configuraron la cultura geográfica de amplias capas populares.

Además de las noticias propias de este género, los piscatores y pronósticos difundieron también gran cantidad de noticias propiamente geográficas o relacionadas con ellas: nombres de países, regiones y ciudades, información sobre reinos y soberanías, datos económicos, administrativos y militares, además de las informaciones astronómicas y meteorológicas. Algunos de estos almanaques podía convertirse en un auténtico manual de geografía. Así, cuando Germán Ruíz Gallirgos

⁶⁶ Por ejemplo, así sucede en todos los Almanagues que hemos podido consultar de Judas Tadeo Ortiz Gallardo, de 1770 a 1795 y también en el *Lunario y Calendario General*, de José Ignacio Serrano Palacios publicado en Valencia entre 1776 y 1797 (ver Ortiz Gallardo, J. T. y Serrano Palacios, 1776-97).

publicó *El Sarrabal burgalés, genealógico, político, geométrico y militar. Diario de Quartos de Luna, cosecha de frutos y acontecimientos políticos, expressando diariamente el signo y grados que tiene la Luna. Compendio del Universo, especialmente de la Europa, y mas por extenso de la España, con expresión del número y nombres de los Regimientos que hai: Navios que sirven y donde fue la construcción* (Sevilla, s. a.).

En esta labor divulgadora de las ideas geográficas hay que destacar la participación de don Diego de Torres y Villarroel, no sólo por las noticias que introducía en sus pronósticos sino, sobre todo, por las que procuraba en otras obras suyas que alcanzaron gran éxito popular. La obra que quizá merezca en este sentido más atención es la *Anatomía de lo visible e invisible* (1738), que es en realidad una reedición levemente modificada del *Viaje fantástico*, que prueba el éxito de esta obra. Al igual que ella está dividido en jornadas, y en buena parte constituye un verdadero tratado de geografía.

En efecto, tras recorrer en la jornada primera el mundo subterráneo con sus fosas, cavernas y ríos interiores, los viajeros salen a la superficie terrestre, lo que da ocasión a describir los continentes, con sus países, regiones, ciudades y habitantes, y a realizar una definición y enumeración de los principales accidentes geográficos (islas, cabos, penínsulas, etc.). Las págs. 47-57 de esta obra son un verdadero tratado de geografía que precede a la presentación del «reino vegetable o pytológico» y del reino animal o zoológico, y a una detallada «anatomía del hombre» que representa una novedad respecto a la primera edición de la obra. En la jornada tercera se trata del «Reyno de las Aguas, sus Vientos, Metheoros, y de la Causa de sus movimientos, el fluxu y refluxu, y otras crecientes y menguantes, y de las divisiones que han hecho los Geógraphos del Mar»⁶⁷, y en la cuarta del aire, fuego, lluvia, viento, granizo y los demás meteoros y de las «impressions de una a otra región»⁶⁸. En la quinta se presenta un tratado de la esfera, ya que el viaje a los cielos y la descripción de los astros y de sus movimientos va precedida de una descripción de los círculos mayores y menores, coluros, zodiaco, eclíptica, horizonte, meridianos, zonas y otros temas que eran, como ya sabemos, objeto habitual de las obras de geografía y que el mismo Torres acepta como tales al afirmar que los que estudian estas cuestiones son los «astrónomos y geógrafos»⁶⁹. También

⁶⁷ Torres Villarroel, 1738, págs. 103-12.

⁶⁸ Torres Villarroel, 1738, págs. 112-29.

⁶⁹ Torres Villarroel, pág. 140.

plantea el problema de la construcción de una esfera armilar, quejándose del atraso en que se encuentra la ciencia española:

«Hemos sido siempre tan desaliñados los Españoles —dice—, y tan poco cuidadosos en este estudio, que no se encuentra en toda España un instrumento Matemático en cuyo espejo podamos ver y observar el semblante de los Cielos.»

«Los Franceses, Italianos, Alemanes, Olandeses, y otros nacionales —continúa— tienen fabricadas unas, y otras [esferas] divididas en doze cascos con todas sus imagenes, y círculos impressas en papel, y sin más diligencia que fabricar un Globo donde puedan acomodarse, quedan construidas las Esferas; en los pueblos en donde nosotros vivimos apenas ay artifice, que puede torneare la bola acomodada para recibir con puntualidad los papeles⁷⁰.»

En una situación como la que estas palabras reflejan, las páginas que Torres dedica a explicar las reglas para la construcción de una esfera⁷¹ y la descripción detallada de la esfera armilar en una obra de gran aceptación popular, representaba sin duda una valiosa aportación a la educación científica del pueblo español.

⁷⁰ Torres Villarroel, 1738, pág. 145.

⁷¹ Torres Villarroel, págs. 145-48.

III. La determinación de la figura y magnitud de la tierra

La empresa más importante de la ciencia española en la primera mitad del siglo XVIII es, sin duda, la asociación de dos marinos españoles, Jorge Juan y Antonio Ulloa, en las observaciones realizadas para la determinación definitiva de la figura y magnitud de la tierra. Su participación se tradujo en primer lugar en dos obras de gran importancia: los cuatro volúmenes de la *Relación histórica del viaje* redactada por Ulloa y las *Observaciones astronómicas* que lo fueron por Jorge Juan, ambas publicadas en Madrid en 1748 por orden del rey. Pero esta asociación fue también importante por las consecuencias posteriores que tuvo en la política y en la producción científica española, a través de la labor de los dos autores citados. En este capítulo estudiaremos sucesivamente los antecedentes del problema, el desarrollo de las observaciones y, por último, los resultados obtenidos.

LOS ANTECEDENTES Y LOS DATOS DEL PROBLEMA

La revolución científica del siglo XVII, la que desde Galileo a Newton transformó profundamente la ciencia y el pensamiento occidental, estuvo basada esencialmente en una reflexión sobre la tierra y su posición en el universo. Entre los problemas que se discutieron, uno de los más importantes por la multiplicidad de conexiones que presentaba fue el de la figura y magnitud de nuestro planeta. La cartografía y la navegación en primer lugar, pero también la astronomía, la física, la mecánica y la ingeniería precisaban que este problema estuviera resuelto para poder avanzar de manera segura. Ello explica la multitud de esfuerzos que se le dedicaron y permite entender que se convirtiera en una de las cuestiones científicas básicas de la época. Expondremos ahora los

datos fundamentales del problema, apoyándonos para ello esencialmente en la versión de los protagonistas y en la de autores españoles del siglo XVIII.

Demostrada la esfericidad de la tierra desde comienzos del siglo XVI, se planteó el de su tamaño exacto, problema que el holandés Wildebrand Snellio intentó resolver desde 1615 mediante la medida del arco de meridiano terrestre con el método de la triangulación. Todos los cálculos que se efectuaron en el siglo XVII partían del supuesto de que la tierra era una esfera perfecta. Por ello la determinación del valor de un grado debía permitir la medida de la circunferencia terrestre. Pero los trabajos que se efectuaron daban magnitudes bien diferentes para el grado del meridiano: mientras Snellio obtuvo 57.033 toesas, el jesuita Juan Bautista Riccioli lo establecía en 62.650. Estos diferentes resultados tenían que constituir un acicate para la ciencia porque, como dice Jorge Juan, «a primera vista se descubre la enorme diferencia de estas dos célebres medidas, que es de 7.629 toesas por grado, y hacen a la tierra casi la octava parte mayor por la una que por la otra»; y añade: «intolerable era la duda, que nace necesariamente de esta diferencia, sobre un assumpto tan importante a la Geographía, y Navegación, o por decirlo mejor, de que dependen como de principio»¹.

La realización de una triangulación lo más extensa posible se convirtió en un objetivo fundamental de los trabajos. En este sentido se orientaron los esfuerzos de la Academia de Ciencias de París, y en 1669-1670 el astrónomo J. B. Picard calculó las distancias entre París, Molveosine, Sourdon y Amiens, obteniendo un valor de 57.060 toesas para el grado terrestre.

Pero la expedición de Richer a los dominios franceses de América ecuatorial, en 1672, supuso una novedad inesperada: el descubrimiento de que en Cayenna era preciso disminuir la longitud del péndulo para que el reloj marcara exactamente igual que en París. Si la modificación del péndulo no se debía al calor, ello representaba que la gravedad era distinta en aquellas latitudes equatoriales, y por consiguiente que la tierra no era un esferoide perfecto. La confirmación por Halley de este descubrimiento en 1677 daba verosimilitud a la nueva hipótesis.

Fueron Newton y Huyghens los que sacaron todas las consecuencias de este descubrimiento. Newton interpretó el ensanchamiento ecuatorial del globo como resultado de la fuerza centrífuga producida al

¹ Juan, J., *Observaciones astronómicas*, 1748, pág. VIII.

rotar el planeta sobre su eje. Dicha fuerza debía aumentar en proporción a la circunferencia de la curva que describe, por lo cual, siendo el círculo ecuatorial el mayor de los existentes, sería ahí donde la fuerza centrífuga alcanzaría su valor máximo, disminuyendo luego progresivamente hasta desaparecer en los polos. Por ello la misma cantidad de materia, sometida en toda la tierra a la ley de la gravedad, debería pesar menos en el ecuador al estar ahí la superficie del planeta más alejada del centro. Esto es lo que obligó a Richer a acortar el péndulo en aquellas latitudes².

El fuerte achatamiento polar del planeta Júpiter, mucho más veloz en su rotación que la tierra, encontraba así su explicación y servía a la vez para confirmar la validez de la tesis newtoniana³. De todas maneras, la cuestión no estaba cerrada, pues persistían diferencias respecto a la magnitud que debía darse a este fenómeno en nuestro planeta: mientras para Huyghens la razón entre el diámetro del ecuador y el del eje debería ser de $1/230$, para Newton era de $1/578$ ⁴.

Los franceses, por otro lado, impugnaron la interpretación de Newton. Los trabajos de triangulación iniciados por Picard debían extenderse a la medida del meridiano de París en todo el territorio francés. En 1700, Jacques Cassini fue encargado de completar estos trabajos prolongándolos por el sur hasta Collioure y luego por el norte hasta Dunkerque. Los resultados obtenidos por él al comparar la medida del arco meridional con el septentrional fue que los grados del primero tenían mayor longitud que los del segundo y que, por consiguiente, la tierra debía ser esferolata pero, en contra de la opinión de los ingleses, achatada por el ecuador. Repetidos los trabajos con la colaboración de su hijo y la de La Hire, Maraldi, Couplet y Chazelles, se confirmaron los anteriores resultados: «La resulta de seis operaciones hechas en 1701, 1713, 1718, 1733, 1734 y 1735 fue siempre que la tierra es alargada y no chata acia los Polos»⁵.

A partir de este momento franceses e ingleses se enfrentaron en una disputa en la que los primeros mezclaron motivaciones de orgullo nacional, ya que para la Academia de Ciencias de París dudar de las conclusiones de los Cassini pasó a considerarse como «antipatriótico»⁶. Newton reargumentó que la longitud del meridiano en Francia era demasiado reducida para que pudieran observarse diferencias apreciables entre

² Aguirre, 1782, págs. 109-18.

³ Ver sobre ello Maupertuis, 1742, cap. VI.

⁴ Aguirre, 1782, pág. 114.

⁵ Maupertuis, en sus *Éléments de Géographie*, 1740. Citado por J. Juan, 1748, pág. XIX.

⁶ Broc, 1975, pág. 38.

los grados del norte y del sur. Intervinieron en la polémica De Mairan (1720) y otros matemáticos franceses, los cuales repitieron los cálculos con el péndulo y apoyaron las conclusiones de Cassini; Des-aiguilliers en Inglaterra, apoyando a Newton desde las páginas de las *Philosophical Transactions* (1726); y Clairaut con su *Theorie de la figure de la Terre tirée des principes de la Hydrostatique* (1743) y demostrando geométricamente «como pudiera componerse que la Tierra fuesse longa, y que en todo esso los Péndulos fuessen mas cortos en el Equador que acia los Polos, o que las pesadezes de los Cuerpos fuessen alli menores, que en mayores latitudes»⁷. Los términos de la polémica tuvieron su eco también en España, donde el padre Feijoo y el padre Sarmiento, buenos conocedores de la vida intelectual francesa a través sobre todo del *Journal* de Trevoux, tomaron claramente partido por la tesis de Cassini, aunque matizando el primero que «una observación debajo de la Equinocial quitaría toda duda»⁸.

Le polémica sobre la forma de la tierra significaba que hacia 1730 no había acuerdo en esta importante cuestión, con todo lo que ello implicaba de indecisión en otros campos científicos. Las palabras de Jorge Juan, que vale la pena reproducir por extenso, dan buena idea de las múltiples inquietudes que suscitaba en los científicos de la época:

«La importancia de este assumpto no podía ser mayor para la perfección de las Ciencias especulativas, y no menos para los usos humanos en muchas prácticas. De su necesidad para el perfecto uso de la Navegación hablaremos en el Libro 9 mas a la larga; ahora bastará decir que siendo diferentes las distancias de los lugares, dadas unas mismas Longitudes y Latitudes, en el un Systema que en el otro, son fáciles de ver los errores, que cometerian los navegantes en tal incertidumbre; y no estando determinada la figura de la Tierra, quién sabía, hasta qué punto podría llegar este error, y quan perniciosas podrían ser las consecuencias a que induxesse.

La Geografía estaba expuesta a los mismos errores en colocar las distancias de los lugares en las Cartas; y mas si era la opinión verdadera contraria a la que siguiese el que las formasse; pues en una distancia de 100 grados se erraría en 2 grados por lo menos, el que supusiese la Tierra lata, y conforme a M. Newton, siendo larga, y conforme a M. Casini, o al contrario.

En la Astronomía es assimismo visible la necesidad de fixar de una vez este principio, pues de él depende el conocimiento de la verdadera paralexé de la Luna, que sirve para medir sus distancias, determinar exactamente sus lugares en el Cielo y conocer perfectamente sus movimientos, y ¿quien no sabe que sobre el cono-

⁷ Las citas proceden de J. Juan, 1748, pág. XXIV.

⁸ Feijoo, *Theatro Crítico Universal*, vol. II, discurso núm. 7, 1729; Sarmiento, *Demostración Crítico-Apológica del Theatro Crítico Universal*, vol. II, discurso 38, XI, XII y XIII. Citados por J. Juan, 1748.

cimiento exacto de estos movimientos, está fundada la mas razonable esperanza de hallar algún día la suspirada Longitud geográfica sobre el Mar?

Dexo aparte el conocimiento de la gravedad, y de la pesadez de los Cuerpos, acaso el mas importante de toda la Física, pues este es el agente universal de que Dios se sirve, mas principalmente para el gobierno de la naturaleza, o movimiento de los Planetas en los Cielos, y en la Tierra para todas las Máquinas de que se sirven los Hombres.

Omito la perfección del Nivel, para traer de lexos las Aguas, abrir los Canales, dar passo a los Mares y mudar las corrientes de los Ríos, con otros muchos conocimientos, que las Ciencias por el necesario encadenamiento de unas con otras pueden sacar de la verdadera determinación de la figura de la Tierra¹⁰.»

La realización de las expediciones hacia las tierras equinociales surgió así naturalmente como el medio más adecuado para resolver este fundamental problema, y decidir de manera definitiva la polémica. La propuesta realizada en este sentido por La Condamine¹¹ recibió el apoyo del conde de Maurepas, ministro de Marina de Luis XV; y las relaciones dinásticas con España permitieron seleccionar las tierras ecuatoriales de las Indias españolas como lugar para las observaciones. Poco después, en 1735, a propuesta de Maupertuis se decidió también una expedición con el mismo objetivo hacia las tierras polares, eligiéndose el territorio sueco de Laponia para ese fin.

La expedición de Laponia, dirigida por Maupertuis, estuvo constituida por los matemáticos Clairaut y Camus, los astrónomos Le Monnier y el abate Outhier, a los que se unió en Suecia Celsius, profesor de Astronomía en Upsala. La expedición realizó rápidamente sus trabajos entre mayo de 1736 y agosto de 1737 en el curso del río Tornea, estableciendo la longitud del grado de meridiano en 57.437⁹ toesas. Los resultados, publicados en una memoria de la Academia de Ciencias de París en 1738 y en la *Relation du voyage* de Maupertuis permitieron afirmar el achatamiento polar y confirmar así la tesis de Newton, que Maupertuis había ya admitido en 1732.

LA EXPEDICIÓN AL PERÚ

La expedición al ecuador fue más larga y conflictiva pero de resultados científicos más importantes. Se nombró para constituirla a los académicos La Condamine, Pierre Bouguer y Louis Godin, a los que se

⁹ Juan, J., 1748, págs. XXIV-XXVI.

¹¹ Broc, 1975, pág. 38.

adjuntó el botánico Joseph de Jussieu y como ayudantes un dibujante, un cirujano y un relojero. Si Godin tenía más de un título para estar a la cabeza de la expedición¹², como discípulo que era de L'Isle¹³, las rivalidades de los dos primeros no dejaron de crear problemas al grupo. Bouguer era un astrónomo reputado, autor de obras de navegación, ingeniería naval y óptica¹⁴. La Condamine, por su parte, era un joven marino de poco más de treinta años, pero bien conocido ya en los medios científicos parisenses¹⁵.

El virreinato del Perú, y en concreto el territorio de Quito, fue considerado el más apropiado para las observaciones. Solicitado el permiso de Felipe V, este, tras el dictamen favorable del Consejo de Indias, despachó cédulas en agosto de 1734 «mandando al Virrey, Gobernadores y demás Jueces y Justicias de las partes por donde hubiesen de transitar, que los atendiesen y diesen todo el favor y auxilio que necesitassen; facilitándoles los transportes, sin que en nada se les alterasen los precios»¹⁶.

Al igual que luego se hizo en la expedición de Laponia, se integraron a la expedición del Perú científicos del país. La iniciativa partió de parte española, pues según la versión de Ulloa quiso el rey «fomentar en la Nación Española las mismas materias científicas destinando dos vassalios oficiales de su Armada, e inteligentes en las Mathemáticas, para que [...] concurriessen a las observaciones que se habían de practicar; y el fruto de esta obra pudiesse esperarse directamente de ellos mismos, sin mendigarlo de agena mano»¹⁷.

Con este fin se dio la orden a los Comandantes y Directores del Cuerpo y Academia de Guardias Marinas para que «hiciessen elección, y propuesta de dos, en quienes no sólo se hallassen las luces de una buena educación y Política, para conservar amistosa y recíproca correspondencia con los Académicos de las Ciencias; sino igualmente la proporción necesaria a poder executar todas las Observaciones y experiencias conducentes al asunto y las demás que con esta ocasion se les encomendassen»¹⁸.

La elección recayó en Jorge Juan y Santacilia y en Antonio de Ulloa, los cuales a pesar de rondar los veinte años contaban con una buena

¹² Como confiesa el mismo Bouguer en Bouguer, 1749, cap. I.

¹³ Biografía de Godin en Fernández Navarrete, 1851, II, pág. 363.

¹⁴ Bouguer, 1706, 1727, 1729.

¹⁵ Broc, 1979, pág. 38.

¹⁶ Ulloa, 1748, pág. 8.

¹⁷ Ulloa, 1748, pág. 9.

¹⁸ Ulloa, 1748, pág. 9.

preparación matemática y una experiencia naval. Jorge Juan había nacido en Novelda en 1713, pero al quedar huérfano fue educado por unos tíos suyos en Zaragoza y en Malta, entrando en el cuerpo de Guardias Marinas en 1729; embarcado inmediatamente «por tener ya hechos los estudios de geometría aritmética, trigonometría, esfera, globos y navegación», participó en expediciones navales a Nápoles y Orán, habiendo alcanzado el grado de alférez al ser elegido para el viaje al Perú¹⁹. Antonio Ulloa había nacido en Sevilla en 1716 y era hijo de Bernardo de Ulloa, el cual tras tomar partido por Felipe V había llegado a ser Veinticuatro y Alcalde mayor de Sevilla y fue autor también de obras de tipo económico²⁰; embarcado desde los 13 años, había ingresado en la compañía de guardias marinas de Cádiz en 1732 e intervenido también en la expedición naval que trataba de auxiliar al rey de Nápoles²¹. Uno y otro fueron promovidos al grado de tenientes de navío y embarcaron para América en mayo de 1735 en la flota que conduciría al marqués de Villagarcía, nuevo virrey del Perú.

La buena preparación de estos jóvenes científicos españoles se muestra en el hecho de que ya durante la travesía desde Cádiz a Cartagena de Indias, donde debían reunirse con los académicos franceses, se dedicaron a hacer observaciones sobre vientos, temperaturas y estado de la atmósfera, y sobre variaciones de la aguja magnética. En este último aspecto elaboraron una tabla de las variaciones observadas en la longitud occidental por la variación de la aguja a partir de Cádiz, comparando sus datos con los obtenidos por Halley en 1700²² y utilizando también los trabajos de Laval y Fevillée.

Desde Cartagena de Indias la expedición científica siguió el camino habitual hacia el virreinato del Perú; navegación hasta Portobelo; cruce del istmo hasta Panamá (diciembre de 1735); nueva navegación desde Puerto Perico a Guayaquil, a donde llegaron en marzo de 1736; y por último el duro y peligroso ascenso hacia el altiplano andino, llegando a Quito a finales de mayo de 1736, un año después de su salida de Cádiz.

Durante todo el viaje Jorge Juan y Antonio Ulloa se dedicaron a realizar las más variadas observaciones científicas. El gobierno español había ordenado la construcción de instrumentos científicos en Londres y París para que pudieran ser utilizados por los dos españoles, pero la

¹⁹ Fernández Navarrete, 1851, II, págs. 24-38.

²⁰ Ulloa, Bernardo, 1740.

²¹ Fernández Navarrete, 1851, II.

²² Para la publicación utilizaron los datos corregidos en 1744 por William Mountaine y Jacobo Dooson.

mayor parte les llegaron cuando estaban ya en Quito. A pesar de todo, desde su salida de Cádiz iban equipados con termómetros, barómetros, brújulas, sextantes, y desde Cartagena de Indias pudieron también utilizar los instrumentos aportados por los franceses. Esto les permitió familiarizarse con el más moderno equipo científico del momento. Por ejemplo, durante el viaje a Guayaquil usaron el octante de espejo adquirido en Londres por Godin y construido por Hadley, con el cual se conseguía establecer nítidamente la altura meridiana del sol a pesar de la abundancia de vapores que dificultaban su imagen²³. Con estos instrumentos realizaron regularmente observaciones astronómicas, de física e historia natural (observación de alturas meridianas del sol, de un eclipse de luna, de vientos, temperaturas y mareas, de minerales, plantas y animales), dedicándose al mismo tiempo a recoger noticias diversas de tipo económico, histórico acerca de los territorios que atravesaban e informaciones políticas y militares, de acuerdo con la instrucción reservada que les había dado el gobierno.

Una vez en Quito, y tras unas primeras semanas dedicadas a atenciones sociales, y en las que autoridades y sociedad quiteña se volcaron en atender a los científicos²⁴, se iniciaron los trabajos. Ante todo, necesitaban realizar un mapa geográfico del territorio situado al norte y al sur de Quito, «diligencia totalmente necesaria para reconocer los puntos donde se situarían las señales, de modo que formassen triángulos mas regulares y no se cortasen las direcciones de sus lados con el embarazo de la interposición de otros cerros». El mapa de la parte septentrional lo dirigió el cartógrafo Verguín y el de la meridional Bouguer, iniciando el levantamiento en el mes de agosto. Durante el mes de septiembre las tareas «se reducían diariamente a medir aquel Llano [el llano de Yaruqui, al NE de Quito] en una Línea Horizontal, corrigiendo con el Nivel y los Aplomos los defectos del Terreno»; la dedicación era plena, porque afirma Ulloa: «Empezabamos este ejercicio con el día, y sin dexarlo en todo él se daba de mano al anochecer»²⁵.

Poco después La Condamine y Jorge Juan tuvieron que ir a Lima, el primero para recoger el dinero que les había sido girado desde Francia, y el segundo para tratar con el virrey sobre «las diferencias que se habían suscitado con el nuevo Presidente de la audiencia de Quito».

²³ La descripción de este instrumento, traducida de la comunicación de Hadley a la Royal Society de Londres en 1731, constituye un apéndice al capítulo I, libro IV de la *Relación histórica*, Ulloa, 1748.

²⁴ Era entonces presidente y gobernador de Quito el erudito funcionario don Dionisio de Alcedo y Herrera.

²⁵ Ulloa, 1748, págs. 302-303.

Cuando regresaron en junio de 1737 los mapas de Verguin y de Bouguer estaban ya terminados, y se acordó iniciar la triangulación en la parte meridional. El grupo se dividió en dos, integrados cada uno por franceses y españoles: Jorge Juan y Louis Godin constituyeron uno, que realizó sus trabajos en el cerro de Pambamarca; mientras que Bouguer, La Condamine y Ulloa formaron otro, que los efectuó en el Pichincha.

Las penalidades que hubieron de experimentar en esta parte de la misión fueron extraordinarias. Desde el mes de agosto permanecieron en ambas montañas en condiciones muy duras, soportando tormentas de hielo y nieve y alojados en chozas y tiendas de campaña, sin poder avanzar durante el primer mes las medidas de los ángulos por las nubes que impedían la visión de uno u otro cerro. Las observaciones en el Pichincha se concluyeron en diciembre de 1737 y continuaron después en otras montañas; desde agosto de 1737 a julio de 1739 cada grupo efectuó observaciones en más de 30 páramos diferentes ante las suspicacias de la población campesina, que no comprendía el objeto de estos trabajos y acababan tomando a los científicos por buscadores de minerales.

Los trabajos tuvieron que interrumpirse luego ante la necesidad de nuevos instrumentos astronómicos, que fueron construidos en Quito entre diciembre de 1739 y agosto de 1740. Empezaron entonces las observaciones astronómicas al sur de la línea ecuatorial, en Cuenca, pero Ulloa y Jorge Juan tuvieron que interrumpirlas obligados a ir a Lima requeridos por el virrey, marqués de Villagarcía, para que atendieran a la defensa del virreinato.

En efecto, la guerra que se había declarado entre España e Inglaterra obligaba a un esfuerzo militar, y el virrey no podía prescindir de los dos jóvenes pero experimentados marinos que había conocido en su viaje desde Cádiz. Salieron de Quito el 21 de octubre realizando el viaje por tierra y llegando a Lima a fines de diciembre de 1740, permaneciendo allí hasta agosto de 1741 en que embarcaron para Guayaquil y regresaron a Quito.

Durante su ausencia se habían hecho en el páramo de Chimborazo experiencias «para la comprobación del Sistema de Atracciones» por idea de Bouguer (noviembre de 1738); Godin había acabado la observación astronómica en la parte norte de Quito, y Bouguer y La Condamine la tenían casi acabada, aunque querían repetirla «celosos de la mayor perfección de la obra». Se formaron entonces dos grupos «para conocer y determinar mejor con observaciones correspondientes la amplitud del Arco»; una estaba dirigida por Bouguer y otra por La Condamine, a quien acompañaba Verguin. Jorge Juan y Ulloa esperaron en Quito

durante tres meses a que el instrumentario francés Hugot pudiera acompañarles para arreglar el instrumento con que iban a repetir las observaciones. Pero el 5 de diciembre de 1741 se conoció el saqueo del puerto de Payta por la escuadra inglesa del almirante Anson, por lo que los dos españoles se dirigieron inmediatamente a Guayaquil para atender a su defensa. El 19 de enero de 1742 el virrey les llamó urgentemente a Lima, a donde llegaron el 26 de febrero, caminando día y noche sin cesar. Se les dio entonces el mando de dos fragatas para que fueran a la isla de Juan Fernández a vigilar la presencia de barcos ingleses, ya que la escuadra enviada desde España y mandada por Pizarro no podía doblar el cabo de Hornos.

Desde diciembre de 1742 se dedicaron a navegar por el Pacífico hasta las costas chilenas de Concepción, aprovechando el viaje para realizar observaciones físicas sobre vientos, corrientes, mareas y variaciones de la aguja, y reunir noticias acerca de los territorios que visitaban. Gracias a esta permanente curiosidad científica los cuatro volúmenes de la *Relación histórica del viaje* se convirtieron en una obra extraordinariamente valiosa y en el más completo estudio realizado sobre la América meridional en la primera mitad del siglo XVIII. Dos años permanecieron alejados de su misión principal que les había llevado a las tierras ecuatoriales, y sólo pudieron regresar a Quito en noviembre de 1743 (Jorge Juan) y enero de 1744 (Ulloa), llegando todavía a tiempo para observar el cometa que apareció los días 3 y 4 de febrero²⁶.

A su regreso a Quito el único de los académicos franceses que permanecía allí era Godin. Bouguer y La Condamine habían ya concluido su parte de las observaciones y habían partido para Francia, el primero por la vía de Cartagena y el segundo por la del Marañón o Amazonas, pero el resto del grupo francés se mantenía en Quito, «unos por el recelo de la Guerra, que los tenía suspensos, sin atreverse a deliberar, temiendo el peligro de ser apresados; otros por falta de medios para costearse; y otros, porque contraídos algunos empeños, no querían salir hasta satisfacerlos»²⁷. Jorge Juan y Antonio Ulloa prosiguieron los trabajos que habían interrumpido y prolongaron la meridiana por la parte norte del ecuador «con quatro triángulos que la llevaron hasta el parage, donde Mr. Godin había hecho en el año de 1740 la segunda Observación Astronómica»; y en aquel lugar la repitieron ellos en marzo, acabando la medida en mayo de 1744.

²⁶ Sobre el que conjeturaron si sería el mismo que había observado Tycho Brahe en 1577 y Cassini en 1681, dada la posición semejante que presentaba.

²⁷ Ulloa, 1748, pág. 321.

Sólo entonces pudieron empezar a pensar Juan y Ulloa en el viaje de regreso y en la vía que seguirían. Decidieron volver en unos navíos mercantes franceses que habían sido fletados en Cádiz y se encontraban entonces en el Pacífico. De esta forma volverían por el cabo de Hornos y podrían completar «con la propia experiencia no solo las noticias del Mar del Sur pero aun dar alguna razón de toda la Derrota»²⁸. Además, al ser barcos de una nación amiga se conseguía una cierta seguridad para la conservación de la valiosa documentación que había que transportar. Pero la preocupación por este problema de la seguridad era muy grande, y por ello Ulloa volvió a Lima y realizó allí un extracto de las observaciones, que entregó al virrey y «quedó archivado en su Secretaría para que nunca faltase su recurso en el caso de sobrevenir algún contrario accidente en la Navegación». Embarcaron en octubre de 1744 en barcos separados, «para que los infortunios que se podían temer no huviessen de ser comunes a entrambos; y fuese mas factible quedar uno, que pudiese dar razón de lo que se havia practicado en el asunto» de su misión²⁹.

Los viajes de regreso tuvieron fortuna bien diversa. Las dos fragatas se separaron en febrero de 1745 y Jorge Juan, tras hacer escala en la Martinica, pudo llegar a Brest en octubre en un convoy de buques franceses de guerra y mercantes. Luego se dirigió a París «a comunicar a los de la Academia Real de las Ciencias algunas particularidades concernientes a la Obra; y entre ellas principalmente acerca de la Aberración de la Luz, y los efectos de esta notados en las Estrellas fixas, con lo que en el asunto se havia observado en la Provincia de Quito»³⁰. La Academia le nombró miembro correspondiente, regresando después a Madrid.

El de Ulloa fue un viaje con más incidentes. En marzo de 1745 pasó el cabo de Hornos y llegaron a la isla de Fernando de Noronha en mayo. Pero tras un combate naval con navíos ingleses, que apresaron a dos de los tres navíos franceses que formaban el convoy, y capturaron tres millones de pesos fuertes del Perú, pusieron rumbo a Canadá en julio tratando de alcanzar la plaza francesa de Louisbourg; pero la ciudad acababa de ser tomada por los ingleses y fueron apresados a su entrada por dos navíos de esa nación. Ulloa logró arrojar al mar los documentos oficiales que portaba, en particular las cartas reservadas del virrey y los mapas, pero salvó los papeles sobre la medida de los grados del meridia-

²⁸ Ulloa, 1748, pág. 377.

²⁹ Ulloa, 1748, pág. 382.

³⁰ Ulloa, 1748, pág. 468.

no, las observaciones físicas y las noticias históricas, consiguiendo in extremis que fueran entregadas al comandante de la escuadra Pedro Warren, en cuyo poder estuvieron hasta que fueron enviadas con Ulloa a Inglaterra.

En Inglaterra los papeles de Ulloa se pusieron a disposición del Almirantazgo, el cual accedió a todas sus peticiones sobre conservación de los documentos «con la viva expresión —recuerda Ulloa— de que la Guerra no tenía que hacer, ni procuraba ofender a las Ciencias o Artes ni a sus Profesores y que antes bien la Nación Inglesa se gloriaba de protexerlas, y sus ministros de contribuir a su fomento»³¹. El mismo presidente de la Royal Society de Londres, Folkes, se interesó por la conservación de sus papeles, e invitó al prisionero Ulloa a asistir a las reuniones de la Sociedad y a visitar sus gabinetes. Folkes introdujo a Ulloa entre los científicos londinenses y lo guió personalmente en la ciudad. Por fin, el 25 de mayo le devolvieron sus papeles, gracias al informe favorable de Folkes, y este, el conde de Stanop y otros miembros de la Royal Society lo propusieron como miembro de la Institución, «queriendo alentar con este honor —dice Ulloa— mi buen deseo de contribuir a la perfección de las ciencias»³². Después volvió a España vía Lisboa, llegando a Madrid el 25 de julio de 1746, once años y dos meses después de haber partido de Cádiz.

El regreso a España no supuso el reconocimiento inmediato de la labor que habían realizado. Acababa de morir Felipe V y había muerto también el ministro que los había elegido para ir a América, lo cual —como dice Bails respecto a Jorge Juan— «era lo mismo que hallar mudada la Corte y sus proyectos sin valedor». Jorge Juan tuvo dificultades y estuvo a punto de irse a Malta, aunque al final pudo encontrar el apoyo del nuevo ministro gracias a la intervención de José Pizarro y publicar el volumen de sus observaciones astronómicas y físicas³³.

De los componentes de la misión francesa, Bouguer y La Condamine habían ya regresado a Francia (en 1744 y 1745), el último después de realizar un viaje por el Amazonas del que trajo gran cantidad de observaciones y noticias y el mapa de un río «que atraviesa países, casi desco-

³¹ Ulloa, 1748, pág. 538.

³² Ulloa, 1748, pág. 542.

³³ Bails, «Elogio de Jorge Juan», en *Elementos de Matemáticas*, 1779, vol. I. También alude a este hecho Fernández de Navarrete (1851, II, 26), el cual afirma: «Vino a Madrid en 1746 donde hubo menester bastante paciencia hasta que un nuevo ministerio, llegó a conocer la alta importancia de la comisión que acababa de cumplir». Ver asimismo las alusiones que hace Rodríguez Villa, 1878, pág. 145.

nocidos para nuestros geógrafos»³⁴. Los restantes miembros franceses que todavía quedaban tomaron decisiones diversas respecto al regreso, y algunos quedaron vinculados temporal o definitivamente al mundo hispánico. Louis Godin fue elegido catedrático de Matemáticas de la Universidad de San Marcos de Lima, vacante por fallecimiento del titular Pedro Peralta, aceptando el puesto para poder continuar aún en América «porque necesitaba evacuar antes algunos asuntos pertenecientes a su compañía» o grupo³⁵. Hizo el viaje a Lima en compañía de Jorge Juan, y el virrey le nombró también cosmógrafo real. Godin pudo alegar, para aceptar estos cargos oficiales sin peligro de que se le considerase extrañado de su patria, una cláusula de los pasaportes que había concedido el gobierno español a los científicos franceses, por la cual se les obligaba a hacer en servicio de España cuanto dependiese de ellos³⁶. Antonio Ulloa, previendo sin duda los problemas que después tendría este científico en Francia, hace notar al publicar la relación de viajes que «nunca hizo ánimo este sugeto de detenerse allí mas tiempo que aquel que fuesse preciso para terminar los asuntos referidos; porque reconociendo siempre la obligación, en que se halla constituido de dar razón a su Soberano y Academia de las resultas del Viaje y Observaciones que se le encargaron, como uno, y el mas antiguo de los tres de aquel Cuerpo, miraba con repugnancia, aunque indispensable, la demora»³⁷. Durante su estancia en Lima, Godin realizó los planos para la reconstrucción de la ciudad tras el terremoto de 1755 y dirigió las nuevas fortificaciones del Callao, volviendo a París en 1751³⁸.

El botánico Jussieu decidió seguir también en América, «aunque con la misma repugnancia que Godin», y permanecer en Quito algún tiempo, «hasta ver el destino que tomaban las cosas de la Guerra, para volverse a Europa con menos peligro». Lo mismo hizo el «instrumentario» francés Hugot. De los restantes miembros, el cirujano Seniergues había muerto en Cuenca en 1739,³⁹ otro quedó establecido en Quito y el cartógrafo Verguin volvió a Francia por la vía de Panamá.

³⁴ La Condamine, 1751. Sobre las obras francesas dedicadas a la expedición y sobre las disputas entre Bouguer y La Condamine, ver Guillén, 1936, págs. 188-97. También Trystram, 1979.

³⁵ Ulloa, 1748, pág. 378.

³⁶ Fernández Navarrete, 1851, II, pág. 364.

³⁷ Ulloa, 1748, pág. 379.

³⁸ Sobre las nuevas actividades españolas de Godin ver el cap. IV.

³⁹ Ver la versión francesa de este hecho en La Condamine, 1746.

LOS RESULTADOS DE LA EXPEDICIÓN

Los resultados científicos obtenidos con la expedición al Perú fueron extremadamente importantes. Las dificultades del medio, que todos los participantes ponderan⁴⁰, no impidieron que se midieran tres grados de meridiano, en lugar de uno como había hecho Maupertuis, «de manera —afirma Bouguer— que nuestro trabajo ha sido tres veces mas largo y mas penoso que el que se ha realizado en Laponia»⁴¹. Al mismo tiempo se hicieron, por iniciativa de Bouguer, observaciones sobre la gravedad y la atracción del péndulo por las masas montañosas y se efectuaron gran número de observaciones físicas y astronómicas.

Las expediciones del Perú y de Laponia confirmaron de manera definitiva el achatamiento polar de la tierra. El valor del grado de meridiano entre los lugares de Cuenca y Pueblo Viejo se estableció en 56.767'788 toesas del Pie de Rey del Chatelet de París, equivalente a 132.203 varas castellanas. Maupertuis había obtenido en Laponia, como ya se dijo, un valor de 57.437'9 toesas. Mientras tanto Cassini de Thury, nieto de Cassini, y el abate de La Caille habían efectuado otra vez las medidas en Francia con instrumentos más exactos (1740) y obtuvieron que el valor del grado que cruza el paralelo 45 era de 57.050 toesas. De ello se deduce, afirma Jorge Juan, «que los grados de Meridiano de la Tierra no son iguales, y que van disminuyendo al passo que se aproximan al Equador», por lo cual puede concluirse de manera definitiva que «los grados del Meridiano terrestre no siendo iguales, la Tierra no puede ser perfectamente Esférica; y hallándose menores al passo que están mas próximos al Equador, ha de ser precisamente lata; esto es, el Diámetro del Equador mayor que su Exe»⁴².

Desde el punto de vista de la ciencia española la expedición al Perú

⁴⁰ Bouguer, por ejemplo, afirma que a veces había que esperar un mes en la cima de una montaña para tener un cuarto de hora de observación. Bouguer, 1749, pág. V.

⁴¹ Bouguer, 1749, pág. V.

⁴² Jorge Juan, 1748, págs. 305-306. La discusión sobre si la tierra era alargada hacia los polos o hacia el ecuador se planteó también en España por aquellos años. En 1748, Felipe Medrano, en sus *Tablas de reducción* incluye «57 tablas de reducción de pesos, medidas y unidades angulares según la hipótesis de que la tierra es de Spheriode prolongada acia los polos». La obra lleva una aprobación del padre Esteban Terreros que la alaba por su utilidad práctica pero disiente «del parecer del author y tengo por cierto y averiguado ser la Tierra de figura spherioidé plana, cuyo diámetro mayor está en la equinoccial». Según Sánchez Pérez, 1929, págs. 190 y 300.

tuvo una gran trascendencia. Ante todo permitió a dos jóvenes marinos convivir durante varios años con algunos de los mejores científicos europeos del momento y colaborar en la resolución de un problema esencial, adquiriendo así una sólida formación, verdaderamente excepcional en la España de la primera mitad del XVIII.

Como fruto directo o inmediato de su participación, los dos españoles ofrecieron poco después de su vuelta algunas aportaciones que se cuentan entre las más importantes de la ciencia española del siglo. Ante todo, las *Observaciones astronómicas y físicas* redactadas por Jorge Juan⁴³ y publicadas por orden real en 1748. La obra aborda sobre todo el problema esencial del viaje: averiguar el verdadero valor del grado de meridiano en el ecuador. Pero como al mismo tiempo el gobierno español había dado instrucciones particulares, ordenando que hiciesen «otras varias Observaciones muy importantes para la Geographía, y Navegación, teniendo éstas, como tienen, total dependencia de la medida y figura de la Tierra», se tratan también estas cuestiones en la primera parte «para desembarazarse de ellas y para llegar con las luces necesarias al objeto principal». Más que cualquier resumen, las propias palabras del autor dan una clara idea del contenido del libro:

«La Introducción da una breve idea de la question principal, y de los motivos científicos de tan largas, y tan costossas jornadas.

El libro primero contiene las Observaciones sobre la máxima obliquidad de la Eclíptica, y determinación de ella, con la descripción del Instrumento, con que se hicieron.

El segundo, contiene las Observaciones de Latitud hechas en todo el discurso del Viage, con una breve descripción de Quarto de Circulo, con que se executaron; y una tabla de las Declinaciones del Sol para cada 15 minutos de la Eclíptica, con diferencias para cada minuto, y otras para cada 10 segundos de mayor, o menor Obliquidad, nuevamente calculada, y distinta de las antiguas.

El tercero, las Observaciones de las Immersiones, y Emersiones de los Satélites de Júpiter, como assimismo de los Eclipses de Luna; de las quales, se deduce la Longitud de los Lugares.

El quarto, las Experiencias hechas sobre la dilatación, y compresión de los Metales por causa de el Calor, o Frío; con la tabla de lo que se dilatan, por cada 10 grados de diferencia del Thermómetro de M. de Reaumur.

⁴³ En dicha obra Jorge Juan afirma que la parte correspondiente a este volumen «ha corrido a mi cargo». Paralelamente, en la *Relación histórica*, Ulloa indica que «pareció conveniente para la mayor perfección y claridad de este, y de los demás encargos que se fiaron a nuestro cuidado, que al suyo [de Jorge Juan] estuviese el escribir sobre las Observaciones Astronómicas y Físicas, hechas por uno y otro, tanto en común como en particular; y al mío todo lo perteneciente a Historia y sucesos del Viage». Ulloa, 1748, Prólogo. Algún autor sostiene (Guillén, 1936, pág. 174), que en el Prólogo de la *Relación histórica* intervino el padre Burriel.

El quinto, las Experiencias del Barómetro simple, de las cuales se deduce la ley con que se dilata, y comprime el Ayre; el método de hallar la altura de los Montes, o cerros en la Zona Tórrida, y la de la Atmósfera sensible.

El sexto, las Experiencias sobre la velocidad del Sonido, y determinación de lo que corre en un segundo de tiempo en la Zona Tórrida; todo aplicado a varios casos de Geographía y Navegación.

El séptimo, la medida del grado de Meridiano terrestre contiguo al Equador, con la explicación del método que se tuvo en medirle, construcción y uso del Instrumento de 20 pies de radio, con que se hicieron las Observaciones Astronómicas, y conclusión de la razón del Exe de la Tierra al Diámetro del Equador.

El octavo, las Experiencias del Péndulo simple; la descripción del Instrumento, con que se executaron; y determinación de la Figura de la Tierra; sobre la qual se dan tablas de cada grado del Meridiano terrestre, y de la longitud del Péndulo para cada Latitud.

El noveno, y último, la práctica de la Navegación sobre la figura de la Tierra, ya determinada; con una nueva tabla de partes Meridionales para el uso de la misma práctica⁴⁴.

La segunda obra producida directamente como resultado de la expedición fue la *Relación histórica del viaje*, redactada por Ulloa y publicada también en 1748 en cuatro volúmenes. Los dos primeros describen el viaje y las observaciones realizadas por los científicos españoles desde la salida de Cádiz hasta la conclusión de la medida de los grados del meridiano, más la descripción del reino de Quito, donde se realizaron los trabajos; el volumen tercero trata de los viajes a Lima y Chile, y el cuarto relata el regreso a España y añade como apéndice una historia del Perú en forma de cronología de los reyes y virreyes desde Manco Capac a Fernando VI. La *Relación histórica* es un trabajo de gran aliento: «En una y otra parte de esta Obra —señala Ulloa— se describen los Mares por donde navegamos; y los Países por donde se transitó con aquellas particularidades, que parecieron mas dignas de atención, assi por lo perteneciente a costumbre, propiedades, y naturaleza de sus Habitadores, como por lo correspondiente a los Climas, Temperamentos, Plantas particulares que se producen en ellos, y otras especulaciones curiosas de la Historia Natural». La obra, como es lógica por la profesión de los autores y las instrucciones que llevaban, recoge gran número de observaciones sobre mares, vientos, mareas, variaciones de la aguja y señales que pueden encontrarse en el mar para guiar el rumbo, las cuales se incluyen «para ilustrar y dar el mas perfecto conocimiento de las Navegaciones que se hacen por aquellos Mares».

⁴⁴ Juan, J., 1748.

Se trata de una verdadera obra científica basada en la observación y la experiencia y no en la «especulación erudita». En efecto, el autor tiene buen cuidado en señalar que en ella «no se habla de parage, donde no hayamos estado y residido algún tiempo», y que cuando aluden a otros en los que no han estado personalmente, lo hacen «siguiendo para ello el mas aprobado dictamen» de todos aquellos (funcionarios, curas, misioneros) a quienes pidieron noticia y se apresuraron a remitirlas para satisfacer las órdenes reales. La principal debilidad que reconocen a la obra se refiere a las descripciones de Historia Natural, «que los Naturalistas, o Botánicos de profesión no hallaran [...] tan completas y prolixas como las desean», aunque se excusan de ello alegando que «la indispensable aplicación a las Observaciones Astronómicas y Geométricas en los parages donde hicimos mansión o tránsito, como objeto principal de nuestra misión, no nos daba lugar a poner toda la atención a los asuntos, a que solo podíamos destinar los breves ratos, que nos quedaban desembarazados de aquellas precisas ocupaciones»⁴⁵.

Por la amplitud de su contenido y la riqueza de su información Jorge Juan y Antonio de Ulloa realizaron con la *Relación histórica del Viaje* una de las grandes obras científicas sobre América publicadas en el siglo XVIII, sólo comparable con la que medio siglo después realizaría Alejandro de Humboldt. Las dos obras de las que se tiraron 900 ejemplares en España⁴⁶ fueron conocidas inmediatamente en París a través de la embajada de España y tuvieron un gran éxito en toda Europa, siendo objeto la *Relación histórica* de diversas traducciones en los años siguientes.

Pero la documentación reunida en los años de la expedición americana por Jorge Juan y Ulloa era mucho más abundante de la que se divulgó en las dos obras antes citadas. Además de ellas, redactaron también un informe reservado para uso exclusivo del gobierno y altos funcionarios de la administración de Indias, en la que daban noticia crítica de la situación política y militar del imperio americano de España. Por la importancia de las cuestiones estratégicas que en él se planteaban, dicho informe permaneció inédito, aunque circuló ampliamente entre los altos círculos de la administración del estado, y sólo fue conocido por el público cuando se publicó en Inglaterra en el siglo siguiente con el título de *Noticias secretas de América* (1826). La obra, que se publicó por Barry como parte de la campaña antiespañola de apoyo a la independencia americana, está constituida por textos de los dos autores. Los seis prime-

⁴⁵ Ulloa, 1748. Introducción.

⁴⁶ Guillén, 1936, pág. 170. La cifra vale también para las *Observaciones Astronómicas*.

ros capítulos son de Jorge Juan y proceden de un informe sobre la situación de los puertos de América; y el resto de la obra fue escrita por Ulloa como un *Discurso y reflexiones Políticas sobre el estado presente de los Reynos del Perú, su Gobierno, Régimen particular de aquellos Avitadores y abusos que se han introducido en uno y otro; dáse individual noticia de las causales de su origen y se proponen algunos medios para evitarlos. Escritas de Orden del Rey Ntro. Señor*⁴⁷.

Los autores indican que «todo lo que el deseo de los lectores [de las otras obras] pudiera haber atribuido a descuido u omisión ha sido precisa advertencia y cuidado, a fin de poder extenderse aquí sin peligro; quedando por este medio reservado a este lugar lo que allí era muy inconveniente tratar»⁴⁸. La cautela estaba plenamente justificada, pues el informe describe un cuadro militar y político en el que se pueden comprobar todas las sorprendentes debilidades del imperio americano español, dando datos concretos sobre la práctica indefensión de los puertos del Pacífico y en particular de puntos estratégicos clave como Guayaquil, Paita o Panamá; sobre caladeros aptos para fundar puertos, sobre efectivos militares; así como sobre el tiránico gobierno de los corregidores, la explotación de los indios, las extorsiones del clero, las divisiones entre criollos y europeos, la riqueza minera, ganadera y forestal del Perú. No es extraño por ello que el informe, llegado en extrañas circunstancias a manos extranjeras⁴⁹, aureolado por todo el prestigio internacional de sus autores y hábilmente manipulado por el editor, se convirtiera en un documento político de excepcional importancia en los años cruciales de la independencia americana.

⁴⁷ Merino, 1956, págs. 22-23, nota 15, y cita en pág. 15. Se conservan diversas copias manuscritas de estos informes, con algunas variantes. En el prólogo de los autores, no publicado por Barry, se señala que se hace el informe reservado para que el gobierno pueda «perfeccionar el mejor gobierno y la más recta administración de aquellos súbditos, para que con las providencias acertadas y la rectitud de tales fines se extingan los abusos y se disipen enteramente aquellos viciosos establecimientos». Según Pereyra, 1940, pág. 28.

⁴⁸ Juan-Ulloa, 1826, Prólogo.

⁴⁹ El editor afirma que después de haber viajado por América vino a Madrid y supo de la existencia de estas *Noticias secretas*, «habiendo obtenido el manuscrito con no poca dificultad». Seguramente, sin embargo la dificultad no fue tan grande como él pondera, y la obtención del manuscrito tuvo que ver con la calamitosa situación de la guerra de la independencia y su posguerra y con el escaso aprecio que en España se tiene por el tesoro documental y bibliográfico del país. La copia manuscrita que obtuvo Barry sería una de las varias que circulaban entre los altos funcionarios españoles. Quizá le fuera entregada por don Tomás Colgan O'Higgins, oficial del Cuerpo de Guardias reales y sobrino de don Demetrio O'Higgins, emparentado a su vez con el marqués de Osorno, virrey del Perú y funcionario especial en América en 1800. En la edición inglesa de las *Noticias secretas* se dice que el editor de la obra recibió «por la liberalidad de D. Tomás» muchos manuscritos que pertenecían a D. Demetrio, y entre ellos una copia del Informe reservado dado al ministro de Indias don Miguel Cayetano Soler tras su viaje a América en 1802; dicho informe confirma, dice Barry, «lo más principal del contenido de las *Noticias secretas*». Si no se había tenido inconveniente en entregar a un extranjero un informe reservado de 1802, menos escrúpulos habría para dar uno de mediados del siglo XVIII.

Las tres obras que acabamos de citar fueron los principales frutos inmediatos de la expedición al Perú en la ciencia española. Aunque no los únicos. Otros más limitados podrían también citarse. Así, por ejemplo, la navegación por el Pacífico permitió a Jorge Juan darse cuenta de los numerosos errores que había en los mapas españoles y extranjeros de aquellos mares, por lo cual en el viaje de regreso a España «se determinó a fabricar una Carta de aquellas Costas y Mares»⁵⁰. Pero sería difícil realizar un inventario de estos resultados, ya que toda la carrera científica y la obra posterior de los dos marinos aprovecha profundamente la formación y la experiencia adquirida en la misión americana. Esta formación y esta experiencia les permitirían además convertirse en elementos clave de la renovación científica del país en el tercer tercio del siglo. Por ello la expedición al Perú puede ser considerada como el acontecimiento científico más importante de la España de la primera mitad del XVIII.

LA «NUEVA GEOGRAFÍA» Y LA FIGURA DE LA TIERRA

Durante la primera mitad del siglo XVIII la geografía aparece íntimamente asociada a las observaciones y estudios para la determinación de la figura y magnitud de la tierra.

En primer lugar, al ponderar las utilidades de estas observaciones nunca se olvida citar las ventajas que reportarían a la geografía. A las palabras de Jorge Juan que antes se han citado podrían añadirse otros muchos textos en los que la resolución de este problema se considera prioritario «por ser —como dice también Ulloa— sumamente útil, en especial para la Geografía y Navegación»⁵¹. El contexto de estas afir-

⁵⁰ Ulloa, 1748, vol. IV, donde se describe el mapa. Los levantamientos cartográficos de la expedición fueron aprovechados también por otros autores. Entre ellos merece citarse el caso de Pedro Maldonado, del que Ulloa afirma que su ingenio «se ha hecho conocer bastante entre los Profesores de las Ciencias» (Ulloa, 1748, vol. II, pág. 513). En 1743, Maldonado acompañó a La Condamine en su regreso por el Marañón y compuso luego una *Carta de la Provincia de Quito* (Maldonado, 1750), mapa del que La Serna dice que «hubiera quedado sepultado en el olvido si Mr. de Condamine, amigo del Autor no le hubiera mandado abrir después de la muerte del sabio Maldonado, que acabó su vida en Londres en 1748» (La Serna, 1762, ed. 1782, Prólogo). Al parecer, según Guillén (1936, pág. 203), Ulloa negoció en París durante su viaje de 1750 que no se publicara la Carta de Maldonado «porque contenía algunos puntos de límites que no convenía a nuestro país, por estar este asunto en plena negociación».

⁵¹ Ulloa, 1748, vol. I, pág. 7.

maciones permite comprobar que por geografía los autores entendían sobre todo la ciencia de la confección de mapas y la localización de los lugares.

La realización de las expediciones a Laponia y Perú y la definitiva confirmación de la validez de la tesis newtoniana sobre la forma de la tierra planteó la necesidad de refundamentar la ciencia geográfica, apareciendo, quizá por primera vez, una expresión que luego sería en varias ocasiones repetida: la «Geografía nueva». Uno de los científicos que contribuyeron a la resolución de este problema científico, el conde de Maupertuis, abordó en sus *Éléments de Géographie* (1742) la tarea de esta necesaria refundamentación: «Hasta ahora —escribe— la Geografía sólo había sido tratada en la suposición de que la tierra era perfectamente esférica. Hoy se sabe que no lo es; y era preciso ver qué cambios aportaba esto a la Geografía, o más bien, era preciso dar los principios de una Geografía nueva»⁵². La obra comienza situando el origen de la geografía en la utilización por el hombre de señales físicas o astronómicas para moverse en la tierra, y expone las etapas del conocimiento de nuestro planeta a partir del descubrimiento de su esfericidad y de su movimiento; tras de lo cual se dedica a discutir las distintas opiniones sobre su forma y las operaciones de medida del grado de meridiano, «por la cual se determina la magnitud y figura de la Tierra, y de la cual depende toda la Geografía». Maupertuis denomina «geógrafos» a Bouguer y La Condamine al realizar las observaciones con la plomada sobre el Chimborazo (capítulo XV), y termina oponiéndose a la tesis de Fontenelle sobre la posible irregularidad de la tierra, afirmando que si se defiende esto para desvalorizar las conclusiones de la expedición a Laponia y Perú habría que negar también la validez de cualquier otra medida, y en ese caso «no habría ninguna regla que establecer ni buscar» en la geografía o en la navegación.

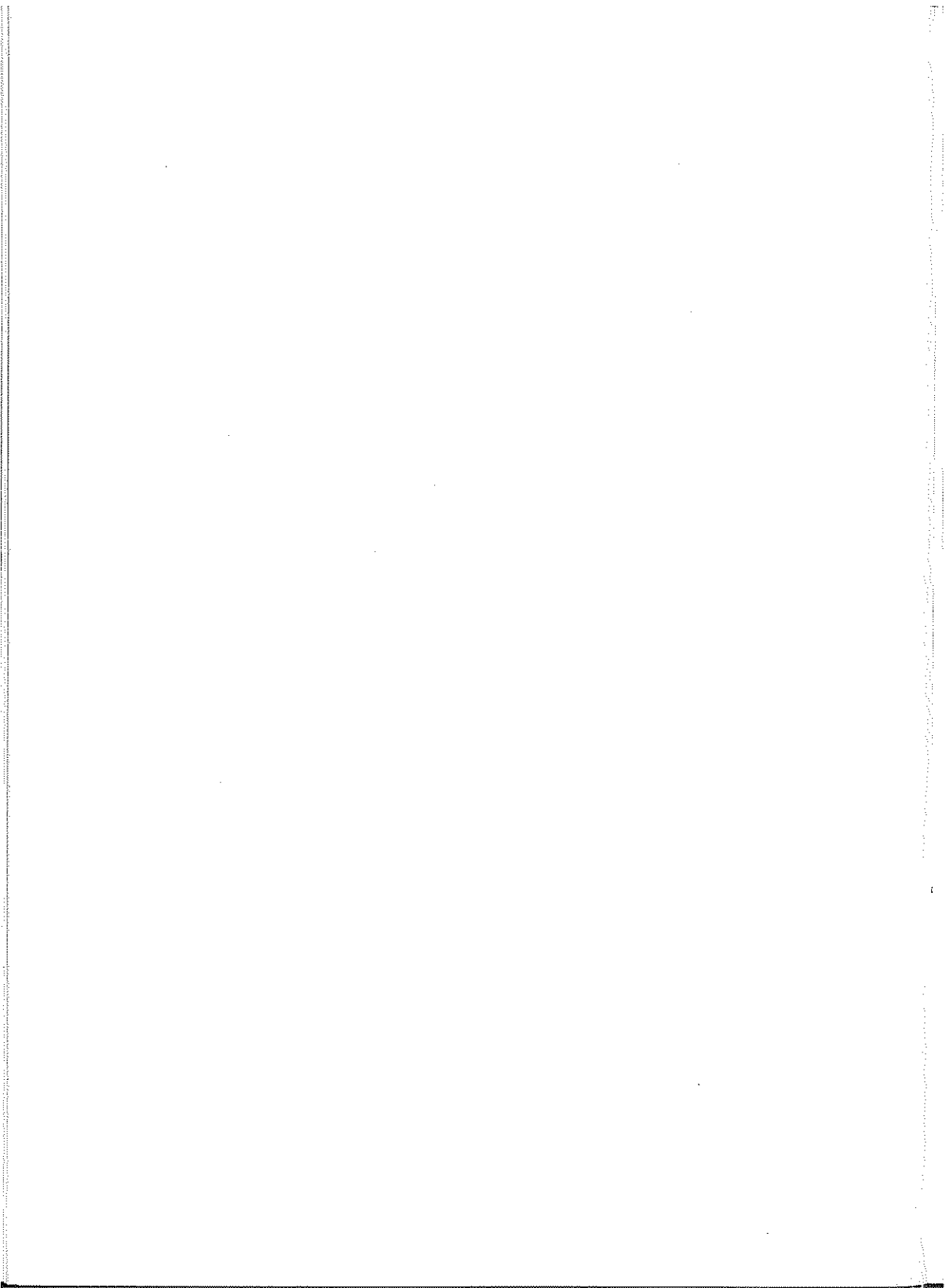
Al igual que Maupertuis, también los otros protagonistas de la misión científica asociaban la geografía con las observaciones astronómicas y físicas que realizaban. Si Bouguer (1749) tiene tendencia a valorar sobre todo la utilidad de la medida para la navegación, La Condamine (1751), no duda en afirmar que de la resolución de esta célebre cuestión obtienen utilidad «la Geografía, la Astronomía, la Física general y la Navegación».

La expresión «geografía» podía usarse así, con toda naturalidad, por

⁵² Maupertuis, 1742, Prefacio.

los científicos más destacados del momento asociada a un problema científico fundamental. La geografía era una ciencia matemática mixta, la ciencia de la localización de los lugares en la superficie terrestre y estaba interesada lógicamente en la cuestión de la figura y magnitud de la tierra. Esta es la idea que recogerían los manuales de la segunda mitad del siglo (desde el de Flórez a los de Aguirre o Antillón)⁵³ y difundirían al gran público, incluso en momentos en que, como veremos, la asociación que señalamos había perdido su validez.

⁵³ Ver sobre ello Capel, *Manuel de Aguirre y la nueva geografía española del siglo XVIII*, 1981.



IV. Náutica y geografía en la primera mitad del siglo XVIII

Los descubrimientos geográficos y la navegación por mares alejados plantearon desde el siglo XVII nuevos problemas en el rumbo y en la determinación de la posición de las naves, problemas cuya resolución dependía en gran manera del conocimiento exacto de la figura y magnitud de la tierra. Por esta razón el acuerdo sobre dicho problema científico era esencial para el desarrollo de la náutica, y explica la atención que los marinos dedicaron al mismo y la importancia que estas cuestiones cosmográficas adquirirían en los planes de estudios náuticos.

La renovación de la marina española, acometida por los gobiernos de Felipe V y Fernando VI, exigió la puesta a punto de nuevos centros docentes en los que se pudiera adquirir una rigurosa y exigente formación matemática, astronómica y geográfica. En estos planes colaboraron de manera activa algunas de las figuras españolas y extranjeras que habían participado en la expedición del Perú. En ellas, y en particular en la lúcida inteligencia y en la capacidad de trabajo de Jorge Juan, encontró el marqués de la Ensenada eficaces auxiliares para su gran designio político: construir una marina poderosa que pudiera asegurar la integridad del vasto imperio español. Cuál era el punto de partida, y cuáles las etapas recorridas en este desarrollo naval español durante la primera mitad del setecientos, así como qué papel desempeñaba la geografía en los estudios náuticos durante este período, son las cuestiones abordadas en este capítulo.

LA FUNDACIÓN DEL COLEGIO DE SAN TELMO

Después de la brillante expansión del quinientos la decadencia de la marina española se fue acentuando a lo largo del siglo XVII, alcanzando una situación de extrema gravedad tras la batalla de las Dunas de 1639, que destruyó las escuadras del Atlántico y aniquiló para un siglo el

poderío naval español. Las dificultades para organizar y dotar las flotas que aseguraran la relación del extenso imperio de la Monarquía hispana fueron considerables durante todo el siglo, y los sucesivos fracasos en el intento de organizar las Armadas para el socorro de Filipinas por la ruta del Cabo de Buena Esperanza son una dramática prueba de ello. La falta de marinos y de pilotos castellanos y la deficiente preparación de los existentes fue un problema tan grave, que era frecuente en ese siglo el caso de embarcaciones, y aun flotas enteras, en las que predominaban los marinos y técnicos portugueses y flamencos.

La escasez de pilotos para las armadas y para la marina mercante se hizo sentir de forma alarmante en las costas mediterráneas y sudatlánticas, y en particular en ese centro neurálgico del comercio español que era Sevilla. Esta situación determinó diversos intentos para establecer un centro de formación de pilotos en dicha ciudad, los cuales culminaron en 1681 con la fundación, a propuesta del Consulado y la Universidad de Mareantes, del Colegio de San Telmo de Sevilla «para recoger, criar, y heducar muchachos huérfanos y desamparados, enseñándoles la marinería, Pilotage, y Artillería». La fundación real se hizo «considerándose la falta grande que havia de gente de Mar, natural de estos Reinos, para mis Armadas, y los Galeones y flotas de la carrera de Yndias», y fue dotada de elevadas rentas para que en el centro pudieran sustentarse y estudiar 150 muchachos, preferentemente huérfanos, a partir de los 8-14 años y durante un período máximo de ocho años¹.

Los seminaristas del Colegio de San Telmo deberían ser enseñados «a leer, escribir y contar, por ser preciso para los que sobresaliendo en habilidad llegaran a ser Pilotos». También deberían recibir enseñanzas de «lo que en lo theórico, cupiere el Arte de la Marinería», así como de artillería; y, «para los que pareciera puedan aprender la Cosmographia y nabegación», se establecieron también enseñanzas de estas materias a cargo del Piloto mayor y del Cosmógrafo de la Casa de Contratación. El Colegio fue concebido como un centro de enseñanzas técnicas y así en la célula fundacional se ordenaba tajantemente «que en ese Seminario, no se lea Gramática, ni enseñe otra facultad, mas que las referidas, y la de fábrica de Navios en quanto permitiere la ocaasión», estableciéndose igualmente «que ninguna Justicias Eclesiásticas ni seculares tengan Jurisdicción en el Seminario, y solo tenga la Presidente de dicha Casa de Contratación».

¹ Los datos proceden de la cédula fundacional, publicada por Barras de Aragón, 1935.

La fábrica del Colegio comenzó a construirse en 1682 y en 1702 estaba ya acabada una parte del edificio. Superada una dura crisis económica del centro a principios del siglo² el Colegio recibió el apoyo de José Patiño³, las obras se continuaron culminando con la inauguración de la iglesia (1724) y de la magnífica y alegórica fachada construida por el arquitecto Leonardo de Figueroa (1722).

Las enseñanzas fueron a la vez teóricas y prácticas. Entre las primeras, además de lectura, escritura y doctrina cristiana, se encontraban las de matemáticas, geometría, artillería y náutica, la explicación de los globos celeste y terrestre, el uso de los principales instrumentos náuticos (astrolabios, cuadrantes, agujas de marear), manejo de cartas y escalas. Como enseñanza práctica, los seminaristas debían realizar viajes a las Indias, primero como grumetes y más tarde como marineros⁴.

No cabe duda de que el Colegio de San Telmo fue un vivero para abastecer a la marina española en momentos bien difíciles y un centro de estudios náuticos que complementaba, o suplía, a un nivel inferior, las antiguas funciones asignadas a la Casa de Contratación. Pero la calidad de sus enseñanzas fue descendiendo en el siglo XVIII, sobre todo después del traslado de la Casa de Contratación a Cádiz en 1717 y la fundación del Cuerpo de Guardias Marinas. A pesar de todo, la permanencia de esta institución permitió a Sevilla seguir siendo un centro de estudios marítimos, por la presencia en la ciudad de profesores cualificados, y a las prensas de la ciudad continuar la tradición editora de obras náuticas.

En la dedicatoria de uno de los manuales realizados para uso del colegio, Francisco Barreda, profesor del mismo, elogia la fundación de la Universidad de Mareantes en versos de escaso aliento poético⁵.

*Esta [Universidad] brilla constante en la Christiana
crianza, educación y documentos
de los ciento y cinquenta Colegiales
que su nominación es de San Telmo.*

*A espensas tuyas, con facultad regia,
se ve el fruto copioso de su empeño
dando de pobres Huerfanos, vasallos
al Rey, en sus Armadas con exmero.*

² Herrero García, 1958.

³ Fernández Duro, 1877-81, IV, pág. 213.

⁴ Herrero García, 1958.

⁵ Barreda, *El Aritmetico inferior*, 1770. La obra está dedicada a María Santísima Nuestra Señora, con el título del Buen Aire, Titular de la Universidad de Mareantes y Real Colegio Seminario de San Telmo.

*Las facultades Náuticas, y otras
propias y directivas a su aumento
son el objeto, son el fin, y el todo
al servicio de Dios, del Rey y del Pueblo.*

Tras citar a los tres miembros que constituían hacia 1770 el consejo rector del Colegio: don Juan Manuel de Vibero, Veinticuatro de la ciudad de Sevilla, don Miguel Jacinto Carballo y don Francisco Joseph Fernández —los cuales «uniformes en un todo; / de la Universidad formal concreto; / disponen, mandan, rigen y gobiernan»—, Barreda continúa ponderando la importancia del colegio:

*Las mas doctas, y regias Academias
han tenido y aun tienen los Maestros,
hijos de este Colegio Seminario,
que ha sido sin segundo, y sin primero.*

*Dígalo el sapientísimo Cedillo,
Fernández, Pérez, Eya, Vasconcelos
y Reyes, que han dexado en sus escritos
clara demostración de lo que fueron.*

*Díganto, pues, aquellos que se hallan
en el día, en los tres departamentos
de Cádiz, del Ferrol y Cartagena,
que por ser tan notorio no refiero⁶.*

Frente a esta imagen encomiástica, la obra científica de algunos de los profesores del centro —entre ellos el mismo Barreda— puede servir para mostrar la progresiva decadencia de las enseñanzas del Colegio de San Telmo y para tener a la vez una idea del tipo y del nivel de la docencia impartida.

LA CIENCIA GEOGRÁFICA EN EL COLEGIO DE SAN TELMO

A principios del siglo XVIII los profesores del Colegio de San Telmo constituían seguramente, junto con los jesuitas del Colegio Imperial y los cosmógrafos de la Casa de Contratación, el grupo de científicos más

⁶ Barreda, 1770.

preparados en cuestiones de cosmografía y náutica existente en España. La prueba es que hubo que contar necesariamente con ellos para la renovación de la marina española y la creación de los nuevos centros docentes. A los nombres que cita Barreda en el verso antes citado podrían añadirse otros que demostraron una indudable preparación en ramas diversas de las disciplinas matemáticas, desde la aritmética y la trigonometría a la náutica y la geografía.

Ejemplo de ello puede ser una de las figuras más destacadas del Colegio en la primera mitad del setecientos, el presbítero Juan Sánchez Reciente (muerto en 1757). Fue profesor de Matemáticas del mismo y autor de diversas obras sobre estas materias, entre las que destacan el *Tratado de Artillería Teórica y práctica* (Sevilla, 1733), el *Tratado de Trigonometría Náutica y de la construcción y uso de las Escalas Plana y artificial y de la tabla de Partes Meridionales y algunos problemas curiosos* (Sevilla, 1742; reimpresión a costa de Antonio Rodríguez en 1775), y el *Tratado de Aritmética* (Sevilla, 1751). Sánchez Reciente se ocupó de temas geográficos en la segunda de estas obras, al tratar de problemas referentes a la construcción de las cartas, y en su *Tratado de Navegación teórica y práctica* (Sevilla, 1749), dedicado al marqués de la Ensenada. En 1751 fue nombrado académico de la Real de Buenas Letras de Sevilla, donde leyó tres disertaciones: una dedicada al *Origen y utilidad de las Matemáticas*, un *Discurso preliminar para el estudio de la Geografía*, en el que subrayó el interés de esta ciencia, y una disertación sobre las ventajas que obtiene la historia del conocimiento de las medallas antiguas⁷.

Las enseñanzas de cosmografía y náutica constituían una parte esencial en los programas del Colegio. Desde el Renacimiento, cosmografía y arte de navegar aparecían unidos normalmente y asociados con frecuencia en los títulos de los libros. Dentro de la cosmografía, la geografía, íntimamente asociada a su vez a la hidrografía era una de las partes indispensables. En el siglo XVIII estas enseñanzas seguían siendo esenciales en la formación de los marinos, por lo que tuvieron que escribirse tratados dedicados a ello. El *Tratado de Cosmografía y Náutica* de Pedro Manuel Cedillo, publicado en Sevilla en 1745, es un buen ejemplo del tipo de manuales usados en el Colegio de San Telmo para esta docencia.

⁷ Datos de Méndez Bejarano, 1923, II, pág. 378; y de Aguilar Piñal, 1966, pág. 73. En esta última obra se da una relación de los instrumentos científicos que había en el taller de Sánchez Reciente (cuadrantes, relojes, anteojos, etc.) y se señala que fue maestro de Juan Cachero.

Cedillo fue una de las más destacadas figuras científicas ligadas al colegio de Sevilla. Autor en 1718 de una *Trigonometría aplicada a la Navegación*, y luego de un popular *Vocabulario marítimo* (2.^a edición, 1772), realizó con el tratado que citamos una obra elemental destinada a la docencia de estas materias en el centro, la cual puede servir para conocer el contenido de las mismas.

La obra se divide en dos partes, o libros, dedicadas respectivamente como su título deja adivinar, a la cosmografía y a la náutica. El libro primero contiene «todos los preceptos Cosmográficos, que conducen a este Arte que, como dicen algunos es el alma de la Náutica», mientras que el segundo trata de la construcción de los instrumentos comunes de navegación y de su uso. Esta división viene, de hecho, determinada por la previa y común división de la náutica o arte de navegar en una parte teórica —que «enseña preceptos Astronómicos, e Hydrográficos, como también la demostración, para construir los instrumentos Náuticos»— y una parte práctica «que enseña el uso de tales instrumentos y la aplicación de dichos preceptos a la acertada consecución de los Viajes».

Como la cosmografía es «la descripción del Universo o Mundo», será la exposición de los principios astronómicos y geográficos lo que constituirá el objeto del libro primero. La astronomía es definida como la «ciencia que enseña el movimiento, sitio, orden y distancias de los Cuerpos Celestes», mientras que la geografía se presenta como la «Ciencia del Orbe de la Tierra» y se divide en Corografía, o «descripción de una Provincia particular como España o Francia» e Hidrografía, o «descripción de las Aguas que ciñen toda la Tierra», y que es la ciencia «mas inmediata al Arte de Navegar». De acuerdo con estas definiciones y con el objeto de la obra, el tratado de Cedillo se convierte en una exposición de los conocimientos básicos sobre la esfera y de algunos principios generales de la hidrografía.

Las partes del mundo y el movimiento de los cuerpos celestes; los círculos de la esfera celeste; los años solares, lunares y el modo de hallar las fiestas movibles; las fases de la luna y los eclipses, constituyen el objeto de los cuatro primeros capítulos, en los que no faltan reglas mnemotécnicas para facilitar el aprendizaje de las partes más dificultosas⁸. A continuación, el estudio del globo terráqueo, la parte más propiamente geográfica, se realiza considerando que «la Tierra está en el centro del Mundo»⁹, aunque es un punto respecto de los cielos, y exponiendo en

⁸ Como por ejemplo los versos para recordar las festividades, tómporas y vigiliás del año, incluidos en el cap. III.

⁹ Cedillo, *Tratado de Cosmografía y náutica* (s. a.), pág. 42.

tres capítulos sucesivos el problema de la figura y magnitud de la tierra, los círculos de la esfera terráquea y las zonas o climas, así como la división de la superficie del globo con las habituales definiciones geográficas (isla, península, etc.) e hidrográficas (corriente, etc.) y unas generalidades sobre el mar. Los cuatro capítulos finales del libro primero se dedican a exponer los principios hidrográficos útiles para los marinos: el flujo y el reflujo del mar y las reglas para hallar la hora de los mismos, los vientos, las propiedades de la piedra imán y los términos de la navegación y la histiodromía. Son estos los capítulos en que el autor parece encontrarse más a sus anchas, y donde gusta de exhibir una cierta erudición. Así, al estudiar el flujo y reflujo alude a «las nuevas experiencias que manifiestan la dependencia que tienen las mareas del curso lunar», citando para ello a Cassini; al hablar del imán expone los problemas de la declinación magnética citando ampliamente a Delisle y a Halley; y en el capítulo final dedica gran atención al tema de la longitud y al cálculo de la histiodromía de la nave, citando a un amplio número de autores españoles y franceses que parecen haber sido manejados directamente por Cedillo¹⁰.

La segunda parte de la obra de Cedillo se dedica a los aspectos prácticos de la náutica y contiene la construcción y uso de los instrumentos comunes de la navegación (ballestilla, cuadrantes, agujas de marear, etc.)¹¹ y una serie de tablas útiles para navegar: tablas astronómicas y de derrotas, de declinaciones del sol, de latitudes y longitudes.

El esquema de la obra de Cedillo debía corresponder muy ajustadamente al programa de las enseñanzas del colegio, porque lo vemos repetido en otros manuales realizados para el mismo centro. Las normas en este sentido debían de ser muy precisas, incluso respecto a los autores a seguir, ya que no es infrecuente encontrar declaraciones que lo indican. Valga como ejemplo la de Francisco Barrera y Acebedo, que en su *Arithmético inferior* (1770) afirma que la dirección del Colegio de San Telmo, que en aquel momento estaba constituida como vimos por Vibero, Carballo y Fernández, la había encargado que

«formase un nuevo tratado de Arithmética como tan necessario y conducente a la buena y perfecta disciplina, de las facultades Náuticas, de Pilotage y Artillería,

¹⁰ Los autores citados son Caramuel, Zaragoza, y Riccioli en la parte referente a la longitud; y Fournier (*Hydrogra.*), Riccioli (*Geog.*), Pablo Hoste (*Recuer. de la Math.*), Pizenas (*Elem. de Pilotage*), Pedro Núñez (*Arte de Navegar*), Gaspar de Céspedes (*Hidrogr.*), Ozanan (*Dict. Math.*), Manuel Pimental (*Arte de Nav.*) y Bouguer (*Comp. de Nav.*).

¹¹ A ello dedica las págs. 112 a 240.

propias de este dicho Real Colegio, mas con la precisa limitación de que atemperase el método de la obra a la idea de los Autores modernos que con menos extensión han escrito, cifíndose mui en particular a la doctrina de Don Antonio Gabriel Fernández colegial que fue de este Real Seminario y uno de los Maestros en la Real Academia de Caballeros Guardias Marinas de la Ciudad de Cádiz.»

También declara Barreda haber utilizado de las obras del «Dr. Puig, Corachán, Zaragoza, Tosca, mi venerado maestro D. Juan Sánchez y el mencionado Fernández (siguiendo de este todo su mismo rumbo)» todo aquello que había juzgado razonable¹².

De todas maneras, el control de la dirección sobre las enseñanzas no parece haber garantizado la calidad científica y la modernidad de las mismas. Es cierto que el Colegio había contado, o contaba, con la colaboración de profesores valiosos como Sánchez Reciente o Cedillo, pero también lo es que a mediados del siglo la institución se encontraba en franca decadencia. Prueba de ello son las duras frases escritas en 1747 por don Juan José Navarro de Viana, el primer marqués de la Victoria, en un proyecto general de reforma de la náutica elevado al ministro Carvajal, en el que tras proponer que el Colegio se convirtiera en hospital de inválidos de la Marina, añadía:

«Esta casa no sirve hoy día que para el bienestar de sus diputados. El pretexto y establecimiento fue bueno, pero hoy día los efectos son de ninguna utilidad. Los muchachos sevillanos que se educan en ella para servir de pilotos, pocos o ningunos sirven al rey, y no muchos al particular. Gozan derechos de toneladas y otras franquicias, sin fruto de importancia para el comercio de las Indias y menos para el Mediterráneo¹³.».

Realmente esta imagen tan poco halagüeña aparece plenamente confirmada por el análisis de la producción científica de algunos de los profesores del centro en los años centrales del siglo, como el ya citado Barreda.

Francisco Barreda (1713-91) es el ejemplo perfecto de profesor totalmente vinculado al colegio por su formación, ya que estudió en él, y por su actividad profesional, pues fue nombrado profesor de Matemáti-

¹² Pese a lo que pudiera esperarse por la panoplia de autores citados, la obra de Barrada es simplemente un elemental manual dividido en dos partes; según sus propias palabras, «la primera con los documentos de las quatro Reglas de Sumar, Restar, Multiplicar y Partir enteros, quebrados y combinación de unos y otros en abstracto, concluyendo con las operaciones de dichas quatro Reglas en los números denominados en términos contratos; y en la segunda parte expongo las pertenecientes a las Reglas de Proporción, Aligación y otras en los mismos contratos, todo con la más posible brevedad y claridad» (Barreda, 1770, Prólogo).

¹³ Citado según el Memorial reproducido por Fernández Duro, 1900, vol. VI, pág. 443.

cas del mismo en 1758.¹⁴ Barreda realizó con *El Marinero Instruido en el arte de navegación especulativo y práctico* un manual del mismo tipo que el de Cedillo. Se publicó por primera vez en 1765 y sirvió durante muchos años como manual en el centro, reimprimiéndose «con aceleración, corrigiéndole algunos cortos yerros» en 1786. Seguramente la reorganización de las enseñanzas del colegio realizada en ese año, y a la que luego aludiremos¹⁵, tiene que ver con esa reimpresión que se hace «a causa de la gran falta que hacía para la enseñanza del Arte de Navegar a los Colegiales de este Real Seminario de San Telmo»¹⁶.

El plan es bastante semejante al de la obra de Cedillo. La parte primera trata «de todo lo tocante y perteneciente a ambas Esferas Celeste, y Terráquea, según los preceptos Cosmográficos», y es un tratado cosmográfico al uso que constituye una especie de introducción general, ya que sólo ocupa las 68 primeras páginas. La parte segunda contiene «lo perteneciente a los preceptos especulativos del Arte de Navegación, y trata de los cuatro términos fundamentales de la navegación, a saber: el rumbo, la distancia, la latitud y la longitud, con los instrumentos apropiados para su determinación (aguja de marear, corredera, cuadrante y reloj marino). Por último, la tercera parte describe el cuadrante de reducción, resuelve con él una serie de problemas de navegación y trata de la construcción, disposición y uso de las cartas de marear. Sigue a todo ello un *Opúsculo Náutico* sobre el modo de hallar los ciclos lunisolares y una tabla de latitudes y longitudes de las costas de España y América.

El título de esta y de otras obras de Barreda refleja bastante bien lo que debían ser las enseñanzas impartidas en el Colegio de San Telmo durante el siglo XVIII. «El marinero instruido», «el aritmético práctico», «el aritmético inferior», muestran bien el objetivo de este centro: formar personal cualificado que hoy llamaríamos de grado medio, marinos con oficio que pudieran desempeñar las tareas intermedias en el gobierno de los navíos para las navegaciones ultramarinas. Un objetivo en el que lo

¹⁴ Datos de Méndez Bejarano, 1922, I, pág. 60. Entre 1730 y 1758 navegó en la Carrera de Indias, datando de entonces una *Puntual, verídica, topográfica descripción del famoso Puerto y Ciudad de San Christoval de la Havana*. Barreda dejó manuscritas diversas obras de astronomía y náutica, entre ellas unas *Conferencias sobre los Globos celeste y terráqueo*.

¹⁵ Ver el cap. VIII.

¹⁶ Barreda, 1786, Prólogo. La obra se reimprimió suprimiéndole el Prólogo de 1765 y los capítulos dedicados al Cálculo Loxodrómico y las reglas para el Calendario, las cuales por encargo del colegio iban a formar otra obra que según el autor «tengo mui adelantada» y «en la cual se amplian los puntos principales de la Náutica y se reúnen muchas Tablas importantes [...] bien que la impresión como prolixa y dilatada se retardará; porque —afirma el autor— mi edad crecida, y salud quebrantada no me permiten emplearme en ella con la actividad que deseo».

práctico debía de primar sobre una formación científica sólida, que se daba ya en otros centros de enseñanza náutica. *El Marinero instruido* de Barreda es así una curiosa mezcla de instrucciones prácticas elaboradas por un hombre que parece conocer bien su oficio y de concepciones científicas totalmente superadas.

Es en la parte cosmográfica de la obra donde este último hecho resulta más evidente, pues se presentan ideas sobre el universo totalmente inaceptables en 1765, y mucho más en 1786, cuando la obra se reimprimió. La imagen que se presenta en el capítulo I, donde se exponen los «principios universales para la total inteligencia» de dicha parte cosmográfica, no es, en esencia, diferente de la que expuso un autor como Jerónimo Cortés en su *Lunario perpetuo* a fines del siglo XVI.

«Llámase Universo o Mundo a toda esta gran Máquina, en que habitamos, juntamente con los Cielos, la qual se divide en Elementar y Celeste.

La parte Elementar es compuesta de los quatro Elementos, que son Tierra, Agua, Ayre y Fuego.

La Tierra está colocada en el centro o parte más baxa, la qual con el elemento del Agua forma un cuerpo esférico a al derredor del qual se hallan los Elementos de Ayre, y Fuego, según la opinión Aristotélica, con algunos otros Autores Antiguos.

Dixe según los Autores Antiguos, porque los Modernos, entre ellos el *sapientissimo e Ilmo Feyjoo* no se conforman con la Esfera del Fuego, abandonando aquella opinión, como falta de fundamentos que la establezcan; pero para nuestro intento hacen poco al caso las fuertes razones, con que hacen verificar su insustentencia, y trataremos de lo que creemos oportuno para inteligencia de lo que vamos manifestando.

La parte Ethérea o Celeste se compone de los Cielos, Planetas y Estrellas, la que comprehende todo el espacio, que hai desde el orbe de la luna azia arriba; así como la Elementar lo que se contiene desde dicho Cielo azia abaxo.

La parte Celeste según la división que hicieron los Antiguos se divide en once Cielos [...]. Los Modernos dividen dicha parte Celeste en tres Cielos que son: 1. el Planetario, porque solo en él se contienen los Planetas; 2. el Sidéreo, por estar en él las Estrellas fixas; el 3. el Christalino, o de las Aguas; y sobre todos el Impíreo.

Los Cielos, unos los consideran fluidos, y otros sólidos: éstos macizos, y duros, como el Christal o Piedra— y aquellos como el Ayre o Agua; pero como nuestro empeño no sea especular la materia, de que sean formados, y si exponer la forma, y disposición con que parecen estan ordenados, los movimientos, y variaciones de los Planetas y Estrellas, daremos consiguientemente lo que a ello conduce¹⁷.

¹⁷ Barreda, 1786, págs. 1-4. Compárese con el texto de Cortés citado en el cap. II.

Lo que sorprende en la obra de Barreda no es sólo que estas ideas se pudieran exponer en la primera edición, sino que lo fueran todavía en la reimpresión de 1786. Más aún, llama la atención que a pesar del carácter trasnochado de estas ideas, su autor en la vejez recibiera un encargo «de orden de los Señores Juez Conservador y Diputados de la Universidad de Mareantes y de dicho Real Colegio de San Telmo» para realizar otro libro de texto, que tenía muy avanzado en el momento de la reimpresión. Seguramente, sólo si insertamos esta obra en el ambiente de reacción antiilustrada que debía existir en Sevilla tras la caída de Olavide diez años atrás, podemos comprender la tardía pervivencia en obras de texto de una institución regia de ideas cosmográficas como las que Barreda divulga. Y que todavía en ese año en el capítulo dedicado a explicar «las partes que componen el Globo terráqueo, su situación y forma con que está dispuesto, según los geógrafos» se pueda leer una afirmación como esta:

«La Tierra es firme y estable, colocada en el centro del Universo, siendo como un punto respecto de los Cielos, según afirman todos los Cosmógraphos [...].

Que la Tierra sea firme y sin movimiento consta de las Divinas Letras y de la común experiencia; y solo podrá dársele movimiento, como lo han hecho varios Autores, por vía de Hypóthesis, para acomodar y alvar [salvar] las apariencias celestes que notamos; y no como Theses o principios seguros para este efecto, mediante a que además de ser cierta su estabilidad, se disponen dichos movimientos celestes baxo el orden regular, que conocemos, cuya opinión seguimos¹⁸.»

Por lo demás, las ideas geográficas de Barreda no se despegan lo más mínimo de los habituales esquemas ya en uso durante el siglo anterior. Se estudian los círculos de la esfera celeste y terrestre, la división del globo en tierra y agua, las cuatro partes del mundo —cuatro «hasta ahora, porque hacia las partes Boreales y Australes resta mucho que descubrir, ignorándose si habrá algún otro continente en aquellos remotos parages»¹⁹—, la disposición de zonas, climas y «posituras de los habitadores del Globo», y se difunden los comunes estereotipos que muestran la superioridad relativa de Europa sobre los otros continentes: mientras los habitantes de Europa son «de ingenio sublime, y de grande valor e industria en el obrar», los de otros continentes son «por lo general gente de poca política y sylvestres» y practican religiones llenas «de idolatría y estravagantes ritos y costumbres».

¹⁸ Barreda, 1786, págs. 46-47.

¹⁹ Barreda, 1786, pág. 49.

LOS ESTUDIOS NÁUTICOS Y LA RENOVACIÓN DE LA MARINA ESPAÑOLA

La línea representada por el Colegio de San Telmo constituye una vía de escasa trascendencia en la renovación de los estudios náuticos en España durante el siglo XVIII. Esta se hizo esencialmente apoyándose en otras instituciones, que fueron organizándose a lo largo del setecientos. La renovación fue tan profunda que, de hecho, la Armada se convirtió en el más importante vivero científico de ese siglo.

El sistema seguido por los monarcas de la casa de Austria para formar las armadas no favoreció la creación de una marina real de servicio permanente, por lo que a principios del setecientos la marina de guerra española era prácticamente inexistente y quedó en su conjunto mucho más maltrecha tras la guerra de Sucesión²⁰. Fue a partir de 1711 cuando las medidas adoptadas por el gobierno de Felipe V, y en concreto por los ministros Bergeyck y luego Orry, fueron permitiendo la constitución de una escuadra naval que se acreditó ya en las guerras de Nápoles provocadas por la política de Alberoni y en la nueva política africana de la Monarquía (toma de Orán, 1732).

El artífice de esta renovación fue, sin duda, José Patiño, nombrado intendente general del ejército en 1715 y de la marina en 1717, con vastas atribuciones que se extendían desde el suministro de provisiones y la construcción naval, a la política forestal y a la presidencia del Tribunal de la Casa de Contratación, lo que representaba la dirección de la navegación a América²¹. Patiño fundó los cuatro grandes astilleros del siglo XVIII español —los de La Carraca en Cádiz (1725), El Ferrol (1726), Cartagena y La Habana—, organizando las industrias de construcción naval (brea, sogas y cordaje, aparejos), reglamentando la formación de las escuadras y construyendo, con la ayuda del marino y arquitecto naval Antonio Gaztañeta, un total de 21 navíos de línea, 15 fragatas y buques menores de apoyo²².

Para el funcionamiento de esta marina se necesitaban tripulaciones y

²⁰ Anes, 1975, pág. 337; Walker, 1979, caps. I-III.

²¹ Fernández Duro, 1900, VI, págs. 210-11; Walker, 1979, págs. 127-29.

²² Fernández Duro, 1900, VI, págs. 215-24. Sobre Gaztañeta ver Fernández de Navarrete, 1846, ed. 1964, págs. 393-98 y Gaztañeta, 1962.

oficiales preparados. Si el Real Colegio de San Telmo podía atender a la primera necesidad, la segunda exigía instituciones nuevas. A ello atendió la creación, en 1717, del Cuerpo de Guardias Marinas destinado a surtir de oficiales a la armada.

El cuerpo fue fundado por iniciativa de Patiño, a partir del modelo de las escuelas de la marina real establecidas en Francia desde 1682²³ y de las de Inglaterra. Se constituyó una compañía mandada por un general, con denominación de capitán, siendo nombrado para este cargo el marqués de Mari, y como teniente don José Martín, oficiales ambos de caballería; también fue nombrado alférez de ella don Juan José Navarro, el que luego sería marqués de la Victoria²⁴. Coincidiendo con el traslado a Cádiz de la Casa de Contratación de Sevilla, la compañía estableció en aquella ciudad su academia, de la cual fue nombrado director en 1728, Pedro Manuel Cedillo que era, como vimos, profesor de matemáticas en el Colegio de San Telmo. Según la instrucción de Patiño de 15 de abril de 1718,²⁵ el centro estaba concebido como «seminario donde la juventud de la nobleza española se había de enseñar a desarmar la fuerza de los elementos con las industrias del ingenio y del arte», organizándose desde el principio como una institución docente de gran exigencia en la formación científica de sus alumnos, y centrando la atención en aquellas enseñanzas matemáticas que les capacitaban para ser buenos marinos: cálculo, trigonometría, astronomía, geografía y náutica. Más tarde, en 1777, y tras la organización de los departamentos marítimos, se crearían dos nuevas compañías en El Ferrol y Cartagena para que las tuvieran las capitales de los tres departamentos. Para los que por razones intelectuales o económicas no podían ingresar en la Real Academia de Guardias Marinas se crearon escuelas de pilotos en El Ferrol y Cartagena, en las cuales se impartían también enseñanzas náuticas y se concedían títulos de pilotín, segundo y primer piloto, tras el correspondiente examen público²⁶.

Con la subida al trono de Fernando VI se inició, a propuesta del marqués de la Ensenada, un programa de desarrollo de la marina española como elemento indispensable para conservar la integridad del imperio hispano en su rivalidad con Inglaterra. En el memorial elevado al

²³ En esa fecha se crearon tres escuelas para guardias marinas en Brest, Rochefort y Toulon, cuyas enseñanzas científicas estuvieron a cargo de los jesuitas hasta su expulsión en 1762 (Russo, 1964 y Hanh, 1964).

²⁴ Guillén, 1936, págs. 15 y sigs.

²⁵ En Fernández Duro, 1900, VI, pág. 212.

²⁶ Sobre el examen público de pilotín de Mourelle de la Rúa en El Ferrol, ver Landín Carrasco, 1979, pág. 10.

nuevo rey al subir al trono, Ensenada consideraba que «no hay potencia marítima que necesite más las fuerzas marítimas que la de España, pues es Península y tiene que guardar los vastísimos dominios de América que le pertenecen; y mientras España no tenga una Marina competente no será considerada de Francia e Inglaterra, sus émulas más inmediatas». Aunque creía difícil organizar en pocos años una marina que compitiera con la inglesa, «porque aunque hubiera caudales para hacerla no hay gente para tripularla», creía indispensable empezar a actuar, y proponía construir en ocho años 50 navíos de línea en los astilleros de la Península y de La Habana²⁷. Ensenada estimuló la construcción de buques, reorganizando los astilleros de La Carraca e impulsando las obras en los de El Ferrol y Cádiz. En 1751 hablaba ya de los 60 navíos que se proyectaban y de 24 fragatas menores²⁸, para los cuales toda la madera estaba ya cortada en los tres arsenales, y a la caída del ministro estaban construidos 45 navíos de línea, 19 fragatas y otras embarcaciones de guerra, con un total de 40.000 marineros matriculados²⁹.

En la política de desarrollo naval Ensenada encontró colaboradores eficaces y altamente preparados en los dos oficiales españoles que acababan de regresar de la expedición científica del Perú. Para obtener información sobre el desarrollo de la marina británica, Jorge Juan, ya capitán de navío, fue enviado en noviembre de 1748 a Londres junto con los guardias marinas José Solano y Pedro de Mora. Durante los 18 meses que pasaron en Inglaterra, Jorge Juan desempeñó su misión secreta «no sin dificultades y riesgos, tan a satisfacción del gobierno, que desde entonces le tuvo continuamente ocupado en otras a cual mas arduas y urgentes al bien del Estado»³⁰. En ese viaje, que puede considerarse realmente de espionaje y que estuvo a punto de acabar trágicamente al ser descubierto el objetivo³¹, los comisionados investigaron el estado de la construcción naval, las bombas de fuego, los sistemas de enseñanza y adquirieron aparatos y libros para la Academia de Guardias Marinas y para las de Artillería de Barcelona y Cádiz, además de conocimientos técnicos y obreros especializados que serían esenciales en las reformas concebidas por Ensenada³². A partir de ese momento, y hasta su muerte en 1773, Jorge Juan participó en todas las iniciativas impor-

²⁷ En Rodríguez Villa, 1878.

²⁸ En Rodríguez Villa, 1878, págs. 124-25.

²⁹ En Rodríguez Villa, 1878, pág. 275.

³⁰ Fernández de Navarrete, 1851, II, pág. 26.

³¹ Guillén, 1936, págs. 216 y sigs.

³² Ver también Morales Hernández, 1973.

tantes relacionadas con la reorganización de la marina y el desarrollo de la ciencia española³³.

Antonio de Ulloa fue encargado de una misión semejante, aunque no secreta, que le debería llevar por Francia, Suiza, Holanda, Dinamarca, Suecia y Alemania. Acompañado de su hermano Fernando, del teniente Enríqui y de otros dos guardias marinas, partió en agosto de 1749 llegando hasta Berlín y regresando a fines de 1751, tras visitar durante el viaje arsenales, industrias, canales y centros científicos y docentes. En París gestionó la venida a España de los ingenieros Le-Maur, la del grabador de cartas geográficas D'Heuland, que no pudo venir por la oposición del gobierno francés, de relojeros, fabricantes y artesanos; y realizó diversos informes, entre ellos uno sobre los límites de Canadá y otro sobre la Academia Nacional fundada por Colbert, el cual influyó en la creación de la Real Academia de San Fernando³⁴.

Un aspecto esencial del plan de Ensenada era el perfeccionamiento de las enseñanzas náuticas. Las viejas funciones de los cosmógrafos oficiales no servían ya para asegurar la preparación de los marinos ni para garantizar la validez de los títulos de piloto que se emitían. Desde el siglo XVI los cosmógrafos reales tenían encomendadas todas las disciplinas del arte de navegar: matemáticas, cosmografía, cartografía y trazado de líneas costeras, rutas marítimas, hidrografía e historia natural del mar³⁵; pero a mediados del siglo XVIII estas funciones no eran debidamente atendidas, o iban adquiriendo un carácter histórico y erudito. El cosmógrafo del Consejo de Indias estaba obligado a «enseñar todos los días públicamente en el Consejo en parage determinado, las Ciencias Matemáticas por curso arreglado de trienio, para todos quantos quisiessen oír y aplicarse a ello». Pero un observador contemporáneo afirmaba en 1755, tras enumerar estas obligaciones, que «lo que oy no se observa aunque existe el empleo y se cobre el sueldo para ello»³⁶. Tampoco la docencia de los cosmógrafos de la Casa de Contratación, la de los jesuitas del Colegio Imperial o la de los residentes en las capitales de ultramar aseguraban la formación suficiente de los pilotos. Precisa-

³³ Una valoración reciente de la aportación científica de Jorge Juan en O'Dogherty, 1973.

³⁴ Guillén, 1936, págs. 204 y sigs.

³⁵ En las expediciones que se organizaban en los siglos XVI y XVII se incorporaban frecuentemente cosmógrafos, los cuales tenían en general la función de «demarcar, trazar y juntar las tierras que se fueran descubriendo». Así Jerónimo Martín en la expedición de Vizcaino de 1596 (Barras, 1935, pág. 283); o el cosmógrafo Enrique Martínez, que redactó en México los mapas de la segunda expedición de Vizcaino a principios del XVII. También estaban encargados de recoger todo tipo de datos geográficos y de historia natural, como hizo el cosmógrafo Ramírez de Arellano en la expedición de los Nodales al estrecho de Magallanes.

³⁶ Graef, «Discursos Mercuriales», Madrid, 1755, Discurso Preliminar, pág. 51.

mente Jorge Juan y Antonio Ulloa habían tenido ocasión de observar la deficiencia de las enseñanzas náuticas en América y en el informe secreto de su viaje habían escrito a propósito del puesto de cosmógrafo de Lima que «aunque hay en Lima un cosmógrafo que examina a los pilotos, el cual es asimismo catedrático de Matemáticas de aquella ciudad y suele tener otros empleos que son accesorios a su profesión», no por eso se esmeraban los pilotos en seguir las normas establecidas (respecto al diario de derrotas, observaciones, etc.) ni tenían tampoco formación ni instrumentos adecuados para ello³⁷.

Este deficiente funcionamiento de las instituciones docentes y de control tradicionales contribuía a valorar por ello mismo la importancia de la Compañía y Academia de Guardias Marinas de Cádiz, que aunque estaba reservada a los oficiales de la armada, había ido afirmándose desde su fundación como un centro esencial en la renovación de los estudios náuticos. Para el mando de dicha compañía fue nombrado Jorge Juan en 1751 y desde ese puesto desempeñó una importante labor científica que tuvo gran repercusión en la ciencia española. Por su iniciativa se mejoró el plan de estudios, elevando la exigencia y la calidad de las enseñanzas, y se creó en 1753 el observatorio astronómico de Cádiz.

En el plan de Ensenada se incluía la contratación de técnicos y profesores extranjeros porque —según afirmaba en un memorial— «en España no los había»³⁸. Esta era una de las instrucciones expresas que la comisión de 1748 había llevado a Londres. Además de contratar y embarcar secretamente en Inglaterra a obreros especializados y técnicos, Jorge Juan consiguió también al volver por París la venida a España de su antiguo compañero Luis Godin, aprovechando que este a su regreso a París no había podido recuperar su plaza de académico. Godin fue nombrado director de la Compañía de Guardias Marinas de Cádiz, tomando posesión de dicho empleo en noviembre de 1753 con el grado de coronel y permaneciendo en él con una breve interrupción provocada por un viaje a París, hasta su temprana muerte en 1760³⁹. La plaza de director de la Academia de Guardias Marinas permaneció luego vacante varios años y fue concedida en 1765 al teniente de navío Gerardo Henay (muerto en 1768), discípulo de Jorge Juan y colaborador suyo en la academia gaditana.

³⁷ Juan y Ulloa, *Noticias secretas de América*.

³⁸ En Rodríguez Villa, 1878, págs. 124-25.

³⁹ Los datos proceden de Fernández de Navarrete, 1851, II, págs. 364 y sigs. Durante su viaje a París en 1756, Godin fue restituido en su plaza de académico de la Academia de Ciencias de París. Sobre Godin ver también Guillén, 1936, págs. 242-44 y Nielsen, 1935.

La reforma de las enseñanzas exigía la redacción de nuevos libros de texto. En este sentido se habían hecho ya algunos progresos, pues a las obras realizadas por los profesores del Colegio de San Telmo, ya citadas, y a las escritas por marinos experimentados, como el *Nuevo régimen de la Navegación* del piloto José García Sevillano (1736), se habían unido las producidas por los maestros y primeros discípulos de la Academia de Guardias Marinas de Cádiz. Ejemplo de estas últimas puede ser la *Práctica de la Navegación* (1732) del alférez de fragata Blas Moreno y Zabala, que había sido en este centro discípulo de Francisco del Orbe y de Pedro Manuel Cedillo⁴⁰. Esta obra, como muchas de las publicadas esos años, eran esencialmente prácticas y daban reglas para el uso de los instrumentos de navegación. Se necesitaban ahora libros de texto con un mayor rigor matemático, que recogieran los avances que se habían producido en Europa, y a esta labor se dedicaron inmediatamente Jorge Juan y Godin desde sus puestos de la Academia de Guardias Marinas.

El contrato de este último le imponía precisamente esa tarea como una de las funciones a que debía atender, y él mismo afirma que se había propuesto para realizar adecuadamente su función docente en la Academia de Guardias Marinas «escribir todos los tratados elementales que son indispensables para el estudio y progresos de la construcción de navios, maniobra, pilotaje o todo cuanto abraza la ciencia de un marino porque la sola práctica, sin tales auxilios, no podía prometer grandes adelantos»⁴¹. De ellos sólo pudo escribir por su temprana muerte y la debilidad de los últimos dos años el *Compendio de matemáticas para el uso de los caballeros guardias marinas* (Cádiz, 1758, reimpresión 1788). Jorge Juan, por su parte, escribió el *Compendio de navegación para el uso de los caballeros guardias marinas* (Cádiz, 1757), en el que se trata de los problemas básicos de la navegación, como son rumbo, distancia y posición (latitud, longitud y uso de cartas marinas) y expone brevemente los métodos e instrumentos para su determinación.

Los proyectos de reforma de la marina española emprendidos por Ensenada y continuados por los gobiernos de Carlos III encontraron, como hemos dicho, un auxiliar insustituible en la extraordinaria figura de Jorge Juan. En particular, le fue encomendada la construcción de los arsenales de Cartagena y El Ferrol (instalación de diques y gradas, bombas de fuego), recibiendo también otros encargos de carácter minero o

⁴⁰ Sánchez Pérez, 1929.

⁴¹ Godin, 1758, Introducción; citado por Fernández Navarrete, 1851, II, 366.

militar (reforma de las minas de Almadén, etc.). En 1767 fue enviado como embajador a Marruecos para negociar con el sultán y en 1770 nombrado director del Seminario de Nobles. Estas actividades, sin embargo, no le impidieron realizar una profunda labor científica que culminó sin duda en la publicación del *Examen marítimo teórico práctico, o tratado de mecánica aplicado a la construcción, conocimiento y manejo de los navíos y demás embarcaciones* (Madrid, 1771), escrito durante su estancia en Cádiz y redactado tras la realización de gran número de experiencias sobre navíos de distinto tipo.

La publicación del *Examen marítimo* puede considerarse como otro de los tardíos frutos de la expedición al Perú. El tema abordado en sus dos tomos había sido también tratado ampliamente por Pierre Bouguer en su *Mature des Vaisseaux* (1727) y en el *Traité du Navire, de sa construction et de ses mouvements* (1747), y es muy posible que el largo trato con este autor diera a Jorge Juan una primera información sobre el problema. Pero el español aprovechó también su buena información adquirida en el viaje a Inglaterra y su amplia experiencia en la materia adquirida en la puesta a punto del programa naval español⁴² y por ello pudo realizar una obra plenamente original en la que la discusión teórica de los problemas del movimiento y los fluidos, efectuada en el primer tomo, le permite realizar una completa exposición de las cuestiones fundamentales de la ingeniería naval (fábrica de la nave, cuerpo del navío y fuerzas que le afectan, máquinas que mueven y gobiernan el navío, acciones y movimientos). La obra acaba con una «recopilación sin calculos analíticos, a fin de poner el todo en quanto sea posible al alcance de los Marineros», que muestra también la preocupación pedagógica del autor.

El *Examen marítimo* se tradujo inmediatamente al francés y al inglés y fue valorado por Lalande (1793) como el tratado que «contiene la mejor teoría de la resistencia de los fluidos, del balanceo y del cabeceo, de la construcción y la maniobra de los navíos; es uno de los mejores libros de mecánica aplicada a la Marina; *et on ne saurait trop en recom-*

⁴² El *Examen marítimo* muestra una amplia y rigurosa información de la producción científica europea sobre el tema. Jorge Juan señala que la instrucción de los marinos había sido hasta ese momento esencialmente práctica, pues «ninguna dependencia se creyó que tubiesen (la fábrica y maniobra del navío) de la Matemática, sin embargo de no ser el todo sino pura Mecánica, ciencia quizá la más difícil y más intrincada del mundo. Pero como en el presente han florecido con admiración las Matemáticas y se han introducido con beneficio singular en todas las ciencias y Artes, era irregular que no hubiera logrado lo mismo la Marinería» (Juan, 1771, Prólogo) y cita prácticamente todo lo que desde el tratado de estática del padre Pardies (1673) se había publicado sobre el tema: Huyghens, Bernouilli, Newton, Mariotte, los trabajos de la Royal Society de Londres y los de la Academia de Ciencias de Berlín (y principalmente el *Scientia Navalis seu Tractatus de construendis ac dirigendis navibus* de Euler, 1749), son algunas de los más frecuentemente citados a los que no se duda en criticar abiertamente cuando parece oportuno (como hace con Bouguer y Euler).

mander l'usage a ceux qui sont jaloux de la science»⁴³. El juicio lo realiza Lalande al efectuar el catálogo de los principales libros de marina y es verdaderamente excepcional, pues normalmente de cada obra Lalande se limita a señalar el autor y el título. La personalidad del autor del elogio y la fecha en que está hecho ponen en evidencia el valor de la aportación de Jorge Juan a la ingeniería naval, lo que unido a sus otros trabajos hacen de este autor una de las grandes figuras científicas del siglo XVIII.

COSMOGRAFÍA Y MATEMÁTICAS EN EL COLEGIO IMPERIAL

El desarrollo de los estudios náuticos y cosmográficos entre los oficiales de la armada y la creación de un nuevo centro docente, la Academia de Guardias Marinas, con profesorado propio, representaba un importante revés para el proyecto acariciado algunas veces por los jesuitas de controlar y monopolizar este tipo de estudios al nivel superior. El esfuerzo realizado en la preparación matemática de sus miembros había permitido a la Compañía ocupar en los países católicos puestos clave en la enseñanza de estas disciplinas, introduciéndose incluso en las escuelas navales como profesores de cosmografía e hidrografía, tal como ocurrió en la Francia de la segunda mitad del seiscientos.

También en España llegaron a desempeñar importantes funciones cosmográficas, apoyándose en la cátedra de matemáticas del Colegio Imperial de Madrid⁴⁴, en la cual siguieron centrando lo esencial de su esfuerzo científico también durante la primera mitad del setecientos.

El magisterio del padre Zaragoza había permitido la formación de discípulos españoles que fueron poco a poco sustituyendo a los jesuitas extranjeros en la enseñanza de las matemáticas. En la primera mitad del siglo XVIII se sucedieron en esta cátedra diversos profesores: el padre José Casani (1673-1750), madrileño formado en el Colegio Imperial y

⁴³ Lalande, 1783, pág. 17.

⁴⁴ Capel, *La geografía como ciencia matemática mixta...*, 1980.

astrónomo reputado⁴⁵; el murciano Bartolomé Alcázar (1648-1720), ayudante de Zaragoza en algunos de sus trabajos⁴⁶ y erudito humanista e historiador⁴⁷; Carlos de la Reguera (1679-1742), profesor de gramática, filosofía y matemáticas e ilustrado lingüista⁴⁸; Pedro Fresneda, maestro de filosofía en la Universidad de Alcalá, de matemáticas en el Seminario de Nobles y de prima en el Colegio Imperial⁴⁹; el tarraconense Tomás Cerdá, que tras estudiar matemáticas en Marsella y enseñar en la Universidad de Cervera y en el Colegio de Nobles de Barcelona (1757) fue llamado para maestro de matemáticas en Madrid⁵⁰.

La actividad del centro se vio enriquecida desde 1725 al crear Felipe V el Real Seminario de Nobles, adscrito al colegio Imperial, «para la enseñanza y educación de la Noble Juventud, en que aprendan las primeras letras, lengua, erudición y habilidades que condecoran a los Nobles», viviendo los seminaristas en comunidad⁵¹. A partir de ese

⁴⁵ Fue autor del famoso *Tratado de la Naturaleza, origen y causas de los Cometas*, Madrid, 1737 (Cassani, 1737. Sobre esta obra ver Vernet, 1975, pág. 159), y realizó la *Observation de l'Eclipse du Soleil du 12 Mai 1706* («Memoires de l'Academie des Sciences», París, 1706, pág. 469) y la *Observation de l'Eclipse de Lune du 22 Fevrier faite avec le P. Ulloa* («Memoires de l'Academie des Sciences», París, 1701, págs. 66-69). También destacó como escritor de fortificación (Cassani, 1704), de historia y geografía (Cassani, 1741) y como autor de obras biográficas sobre santos de la Compañía de Jesús. Cuidó de la edición del *Orinoco Ilustrado* del padre Gumilla (1741) y escribió el discurso que la Real Academia Española hizo en honor de Felipe V en 1717 y el elogio funerario del padre Alcázar en 1720. Referencias en Sommervogel, 1890, vol. II, cols. 812-16; Sánchez Pérez, 1929, págs. 67-68; Simón Díaz, 1952, pág. 546; y Palau, 1948, refs. 47.362-47.384.

⁴⁶ Por ejemplo ayudó a Zaragoza, junto con el padre Andosilla, en la construcción de los instrumentos científicos que se ofrecieron a Carlos II en 1675 (Zaragoza, *Fábrica y uso...*, 1675, Dedicatoria).

⁴⁷ Enseñó humanidades y retórica durante 23 años en diversos colegios de la Compañía y fue rector del de Cuenca antes de ocupar la cátedra de matemáticas en el Colegio Imperial (Simón Díaz, 1952, pág. 540). Fue junto con Cassani uno de los fundadores de la Real Academia Española. Escribió obras históricas (Alcázar, 1962; 1710) y realizó una *Communication de quelques découvertes géographiques* («Memoires de Trevoux», 1704, pág. 1.238). Referencias en Sommervogel, 1890, vol. I, cols. 142-44; Palau, 1948, refs. 5.979-5.995; y *Enciclopedia Espasa*.

⁴⁸ Ingresó en la Compañía en 1694 y fue profesor de gramática en Huete y Guadalajara, de artes en Murcia, de teología en Plasencia y Toledo, luego matemáticas en el Colegio Imperial, donde ocupaba la cátedra al menos en 1728-34 (Simón Díaz, 1952, pág. 569) y seguramente todavía en 1740, fecha en que con este título y el de Cosmógrafo de Indias realizó la aprobación para la edición castellana de la obra de Du Val traducida por Luis Losada (Du Val, 1740). Sommervogel le atribuye una *Cancelón Real* que se incluyó en el *Amfiteatro Sagrado* del padre Busto (1740). Ingresó en la Academia Española en 1731 y colaboró en su *Diccionario de Autoridades*.

⁴⁹ Además de ello había sido «Cosmógrafo mayor de S. M. por lo tocante a las Indias», como se titula en la censura que hizo a la *Geografía Histórica* del padre Murillo Velarde fechada en el Colegio Imperial de Madrid el 8 de marzo de 1751, fecha en que ya no ocupaba estos cargos.

⁵⁰ Cerdá, 1758, 1760, 1764. Simón Díaz, 1952, pág. 548; Orío, 1959, pág. 40. En 1764, en la dedicatoria de sus *Lecciones de Artillería*, Cerdá proponía al Comandante General de la Artillería Félix Gazola que inclinara al rey para que se fundara una Academia Matemática semejante a las militares, pero en la cual «no estando precisados ni Profesores ni alumnos a un Ramo particular qual es el de la Guerra, puedan emprender los Tratados Fundamentales de las Matemáticas con aquella Universalidad, y extensión que ya la profundidad de esta Ciencia, ya el conocimiento de la Física y el adelantamiento de las Artes, ya finalmente el mismo mayor progreso de los tres Establecimientos Militares [Cádiz, Barcelona y Segovia] necessitan».

⁵¹ Novísima Recopilación, libro VII, título III, ley, I.

momento lo normal era que los profesores ocuparan la cátedra en el seminario antes de ser nombrados para los Reales Estudios del Colegio Imperial, aunque la relación entre unos y otros era muy estrecha. Desde principios de siglo ambos centros organizaron certámenes públicos, que hemos estudiado en otro lugar⁵².

En 1752, Fernando VI creó una segunda cátedra de matemáticas en el colegio a instancias de su confesor, el jesuita padre Rávago. Para ocuparla fue nombrado el jesuita checo Juan Wendlingen (1715-90), profesor de humanidades en Praga, el cual se dedicó en Madrid a tareas astronómicas y cosmográficas⁵³, escribiendo también unos *Elementos de la Matemática, Escritos para la utilidad de los Principiantes* (1753-56) en los cuales no vacila en pregonar su fe en «un siglo en que la Augusta Magestad de las Matemáticas empieza a dexarse ver en el Horizonte de nuestra España con algún lucimiento»⁵⁴.

La labor del padre Wendlingen, y la de todo el colegio, fue objeto de aceradas críticas en una curiosa e interesante obra titulada *Diálogos de Chindulza*, escrita hacia 1761 como parte de la campaña antijesuítica, y publicada recientemente por F. Aguilar Piñal (1967). La enseñanza de las matemáticas en el Colegio Imperial es duramente fustigada por el anónimo autor, el cual, después de afirmar que estas disciplinas se explican «por ningún Autor», se pregunta sobre si se enseñan bien; a ello da una larga respuesta que vale la pena reproducir por extenso debido a la información que facilita sobre la actividad de la cátedra de matemáticas en aquellos años:

«En esto hay mucho. Que has de saber que estos Padres mucho antes que Felipe IV fundase las 23 Cátedras que te he dicho, tuvieron maña de trasladar la de Matemáticas, que estaba en el Palacio del Rey, a su Colegio. Estuvieron gozando la renta sin enseñarlas por muchos años hasta que al principio del Reynado de Fernando el VI habiendo intentando unos Catalanes poner Escuelas públicas de Matemáticas, se opusieron los Jesuitas, y lo desbarataron, y con el poder del

⁵² Capel, *La geografía en los exámenes públicos...*, 1981.

⁵³ Simón Díaz (1952, págs. 576-77), cita como atribuido a él un opúsculo sobre *Observación del Eclips total con la tardanza de la Luna, hecha en Madrid en el Colegio Imperial, Año de MDCCL el día 23 de Diciembre con un Anteojo muy escogido*. Sommervogel, por su parte, le atribuye (vol. VIII, pág. 1.064) la *Observatio eclipsis lunaris facta Madriti die 30 Julii 1757* («Philosophical Transactions», 1758) y la *Observatio... die 24 Januarii 1758* (ídem). El padre Wendlingen volvió a Praga en 1767 y fue allí director del Museo de Matemáticas.

⁵⁴ Wendlingen, 1793, vol. I, Prólogo. La obra lleva la aprobación del padre Gaspar Álvarez, Wendlingen considera a la matemática la ciencia «con derecho al Señorío sobre todas las demás por ser la más preciosa de todas, y sin la qual pocas ciencias se alcanzan con perfección». Entre las disciplinas matemáticas incluye a la geografía, que determina «la figura de la tierra, midiéndola y explicando quanto sabe de todos sus Horizontes».

Padre Rábago, dispusieron traer de Alemania un Padre, echando la voz que era el mayor Mathemático que se havia conocido en la Europa; hicieron comprar al Rey sin necesidad una Casa inmediata al Colegio Imperial para Aula, que costó mucho dinero. Se trageron de Londres a expensas también del Rey diferentes Instrumentos Mathemáticos que importaron sumas inmensas (sólo el Quadrante Inglés costó cinco mil pesos), se hizo un grande Observatorio, se pusieron con 5 reales diarios un Portero, y Barrendero, y un Barometrero con 100 doblones y casa al año; al Padre Alemán se le señaló un crecido salario. Con todos estos gastos y aparatos empezó el dicho Padre a enseñar en un castellano chapurreado las Mathemáticas, y con la novedad concurrieron al Aula mozos muy hábiles, y aunque algunos asistieron por espacio de 3 años, ninguno aprendió más que los principios de la Aritmética y Geometría, porque no salieron de aquí, ni han salido en 14 años los Padres Cathedráticos, ni han tenido ningunas Conclusiones públicas, ni aun sacado un curso siquiera de Mathemáticas. Y lo bueno fue que se puso al mismo tiempo, por orden de Fernando el VI, en el Quartel de Guardias de Corps, un Maestro seglar, y a pocos años sacó excelentes Ingenieros, mientras que los Padres enseñaron a sus discipulos los elementos de Geometría⁵⁵.

Junto con el padre Wendlingen enseñaron en aquellos años centrales del siglo Gaspar Álvarez que era profesor por los años 1748 a 1753⁵⁶; Esteban Terreros y Pando (1707-82), profesor desde 1748 del Seminario de Nobles y desde 1755 del Colegio Imperial⁵⁷; Miguel Benavente, nombrado en 1762 y con Terreros últimos ocupantes de la cátedra al producirse la expulsión. A ellos hay que añadir el padre Esteban Bramieri, que era en 1760 profesor de matemáticas del Seminario de Nobles.

Apoyándose en la indudable capacitación científica de los profesores de matemáticas, y en la influencia que la Compañía había conseguido en los grupos dirigentes, los jesuitas habían podido controlar desde la segunda mitad del siglo XVII el puesto de cosmógrafo mayor y de Cosmógrafo del Consejo de Indias⁵⁸. Este cargo estuvo normalmente asociado desde entonces al titular de la Cátedra de Matemáticas del Colegio, para la que consiguieron, además, una subvención oficial del Consejo. En razón de ello fueron encargados de comisiones científicas y técnicas, para las cuales, por otra parte, el escaso nivel científico de la España de la época les daba una indudable ventaja relativa. Esa misma

⁵⁵ Aguilar Piñal, 1967, págs. 496-97.

⁵⁶ Simón Díaz, 1952, pág. 541. Sommervogel, 1890, I, col. 250. Publicó unos *Elementos Geométricos de Euclides* (Álvarez, 1739).

⁵⁷ Simón Díaz, 1952, pág. 573. Fue autor del *Diccionario Castellano con las voces de Ciencias y Artes* (Madrid, 1776, 4 vols.) y traductor al castellano de Pluche.

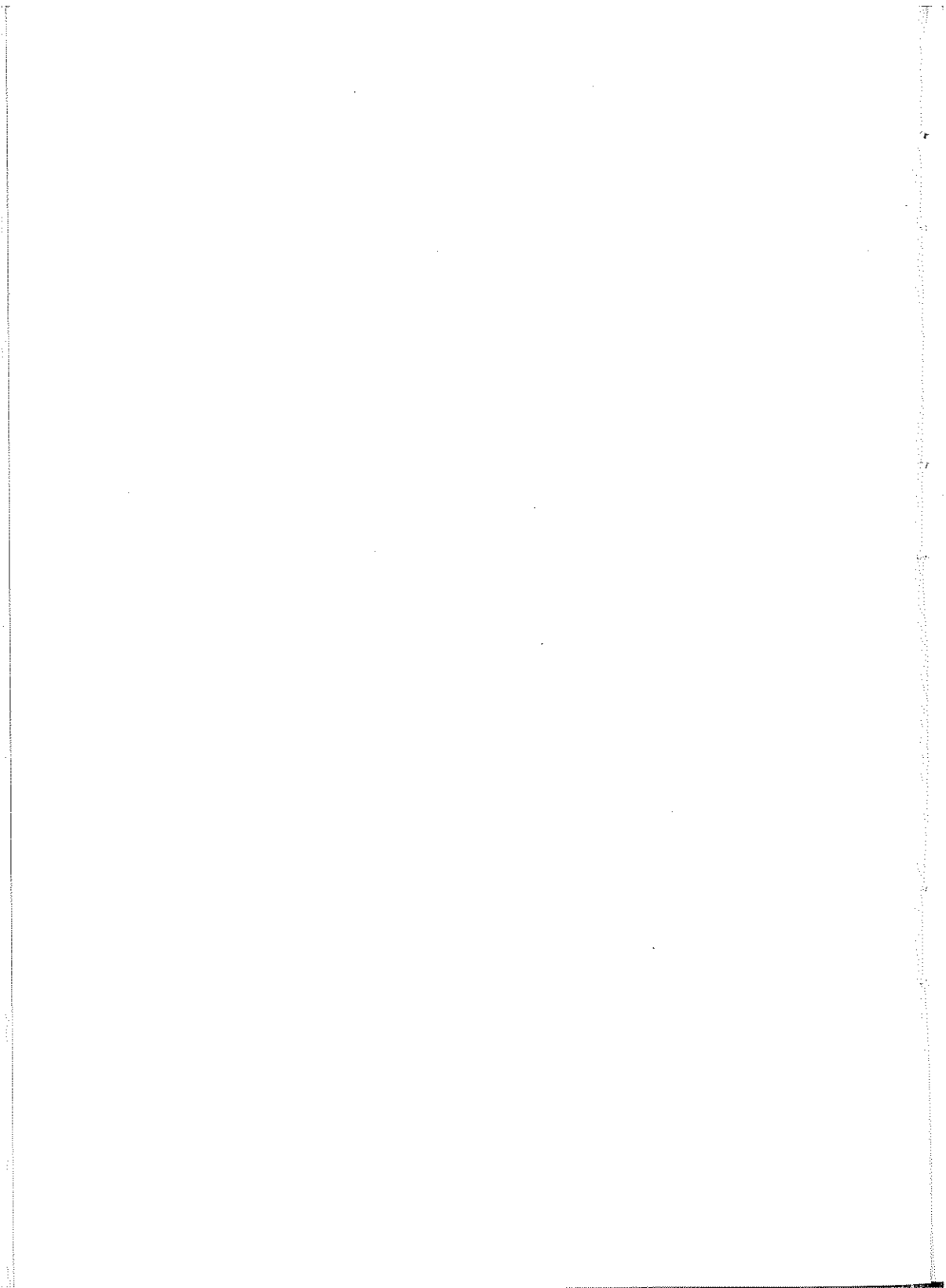
⁵⁸ En ocasiones el título era el de «Geógrafo del Real y Supremo Consejo de Indias», como se titula el padre Wendlingen en sus *Elementos de la Matemática*, o «Geographo Mayor de Indias», como se le llama en la licencia real de la misma obra.

actividad la siguieron desplegando en el siglo XVIII, a la vez que se ocupaban de los aspectos aplicados de las disciplinas matemáticas⁵⁹, y realizaban informes sobre cuestiones cosmográficas de interés diverso⁶⁰. También dedicaron gran atención a la geografía, ciencia en la que, según la opinión del padre Gaspar Álvarez, se debían aportar muchas cosas a la labor de los jesuitas⁶¹. Y ello efectivamente era cierto no sólo por las noticias que aportaban los jesuitas de todas las partes del mundo, sino por su dedicación a la cosmografía y a la realización de cartas geográficas de los dominios españoles y del territorio peninsular. Pero a esta colaboración en los proyectos para el desarrollo de la cartografía en España se aludirá en el capítulo siguiente.

⁵⁹ En particular mostraron interés por las cuestiones militares, a las que se dedicó, por ejemplo, el padre Cassani, autor de una *Escuela Militar de Fortificación* (Madrid, 1704) y de la arquitectura civil (por ejemplo, el padre Miguel Benavente compuso unos *Elementos de Arquitectura civil*) (Madrid, 1765).

⁶⁰ Por ejemplo, en 1757 el padre Wendlingen realizó unos sobre un proyecto para llevar el comercio español al Pacífico por el Cabo de Hornos (Guillén, 1936, pág. 230, nota 237).

⁶¹ Álvarez, en la Aprobación a la *Geografía Histórica* de Murillo Velarde (1752) afirma que a los jesuitas de todo el mundo «les deben noticias muy apreciables la Astronomía, la Statica, la Historia Natural, la Botánica, y aun la Medicina; pero la Geographia con muchos excesos. De esto dan testimonio muy auténtico las Cartas Edificantes que con tanto aprecio andan en las manos de todos los Eruditos; y los medianamente versados en Libros extranjeros los verán a cada paso en el Diario de los Sabios de París, en las Memorias de Trevoux y en otras mil partes».



V. Cartografía y reformismo ilustrado

A finales del siglo XVII la producción cartográfica española era prácticamente inexistente, lo que además de tener consecuencias negativas desde el punto de vista científico y cultural suponía también un grave obstáculo para las reformas administrativas y económicas de los territorios de la monarquía. También representaba un grave riesgo para los intereses políticos y militares de la Corona.

La toma de conciencia de la gravedad de este último hecho y la política de fomento acometida por la nueva dinastía, además de razones de orden científico y cultural, hicieron patente la necesidad de desarrollar una producción cartográfica propia y de iniciar levantamientos científicos de los territorios del imperio español, y en primer lugar de los mismos reinos metropolitanos. A lo largo de la primera mitad del setecientos se realizaron diversas iniciativas que culminaron en los esfuerzos decididos que a mediados de siglo se hicieron bajo el patrocinio del marqués de la Ensenada. La historia de estos esfuerzos y de las razones que impulsaban a políticos y científicos es el objeto de este capítulo.

CONSECUENCIAS POLÍTICAS DE LA FALTA DE PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA NACIONAL

La crisis del imperio español y la progresiva decadencia de la ciencia española a lo largo del seiscientos supuso una ruptura de la tradición cartográfica náutica hispana y una paralización de los ambiciosos proyectos cartográficos concebidos en la época de Felipe II. Las cartas para la navegación eran cada vez más insuficientes y los mapas a gran escala de los diversos territorios del imperio alarmantemente escasos.

En cuanto a la producción cartográfica impresa, era prácticamente

inexistente. Durante dos siglos la monarquía hispana se había abastecido en este sentido de las prensas de los Países Bajos, que habían alcanzado una gran actividad en la segunda mitad del siglo XVI. Aunque a lo largo del XVII esta producción se fue haciendo cada vez menor en las provincias españolas, mientras que alcanzaba un extraordinario desarrollo en las Provincias Unidas holandesas¹, no por ello perdieron los cartógrafos y grabadores flamencos su destacado papel en la provisión de mapas y planos a los reinos peninsulares². De todas formas, todo parece indicar que a finales del seiscientos la actividad cartográfica era muy reducida en el Flandes español. Si la actividad de Fernández de Medrano y de sus discípulos había permitido la realización e impresión de algunos mapas elementales para las obras de este autor, en contraposición debe señalarse que las 42 láminas del *Atlas abreviado* de Francisco de Aefferden (1696) son en su mayor parte de procedencia extranjera, principalmente francesa para los mapas de países, conservando incluso las leyendas y la toponimia no castellana porque —como advierte el autor— «el averlos hallado ya hechos me alentó a componer este librito, sin lo qual no tendría yo tiempo ni medios para sacarlo a luz»³. En cualquier caso, la pérdida de los Países Bajos tras la paz de Utrecht agravó todavía más la situación, pues significaba la pérdida de las prensas de Amberes y Bruselas y el alejamiento respecto a este foco europeo de la cartografía que eran las Provincias Unidas.

Con la llegada de la nueva dinastía la cartografía francesa fue desplazando de forma creciente a la flamenca y holandesa en el mercado español. Hacia mediados del siglo el padre Flórez reconocía que «la Francia ha sido la que más ha llenado al mundo de Mapas y de libros geográficos», aunque añadía que «en Ausburg se ha hecho también comercio de este punto»⁴, y reconocía que en nuestro país los extranjeros «abundan y llenan las antesalas de Mapas y Tratados Geográficos»⁵.

¹ La historia de la decadencia del centro cartográfico de Amberes a partir de 1585 y su traslado paulatino a Amsterdam puede verse en Zanduliet, 1980.

² Según Fernández de Navarrete, a principios del siglo XVII los mapas españoles se imprimían en Flandes, y Labaña tuvo que contar para grabar el suyo con un oficial grabador que el rey tenía en Madrid trabajando en el libro de la descendencia real; el mismo Labaña reconocía que los mapas no podrían ser iluminados como los que venían de Flandes porque no había en España quien lo supiese hacer (citado por Reparaz, 1942, pág. 77). Vale la pena recordar también que cuando en 1656 se quiso grabar e imprimir el gran plano topográfico de Madrid levantado por Pedro Texeira tuvo que hacerlo Salomon Senry, al cuidado de Juan y Jacobo Van Veerle, en Amberes.

³ Aefferden, 1696, ed. 1709. Ver Capel, *La geografía española en los Países Bajos...*, 1981.

⁴ Flórez, *Clave geográfica*, ed. 1798, pág. 29.

⁵ Flórez, *Clave geográfica*, ed. 1798, pág. 33.

La falta de una producción cartográfica nacional creaba ante todo dificultades de carácter general al público culto de la época. En efecto, los mapas vienen a ser —según la definición del padre Flórez⁶— «como unos espejos de la tierra y los mares, por cuyo medio se nos hace presente la situación de aquello que más se nos retira de la vista». Siendo esto así, su escasez suponía, sin duda, un notable déficit cultural que tenía consecuencias de tipo diverso. Podía dificultar, por ejemplo, la intelección de los libros de historia, la lectura de las narraciones de viajes o simplemente la comprensión de los acontecimientos que se desarrollaban en Europa por la dificultad de situar correctamente los lugares y de incorporar a los mapas los cambios de fronteras que se producían. El público culto estaba obligado a depender de los mapas extranjeros, que tardaban en llegar y eran, además, costosos. Ello obligaba a veces a los autores nacionales a convertirse en improvisados geógrafos y a redactar apresuradamente tratados de geografía para suplir esta carencia y hacer comprensible al lector la materia que narraban.

Un ejemplo de esto último lo tenemos con la célebre obra de Joseph Vicente de Rustant *Décadas de la Guerra de Alemania, e Inglaterra, Francia, España y Portugal: con Reflexiones Político-Militares sobre sus acontecimientos* (2.^a ed., Madrid, 1765, 10 vols.), escritas para «entretener a un gran Príncipe», pero que difundidas luego entre los militares merecieron que «varios Generales —según escribe su autor— me diesen a entender que sería obra útil si la franquease la luz de la impresión». La obra, según se advierte en el prólogo, tenía que ser leída «con el socorro de buenos Mapas». Pero ello no bastaba. En el confuso estilo que le caracteriza, el autor advierte:

«Viendo cada día en las Gacetas y otros papeles periódicos tan alterados los nombres de las Ciudades, Villas, Lugares y Ríos de Alemania, que esto no puede menos de servir de mucha confusión a los curiosos, quando recurren a los Mapas para instruirse: Además de que estos no presentan siempre la verdad, especialmente los antiguos; sólo el nuevo Atlas de Roberto de Vaugondi puede satisfacer la curiosidad de estos inteligentes, siendo quanto se ha visto de mas perfecto hasta ahora en este género, assí por los nuevos descubrimientos, como por la exacta posición de los parages, y forma de las tierras.»

Pero como de este atlas «cuesta su adquisición», el autor se cree obligado a dar «una pequeña descripción de la Bohemia y sucessivamente de

⁶ Flórez, 1798, pág. 21.

los demas países en donde se transfiera el Teatro de la Guerra, para mayor inteligencia de la Historia», cuyos sucesos va a describir⁷.

Pero mucho más graves eran los problemas militares y políticos que se derivaban de esta situación. La dependencia de la producción cartográfica extranjera, incluso en los mapas náuticos que eran esenciales para la relación de las distintas partes del vasto imperio español y la escasa preparación científica de los marinos, suponía una peligrosa situación ante la que los espíritus más lúcidos no dejaban de inquietarse. La utilización de mapas extranjeros era tan amplia que representaba una fuerte competencia a cualquier intento de producción autóctona. Y, además, esos mapas extranjeros estaban tan llenos de errores en lo que se refiere a las tierras del imperio español y a otras frecuentadas por nuestros navíos, que algunos sospechaban que esas equivocaciones eran precisamente intencionadas.

En 1690 el capitán Francisco Seijas y Lobera advertía seriamente al rey y al marqués de los Vélez, presidente del Consejo de Indias, sobre esta cuestión, y prevenía además contra el uso de cartas y derrotas de navegación editadas en castellano por los extranjeros «porque ello va pervirtiendo las verdaderas y legítimas de nuestros Españoles, para por este medio lograr por todos caminos sus intentos» de apoderarse de los dominios españoles. Por ello propone que «en toda esta Monarquía se devieran prohibir rigurosamente las Cartas, Libros y Derroteros de las Naciones» extranjeras, porque

«con usarse de los dichos Libros, Derroteros, Cartas e Instrumentos Mathemáticos y de Cosmographía se olvidan en estos Payses las fábricas de ellos y las Artes de Navegación y Pilotage: y juntamente los Extranjeros por este medio de introducir en España, y en sus Dominios sus Obras Engañosas, se llevan por ellas muchas sumas de dinero, que adquieren embiando grandes cargazones a vender a los puertos de las Indias, maculando de más a más con el contenido de sus Escritos, la buena opinión de aquellas partes, redundando por todos modos muchos daños a la Corona Real [...] y a sus Vasallos, que olvidan la Navegación.»

Seijas estaba convencido de que los extranjeros aprovechaban la cartografía española del siglo anterior y otra documentación hispana para establecer unos mapas muy seguros, pero que al mismo tiempo ocultaban información en las ediciones destinadas a nuestro país. Afirma que portugueses, franceses, ingleses y holandeses

⁷ Rustant, 1765, vol. I, págs. 206-207.

«saben oy mejor que los Españoles las negociaciones y Navegaciones de las Indias y Dominios de su Magestad, teniendo mas individuales noticias de sus Ensenadas, Puertos y Disposiciones, no porque ellos los han demarcado ni descubierto, sino porque de los Descubrimientos, Derroteros y Demarcaciones de los vasallos desta Monarquía han recogido, y recogen lo mejor, imprimiendo lo sólido, y bueno para sí en sus idiomas, para aprovecharse, y lo cauteloso, y lleno de infinitas máquinas y mentiras, con demostraciones falsas de Costas, Islas y Ensenadas, en lengua Española y en otras, a fin de por este medio introducir el engaño que no conocen algunos vasallos de su Magestad, por aver olvidado lo principal, y no tener inteligencia de algunas lenguas, entregados al ocio, y su negociación y Navegación a los Estrangeros⁸.»

El testimonio de Seixas y Lobera es particularmente fiable porque en el momento en que escribía su obra llevaba, según confiesa, veintinueve años de navegación y había tenido ocasión de conocer y usar ampliamente los mapas de otros países, primero en el viaje a China acompañando al embajador francés Tavernier y luego en sus navegaciones en barcos holandeses por el océano Índico. Por ello puede citar numerosos errores de mapas holandeses, que él considera totalmente intencionados, y diferencias apreciables entre los textos originales y las ediciones españolas. La misma actitud atribuye a los ingleses, y añade que lo mismo se realiza «en Francia, cuyas obras de Pedro de Blois, Iuan Sanson y Nicolas Sanson, Geographos Franceses que las embian a vender a estos Reynos, y otros sus Mapas y Cartas, no son las que embian fuera conforme a las que usan en su Navegación»⁹.

Pero la indigencia de la cartografía española tenía todavía otras consecuencias. Particularmente grave era que la falta de mapas hispanos podía suponer un atentado a la integridad territorial del imperio español, difundiendo ideas falsas sobre los vastos territorios ultramarinos y atribuyendo interesadamente su pertenencia a otros países. Es el problema que se apresuró a denunciar Fernández de Medrano¹⁰ y del que fueron conscientes sin duda los gobernantes españoles, repetidamente alertados del peligro.

Como ejemplo de la preocupación por este tema puede valer este testimonio. En la Censura que a la obra de Gabriel Cárdenas Cano *Ensayo Cronológico a la Historia de la Florida* hizo en 1723 el padre Pablo Yáñez, predicador general jubilado de la Orden de San Bernardo y Cronista del Rey Felipe V y de sus reinos de España e Indias, considera que el

⁸ Seixas, 1690, cap. II, fols. 11 y 12.

⁹ Seixas, 1690, fol. 12.

¹⁰ Capel, *La geografía española en los Países Bajos...*, 1981.

arrojo de los navegantes españoles había abierto nuevas tierras a la Corona, con envidia del extranjero «menos Navegante». Esta envidia les lleva a menospreciar las posesiones españolas y a afirmar que España sólo posee en América caminos y desiertos. Pero, añade,

«el dolo mayor de la avaricia Extrangera y de su codicia tirana, consiste en que pinta improbables sus usurpaciones, delineando pruebas falsas que las representen conquistas. Hasta aora valían por Leies Juridicas las Cartas Geográficas; mas ya, como advierte nuestro Author Cárdenas, no valen estas Cartas aun para conocer en bosquejo a las Indias. Ni es solamente la Florida la confusa, o ofuscada con diversos nombres, para que el Mapa no la pruebe de sus dueños, sino que la misma ofuscación, y confusión se ha padecido, y padece, en las demás Indias occidentales y orientales; porque la India Portuguesa se delinea mas lata, que la que fue repartida. Este es el capital dolo, para hacer propiedad y pertenencia a la injusticia, mudar nombres a los mares, ríos, baías, cabos, puertos, provincias, para habitar los descaminos, y poblar los desiertos. Por la altura del Polo se roba a España el suelo, y a todos vientos es traída España a todas plagas, y plagas de estrago, hasta que se aniquile nuestro Reyno. No prueben, pues, Geógraphos algunos, aunque sus cartas se dediquen a nuestros Reyes, como las de De Fer y Juan Baptista Nolin, y menos las de Ingleses, que aunque Náuticos, no valen para fieles Medidores¹¹.»

La opinión de Cárdenas Cano¹² es tan preocupada como la de su censor. De entrada, hace una exposición del descubrimiento de la Florida por los españoles y de cómo este territorio aparece representado en los mapas extranjeros, criticando las denominaciones que usan los geógrafos de otros países. Para que se vea bien cuáles eran los intereses en juego y el papel de la cartografía en las discusiones coloniales puede citarse la opinión de Cárdenas al señalar que

«ya aun el Nombre de Florida empieza a desterrar la adulación maliciosa de la memoria de los Hombres, confirmándolo quien se intitula *Geógrafo del Rei nuestro Señor*; pues en el Mapa, que *Nicolas de Fer* estampó el Año de 1718 llama *Luisiana* a todo el país, y a la *Punta* o *Cabo*, a que estrechan algunos la *Florida*, que sale enfrente de la *Isla Fernandina* o *Cuba* (que es la Provincia de *Tequesta*) llama *Península* de la *Luisiana*, demarcándola como Provincia Francesa. De suerte que las Poblaciones de los Españoles las deja como Habitaciones de Extrangeros, haciendo fácilmente, con la Pluma uno, lo que no han logrado, con las Armas, tantos.»

¹¹ Cárdenas Cano, 1723, Censura de Pablo Yáñez.

¹² Seudónimo de Andrés González de Barcia. Ver sobre este autor Capel, *El epitome de León Pinelo...* (en publicación).

Cárdenas analiza detenidamente la toponimia de estas regiones en los mapas, diccionarios y obras de geografía extranjeras, indicando los errores que en este sentido existen. Frente a ellos él se apoya en el Inca Garcilaso de la Vega y en obras históricas, como la de Juan de Villagutierrez sobre la historia de la conquista y reducción de Izta, para afirmar que para los españoles la Florida no tiene confines por el norte, lo que lógicamente supone incluir en los dominios españoles toda la Luisiana pretendida por los franceses.

Sin negar la validez de testimonios como los que acabamos de citar, podría añadirse en descargo de los autores extranjeros que el gobierno español no era precisamente generoso en la difusión de conocimientos geográficos. Toda la información cartográfica y el plan de las derrotas tenía un carácter estrictamente reservado. Y ello era así porque se tenía una clara conciencia de la vulnerabilidad del imperio español y se sabía que el conocimiento de los datos cartográficos podía abrir el imperio americano a los extranjeros. Inversamente, para las otras naciones los mapas eran a veces tan precioso botín como el oro o las mercaderías que podían apresar de la flota de Indias o del galeón de Manila. Así, en 1693, la captura de mapas y derrotas del mar del Sur por el corsario francés Massertie tras sus expediciones a la costa pacífica de América permitió al gobierno francés, entonces en guerra con España, planear el ataque al frente pacífico del imperio americano español utilizando la ruta del estrecho de Magallanes y, tras el fracaso de la expedición, la organización de viajes comerciales a Chile y Perú en 1698.¹³ La conciencia de lo que este saber cartográfico podía suponer explica la actitud de Antonio Ulloa al ser detenido por los ingleses frente a Louisbourg: tan pronto vio el peligro se apresuró a destruir las cartas reservadas del virrey, de que era portador, y toda la cartografía, mientras que no dudó en conservar la abundante documentación científica que transportaba.

Pero este ocultamiento de los secretos geográficos de valor estratégico existía también en otros países, y no fue obstáculo para una intensa actividad cartográfica y una apreciable labor de los grabadores. Tampoco impidió una amplia difusión pública de las representaciones espaciales mediante la edición de atlas y cartas de escala y contenido diverso. Es esta difusión popular la que de manera grave faltó, en cambio, en España durante el siglo XVIII. Todavía en 1775 podía afirmar el geógrafo Tomás López que «el uso y manejo de los mapas, parte princi-

¹³ Broc, 1975, págs. 109-10.

pal de la Geografía, es casi peregrino entre nosotros», a la vez que mostraba su extrañeza por este hecho incomprensible: «no alcanzo el motivo —escribe— de donde procede esta ignorancia, siendo dueños de tanta tierra como poseemos en las cuatro partes del mundo»¹⁴. La ignorancia tenía distintas raíces, pero sus consecuencias políticas y culturales eran, como hemos visto, profundas, motivando una honda preocupación entre los ministros y funcionarios más lúcidos del país.

LA CARENCIA DE UN MAPA DE ESPAÑA

Pero el retraso de la cartografía española se refleja también de forma espectacular en la carencia de buenos levantamientos cartográficos de los mismos reinos peninsulares.

Sin embargo, España había sido el primer país europeo que en la segunda mitad del siglo XVI había abordado decididamente la realización de un mapa científico de todo su territorio. Desde la época de Carlos V el maestro Esquivel había concebido un plan para determinar astronómicamente la posición de un gran número de ciudades españolas con el fin de corregir los defectos observados respecto a España en la Geografía de Ptolomeo. Carlos V había ordenado a Esquivel que «recorriese y marcase por vista todos los lugares, ríos, arroyos y montañas por pequeños que fuesen en su actual situación», y este se propuso realizar una triangulación apoyándose en puntos previamente determinados, al igual que por la misma época realizaba Apiano (1566-68) en Baviera. El mismo Esquivel construyó los instrumentos que necesitaba y ayudado por Diego y Felipe de Guevara emprendió los trabajos, que se orientaron ante todo a una determinación exacta de las medidas romanas, con el fin de poder utilizar también los datos de los geógrafos antiguos. La muerte de Esquivel interrumpió estos trabajos, que se encomendaron luego a Diego de Guevara. La temprana muerte de este discípulo significó otro golpe al proyecto, aunque Felipe II ordenó que los papeles pasaran a Herrera para que «pueda continuar la carta de España»¹⁵.

¹⁴ López, 1775, pág. XI.

¹⁵ Marcel, 1899. Ver también Fernández de Navarrete, 1846, ed. 1964, págs. 354 y sigs., y López Piñero, 1979, págs. 219-22.

Seguramente el proyecto de la carta de España sería uno de los más ampliamente discutidos en la Academia Matemática de Madrid, fundada por Felipe II. En 1582, el rey había nombrado profesor de Matemáticas, Cosmografía, Geografía y Topografía de dicha academia al portugués Juan de Labaña, reputado cosmógrafo y personalidad científica influyente hasta su muerte en 1624. Labaña fue el autor del mejor mapa español del siglo XVII, el del reino de Aragón, realizado por encargo de los diputados de dicho reino. Los trabajos de reconocimiento y determinación de posiciones y distancias fueron realizados de forma meticulosa, recorriendo personalmente todo el territorio durante unos seis meses entre 1610 y 1611.¹⁶ Debido a otras comisiones, los trabajos fueron acabados por el jesuita Pablo de Rajas en 1614, estando el mapa finalizado en 1615. El mapa de Aragón, de Labaña, fue durante dos siglos el mejor existente de una región española y todavía a fines del siglo XVIII, Isidoro de Antillón reconocía que no había sido superado¹⁷.

El proyecto de la carta de España no parece haberse olvidado durante los reinados de Felipe III y Felipe IV, y en su prosecución trabajaron cosmógrafos españoles y también súbditos portugueses de la monarquía hispana. Entre estos Pedro Teixeira, el autor del conocido plano de Madrid (1656), el cual entre 1626 y 1630 realizó un detallado reconocimiento y descripción de las costas peninsulares¹⁸ con vistas a este objetivo y recorrió posteriormente Aragón, Cataluña y Valencia, realizando en 1650 el mapa de este último reino, el cual se publicó en 1662 dedicado a Felipe IV.¹⁹ Entre los españoles, los cosmógrafos Gabriel de Santa Ana, que trabajó en Andalucía, y Pedro Pérez Manxón, los cuales efectuaron juntos un levantamiento en Álava en 1622.²⁰ Marcel y Fernández Duro, por su parte, citan una carta manuscrita de España conservada en la biblioteca del Escorial, que parece haber sido construida entre 1640 y 1659, aunque utilizando documentos más antiguos²¹.

A pesar de los esfuerzos esporádicos que se le dedicaron, el proyecto de Esquivel no pudo completarse, y España quedó retrasada respecto a otros países en el conocimiento cartográfico de su territorio. Una prueba de ello es el menor número de hojas que, en comparación con otros paí-

¹⁶ La descripción de este reconocimiento fue publicada a fines del siglo XIX en la Biblioteca de Escritores Aragoneses de Zaragoza, Labaña, 1895.

¹⁷ Antillón, 1804, citado en Reparaz, 1943, el cual hace el estudio de este mapa en las págs. 75-80.

¹⁸ Publicada por Blázquez, 1910.

¹⁹ Este último dato en Flórez, 1798, pág. 33.

²⁰ Citado, al igual que el de Teixeira, en Reparaz, 1943, págs. 80-82.

²¹ Fernández Duro, 1899; Marcel, 1890, Blázquez, 1923.

ses, se dedican a España en los grandes atlas holandeses del seiscientos²² y la escasez de datos sobre algunas regiones. Por ejemplo, el mapa de Galicia realizado por el dominico F. F. Ojea, y que con el título de *Gallæcia regnum descriptio* había sido reproducido en el atlas de J. Janson (Amsterdam, 1638), y en el Blaew (Amsterdam, 1660), era todavía a mediados del siglo XVIII el único que el padre Flórez podía utilizar sobre ese reino²³.

De todas maneras, las necesidades militares o de la administración exigían la utilización de mapas de los distintos reinos o provincias, y por ello en la segunda mitad del siglo XVII surgieron diversas iniciativas tendentes a cubrir esta falta. De estas, algunas fueron de origen eclesiástico, como la que dio lugar al mapa del arzobispado de Toledo, grabado en 1681 por disposición del arzobispo don Luis Manuel de Portocarrero. Otras de origen gubernamental, como el mapa del reino de Valencia levantado en 1693 por el jesuita padre Antonio Cassaus para uso del marqués de Castel Rodrigo, virrey y capitán general de Valencia. En este último, el mismo autor explica que «siendo preciso tener presentes la situación, división y confines de este reino para su exacto gobierno, assi político en la administración de justicia como militar en la formación de la Milicia que V. E. ajustó el año pasado, era forzoso recurrir a la Carta Geográfica del mismo, y hallando solo la que formó en años pasados D. Pedro Texeiras de Albornoz, falta de muchos lugares y poco corregida en nombres y distancias, pareció a V. E. fiar a mi cuidado la nueva delineación de otra mas puntual»; el jesuita se dedicó a este trabajo «visitando lugares, midiendo terrenos, y adquiriendo noticias», y declara que «haviendo llegado a formar quan exactamente he podido esta Geographica Descripción, con toda justicia la ofrezco a V. E.», esperando que el mapa logrará «el fin en la distinción de sitios, caminos y lugares»²⁴.

A pesar de realizaciones parciales como estas, la pobreza del panorama cartográfico hispano de la primera mitad del siglo XVIII era extraordinariamente profunda. Ello se refleja, en particular, en la cartografía impresa disponible en esos años en el país. Los mapas impresos disponibles eran o bien los realizados en el siglo anterior, o bien mapas grabados en el extranjero, los cuales, debido a la ausencia de una carto-

²² Aspecto ya resaltado por Reparaz, 1943.

²³ Flórez, 1798, pág. 33.

²⁴ La dedicatoria está firmada en Valencia en la Casa de la Compañía de Jesús, a 4 de junio de 1693. Una descripción del mapa en Vallés i Sanchís, 1979.

grafía autóctona, mantenían edición tras edición los mismos datos acerca de nuestro país. Frente a la cuidadosa puesta al día de los mapas de sus territorios efectuada en algunos otros países europeos, donde los datos eran continuamente corregidos «como lo vemos —decía Fernández de Medrano— aun en las Provincias de los Países Bajos, donde a menudo se renuevan por las faltas que se notan», en España en cambio los errores se mantenían año tras año, de forma que «si miramos a la Carta de la Península de nuestra España, hallaremos no solo poca justificación, mas bien que le falta al tercio de Poblaciones, lo que hasta ahora ninguno se ha puesto a corregir»²⁵.

Una prueba del estado a que se había llegado, y la ausencia prácticamente total de posibilidades de grabado, lo facilita el examen de los mapas incluidos en las traducciones de obras geográficas realizadas en la primera mitad del XVIII. En general, las ediciones castellanas conservaban los mapas de la edición original con sus mismas leyendas y ello incluso para los mapas referentes a España y su imperio, donde con gran frecuencia la toponimia y los títulos se mantenían en un idioma no castellano²⁶.

Por otra parte, los mapas de España publicados por los geógrafos extranjeros adolecían de graves insuficiencias y muchos se seguían basando en informaciones procedentes de obras del siglo XVII, reimprimiéndose una y otra vez sin cambios apreciables. Es lo que ocurre, por ejemplo, en el mapa de España de Guillaume de L'Isle, titulado significativamente *Hispania ex archetypo Roderici Mendez Silvae*²⁷ y que tomaba los datos de la *Población General de España* de ese autor, publicada en 1645.

NECESIDADES CARTOGRÁFICAS PARA UNA POLÍTICA REFORMISTA

La llegada al poder de la nueva dinastía y las importantes reformas políticas y económicas que se acometieron hacían indispensable disponer de una cartografía fiable de España. Ello explica los intentos de

²⁵ Fernández de Medrano, *Geographia Moderna*, 1709, vol. II.

²⁶ Como ejemplo de ello puede servir la edición española de la obra de Chevigni, *Ciencia para las personas...* (1736), que conserva los mapas hechos por I. B. Nolin con las leyendas en francés.

²⁷ L'Isle, 1772.

levantamientos cartográficos que se realizaron durante el reinado de Felipe V y las providencias adoptadas con el mismo fin durante el de su sucesor. Tres tipos de reformas, por lo menos, exigían una buena base cartográfica del territorio peninsular: 1) las reformas administrativas y territoriales; 2) la implantación del catastro y 3) la política de caminos y canales.

La nueva división administrativa del territorio

La primera de estas reformas trataba de dar una nueva división administrativa del territorio que hiciera posible la política centralizadora de la dinastía borbónica. Se trataba de crear una nueva clase de funcionarios administrativos dependientes directamente de la corona y que fueran agentes eficaces de sus decisiones. En relación con ello se crearon o se extendieron a otros territorios nuevas divisiones administrativas que sustituyeron a las tradicionales. Nos referimos a las capitanías generales y audiencias, a las intendencias y superintendencias, a los corregimientos y a las diversas circunscripciones militares.

Los decretos de nueva planta abolieron los antiguos virreinos de la Corona de Aragón y los sustituyeron por capitanías generales y audiencias, sistema que se extendió al resto de España. Se intentó a lo largo del siglo hacer coincidir distritos judiciales y militares, lo que supuso retoques de límites. La creación de intendencias se propuso ya en 1703 por Orry y se llevó a la práctica en 1711 por Bergeyck, el cual nombró intendentes para toda España (entre los cuales Patiño) con funciones de policía, justicia, guerra y finanzas. En 1718, Alberoni implantó definitivamente el sistema, utilizando claramente el modelo francés²⁸.

Las instrucciones dadas a los intendentes en 1718 establecían claramente sus funciones, asignándoles, entre otras, las de «policía». Entre estas aparecen algunas que suponían una actividad geográfica y que sin duda hacían necesario disponer de mapas adecuados: el art. 38 les encargaba la formación de un nuevo censo; el 39 les imponía el examen geográfico de la provincia entera; y los arts. 43 al 46 les encomendaban el fomento de la agricultura, ganadería e industria, así como la reconstrucción de caminos y puentes²⁹.

²⁸ Kamen, 1964.

²⁹ Kamen, 1964, pág. 376; Mercader Riba, 1958, pág. 123.

Todas estas medidas fueron luego reforzadas por Ensenada con la promulgación de la ordenanza de intendentes en 1749, que les permitía adoptar también el cargo de corregidor en la capital de su provincia. En dicha ordenanza se les seguían asignando las funciones de justicia, hacienda, guerra y policía y en este último sentido, además de velar por el fomento del territorio, se les encargaba la formación de un mapa geográfico de su provincia en el que debían delimitarse los términos de realengo, de señorío y de abadengo, así como los bosques, ríos y lagos; también debían hacer relaciones sobre los recursos de su demarcación, ríos que podían hacerse navegables o ser utilizados en el riego, puertos existentes y posibles, así como fomentar la industria, el comercio y la agricultura³⁰.

Por debajo de las intendencias, los corregimientos se convirtieron en la división administrativa esencial, tras ser extendida también dicha demarcación a la Corona de Aragón con los decretos de Nueva Planta. En Cataluña el edicto del Capitán General de 2 de enero de 1719 sobre divisiones y confines de los doce corregimientos de Cataluña y Valle de Arán sustituyó las antiguas veguerías por los corregimientos castellanos³¹. La medida fue aplicada por el superintendente Patiño, y aparece reflejada ya en el mapa de 1720 de su colaborador el geógrafo Aparicio, donde además de las veguerías y subveguerías se indican también las cabezas de corregimiento. Las funciones asignadas a los corregidores³² eran esencialmente de policía y fomento y seguramente se verían facilitadas con la existencia de buenos mapas.

La unificación del sistema fiscal

La segunda de las reformas a que nos hemos referido es la que tenía a unificar el sistema fiscal y conseguir una mayor justicia impositiva, y que condujo a la implantación del catastro.

Como es sabido, el origen de esta reforma se encuentra en las posibilidades abiertas por el decreto de Nueva Planta para tratar de igualar las cargas fiscales de los súbditos de la Corona de Aragón a los de la Coro-

³⁰ Anes, 1975, pág. 317-19. Ver también respecto a las funciones geográficas del intendente de Cataluña Escartín, 1978, pág. 105. La Ordenanza de 1800 seguía atribuyendo a los intendentes una descripción geográfica con mapas detallados de sus provincias, los cuales deberían confeccionarse empleando comisarios de guerra e ingenieros militares. Escartín, 1978, pág. 53.

³¹ Mercader Riba, 1968, pág. 123.

³² Anes, 1975, pág. 318.

na de Castilla. Si en el Aragón estricto, en Valencia y en Mallorca esto se tradujo en un impuesto de carácter personal (la *única contribución* de Valencia, el *equivalente* de Aragón y la *talla* de Mallorca), en Cataluña se hizo un esfuerzo importante de racionalización y se tendió a establecer una contribución directa, única y global que fuera al mismo tiempo personal y de bienes raíces.

Tras la caída de Barcelona y la promulgación del decreto de Nueva Planta, la Corona se incautó de todos los bienes y funciones de la antigua Batllía general del Principado, que pasaron a la superintendencia regentada por Patiño, constituyéndose una Junta Patrimonial de la que formaron parte Josep Alós y Ferrer como abogado fiscal y el geógrafo José Aparicio. Se adoptaron también otras medidas, como la confiscación de los derechos fiscales de la Generalidad, la confiscación de rentas a la ciudad de Barcelona y la de fincas y señoríos a las personas adictas al Archiducado³³. Patiño inició inmediatamente los trabajos para repartir el nuevo impuesto de Cataluña, aprobado en 1715. El edicto que imponía el catastro en Cataluña establecía dos tipos de impuesto: el real y el personal.

El catastro real afectaba a los bienes raíces (tierras, casas, molinos, hornos, posadas) y sus cargas (censos, etc.), estableciéndose una escala de equivalencias de medidas y señalando 32 clases de tierras según su situación, altitud, fertilidad, riegos y clima. Con el fin de distribuir este impuesto de forma equitativa se realizaron encuestas previas mediante formularios enviados a personas representativas de cada término, encuestas encabezadas con una pregunta de carácter geográfico («el territorio que ocupa el término o confrontaciones de su término, con la especificación de latitud, extensión y circunferencia en horas y leguas») y seguidas con cuestiones referentes a producciones, calidad de las tierras, rendimientos y valoraciones³⁴. A partir de estos datos se fijó el valor de los impuestos, en progresión creciente según la calidad de las tierras, pagando las casas, molinos y hornos el 10% de las rentas obtenidas por sus dueños.

El catastro personal era un impuesto personal que afectaba sobre todo al estado llano, ya que los que gozaban de privilegios militares o de hidalguía quedaban exentos del mismo. Este impuesto gravó con el 8% los ingresos de las actividades personales.

³³ Mercader, 1968, págs. 149 y sigs.

³⁴ Ver sobre todo esto Mercader Riba, 1961 y 1968. La encuesta con 32 preguntas ha sido publicada por Nadal Ferreras, 1971, págs. 128-31.

La implantación del catastro exigió la realización de cálculos de la riqueza imponible, los cuales habían de tener en cuenta los recursos de las distintas partes del Principado. Dichos cálculos, realizados por geómetras y subintendentes, fueron efectuados de manera apresurada, dice Mercader³⁵, con errores en el cómputo de vecinos, y la cifra impositiva a que se llegó (1.200.000 pesos fuertes) fue objeto de grandes reclamaciones, reduciéndose a 900.000 pesos en 1723.

Fácilmente se comprende que todos estos trabajos exigían un buen conocimiento del territorio y una adecuada base cartográfica. En estas tareas colaboró el geógrafo y economista José Aparicio, hombre de confianza de Patiño. Aparicio (1653-1731) era ya conocido en 1701, fecha en que fue admitido en la Academia dels Desconfiats de Barcelona³⁶, y por su fidelidad a la causa de Felipe V tuvo ocasión de adquirir funciones de responsabilidad en la administración borbónica del Principado. En 1702 realizó como él mismo explica³⁷, el repartimiento de 200.000 libras que ofreció la Provincia al Rey. Desde 1708 trabajó en una *Descripción y planta del Principado de Cataluña*, en cuyo título se especifica que la había realizado «*haviendo visto y medido todo lo que en ella se halla trabajado*»; y que su mapa «está escrito aparte». El mapa a que alude ya en 1708 es sin duda el célebre que con el título de *Nueva Descripción geográfica del Principado de Cataluña* se publicó en 1720, dedicado a Felipe V, y que acompañaría a esa descripción escrita, en la que el autor trabajaba aún en 1714, fecha de una segunda versión de su trabajo³⁸. La obra escrita de Aparicio carece de interés desde el punto de vista de la descripción del medio natural, pero es en cambio una fuente valiosa de noticias económicas y administrativas del Principado en aquellos años cruciales de implantación de una nueva estructura política en Cataluña. En cuanto al mapa grabado por Antonio Sabater a una escala aproximada de 1:210.000, refleja ya la nueva división administrativa en corregimientos, y fue durante buena parte del XVIII el mejor sobre ese territorio, siendo reeditado todavía en 1769. Aparicio recibió el título de «Geógrafo del Rey», como se titula en el mapa, siendo una de las tres personas (con La Martinière y De Fer) que, por lo que conocemos, recibieron ese honor en el reinado del primer Borbón español³⁹.

³⁵ Mercader Riba, 1968, págs. 302 y 172.

³⁶ Alós Moner, 1928.

³⁷ Aparicio, ed. de Llobet, 1946, pág. 655.

³⁸ El manuscrito inédito se conserva en la Biblioteca de Cataluña, y ha sido parcialmente publicado con una breve introducción por Llobet, 1946.

³⁹ Sin contar a los jesuitas del Colegio Imperial (ver el cap. IV, págs. 121-25).

Para la realización de su reforma fiscal Patiño organizó en enero de 1721 la Contaduría del Catastro, con una caja refundida a la tesorería del ejército. De dicha contaduría se encargaron el doctor Josep Graells y como tesorero el economista Miguel de Zavala y Auñón⁴⁰. José Aparicio, que había tenido una importante intervención en la administración del nuevo impuesto en los años 1716-20 dejó de tener ahora, al parecer, su anterior influencia.

Las reclamaciones motivadas por el nuevo impuesto, que cambiaba tan radicalmente los hábitos fiscales de Cataluña, hicieron atravesar a la reforma por diversas vicisitudes y obstáculos, superados sólo gracias a la tenaz voluntad de Patiño. En 1726, el nuevo superintendente Sartine realizó una renovación de las listas catastrales, superó obstáculos técnicos y sociales e implantó definitivamente la reforma fiscal en Cataluña. La instrucción general del catastro de 20 de diciembre de 1735⁴¹ reglamentaba de forma minuciosa la práctica del repartimiento, los plazos y cobranzas y la forma de elaborar las listas y catastros de las propiedades.

El éxito del catastro de Patiño en Cataluña hizo surgir la idea de aplicar una medida semejante a la Corona de Castilla, sustituyendo la variedad de tributos allí existentes por una única contribución. Las responsabilidades que desde 1718 tenía don José Patiño a nivel nacional facilitaban sin duda la gestación de esta idea en la que intervinieron antiguos colaboradores suyos en la reforma catalana. Así, en 1732, don Miguel de Zavala y Auñón elevó una representación a Felipe V siendo Patiño Secretario de Despacho y Superintendente de la Real Hacienda, en la que defiende esta idea y expone las reglas que, según él, sería conveniente seguir para su realización. Naturalmente, en esta propuesta las consideraciones geográficas no podían faltar, y precisamente la primera de las operaciones que propone es hacer averiguaciones sobre cada lugar. Zavala no considera imposible

«apurar con certeza sus términos, las cosas útiles que hay en él, y lo que anualmente producen: las suertes de tierras que contienen, sean de sembradura u de otros frutos, la calidad de cada una, el valor anual de los frutos, regulando todo por un quinquenio: los molinos y su provecho, el número de casas y el importe de sus alquileres, y de las que habitan los dueños, lo que ganarian si se alquilasen, los sujetos a quienes todo esto pertenece⁴².»

⁴⁰ Mercader Riba, 1968, pág. 141.

⁴¹ Reproducida extensamente en Matilla Tascón, 1947, págs. 32 y sigs. y más brevemente en Mercader Riba, 1968, págs. 180-83.

⁴² Zavala, 1732, pág. 51.

Zavala discurre también en su exposición sobre la posibilidad de aumentar las labores y la producción de granos en España, señalando la gran cantidad de tierra no aprovechada⁴³, y explica que ha conseguido que «por personas de reconocida inteligencia se haga un Esquadreo Geográfico de todas las provincias y Reynos en que están establecidas las Rentas Provinciales», del cual se deduce que «las citadas Provincias comprehenden en su superficie trece mil y noventa y siete leguas quadras», con otros datos sobre el diverso aprovechamiento y distribución de cultivos y eriales⁴⁴. Unos datos y un programa de averiguaciones que muestra bien a las claras la necesidad de un conocimiento preciso del territorio para las reformas fiscales que se anunciaban.

Desde 1736 se empieza a pensar ya seriamente en la reforma fiscal de la Corona de Castilla, como lo prueba el que en dicho año se llevaran a la Corte documentos sobre la implantación del equivalente en Aragón y se empezara a escribir una historia del catastro en Cataluña⁴⁵. En 1741, don José del Campillo vuelve a insistir en el proyecto del catastro a propósito de los impuestos de Aragón y propone medidas para su realización, la primera de las cuales establecía que en cada ciudad, villa y lugar, se describieran y tasaran por peritos todos sus términos⁴⁶. Posteriormente todos los documentos que existían en Madrid en relación con el catastro de Cataluña fueron a parar a manos de don Cenón de Somodevilla, marqués de la Ensenada, quien desde su nombramiento como Secretario de Despacho de Hacienda (en 1743), y quizás antes, era partidario del proyecto de única contribución.

Conviene recordar que don Cenón de Somodevilla, que era marino, hizo su carrera apoyado por Patiño y fue hombre de confianza suyo desde 1720, cuando a la edad de 18 años empezó a ser empleado en tareas relacionadas con la reconstrucción de la marina, como la contaduría de astilleros y la organización de escuadras⁴⁷. Nombrado por su eficacia marqués de la Ensenada, en Nápoles, en 1736, y al año siguiente secretario del Almirantazgo, tenía que sentir la necesidad de recursos financieros para los proyectos políticos y militares que por aquellos años se acariciaban, y no sería extraño que ya desde entonces estuviera interesado en la reforma fiscal. En 1741 fue nombrado Secretario de Estado y Guerra del Infante don Felipe para organizar sus campañas de Italia, y

⁴³ Con datos concretos sobre la situación de Extremadura, Zavala, 1732, pág. 105.

⁴⁴ Zavala, 1732, págs. 105, y sigs.

⁴⁵ Matilla Tascón, 1947.

⁴⁶ Matilla Tascón, 1947, pág. 52.

⁴⁷ Rodríguez Villa, 1878, págs. 3-5.

en 1743, a la muerte de don José del Campillo, fue encargado de los despachos de las cuatro secretarías esenciales de Guerra, Marina, Hacienda e Indias y Superintendente General de las Rentas del Reino.

En 1746, al comenzar el reinado de Fernando VI y ser confirmado en sus cargos, Ensenada explica claramente al rey en el memorial que le dirige el interés de la única contribución⁴⁸ y alude a los catastros de Francia, Saboya y otros de Italia, aunque no los considera adecuados como modelos. Ese mismo año se experimenta ya el método del catastro en Guadalajara por el Director General de Rentas, Bartolomé Felipe Sánchez de Valencia, a la vez que se inician discusiones sobre la alternativa amillaramiento-catastro, en las que interviene don Martín de Laynaz, administrador de la renta del Tabaco⁴⁹. La importancia de los intereses en juego explica la intensidad de la disputa y los obstáculos que la reforma encontraba.

Por fin, el 10 de octubre de 1749 se promulgó el decreto por el que se establecía la abolición de las rentas provinciales (alcabalas, millones, etc.) y se sustituían por una única contribución. En este decreto se establece la necesidad de realizar averiguaciones para conseguir una información precisa sobre la riqueza de las 22 provincias de León y Castilla, como elemento indispensable para establecer el impuesto de forma equitativa. La forma como habían de llevarse a cabo las diligencias⁵⁰ se dividía en varias fases, y en todas ellas la recogida de datos de carácter «geográfico» o territorial tenía una importancia decisiva.

La organización de la red de comunicaciones

La tercera de las reformas a que hemos aludido y que exigían una exacta cartografía de España es la que se refiere a la mejora de las comunicaciones interiores. Las exigencias militares por un lado —necesidad de comunicar áreas de bosques con los astilleros, movilidad de las tropas, etc.— y económicas por otro, hacían imprescindible esta mejora, que se convirtió pronto en un tema esencial de la política de fomento emprendida por los gobiernos borbónicos.

Desde el reinado de Felipe V aparece claramente la preocupación por el problema de las comunicaciones. Las propuestas para la mejora

⁴⁸ Rodríguez Villa, 1878, págs. 50-56.

⁴⁹ Matilla Tascón, 1947, pág. 55.

⁵⁰ Estudiada por Matilla Tascón, 1947, págs. 64-86.

de la agricultura, la industria y el comercio, realizadas por mercantilistas como Jerónimo Ustariz en su *Theórica y práctica del comercio y marina* (1724) implicaban una exigencia de mejora de las comunicaciones interiores. Autores situados en su misma línea prestaron de inmediato atención a este tema, y uno de ellos, Bernardo Ulloa —el padre del marino Antonio Ulloa, vale la pena recordarlo—, en su libro *Restablecimiento de las fábricas y comercio marítimo español* (1740) expuso la necesidad de mejorar las comunicaciones, de construir canales y de hacer navegables los ríos, con el fin de fomentar la actividad económica y en particular reducir las diferencias de precios en artículos esenciales entre unas regiones y otras⁵¹.

El eco de estas propuestas llegó a los gobiernos de los dos primeros Borbones, y así Patiño, José del Campillo, Carvajal y sobre todo Ensenada, tuvieron clara conciencia de la necesidad de unas buenas comunicaciones y fueron decididos impulsores de su realización. Si Carvajal concibió en 1746 un proyecto para estimular la navegación interior, con mejora de la del Guadalquivir entre Córdoba y Cádiz, y desarrollo de la del Tajo con un canal a Madrid⁵², los escritos de Ensenada, en particular, aluden una y otra vez a estos objetivos, de los que siempre habla en sus informes al rey. En 1750, por ejemplo, afirmaba que «no se ha procurado que sus ríos [de España] sean navegables en lo posible, que haya canales para regar y transportar y que sus caminos sean cuales deben y pueden ser», y reconoce que aunque se necesitan muchos años para esta mejora, era urgente empezar a tomar medidas cuanto antes⁵³. La propuesta de intervención gubernamental significaba una importante novedad, ya que, como es sabido, hasta ese momento la construcción y conservación de los caminos estaba encomendada esencialmente a los pueblos, sin que existiera una intervención del estado en este sentido⁵⁴.

La mejora de las comunicaciones de Castilla la Vieja con el resto de las regiones preocupó en particular a Ensenada, el cual concibió una red de caminos y canales que permitiría redistribuir granos desde la Meseta a las regiones que tuvieran carestía de ellos, evitando la necesidad de importarlos del exterior⁵⁵. Por ello procuró la construcción del camino de la Montaña, de Reinosa a Santander, para la salida de los granos castellanos al Cantábrico; del camino del puerto de Guadarrama para faci-

⁵¹ Ulloa, Bernardo, 1740.

⁵² Alzola, 1979, pág. 279.

⁵³ Rodríguez Villa, 1878, pág. 141.

⁵⁴ Alzola Minondo, 1899, ed. 1979, pág. 274.

⁵⁵ Memorial de Ensenada en 1752, en Rodríguez Villa, 1878, págs. 97-98.

litar la relación de las dos Castillas, construido en 1749 bajo la dirección del Teniente Coronel Ingeniero don Francisco Nangle⁵⁶, y acabado en sólo cinco meses, con lo que se facilitaba grandemente el tránsito en la proyectada carretera Madrid-La Coruña por Arévalo y Valladolid; y del canal de Castilla, concebido como una pieza fundamental de esta red y que fue dirigido desde su inicio en 1753 por el ingeniero Carlos Le Maur, canal del que a la caída de Ensenada se habían construido ya nueve leguas. Al mismo tiempo se iniciaban también otras obras, como el camino Bilbao-Burgos, por iniciativa de las Juntas de Vizcaya, que fue durante un tiempo dirigido por el ingeniero José Crane y para el que pronto se pidió «el fomento Real para las obras», que fue concedido⁵⁷.

Fue en la época de Ensenada cuando se inicia decididamente la intervención gubernamental en las obras públicas y cuando se definen las líneas maestras de una red centralizada de comunicaciones, cuyo desarrollo pleno se realizará en el siglo XIX. Esta red centralizada aparece claramente propuesta en el *Proyecto económico en que se proponen varias providencias dirigidas a promover los intereses de España, con los medios y fondos necesarios para su plantificación*, redactado por Ward, en 1754, a la vuelta de un viaje de tres años por varios países europeos. «Necesita España —escribe Ward— de seis caminos grandes, desde Madrid a la Coruña, a Badajoz, a Cádiz, a Alicante y a la raya de Francia, así por la parte de Bayona como por Perpiñan, y de estos se deben sacar al mismo tiempo para varios puertos de mar y otras ciudades principales» (como Santander, Zamora, Ciudad Rodrigo, Granada, etc.), ramales secundarios y travesías. La intervención estatal en estas obras se propone claramente, siendo el estado el que debería construir dichos caminos, «haciendo el Rey el primer costo (como corresponde) es muy justo que en lo sucesivo los mantengan los pueblos». Respecto a la navegación interior, Ward expone el «Medio para hacer navegables los ríos y de formar canales sin gravamen para el Real Erario», proponiendo la formación de compañías que se encargarían de su construcción y explotación.

De esta forma, a mediados del siglo XVIII aparece bien definido un proyecto de intervención espacial tendente a centralizar y homogeneizar

⁵⁶ Nangle, según Rodríguez Villa, 1878; en cambio en las *Fuentes Cartográficas Españolas* del S. G. E. (vol. I, pág. 145) se cita el *Mapa del puerto de Guadarrama y sus contornos en que se demuestra la nueva carretera que en el año 1749 se ha ejecutado de Orden de S. M. para su tránsito...*, Ms. 1749 (Escala aproximada 1:22.500) realizado por Francisco Nangle.

⁵⁷ Alzola Minondo, 1899, ed. 1979, pág. 277.

el territorio metropolitano de la monarquía. Proyecto que requería sin duda, para su desarrollo, además de una voluntad política firme, unos saberes científicos indispensables, una corporación de técnicos capaces de realizarlo⁵⁸ y —lo que ahora interesa destacar— una base cartográfica conveniente para concebirlo y para llevarlo a cabo.

PROYECTOS Y DIFICULTADES

Todo este cúmulo de proyectos y de reformas exigía una cartografía fiable del territorio español, y esta no existía. No quiere ello decir que no hubiera nuevos mapas que se añadían a los ya citados del seiscientos. A lo largo de la primera mitad del siglo XVIII los obispos de Cuenca, Osma, Sevilla, Córdoba, Jaén y Cartagena habían ido disponiendo de cartas de sus diócesis trabajados por gentes del país⁵⁹. En Aragón, el dominico fray Juan Seyra y Ferrer (1650-1730), catedrático de Filosofía en la Universidad de Huesca y autor de obras teológicas, históricas y matemáticas⁶⁰, compuso una *Nueva y puntual descripción o carta geográfica del reino de Aragón* que abrió en París, Liebaux, en 1715, y poco más tarde, en 1721, el clérigo e historiador bilbilitano V. P. Fernando Rodríguez (1654-1742) editaba un mapa de parte de Aragón y Castilla que comprendía los ríos y pueblos cercanos al santuario de Nuestra Señora de Xarava, y que fue grabado en Zaragoza por Francisco Zaumel y Luna⁶¹. Del reino de Navarra existía otro mapa a gran escala estampado en Madrid en 1724.⁶² En Cataluña, además del ya citado mapa de Aparicio, en 1730, el conde Darnius realizó un mapa a escala aproximada 1:150.000 cuyo trabajo de base se debió a «la curiosa aplicación» de este político, y su dibujo «a soberano mandato»⁶³, pero estos mapas, y otros que más adelante tendremos ocasión de citar,

⁵⁸ Estos técnicos fueron los Ingenieros Militares, a los que aludimos más adelante (cap. XII).

⁵⁹ «Por personas domésticas», en expresión del padre Flórez, que da la noticia. Flórez, *Clave geográfica*, ed. 1798, pág. 33.

⁶⁰ Latassa, 1886, III, pág. 182.

⁶¹ Latassa, 1886, III, págs. 59-62.

⁶² La noticia de este mapa la da Flórez, 1798, pág. 33, al relacionar los mapas compuestos por españoles y que él declara tener en su estudio.

⁶³ El mapa se conserva manuscrito en el Servicio Geográfico del Ejército, Madrid, y está descrito en *Fuentes Cartográficas Españolas*, II, pág. 5.

cubrían sólo parcialmente el territorio, a escalas diferentes y con grados de exactitud muy distintos, por lo que no satisfacían las exigencias de una buena carta de España. Un proyecto global como el diseñado en tiempos de Felipe II seguía siendo necesario.

La falta de un mapa de España era sentida como un baldón por las personas cultas de la época, y en favor de su realización se levantaron diversas voces. Entre otras las de los miembros del movimiento novador, lo que es fácil de comprender dado el ya señalado interés que tuvieron por la geografía. Uno de ellos, el impresor y matemático Antonio de Bordazar, emprendió incluso la tarea de dar clases particulares de «geografía práctica» a un discípulo esperando que este sería «capaz de igualar a los mejores geógrafos i vindicar a España en esa falta vergonzosa; pues no ha auido todavía quien delinee i burile un mapa de España»⁶⁴. Pero además existen indicios de que los gobernantes españoles habían decidido abordar el problema en el reinado de Felipe V.

Uno de estos indicios podría ser la alusión que hace Abella en el *Prólogo del Diccionario Geográfico* de la Academia de la Historia⁶⁵ al levantamiento de la carta topográfica de Toledo, primera y única realizada de un amplio proyecto que, al parecer, debía extenderse a toda España.

Otro sería quizás el misterioso mapa mandado levantar por Ensenada a los jesuitas Martínez y De la Vega. Según señaló Antillón, estos jesuitas acometieron desde 1739 a 1743 «en toda la extensión de las audiencias del reino operaciones geométricas para acertar a construir una carta exacta y circunstanciada de España»⁶⁶, añadiendo que dichas operaciones se realizaron «bajo los auspicios del marqués de la Ensenada».

La historia de este mapa, usado luego al parecer ampliamente por Tomás López, ha constituido un misterio desde que en 1881 la Academia de la Historia recibiera una oferta de compra⁶⁷ y que la Sociedad Geográfica de Madrid tuviera otra en 1904 para adquirir una copia que había pertenecido a los herederos de Tomás López⁶⁸. Gabriel Marcel, que se encontraba entonces en España, se hizo eco de estas gestiones⁶⁹ y se interesó por la personalidad de sus autores, obteniendo del padre

⁶⁴ Carta a Mayans en 1734. Citado por Navarro Brotons, 1976, pág. 591.

⁶⁵ Pág. XV. Citado ya por Reparaz, 1943, pág. 105.

⁶⁶ Antillón, 1804, I, págs. 31-32.

⁶⁷ Fernández Duro, 1899.

⁶⁸ *Bol. R. Soc. Geog.*, 1904, pág. 495.

⁶⁹ Marcel, 1909, págs. 150-56.

Fidel Fita, en 1906, la información de que probablemente se trataba de los jesuitas padres Carlos Martínez (1710-74) y Claudio de la Vega (1680-1748), profesores de gramática del Colegio Imperial de Madrid⁷⁰, lo que para él resultaba sorprendente⁷¹. Según las noticias que da Antillón, la carta estaba «perfectamente dibujada, y con un precioso detalle de montañas, ríos y demás objetos de la geografía física», afirmando que él la había podido ver en la biblioteca del duque del Infantado.

La copia de este mapa que se presentó en 1904 en la Sociedad Geográfica mostraba que el levantamiento no se había efectuado en algunas partes del territorio, y llevaba este título: *Exposición de las operaciones geométricas hechas por orden del Rey N. S. Phelipe V en todas las Audiencias reales situadas entre los límites de Francia y de Portugal para acertar a formar una Mapa exacta y circunstanciado de toda la España. Obra empresa bajo los auspicios del Excelentísimo Sr. Marqués de la Ensenada y Executada por los RR. PP. Martínez y de la Vega de la Compañía de Jesús desde el año 1739 hasta el año 1743*. En dicha copia se indica también que la parte NW de España había quedado en blanco porque en ella no se habían efectuado las operaciones geométricas, al igual que parece haber ocurrido en las Baleares. La existencia de este enigmático mapa muestra la urgencia que los gobernantes experimentaban para disponer de una base cartográfica del territorio nacional.

Base cartográfica que resultaba también imprescindible para un gran número de empresas. En efecto, además de los inconvenientes que suponía para la administración pública, la carencia de buenos mapas de España era también grave para los estudios científicos del territorio y para las investigaciones históricas. Ello explica el interés que existió por parte de diversas sociedades científico-literarias en estimular estos trabajos e incluso en emprenderlos con sus propios medios. Así, en 1740, a poco de su fundación, la Academia de la Historia, convencida de la importancia de la geografía para los estudios históricos, trató «de ilustrar la de España con mapas, sin olvidarse de la escasez de medios (pues no estaba aun dotada) para darles alguna perfección». La Academia «conocía la inexactitud de las cartas topográficas de nuestras provincias, obispados y territorios, hechas muy pocas de ellas científicamente; y en

⁷⁰ Marcel, 1909, págs. 154-55.

⁷¹ El hecho, sin embargo, no era infrecuente, como hemos visto en las biografías de los catedráticos de Matemáticas del Colegio Imperial (cap. IV). De estas noticias se hizo eco luego Reparaz, 1943, pág. 106. Hay que señalar que Marcel dudaba de que fuera el marqués de la Ensenada el impulsor de esta carta porque en 1739 no era aún ministro.

este supuesto no podía lisonjearse de determinar en las suyas las latitudes y longitudes». Pero como «sin los mapas es imposible dar una idea clara y puntual de la situación y demarcación de los pueblos», se decidió en noviembre de ese año «formarlos en el modo posible, para que acompañasen al *Aparato*, hasta que el tiempo proporcionase mas exactas observaciones». El proyecto encontró numerosas dificultades, por lo que «desengañose al fin la Academia de que no podrían tales mapas ser dignos de su nombre; y así desistió de la empresa, contentándose con juntar materiales para la descripción de la España antigua y moderna»⁷².

Para darnos cuenta de las dificultades de empresas como la acometida por la Academia, conviene advertir que la realización de los mapas de España contaba con el grave obstáculo de la falta de observaciones astronómicas exactas de latitud y longitud. Ello daba lugar a una gran imprecisión en la posición de los lugares y se traducía en unos perfiles bastante alejados de la realidad. La dificultad era en particular grande para los editores de obras geográficas, los cuales se veían obligados a repetir una y otra vez las antiguas representaciones. A título de ejemplo puede señalarse que, cuando en 1763, con motivo de realizarse la segunda edición española del *Diccionario* del Vosgien se quiso poner al día la parte de España, se utilizó para ello una obra publicada en 1675, la cual, afirman los editores, «no nos ha podido servir para señalar los grados de longitud y latitud». Como resultado de ello la obra hubo de publicarse a sabiendas del carácter insuficiente de la información y se conservó así en la tercera edición de 1782, ya que según dicen «los antiguos Mapas de España hechos por nuestros Nacionales, que nos pudieran servir únicamente, están tan guardados por los curiosos, que es muy raro el que hemos podido encontrar. Los de los extranjeros están groseramente errados, y con monstruosas equivocaciones. Por lo que, y no queriendo errar, hemos omitido en casi todos la latitud y la longitud»⁷³.

ENSENADA Y LOS TRABAJOS PARA EL MAPA DE ESPAÑA

El retraso que en el campo de la cartografía llevaba España resultaba evidente si se comparaba la situación con la de Francia. A través de la gran cantidad de funcionarios franceses que tuvieron puestos de res-

⁷² Memorias de la Academia de la Historia, 1796, I, págs. XXIX-XXXI.

⁷³ La Serna, *Diccionario Geográfico Universal*, 3.ª ed., 1782.

ponsabilidad en España en los comienzos del reinado de Felipe V, las autoridades españolas tenían, sin duda, noticias de los trabajos de la Academie Royale des Sciences para el levantamiento de mapas del territorio francés. Entre 1672 y 1681, Picard y La Hire habían determinado la posición de unos 50 lugares y realizado un mapa (la *Carte de L'Academie*, 1682) en el que la extensión de Francia se reducía de 31.657 a 25.386 leguas cuadradas, mapa publicado mientras que Cassini realizaba en el suelo del Observatorio (1682) y luego publicaba (1696), el nuevo planisferio terrestre en proyección azimutal polar⁷⁴. Por otro lado, las triangulaciones efectuadas para medir el grado de meridiano (París-Amiens por Picard 1669-70; París-Collioure, 1700, y París-Dunkerke, 1718, por Cassini) iban estableciendo una red geodésica que se intensificó cuando el ministro Philibert Orry (ministro entre 1730-45) decidió impulsar la «descripción geométrica» de Francia con el fin de poder dirigir mejor la organización de la red viaria francesa. Así se realizó una triangulación que sería la base de un nuevo mapa de Francia, ordenado por Luis XV a Cassini de Thury y cuyos trabajos de levantamiento se prolongarían hasta los años 1780.⁷⁵

Todos estos trabajos eran sin duda conocidos por el gobierno español a través de las relaciones citadas. Pero lo fueron más directamente por dos jóvenes científicos españoles, Jorge Juan y Antonio Ulloa, en el periodo de larga relación con los académicos franceses durante la expedición al Perú⁷⁶. Y fue precisamente Jorge Juan el que, poco después de su regreso, se convirtió en un eficaz defensor de la necesidad de un nuevo mapa de España; y el que en 1751 escribió un trabajo sobre el *Método de levantar y dirigir el mapa o plano general de España, por medio de triángulos observados por buenos cuartos de círculos y Reflexiones sobre las dificultades que pueden ofrecerse*⁷⁷.

Jorge Juan y Antonio de Ulloa encontraron en el marqués de la Ensenada, preocupado por el fomento de la economía nacional y por la implantación del catastro en Castilla, el político abierto para entender y aceptar sus propuestas sobre la necesidad de un mapa de España científicamente levantado, mapa que todo parece indicar el mismo Ensenada

⁷⁴ Broc, 1975, págs. 17-18.

⁷⁵ Broc, 1975, págs. 37-43. También Vayssiére, 1979 y 1980. Sobre el sistema de proyección usado por los Cassini ver Antillón, 1804, vol. II, págs. 287-88.

⁷⁶ Ver el cap. III.

⁷⁷ Publicado medio siglo más tarde en las «Memorias del Depósito Hidrográfico», Madrid, 1809.

había propuesto hacía ya algún tiempo⁷⁸. En un informe al rey sobre las obligaciones ordinarias de la monarquía y fondos que debían asignárseles, tras aludir a la red de caminos y canales de Castilla la Vieja, señala Ensenada la necesidad de «levantar planos geográficos de las provincias, porque al ser indecoroso que en Europa solo la España no los tenga, se agrega que por medio de ellos se pasea el rey por sus provincias y sirve de instrucción y estímulo a sus Ministros para cuidarlas y establecer en ellas el gobierno, policía y economía de que carecen los pueblos, caminos, ríos, montes, tierras, etc.»⁷⁹. La misma preocupación aparece en otro de sus memoriales al rey sobre diversos asuntos de gobierno (1753), en el que trata de justicia, policía, comercio, universidades, archivos, población y *cartas geográficas*. Bajo este último epígrafe escribe:

«No las hay puntuales del Reino y de sus Provincias; no hay quien las sepa grabar, ni tenemos otras que las imperfectas que vienen de Francia y Holanda. 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 midiendo una y muchas veces los terrenos, en que han adelantado mucho, dirigiendo estas operaciones el famoso Casini el joven.

Conviene que en España se practiquen bajo las reglas que ha proyectado D. Antonio Ulloa y D. Jorge Juan a cuyo fin se fabrican en París y Londres los instrumentos necesarios, y algunos estan ya en Madrid. El beneficio que producirá esta providencia no para en el conocimiento de la situación puntual de cada lugar; pondrá a la vista la extensión de su territorio, los límites ciertos de cada provincia y la comprensión de cada corregimiento, el curso de los ríos, los términos que pueden regar y la navegación que puede hacerse en ellos, el uso y aprovechamiento de las tierras, con los frutos que pueden producir, los caminos Reales y particulares y otras noticias importantes tendentes al buen gobierno y al adelantamiento del comercio. Se sabrá cuantos pies mide la España y cada una de sus provincias, las cosechas que puede dar, el auxilio y asistencia que puede sacar una de otra, y en qué parajes hay mas proporción que en otros para establecer ciertas fábricas, que es uno de los puntos mas delicados que pueden ocurrir⁸⁰.»

Todas las preocupaciones esenciales de Ensenada por el fomento de la producción nacional y por la interrelación de las distintas provincias,

⁷⁸ Así puede interpretarse la afirmación del biógrafo del Marqués de la Ensenada, Rodríguez Villa (1878, pág. 148) de que con la creación del observatorio astronómico de Cádiz en 1753 y la comisión de don Luis Godin para que pasara a Trujillo a observar el eclipse de sol que había de producirse el 26 de octubre de ese año, con el fin de determinar la longitud de dicha ciudad, «se iban acumulando elementos seguros para levantar la carta geográfica de España, como la había propuesto el Marqués algunos años antes».

⁷⁹ Rodríguez Villa, 1878, págs. 97-98.

⁸⁰ Rodríguez Villa, 1878, págs. 161-62. Este texto fue utilizado y citado incompleto por Marcel, 1909, pág. 141, y luego, a partir de él, por Reparaz, 1943.

así como su obsesión por obtener nuevos recursos, aparecen en este importante texto, en el que vale la pena destacar tres rasgos: la consideración del mapa como un instrumento de gobierno, la cita de las triangulaciones francesas y el reconocimiento explícito del papel esencial de Jorge Juan y Ulloa en la puesta a punto del proyecto.

Uno de los trabajos preparatorios del mapa que propuso Jorge Juan se conserva manuscrito —según relata Cesáreo Fernández Duro— en la Academia de la Historia con el título de *Instrucciones de lo que se ha de observar por las compañías de geógrafos, hidrógrafos y astrónomos en la formación de los mapas generales de España, Cartas marítimas de todas las costas de la Península, averiguaciones concernientes a la historia natural, antigüedades y otras noticias de España, y del régimen que han de guardar en estas operaciones para la mayor perfección de esta vasta e importante empresa*. De acuerdo con esta instrucción se creaban 20 compañías compuestas de un director, dos ayudantes y cuatro peones, las cuales deberían de comenzar sus trabajos de campo en el reino de Toledo con el fin de ir adquiriendo práctica y poner a punto el método a seguir. Después deberían dirigirse a las provincias para iniciar las triangulaciones⁸¹.

Desconocemos los trabajos que realmente llegaron a realizar estas compañías y las razones por las que las tareas se interrumpieron. Aunque no es difícil de imaginarlo, porque la realización de una empresa como esta suponía múltiples dificultades, tanto de orden científico como técnico, empezando por la carencia de instrumentos suficientes y de personal preparado. Si a lo primero podía atenderse rápidamente trayéndolos del extranjero, lo segundo requería más tiempo. En particular en lo que se refiere a los grabadores. Tras las palabras que anteriormente hemos citado escribe Ensenada que «no basta que se formen y levanten las Cartas; es necesario que haya en el Reino quien las sepa abrir, sea haciendo venir grabadores de esta profesión, o enviando a Paris artistas mozos que las aprendan»⁸².

Según la política sistemáticamente seguida por Ensenada, primeramente se intentó atraer a un buen técnico extranjero. El elegido fue el francés Dheulland, grabador de la marina, autor de mapas geográficos y grabados de arquitectura y geómetra reputado que había realizado la

⁸¹ Fernández Duro, 1899, págs. 521-22. El manuscrito citado se encuentra en la Academia de la Historia, vol. C. 25. Sempere y Guarinos (1785, vol. VI, págs. 158-76) afirma que Ulloa «instruyó a varios sujetos en las operaciones de Geografía necesarias para formar los mapas geográficos de España; y bajo su dirección se formó el de los territorios de 6 leguas en contorno de Madrid».

⁸² Rodríguez Villa, 1878, pág. 162.

triangulación de las costas de Provenza⁸³. Pero este, que según Ensenada «estuvo apalabrado para venir», no pudo hacerlo porque «se lo impidió la Corte de Francia», si bien se ofrecía para alojar en su casa a dos españoles por 1.500 libras cada uno⁸⁴.

Fue entonces cuando se decidió que fueran pensionados a París cuatro jóvenes para aprender el arte del grabado. Los elegidos fueron Manuel Salvador Carmona para el grabado en dulce, retratos e historia; Alonso Cruzado para grabar piedras finas; y Juan de la Cruz Cano y Tomás López para arquitectura, cartas geográficas y adorno⁸⁵.

Es así como pudieron formarse en París los que serían los dos grandes cartógrafos de la segunda mitad del siglo XVIII: Juan de la Cruz Cano y Olmedilla (1734-90) y Tomás López y Vargas Machuca (1731-1802). La relación de su estancia con el proyecto de mapa de España aparece reconocida por Tomás López en una carta de 1799 en la que afirma que «fui enviado a Paris con otros por el Marqués de la Ensenada para estudiar geografía y levantar un mapa de España, por proposición que habían hecho D. Jorge Juan y D. Antonio Ulloa»⁸⁶. Pero la formación y los trabajos posteriores de estos dos geógrafos será objeto de los capítulos siguientes.

⁸³ Marcel, 1909, pág. 142, considera que es efectivamente este el grabador francés que Ensenada denomina Nheuland.

⁸⁴ En Rodríguez Villa, 1878, pág. 162.

⁸⁵ Rodríguez Villa, 1878, pág. 145. Los cuatro fueron a París encomendados a don Luis Ferrari, el cual ideó un vasto plan para «educar en París jóvenes españoles que aprendiesen todas las artes». Este plan fue expuesto a Ulloa, que consideró que no era oportuno que por el momento «se envíen otros mas que los cuatro destinados a grabar» para no llamar la atención y que más tarde podrían poco a poco ir enviándose otros (damasqueros, talladores de acero, diamanteros, charolistas, etc.). Ídem, págs. 365-68.

⁸⁶ Marcel, 1909, pág. 188.

VI. El mapa de España de Tomás López

La política de Ensenada referente a la formación de científicos y técnicos españoles en el extranjero tuvo unos resultados claramente positivos para el desarrollo de la geografía hispana. Gracias a ella pudieron formarse en París los dos grandes geógrafos del siglo XVIII, Tomás López y Juan de la Cruz Cano, realizadores de una importante labor cartográfica.

Tomás López es el más perfecto representante de los «geógrafos» del setecientos, con una vasta labor de elaboración crítica y erudita, a la vez que de grabado, de mapas y planos de los vastos dominios españoles y de otras partes del mundo. Pero su actividad esencial se dirigió a la realización de un gran proyecto cartográfico tan caro a su primer protector, Ensenada, y a otros gobernantes de la época: el mapa de España. A las aportaciones y de las insuficiencias de su labor se dedicará este capítulo.

CRUZ Y LÓPEZ, PENSIONISTAS DE S. M. EN LA CORTE DE PARÍS

El aprendizaje de Tomás López y de Juan de la Cruz Cano en París fue prolongado y riguroso. López estuvo en París nueve años (1752-60) y siguió —hay que suponer que también Cano— tres cursos de matemáticas en el Colegio Mazarin, donde asistió a los cursos del abate La Caille, el colaborador de Cassini de Thury en la medida del meridiano de París, recién regresado de su expedición al Cabo para observar las estrellas australes. López pudo aprovechar estos cursos, pues antes de su partida de España había estudiado, además de gramática y retórica, dibujo en la Academia de San Fernando y un curso de matemáticas en el Colegio Imperial de Madrid con el padre Wendlingen. En París frecuentaron

también el taller de D'Anville, geógrafo del rey de Francia, donde quizá conocieron al grabador Guillaume Delhay, colaborador suyo en la confección de numerosos mapas.

Los progresos realizados permitieron a Cano y a López publicar durante su estancia en París sus primeros trabajos cartográficos, ya conjuntamente o de forma separada. En colaboración realizaron en 1755 el mapa marítimo del golfo de México, dedicado a Fernando VI, y un mapa de América septentrional (1757) con indicación de las áreas sobre las que pretendían tener derechos Francia e Inglaterra. Como se ve, las implicaciones políticas de la cartografía señaladas en el capítulo anterior no eran ajenas a los pensionistas en estos años de su formación.

López, por su parte, publicó un *Atlas geográfico del Reyno de España e Islas adyacentes, con una breve descripción de sus Provincias* (París 1756-57, Madrid, 1757) de 21 mapas; un *Atlas abreviado de Bohemia para la inteligencia de la Guerra presente entre la Emperatriz y el Rey de Prusia* (Madrid, 1757); y un *Atlas geográfico de la América septentrional y Meridional* (París y Madrid, 1758). En todos ellos aprovechó materiales existentes, y concretamente para la construcción del de Bohemia usó «las Tablas Geográficas de Tobias Mayer y a Muller»¹.

TOMÁS LÓPEZ, GRABADOR Y GEÓGRAFO

Tras su vuelta a Madrid en 1760, Tomás López dedicó una parte esencial de su actividad cartográfica a la realización de mapas de España, de sus reinos, provincias y ciudades. López fue a la vez el erudito geógrafo que reunía y sintetizaba los materiales, el grabador experimentado y el editor de sus mapas. Su actividad fue incansable hasta el final de su vida, contando en los últimos años con la colaboración de sus hijos Juan y Tomás Mauricio, el primero de los cuales firmó con él un cierto número de sus producciones².

¹ López, 1757. Al Lector. Cada hoja del Atlas va acompañada de una explicación en la página frontera. El Atlas contiene también, además de hojas sobre Bohemia y sobre cada «círculo», un plano de Praga y una lámina de la batalla librada en 1757 junto a dicha ciudad.

² La biografía de López fue realizada por Marcel, 1909, el cual elaboró el catálogo de 206 mapas (originales, segundas ediciones y ediciones extranjeras). Gonzalo de Reparaz (1943, págs. 109-14) utilizó ampliamente estos datos y aportó nuevas informaciones. Seguimos aquí estos trabajos, con datos suplementarios cuya fuente se indica en el lugar oportuno.

En los primeros años de su reinstalación en Madrid, López trabajó en gran medida como grabador y editor, grabando e imprimiendo mapas destinados a publicaciones diversas y realizando personalmente cartas relativamente sencillas a partir de materiales publicados. Así, el plano de Madrid que había realizado en 1757, «reducido por D. Ventura Rodríguez» y «grabado y adornado por Tomás López», se publicó varios años seguidos en el *Calendario normal y Guía de forasteros*, obra para la cual grabó también en 1761 un mapa de España de Antonio Sanz. También realizó mapas para la *España Sagrada* del padre Flórez, grabando los del obispado de Orense (1763) y de Mondoñedo (1764), delineados por José Cornide. Por último se publicaron asimismo «en casa de Tomás López, Pensionista de S. M. C.», dos mapas del geógrafo del rey de Francia, I. B. Nolin (España, y costas de Andalucía, 1762), así como el *Atlas d'Espagne et du Portugal* de Tillemont y Baudrand (1762), para el que realizó un mapa de Portugal, a la vez que formaba y editaba de forma independiente varios mapas de las regiones portuguesas, construidos, como reza en ellos, «según las más modernas memorias». Esta actividad de grabador la continuó López toda su vida, como lo prueba su edición del mapa del Reino de Sevilla (1767), «hecho sobre el que publicó el ingeniero en Jefe Don Francisco Llobet»; la «Carta reducida del Océano Asiático o Mar del Sur» de Miguel Constantó, grabada en 1770; la del Obispado de Barcelona hecha por Javier Garma y Durán en 1761 y grabada en 1774 y la de la Plaza de Argel de José López Llanos (1784).

La larga estancia en París le permitía a López disponer de una buena información sobre la producción cartográfica francesa, y no es extraño por ello verle usar en su trabajo mapas publicados en aquel país, y en particular los de su maestro D'Anville; este es, por ejemplo, la fuente del mapa de Luisiana publicado en 1762, en el que se mostraban al público español los territorios cedidos por el rey de Francia en América del Norte al firmarse la paz de París de 1763.

Pero, además de estos trabajos menores, López empezó inmediatamente su trabajo sobre España, que era el que en definitiva había decidido su marcha a París. Los mapas de los reinos de Córdoba, Granada, Jaén, Valencia (Cuadro 1), van siendo realizados y publicados por él a partir de 1761. Para su confección López utiliza fuentes diversas, que él se limita a seleccionar y sintetizar. Entre ellas, parece que pudo usar también el mapa de los jesuitas Martínez y De la Vega, al que ya nos hemos referido. Dado que este mapa estaba inédito dicha utilización indica una disponibilidad de materiales reservados, lo que a su vez

demuestra que el trabajo que López emprendía sobre España no era una simple empresa privada, sino realizada con apoyo de la administración.

En cualquier caso la tarea a la que se dedicó obedecía claramente a un plan ambicioso y de conjunto, pues desde 1771, por lo menos, anuncia que con los mapas que publica está formando «el Atlas particular de España». Este plan le llevó a realizar en años sucesivos mapas de los diversos reinos y territorios de la monarquía en una sucesión que seguramente tiene mucho que ver con la disponibilidad de materiales o con encargos concretos que se le hacían. Entre estos últimos algunos procedieron de obispos ilustrados deseosos de conocer con exactitud los límites de sus diócesis; es el caso del mapa del obispado de Lugo (1768), «delineado con la posible exactitud de orden del Ilmo. Sr. D. Juan Sáenz de Buruaga, Obispo y Señor de dicho Obispado», o el de la recién creada diócesis de Tudela, encargado por su primer obispo Francisco Ramón de Larumbe, al que se lo dedica. Otros fueron encargos del Real y Supremo Consejo de Órdenes, que costeó también la edición, encargos que entre 1783 y 1787 dieron lugar a la publicación de casi una veintena de mapas de territorios de las Órdenes (señalados con C. O. en el Cuadro 1)³.

No cabe duda de que López gozó de amplias ayudas y apoyos en la administración. Lo prueba el hecho de que personalidades relevantes de la vida nacional aceptaran que les dedicara algunos mapas suyos. Mientras estaba en París, López dedicó obras a Fernando VI (Golfo de México), a don Jaime Massones de Lima, embajador de España en París (*Atlas del reino de España*, 1757) y a don Francisco Gaona y Portocarrero, conde de Valparaíso y marqués de Añavete (*Atlas de Bohemia*, 1757, y más tarde también *Provincia de la Mancha*, 1765). De vuelta a España sus dedicatorias tuvieron numerosos destinatarios: personas de la familia real como el Infante don Luis Antonio Jaime (*Reino de Valencia*,

³ Jovellanos, miembro del Consejo de Órdenes Militares, fue encargado en abril de 1786 de dirigir la formación y edición de la geografía y atlas del territorio de las Órdenes, elaborando un proyecto sobre ello. Para la elaboración de los datos históricos sobre las Órdenes Militares, Jovellanos contó con la ayuda del presbítero Antonio Mateos Murillo, Académico de la Historia y bibliotecario de la institución, el cual extrajo 1.154 documentos entre 1786 y 1790. Cuando murió en 1791, Murillo estaba encargado de «hacer los ajustes para el tirado e iluminado de los mapas», para lo cual se habían grabado 20 láminas de cobre. De la corrección de la nomenclatura de los pueblos y ortografía correcta para la impresión se cuidaron, además de Mateo Murillo, el contador Miguel González y el geógrafo Tomás López en 1791. Según Jovellanos, la obra de la que estaba encargado debería llevar el título de *Geografía del territorio de las Órdenes Militares de España*, porque «si bien el nombre de *Geografía* en su sentido más específico solo comprende la mera descripción de los países o territorios, no hay duda que pertenecen también a ella todas las divisiones civiles y políticas que tienen relación con el gobierno de los mismos territorios y son peculiares de la geografía civil» (Jovellanos, «Sobre la publicación de los mapas geográficos del territorio de las Órdenes», en *Obras*, vol. V, págs. 138-45, 1956).

1762; Reino de Aragón, 1765, Segovia, 1773); figuras de la aristocracia como los duques de Lerma (*Extremadura*, 1766), de Arcos (*Reino de Sevilla*, 1767), de Alcántara (*Valladolid*, 1779), de Frias (*Palencia*, 1782) y de Alba (*Salamanca*, 1783), los marqueses de Villena (*Obispado de Cuenca*, 1766), de Villarias (*Granada*, 1761) y de Velamazán (*Guadalajara*, 1766); eclesiásticos como el cardenal Lorenzana (*Arzobispado de Toledo*, 1792), o el citado obispo de Tudela; personalidades políticas como Campomanes (*Portugal*, 1778), don Miguel de Múzquiz, secretario del Despacho de Hacienda (*Navarra*, 1772), don Pedro López Lerena, que ocupó este mismo cargo más tarde (*Sevilla*, 1788), don Fernando Magallón, ministro del Supremo Consejo de Indias (*Canarias*, 1780), el conde de Floridablanca (*Galicia*, 1784, *Valencia*, 1788) o Godoy (*Granada*, 1797, *Extremadura*, 1798). El mismo Carlos III fue objeto de dos dedicatorias de mapas de Madrid, el de las cercanías (1761) y el de la ciudad (1785), dedicado y presentado al rey por mano del conde de Floridablanca, gran favorecedor durante un tiempo de Tomás López.

Esta larga lista de dedicatorias muestra las relaciones que López buscó con la clase gobernante, donde sin duda encontró numerosos apoyos. Esto y su indudable laboriosidad le permitió alcanzar el éxito. Ante todo, después de los primeros años difíciles, una cierta prosperidad, que se refleja en los sucesivos cambios de domicilio que expresan sus mapas⁴. Y luego el éxito profesional y los honores, que nunca dejó de proclamar en sus mapas; miembro de las Reales Academias de San Fernando y de la Historia (1776), de la de Buenas Letras de Sevilla y de la Real Sociedad Vascongada de Amigos del País y, sobre todo, el título máspreciado de que siempre se enorgulleció: «Geógrafo de los Dominios de Su Majestad».

EL MÉTODO

Tomás López es un ejemplo perfecto de geógrafo erudito, de gabinete, que trabaja exclusivamente con fuentes de segunda mano sin realizar personalmente las observaciones astronómicas y topográficas necesarias para el levantamiento cartográfico. Sigue en esto fielmente a su maestro

⁴ En 1760 vivía en la calle del Ave María, en 1765 se trasladó a la calle de Carretas, entrada por la plaza del Ángel, y en 1783 a la calle de Atocha; es en estos domicilios donde los interesados podían adquirir sus mapas.

CUADRO VI.I

Mapas realizados por Tomás López

Año	España	Dominios españoles	Generales y extranjero
1755		Golfo de México (2 h)	
1756		Mares entre Asia y América (en colaboración con Cano)	
1757	Madrid <i>Atlas Geográfico de España</i>		<i>Atlas abreviado de Bohemia</i>
1758			<i>Atlas de América</i>
1759	España		
1760	Provincia y Obispado de Cuenca (?)		
1761	Reino de Córdoba España Cercanías de Madrid Reino de Granada Reino de Jaén Anfiteatro Baile Caños del Peral		

Reino de Portugal
Provincia de Alentejo
Provincia de Beira
Provincia de Entre Duero y
Miño
Provincia de Tras os Montes
Reino del Algarve

Luisiana
Nueva Orleans y Luisiana

Costa del Estrecho de Gibraltar
Plaza de Gibraltar
Partido de Llerena
Reino de Valencia
Partido de Mérida (C.O.)
Costas meridionales
España (con los reinos de Granada y
Andalucía)

1762

Cercanías de Madrid
Provincia de Madrid
Obispado de Orense

1763

Obispado de Mondoñedo

1764

Reino de Aragón (4 h)
Provincia de la Mancha

1765

Provincia y Obispado de Cuenca
Extremadura (2 h)
Provincia de Guadalupe

1766

Reino de Sevilla (4 h)
Partido de Madrid
España dividida en sus provincias

1767

Obispado de Lugo
Obispado y Reino de Murcia
Provincia de Toledo

1768

Año	España	Dominios españoles	Generales y extranjero
1769	Partido de Almonacid Provincia de Ávila Rioja Señorio de Vizcaya		Isla de Córcega Europa
1770	Provincia de Álava España Provincia de Guipúzcoa		
1771	Castilla La Nueva (?)		África Mapamundi Océano Asiático o Mar del Sur
1772	Provincia de Madrid Reino de Navarra (4 h) España Romana	América	Asia
1773	Provincia de Madrid y Partido de Almonacid Isla de Mallorca y Cabrera (2 h) Provincia de Segovia (4 h) Provincia de Zamora		
1774	Obispado de Barcelona Partido de Bastón de Laredo		Tierra Santa Tierra de Canaan
1775			Reinos de Marruecos, Fez, Argel y Túnez (2 h)

1776	Principado de Cataluña (4 h)		
1777	Principado de Asturias (4 h)	<p>Colonia del Sacramento Río Grande de San Pedro Parte de Chile Isla y Puerto de Santa Catalina</p>	
1778	<p>Isla de Ibiza Reino de Portugal</p>	<p>Nueva Inglaterra Golfo de Guinea e islas de Annobón y Fernando Poo</p>	
1779	<p>Isla de Fuerteventura Bahía de Gibraltar Islas de Lanzarote y Hierro Provincia de Valladolid (4 h) Isla de Tenerife</p>	<p>Plaza de Colonia del Sacramento Ceuta (h 1780)</p>	<p>Alemania</p>
1780	<p>Islas de Canarias (2 h) Isla de Menorca Ruta de Don Quijote Islas de La Palma y Gomera Isla de Gran Canaria Getafe (dibujado con M. Sáenz)</p>	<p>Isla de Jamaica * Isla de la Barbada * Isla de San Cristóbal * Isla de la Antigua</p>	<p>Ciropedia (2 h) Canal de la Mancha (2 h)</p>
1781	<p>Ciudad de Gibraltar Tierras de Guadalupe Castillo de San Felipe y bahía de Mahón</p>	<p>Antillas menores (2 h) * Martinica</p>	<p>* Azores (2 h)</p>
1782	<p>Isla de Cabrera Provincia de Palencia (2 h)</p>	<p>* Puertos y plano de Jamaica * Desembocadores e Isla de Santo Domingo * Islas Lucayas</p>	

Año	España	Dominios españoles	Generales y extranjero
1783	Partido de Llerena (C.O.) Provincia de Madrid Provincia de Salamanca (4 h) Provincia de Soria (4 h) Partido de Villanueva de los Infantes (C.O.) Desembarco de Crillon en Menorca (8 h) Partido de Mérida (C.O.)	Alrededores de México (Solís) Camino de Cortés en Nueva España (Solís) Ciudad de San Agustín, Florida * Isla de Cuba, carta marítima	Bahía de Argel Constantinopla
1784	Provincia de Burgos (4 h) Reino de Galicia (4 h) Partido de Segura de la Sierra (C.O.) Partido de Toro Partido de Ocaña (C.O.) Partido de Jerez de los Caballeros (C.O.) Partido de Cieza (C.O.)		* Plaza de Argel
1785	Partido de Alcañiz (C.O.) Partido de Alcántara (C.O.) Partido de Almonacid (C.O.) Campo de Calatrava (C.O.) Partido de Martos (C.O.) Partido de Villanueva de la Serena (C.O.) Madrid Partido de Reinosa Partido de Tudela Obispado de Tudela Ciudad de Tudela Partido de Carrión Señorío de Molina.	Ciudad de México (4 h) Ciudad y Puerto de La Habana Puerto Rico Ciudad de Santo Domingo	Rada y ciudad de Trípoli

1786	Coto de Garabanes (Partido de Castrotorafe) Gobierno San Mateo (C.O.) Parte Provincia de León (C.O.) Cotos Codosedo (Partido Castrotorafe) (C.O.) Partido de Ponferrada (2 h) Parte Reino de Valencia (C.O.)	Ciudad de Quito Puerto de Veracruz
1787	Feligresía de Carrocedo (Partido de Castrotorafe) (C.O.) Cotos de Roas (Partido de Castrotorafe) (C.O.) Coto de Courel (Partido de Castrotorafe) (C.O.) Cotos de Rochas (C.O.) Adelantamiento de Cazorla Reino de Jaén Partido de Santo Domingo y Logroño Partido de Madrid Términos de Xerez, Tempul y Algar	
1788	España (reducción del de 1770) Ciudad de Sevilla (6 h) Reino de Valencia	Islas Chafarinas
1789	Cercanías de Madrid Partido de Almonacid de Zorita	Reino de Hungría
1790	España, con dom. Órdenes (4 h)	América

Año	España.	Dominios españoles	Generales y extranjero
1791		Islas de Puerto Rico y de Bieque	
1792	España (4 h) Arzobispado de Toledo (4 h)		Europa Mapamundi <i>Atlas elemental moderno</i>
1793	Baleares y Pithyusas (2 h) * País de Labour y Navarra baja * Rosellón y frontera de Cataluña	Melilla	* Ciudad y Radas de Tolón
1794	* Conflent, Cerdeña, Foix y frontera española	Islas Marianas y Surgidero de Humata América * Ciudad de Bayaha, en Santo Domingo	* Villa y puerto de Collioure y de Vendré
1795	España Reino de Granada (4 h)		
1796			Cerdeña y Córcega Sicilia República de Génova
1797	España abreviada Extremadura (4 h) Reino y Obispado de Córdoba Córdoba el Carpio, Los Pedroches y Santa Eufemia (2 h) Obispado de Plasencia (2 h)	** Islas Marquesas, Dominica, Puerto de la Madre de Dios ** Isla de Pascua o Tierra de Davis	

1799

1800

1801

Península y Provincia de
Yucatán
Obispado de Michoacán

Atlas elemental antiguo

1802

Tierra Firme y Provincia de
Veragua

* En colaboración con Juan López (en algunas fuentes puede atribuirse sólo a este).

** En colaboración con Tomás Mauricio López (según Palau).

Fuentes: Elaborado con datos procedentes de Sempere Guarinos, 1785, vol. III; Prudent, 1904; Marcel, 1909; Palau, 1954, vol. VII; Servicio Geográfico del Ejército, 1974; Valles Sanchis, 1979 y Fuentes Cartográficas Españolas, 1972-73, vols. I y II.

Observaciones: Se citan sólo las primeras ediciones, prescindiendo de las numerosas reediciones de algunos mapas. No se ha podido identificar la fecha de los siguientes mapas: California, Orán, Ducado de Silesia, Grande y Pequeña Polonia dividido en Palatinados.

D'Anville, el cual había llegado mediante este procedimiento a notables grados de exactitud⁵. López carecía, en cambio, de la buena preparación histórica del geógrafo francés, y sus posibilidades de crítica del material que utilizaba era mucho menor, por lo que fue acusado de poco cuidadoso y exacto en su trabajo.

Estos defectos básicos de su obra se reflejan tanto en sus producciones cartográficas como, de manera más patente, en su obra escrita de carácter descriptivo. Si la *Descripción de Madrid* (1763) era una simple recopilación de informaciones sin ningún tipo de elaboración personal, los dos volúmenes que escribió más tarde sobre ella parece que no eran mejores, y Floridablanca rechazó duramente la propuesta que le hizo Tomás López el 5 de abril de 1785 para dedicarle al rey esta obra. La respuesta del político no deja ninguna duda sobre el carácter de las deficiencias de esta obra: «Por lo poco que he visto esta obra, recelo que tenga mil defectos y que sea mas una mala copia o traducción de lo que otros han hecho, que un libro original o mediano»; Floridablanca señalaba que López había copiado las guías para extranjeros y los estados militares y que además «adopta seguir enunciativas mucha parte de las fábulas de nuestro origen»; por ello concluía que «antes de publicar la obra le conviene por su honor y el nuestro que alguna mano hábil y exacta la purifique», invitándole a que en el futuro se dedicara exclusivamente a sus trabajos cartográficos⁶. Contestación que, dada la personalidad del que aconsejaba, dio lugar a la destrucción de los volúmenes y a una promesa de López de que «no me ocuparé de hoy en adelante mas que en mi Geografía exacta, esto es en la composición y construcción de mapas, y si alguna vez escribo, no será de la geografía histórica ni cronológica, pero si de la que pertenece al ramo de las matemáticas».

Aunque los contemporáneos dudaron, como veremos, de la capacidad de López para desarrollar rigurosamente esta rama de la geografía «exacta» y matemática, hay que decir que nuestro autor había publicado en 1775 el primer volumen de una obra notable, *Principios geográficos aplicados al uso de los mapas*, en el que incluía un tratado de la esfera con las explicaciones habituales sobre este tema, y había sistematizado una serie de cuestiones metodológicas sobre la construcción de mapas en el volumen II aparecido en 1783.⁷ Las cuestiones abordadas

⁵ Broc, 1975, págs. 31-36.

⁶ En Marcel, 1909, págs. 175-76.

⁷ López, 1785 y 1783. La fecha de 1785 que lleva el vol. I es, sin duda, un error, ya que de la dedicatoria a don Pedro Rodríguez Campomanes está firmada el 8 de junio de 1775 y en el Prólogo del vol. II (1783) afirma: «Hace más de ocho años que publique el primer tomo de los principios geográficos...».

en este segundo volumen arrojan mucha luz sobre las preocupaciones básicas de Tomás López y sobre la forma de proceder en la elaboración de los mapas, ya que si por un lado están totalmente ausentes temas tan esenciales como la determinación astronómica de la posición o las proyecciones, se dedica, por otro, casi la mitad del volumen a las medidas itinerarias y su conversión, tema que, por cierto, había constituido también el objeto de su discurso de ingreso en la Academia de la Historia (1777), dedicado a las medidas de longitud entre los hebreos y su conversión a varas castellanas. La atención a estos problemas era lógica en los geógrafos que, como él, utilizaban materiales de segunda mano, ya que únicamente un riguroso conocimiento de los valores de las distintas medidas usadas desde la antigüedad y contemporáneamente en los diferentes reinos y regiones permitía situar correctamente en el mapa lugares de los que solamente se tenía la distancia respecto a uno o varios puntos conocidos.

Esta era la única forma de proceder cuando no se trabajaba sobre el terreno. Tomás López reconoce, desde luego, que «el mejor modo de hacer un Mapa es andando y midiendo la tierra», pero considera que «este método no es adaptable a las facultades de un particular». Su método —que es el método del «geógrafo», en contraposición al de los que hacen las observaciones directamente—, es otro, tal como expone en los *Principios geográficos*:

«El Geógrafo trabaja en su casa, teniendo a la vista papeles varios de un mismo terreno, que compara, y adapta lo que según su buena crítica es mas perfecto. No es ministerio suyo levantar planos particulares, porque para esto hay otra clase de gentes, que no necesita mayor instrucción, que la de llegar a saber hasta la Geometría rectilínea. Si los Geógrafos necesitaran ver y medir la tierra, que comprehende sus Mapas, ninguno hubiera podido durante su vida publicar una de las quatro partes de la tierra; y es así que hacen las quatro⁸.»

Aunque López se equivocaba respecto a los conocimientos necesarios para hacer un levantamiento cartográfico sobre el terreno —distinto de la simple labor de agrimensura—, estas palabras reflejan claramente su propia forma de proceder. Una parte esencial de su trabajo consistió, en efecto, en determinar los datos básicos a partir de «papeles» diversos. Su trabajo empezaba con la búsqueda y selección de los mapas o descripciones ya existentes y seguía con la comparación crítica de sus datos. López valora grandemente esta parte de su labor, que requería

⁸ López, *Principios...*, vol. II, 1785, págs. 147-48.

conocimientos históricos para poder juzgar la información de los mapas antiguos: «La mayor parte de los Geógrafos —escribe— evitan el trabajo de ver los originales, aunque los posean, y mucho menos si están en el caso de tener que buscarlos: así ahorran la dificultad grande que hay en conciliar los Geógrafos antiguos, y los modernos». Pero esto, según él, es una forma incorrecta de proceder, ya que «varían los antiguos en los nombres de los lugares, en las situaciones de ellos, en las divisiones y en otras muchas cosas». En cuanto a los nombres y divisiones modernas, advierte que «la mudanza de un soberano, la de una nueva alianza o tratado particular, la paz que sucede a la guerra, son motivos suficientes para que se alteren los nombres de las Poblaciones y los límites de los Reynos y Provincias». Por todo ello, el geógrafo «ajusta su obra con lo que pasa en su tiempo», lo que exige conocimientos y cuidado especial, ya que «sería muy reparado escribir hoy a Madrid con uno de los nombres que antes tuvo; y también se faltaría a la verdad, si al presente se demarcara la dominación de los turcos como era quatro siglos ha»⁹.

LAS FUENTES

Tomás López utilizó ampliamente los mapas de los siglos XVI y XVII, la producción de los geógrafos europeos y los numerosos levantamientos cartográficos realizados en España durante el siglo XVIII por marinos, ingenieros, militares, agrimensores, funcionarios de formación diversa y simples particulares. Estos documentos pudo obtenerlos fácilmente de los ricos y ya entonces organizados archivos españoles, o le fueron entregados por el gobierno en el caso de materiales reservados producidos por mandato de diversos organismos públicos.

Pero para la ambiciosa empresa de realizar el mapa de España estos materiales eran a veces insuficientes por carencia de algunas informaciones o por su heterogeneidad y discontinuidad. Por ello puso a punto un plan de recogida de datos en todo el territorio nacional a través de los obispos, curas párrocos y otro personal eclesiástico. Hacia 1766, López

⁹ López, *Principios...*, vol. II, págs. 149-50.

se dirigió a ellos como Geógrafo de los Dominios de S. M. para exponerles que hallándose realizando «un mapa y descripción de esa diócesis, y deseando publicarle con el acierto posible» le parecía indispensable disponer de las informaciones que solicitaba en el interrogatorio adjunto, ofreciendo citar en la obra el nombre de las personas que le enviaran información¹⁰.

El texto del interrogatorio, que vale la pena reproducir completo, es el siguiente:

«1.º Si es Lugar, Villa o Ciudad, a qué Vicaría pertenece; si es Realengo, de Señorío mixto y el número de vecinos.

2.º Si es cabeza de Vicaría o Partido, Parroquia, Anexo y de qué Parroquia, y si tiene Convento, decir de qué Orden y sexo, como también si dentro de la población o extramuros hay algún santuario, e Imagen célebre, declarar su nombre y distancia; asimismo el nombre antiguo y moderno del Pueblo, la advocación de la Parroquia y el Patrón del Pueblo.

3.º Se pondrá cuántas leguas dista de la principal o Metrópoli cuánto de la cabeza de la Vicaría y cuántos quartos de legua de los Lugares confinantes; expresando en este último particular, los que están al Norte, al Mediodía, Levante o Poniente, respecto del lugar que responde y cuántas leguas ocupa su jurisdicción.

4.º Dirá si está a orilla de algún río, arroyo o laguna, si a la derecha o a la izquierda de él baxando, aguas abaxo: dónde nacen estas aguas; en dónde y con quién se juntan y cómo se llaman. Si tiene puentes de piedra, de madera o barcas, con sus nombres y por qué lugares pasan.

5.º Expresarán los nombres de las sierras, dónde empiezan a subir, dónde a bajar, con un juicio razonable del tiempo para pasarlas, o de su magnitud; declarando los nombres de sus puertos y en dónde se ligan y pierden o conservan sus nombres estas cordilleras con otras.

6.º Qué bosques, montes y florestas tiene el Lugar; de qué matas poblado, cómo se llaman, a qué ayre caen y cuánto se estiende.

7.º Quándo y por quién se fundó el Lugar, qué armas tiene y con qué motivo, los sucesos notables de su historia, hombres ilustres que ha tenido y los edificios o castillos memorables que aún conserva.

8.º Quáles son los frutos más singulares de su terreno, los que carece; cuál la cantidad a que ascienden cada año.

9.º Manufacturas y fábricas que tiene, de qué especies y por quién establecidas; qué cantidades elaboran cada año; qué artifices sobresalientes en ellas; qué inventos, instrumentos o máquinas ha encontrado la industria para facilitar los trabajos.

¹⁰ Marcel, 1909, publica la carta y el cuestionario (págs. 162 y 189-90), así como alguna respuesta. También lo hace Castañeda y Alcover (1916-24, núm. 31, págs. 355-58), que ha editado las relaciones correspondientes al reino de Valencia. La documentación se conserva en la Biblioteca Nacional, Departamento de Manuscritos. Ver referencia en Reparaz, 1943, pág. 120, nota 91. Recientemente los mapas y bocetos manuscritos realizados por los corresponsales de López han sido objeto de un análisis semiótico por Vayssiére, 1980.

10.º Quáles son las ferias o mercados y los días en que se celebran; qué géneros se comercian, extraen y reciben en cambio, de dónde y por dónde; sus pesos y medidas, compañías y casa de cambio.

11.º Si tiene estudios generales o particulares, sus fundaciones, método y tiempo en que se abren; qué facultades enseñan y cuáles con más adelantamiento y los que en ellas se han distinguido.

12.º Qué es su gobierno político y económico; si tiene privilegios y si erigió en favor de la enseñanza pública algún Seminario, Colegio, Hospital, casa de recolección y piedad.

13.º Las enfermedades que comúnmente se padecen y cómo se curan, número de muertos y nacidos, para poder hacer juicio de la salubridad del pueblo.

14.º Si tiene aguas minerales, medicinales o de algún beneficio para las fábricas, salinas de piedra o agua, canteras, piedras preciosas, minas, de qué metales, árboles y hierbas extraordinarias.

15.º Si hai alguna inscripción supulcral u otras en qualquier legua que sea.

Finalmente todo quanto pueda conducir a ilustrar el pueblo, aunque no esté prevenido en este Interrogatorio.

Nota. — Procurarán los señores [...] formar unas especies de mapas o planos de sus respectivos territorios de dos o tres leguas en contorno de su pueblo, donde pondrán las Ciudades, Villas, Lugares, Aldeas, Granjas, Caseríos, Ermitas, Ventas, Molinos, Despoblados, Ríos, Arroyos, Sierras, Montes, Bosques, Caminos, &, que aunque no estén hechos como de mano de un profesor, nos contentamos con sólo una idea o borrón del terreno; porque los arreglaremos dándoles la última mano. Nos consta que muchos de los señores Párrocos, son aficionados a la Geografía y cada uno de éstos puede demostrar muy bien lo que hay al contorno de sus Iglesias.»

El interrogatorio fue ampliamente distribuido, seguramente con permiso y ayuda del gobierno, y López insistió repetidamente en demanda de respuestas. Estas fueron llegando durante los treinta años siguientes, y por ejemplo las de Valencia, publicadas por Vicente Castañeda y Alcover, están fechadas entre 1771 y 1787. Dichas contestaciones, con los planos que se solicitaban, constituyen hoy una valiosa fuente para la historia del siglo XVIII inexplicablemente poco utilizada. Pero el mismo espaciamento temporal de las respuestas, el gran número de ellas, y quizás el espíritu escasamente crítico que muchos coinciden en atribuir a López¹¹, las hicieron seguramente menos útiles de lo que podía esperarse del esfuerzo desplegado en obtenerlas.

A pesar de todo, Tomás López insistió una y otra vez en su solicitud y las fue conservando, quizá con la idea de publicar un Diccionario Geo-

¹¹ Por ejemplo, Marcel afirma que «no tenemos ninguna prueba de que estas relaciones hayan sido examinadas por López con espíritu crítico. No están acompañadas de ninguna reflexión, de ninguna apreciación», 1909, pág. 163.

gráfico de España¹², proyecto que también acariciaba por entonces la Academia de la Historia de la que él formaba parte¹³.

También fue muy cuidadoso en citar, como había prometido, a las personas que le facilitaran noticias, y los mapas de las diversas regiones son en este sentido una fuente interesante para detectar los documentos que realmente utilizó. Si en algunas ocasiones se limita a indicar que el mapa había sido construido «sobre las memorias [o las noticias] de los naturales» (Ávila, 1769; Rioja, 1769; Álava, 1770; Segovia, 1773; Bastón de Laredo, 1774), en otras destaca explícitamente los nombres de sus autores (como en el mapa del Partido de Toro, 1784).

Pero, además de las respuestas directas a su interrogatorio, Tomás López pudo utilizar, como ya hemos señalado, mapas y relaciones escritas elaboradas por funcionarios o por autores particulares. Hay que reconocer que fue generalmente muy escrupuloso en la enumeración de estas fuentes, que él citó abundantemente en las hojas correspondientes. Estas referencias nos dan un buen conocimiento de los fondos cartográficos existentes en aquel momento, y merecerían ser sistematizadas para contribuir a elaborar el censo de los cartógrafos españoles y de los informadores locales de López.

En un esfuerzo por presentar una muestra de estas diversas fuentes utilizadas por López podrían citarse algunos ejemplos a título de ilustración.

Ante todo, hay que destacar que en esta relación de fuentes los mapas de autores extranjeros son bastante escasos, lo que no es de extrañar, puesto que precisamente en la carta que acompañaba al interrogatorio, López afirma que deseaba «desterrar de los mapas extranjeros, de las descripciones geográficas de España, muchos errores que nos postran»; errores que, según él, no eran casuales sino intencionados: «unos cautelosamente, otros ocultando nuestras producciones, para mantenernos en la ignorancia con provecho suyo». Aun así su uso era a veces indispensable, sobre todo en las regiones fronterizas. Por ello el de Aragón (1765) fue construido «sobre el celebre mapa de los Pirineos de M. Roussel, el de Juan Bautista Labaña, el de P. Seyra, el de M. D'Anvi-

¹² Así lo estima Marcel, 1909, pág. 164, y deja suponerlo el mismo título con que se conservan en la Biblioteca Nacional de Madrid, *Diccionario geográfico de España formado con los datos reunidos por Tomás López*. Algunas de las descripciones solicitadas por López constituyen auténticas monografías locales o comarcales, de gran valor histórico, y son utilizadas hoy para una visión retrospectiva. Es el caso de la descripción de La Coruña y el mapa correspondiente realizados por Bernardo del Río en 1799 para utilizarla en el *Diccionario Geográfico de España* y estudiados por Martínez Barbeito, 1966.

¹³ Ver sobre ello Capel, *Diccionarios geográficos de la Ilustración española...*, 1981.

lle y otros», aplicadas, además, las observaciones astronómicas. Para la composición del de Cataluña, por su parte, se tuvo presente nuevamente el mapa de los Pirineos de Roussel, el del conde Darnius, el de José Aparicio, el de Francisco Garma y «otros manuscritos y buenas relaciones». En el de Navarra (1772), además del de Roussel, el construido por don Josef de Horta y otros varios manuscritos.

Entre los mapas contemporáneos de autores españoles usados por López, destacan por su abundancia los realizados por militares, principalmente ingenieros. Así, para el de la isla de Mallorca (1773) se tuvo presente el de don Francisco Garma, varios manuscritos y particularmente el del teniente coronel reformado don Juan de Landaeta, y «el mui especial que se levantó del Puerto mayor y menor de la Alcuía». El de Ibiza (1778) fue «reducido por el que levantó el Capitan e Ingeniero Ordinario D. Josef Garcia Martinez» en el año 1765; el de Guipúzcoa (1770) se construyó «sobre las memorias de los naturales y sobre el Mapa de la Costa manuscrito levantado por los ingenieros»; el de Zamora (1773) compuesto «con las memorias de los naturales y, por una porción, del mapa del Reino de León que hizo el Brigadier e Ingeniero Director D. Julian Giraldo», y el de Extremadura (1766) por el Mapa manuscrito de D. Luis Joseph Velázquez, el del Maestre de Campo D. Luis Venegas y nuevamente sujeto a las «memorias remitidas por sus naturales y a las observaciones Astronómicas».

En otras ocasiones los autores citados son civiles o personas cuya profesión no se especifica. El mapa del obispado y reino de Murcia se construyó «sobre el impreso de Felipe Vidal y Pinilla —que, por cierto, había sido realizado casi medio siglo antes, en 1724— y por las memorias particulares remitidas por los naturales»; el del Adelantamiento de Cazorla «según el manuscrito del Licenciado D. Francisco Manuel de la Torre y Cuebas, actual corregidor de la villa de Oropesa»; y el mapa particular de la huerta de Valencia según el mapa manuscrito por D. Vicente Onofre Danvila, regidor perpetuo de la ciudad de Valencia. Algunos nombres se repiten lógicamente en diversos mapas. Es lo que ocurre en los de Cuenca (1766) y Señoría de Molina (1785); mientras el primero fue construido «sobre el Mapa de este Obispado, que corre en nombre del Licenciado Bartolomé Ferrer y el manuscrito del Señorío de D. Gregorio Lopez», el segundo se sacó «de varias noticias, y particularmente de un Mapa manuscrito y una descripción histórica de este Señorío, trabajados uno y otro por D. Gregorio Lopez, Abogado de los Reales Consejos». La alusión a informes y descripciones es también frecuente y en algunos casos parece la fuente esencial de algunos mapas, en

los que sólo se especifica que están realizados sobre «memorias impresas y descripciones», como afirma en los mapas de Gibraltar (1762) y Granada (1762).

Fácilmente se comprende que con esta heterogeneidad de fuentes la labor de Tomás López tenía que ser verdaderamente difícil, y aun sorprende que pudiera llevarla a cabo, usando sin duda de una gran tenacidad y constancia. El problema resalta más aún cuando las fuentes se enumeran de manera detallada. Aun a riesgo de cansar al lector daremos tres ejemplos más que acabarán de mostrar la complejidad del trabajo de síntesis que López tuvo que realizar. Los dos primeros son casos de utilización de mapas antiguos, del siglo XVII, y modernos, así como de fuentes cartográficas y escritas: el del reino de Valencia (1788) se basó en el del padre Casaus de 1693, en el del padre Teixeira, en los impresos de Nolin, en la carta manuscrita del cadete de artillería don Carlos Desnay, el mapa del arzobispado de Valencia y de los obispados de Segorbe, en planos locales y descripciones de las parroquias efectuadas por los curas del lugar¹⁴. Al mapa del arzobispado de Toledo (1795) sirvió de base el del arzobispado grabado en 1681, uno manuscrito de don Pedro Medrano, otros por don Francisco Lorenzana a base de un interrogatorio de catorce preguntas contestado por los párrocos¹⁵, las relaciones topográficas realizadas en tiempos de Felipe II y las respuestas de los párrocos al propio cuestionario de López.

El tercer ejemplo constituye un caso claro de utilización de fuentes contemporáneas, pero extraordinariamente diversas. Se trata del mapa del obispado de Tudela (1785), en el que se advierte que se había formado «con varias noticias que subministró su primer Obispo el Ilmo. Sr. D. Francisco Ramón de Larumbe», habiéndose tenido presente «un Mapa manuscrito bastante exacto, que hizo el Pintor D. Diego Díaz del Valle: Otro manuscrito de esta Diócesis, formado por el Agrimensor de la Acequia Imperial de [sic] D. Feliz Guitarte: un plano de las cercanías de Ablitas de D. Fernando Camor; y Fr. Joaquín Alonso, Regente de Ribaforada, con D. Pedro Martínez, varias noticias y mediciones». Para el plano de la ciudad de Tudela, por su parte, Tomás López tuvo en cuenta el remitido por D. Felipe Gutiérrez, el cual a su vez lo había reducido del levantado en punto mayor por D. Gregorio Sevilla; y el plano manuscrito de la ciudad de Tudela comunicado por D. Juan Antonio Fernández.

¹⁴ Las respuestas al interrogatorio en Valencia han sido publicadas por Castañeda y Alcover, 1916-24, incluyendo los croquis realizados por los corresponsales y las adaptaciones de López.

¹⁵ Ver sobre este interrogatorio de 1782 Jiménez de Gregorio, 1966-76.

La actitud de López ante los mapas que utilizaba fue seguramente la de comenzar por un análisis cuidadoso de su valor. Él mismo advirtió que «quando se haga uso de un Mapa, sea antiguo o moderno, se procurará examinar de modo que se distingan sus bondades y defectos: lo que pide —añade— mucha reflexión y estudio»¹⁶. Sin duda tomaba grandes precauciones antes de rectificar cualquier dato, pues «para mudar alguna cosa en un Mapa, se necesita tener documentos esenciales y justificativos, porque mover qualquier cosa sin estas precisas circunstancias, es hacer una obra sospechosa y sin estimación»¹⁷. Cada variación que se efectuara debería estar suficientemente justificada, y en caso de referirse a configuración del terreno, latitud, longitud y otros accidentes importantes, debería explicarse y colocarse en unos de los huecos principales que hubo para ello»; y si el espacio disponible de los huecos principales fuera insuficiente, «se les acompañará con una Memoria o análisis separada, donde se dice por extenso todo lo que ocurre en el asunto e ilustración de los Mapas». Se trata, en definitiva, del método crítico usado por los grandes geógrafos del siglo XVIII, y en particular el de su maestro D'Anville siempre recordado por el antiguo pensionado en la Corte de París. «De este modo lo hacen los geógrafos más acreditados» —escribe López—, y de este modo hay que suponer se propondría actuar él mismo, aunque no sabemos que las memorias previstas se realizaran ni se publicaran, lo que no deja de ser una insuficiencia de su obra, y explica la falta de cuidado de que le han acusado sus biógrafos y comentaristas y la desconfianza que ante sus mapas tuvieron sus mismos contemporáneos¹⁸.

ESCALAS, POSICIONES Y SÍMBOLOS

No es extraño que con esta abundancia y diversidad de materiales López fuera incapaz de reducirlos todos a una única escala y que cometiera errores graves a la hora de decidir la localización de lugares. A ello

¹⁶ López, *Principios...*, vol. II, pág. 158.

¹⁷ López, *Principios...*, vol. II, pág. 158.

¹⁸ Tanto españoles como extranjeros. Entre los primeros, en 1790 José Cornide, al dar cuenta de las minas de carbón de Puentes de García Rodríguez, señala que «se debe comunicar con alguna desconfianza sobre las distancias arregladas en el mapa de Galicia formado por el Geógrafo López», que según Cornide sería de 4 leguas entre Jubia y Puentes de García Rodríguez en lugar de 3, que aparece en el mapa (Cornide, 1790 [en Cladera], pág. 304). Entre los segundos, el inglés Pinkerton, tras alabar el mapa de América de Juan de la Cruz Cano indica que también existían algunos mapas provinciales por López, pero añadía que «como todas las obras del mismo autor no tienen exactitud» (Pinkerton, 1804, pág. 13).

contribuía el reducido número de posiciones astronómicamente determinadas que pudo usar López, el cual no hizo personalmente ninguna contribución en este sentido. Cuando en alguno de sus mapas presume de que está «sujeto a las observaciones astronómicas» (mapas de América; Asia, 1772; España, 1770; Guadalajara, 1766; Mancha, 1765) hay que entender que ha podido utilizar posiciones ya determinadas en aquel lugar, y no que él mismo las hubiera establecido. En este aspecto López siguió el mismo procedimiento ecléctico y sintetizador que usó en todo su trabajo, comparando diversos datos y eligiendo la cifra que le parecía más adecuada.

Tomás López reconocía que «las observaciones astronómicas han ayudado mucho a la exactitud de los Mapas; pero son en número tan corto, y tan escaso en algunas regiones, que es preciso que el geógrafo sea muy hábil para que supla por algún medio este preciso documento de las observaciones»¹⁹. He aquí como de esta forma se justificaba otra vez la necesidad del trabajo crítico del geógrafo. Para ver con detalle esta «habilidad» aplicada a la resolución de un caso concreto podemos considerar los mapas de Canarias, que López realizó en 1779 y 1780 y de cuya publicación se hizo puntualmente eco el regidor perpetuo de la isla de Tenerife don Lope Antonio de Guerra y Peña en sus *Memorias*. Según recoge este personaje, las fuentes que sirvieron al Geógrafo de los Dominios de S. M. para la realización de los diversos mapas de Canarias fueron —por lo que «se nota en ellos», señala— las siguientes: 1) los mapas topográficos levantados por el Ingeniero Jefe don Antonio de la Rivière en compañía de otros ingenieros subalternos; 2) el plano general de las islas levantado en 1742 por don Francisco Xavier Machado y Fiesco, Ministro y Contador general del Real y Supremo Consejo de Indias, y el formado y presentado al Rey por este mismo autor en 1762; 3) un mapa manuscrito «muy bueno aunque sin autor ni fecha», titulado *Plan de las Afortunadas Islas del Reyno de las Canarias*, el cual «tenía por orla en la margen superior la Chronología de los Reyes de España que han dominado la isla y la serie de sus Obispos: que en la Orla inferior había una noticia abreviada de estas islas Geográfico-Histórica»; 4) las noticias facilitadas por el padre fray Francisco de Guzmán «conducentes a la mayor ilustración de estos Mapas»; 5) las noticias de otro canario, don Bernardo de Iriarte, Oficial Mayor de la Primera Secretaría del Despacho y Estado; 6) los datos incluidos en los mapas y trabajos de Bellin sobre las costas occidentales de África, del padre Fevillé, de La

¹⁹ López, *Principios...*, vol. II, 1783, pág. 157.

Martinière, Viera, Moreri, D'Anville, Delisle y la *Historia de los Viajes*, a partir de los cuales, y de los anteriormente citados «determinó los pareceres extremos de todos en un medio prudente que fue la longitud oriental contada desde el Pico del Teide en 3 grados 16 minutos y 30 segundos y la latitud en 28 grados: que queda así colocada la Isla de Fuerteventura hasta que se logre hacer en ella alguna observación astronómica que la fige en su verdadera situación»; 7) el mapa topográfico de la isla de Gran Canaria levantado en 1746 por el ingeniero don Manuel Hernández y la «Descripción Circunstanciada de dicha isla, de su temple, producciones, Comercio, Montes, Ganado, Aves, Villas, Lugares, Población, Fortificación y Guarnición», escrita por el mismo ingeniero y facilitados a don Tomás López por don Joseph Clavijo y Faxardo; 8) para la determinación de las longitudes de la Ciudad Real de las Palmas se examinaron las cartas de Eveux, Fleuri, Feville, D'Anville, Delisle y otros, «y cotejadas con los Mapas manuscritos que merecen mayor aprecio y son los de dicha isla de Canaria de D. Manuel Hernández y el general de las siete islas que franqueó D. Francisco Machado, resultó un medio prudente entre los cálculos extremos de estas obras y se puso a la Ciudad en un grado y 8 minutos, que corresponde al occidente de Madrid 11 grados, 39 minutos y 30 segundos y su latitud en 28 grados»²⁰.

Por procedimientos semejantes²¹ López iba estableciendo las latitudes y longitudes y situando en sus mapas la red de puntos fundamentales. Es seguro que realizó estas operaciones con el mayor cuidado, ya que él mismo advirtió que «para que sea bueno un Mapa, han de estar puestos todos los Lugares en una situación exacta, y relativa a los principales círculos de la tierra»²². También era consciente de que los distintos lugares deberían estar en el mapa «con las distancias respectivas y semejantes a las situaciones que ocupen en la superficie: esto es, respecto de la latitud y longitud» y que, por ejemplo, las fronteras entre los reinos deberían guardar «la misma proporción en los Mapas generales como en los particulares»; respecto a esto último, estima que ello es «bastante fácil cuando hay tablas determinadas de la latitud y longitud de todos los lugares», pero si estas tablas faltan, entonces «se tendrán

²⁰ Guerra y Peña (1760-91), ed. 1955-59, vol. IV, págs. 77-79 (y repetidas en 74-75). Los mapas a que alude Guerra son los de las islas de Lanzarote y Hierro, el de Tenerife, el General de las Islas Canarias y el de Fuerteventura y el de La Palma y Gomera.

²¹ Pueden verse otros ejemplos referentes a los mapas de Burgos y Soria en Reparaz, págs. 113-14, 1943.

²² López, *Principios...*, vol. II, 1783, pág. 152.

CUADRO VI.2

Escala s aproximadas usadas por Tomás López en los mapas de España

Escalas	Núm. de mapas	Lugares
1:100.000-1:200.000	8	Parte Provincia de León (1786), Ponferrada (1786), Navarra (1792), Bastón de Laredo (1774), Provincia de Burgos (1784), Salamanca (1783), Soria (1783), Valladolid (1779)
1:201.000-1:300.000	13	Guipúzcoa (1770), Álava (1770), Zamora (1773), Palencia (1782), Toro (1784), Segovia (1773), Carrión (1785), Reinosa (1785), Señorío de Vizcaya (1769), Principado de Asturias (1777), Reino de Córdoba (1797), Madrid (1773), Santo Domingo de la Calzada y Logroño (1787)
1:301.000-1:400.000	7	Reino de Sevilla (1767), Cataluña (1776), Reino de Galicia (1784), Reino de Jaén (1787), Guadalajara (1766), Aragón (1765), Valencia (1788)
1:401.000-1:500.000	4	Granada (1795), Ávila (1769), Extremadura (1798), Baleares y Pitiussas (1793)
1:501.000-1:600.000	2	Cuenca (1766), Toledo (1766)
1:601.000-1:700.000	2	Mancha (1765), Obispado y Reino de Murcia (1768).

Fuente: Elaborado con datos de Prudent, 1904, pág. 402. Las hojas que aquí se citan son las que se incluyen en el *Atlas geográfico de España* de Tomás López, Madrid, 1810.

presentes en todos los Mapas de fronteras los mismos itinerarios, planos, noticias y documentos, para que salgan consiguientes; y si esto se variase alguna vez, será con motivo de mayor perfección, o por alguna razón poderosa»²³.

Pero, a pesar de todo su cuidado, no podía evitar que las posiciones que él establecía con estos métodos fueran más inexactas que las que

²³ López, *Principios...*, vol. II, 1783, págs. 142-53.

otros lograban contemporáneamente mediante observaciones astronómicas rigurosamente efectuadas. Esta falta de exactitud hace imposible la unión de los mapas parciales que iba efectuando en un gran mapa general de España. Mapa que ni siquiera podía componerse de forma aproximada realizando un gran mosaico con los regionales que iba elaborando, debido a la diversidad de escalas y de proyecciones que López usó en ellos.

En efecto, López usó sobre todo la proyección cónica para los mapas de escala más pequeña y la plana para los de mayor escala, lo cual resulta lógico, aunque carecemos de datos sobre el método que siguió para el cálculo de las mismas²⁴. En cuanto a las escalas —expresadas siempre de forma gráfica— oscilan extraordinariamente, entre aproximadamente 1: 140.000 y 1: 640.000 (cuadro 2), sin que puedan descubrirse las razones que le llevaron a elegir las usadas en cada caso concreto. El meridiano inicial es unas veces el de Madrid y otras el del Pico de Teide. Con todo ello, el esfuerzo laborioso de López, prolongado tenazmente durante cuarenta años, no pudo conseguir a pesar de la fecundidad de su producción ese mapa exacto de España que Ensenada y Jorge Juan pretendieron.

Los mapas de López son esencialmente «geográficos», entendiendo esta expresión en el sentido preciso que él y otros en su época le daban. Ello significa, ante todo, que no son mapas históricos. El mismo autor advertía que «es motivo de que los Mapas carezcan de perfección, el que muchos viajeros y Geógrafos se detienen más en la parte Histórica, que en la Geográfica». Los mapas históricos son otra cosa, y pueden ser útiles —y él también los realizó, por ejemplo en el *Atlas antiguo* (1801)— siempre que el que los realiza tenga una buena formación geográfica: «Bastantes historiadores —afirma— escribieron con obscuridad aquellos hechos que piden instrucción Geográfica, y la ignoran; y al contrario los que trabajaron con este principio, no solamente son útiles al general de las gentes, sí también a los profesores de Geografía»²⁵.

Pero los mapas geográficos no son tampoco mapas de historia natural o de economía política. «Es muy ridículo —dice López— que el Geógrafo mire como objeto principal de sus inquirimientos la Historia natu-

²⁴ En una ocasión señaló que «la proyección de los Mapas ha de ser exacta, procurando seguir el método estereográfico de Roxas, el de Mr. de la Hire, o el que pueda descubrirse más ventajoso y propio a representar el terreno», aunque «nunca se debe adoptar la proyección polar quando el Mapa comprende tierra más distante que el equador» (López, *Principios...*, vol. II, pág. 159).

²⁵ López, *Principios...*, vol. II, 1783, pág. 150.

ral, civil y moral, lo que debe solo tratar sucintamente, porque cada particular de estos tiene sugetos que explique ampliamente.» Sus mapas son esencialmente de localización de lugares y accidentes básicos del territorio. Son representaciones que se insertan claramente en una tradición que está muy bien definida: «Ptolomeo, los pequeños Geógrafos Griegos, el itinerario de Antonio, las tablas de Peutinger, el Geógrafo Nubiense, los Geógrafos Arabes y los Persas pusieron mayor cuidado en describir la tierra, que en sus habitantes. Para perpetuar la Geografía, reduxeron en tablas de longitud y de latitud todas las Ciudades, Villas, Cabos, Golfos, Sierras, y lo demás de cada país, sin detenerse en el particular de la Historia de los pueblos, ni en otro que no fuese del asunto principal»²⁶.

Y eso es precisamente lo que él trata de hacer. Sitúa en sus mapas los elementos esenciales del poblamiento (ciudades, aldeas, castillos, haciendas, conventos, caseríos, ventas, etc.), la red de caminos y de límites administrativos o señoriales, los ríos y montañas, los campos de cultivo y bosques —a veces— y algún que otro hecho económico (minas, aguas minerales, molinos) o histórico (batallas, ruinas) que considera relevante. Para ello utiliza un número relativamente elevado de signos convencionales, generalmente una veintena, pero en ocasiones treinta o más. Su forma de representación es normalmente planimétrica, figurándose la orografía mediante montañas de perfil o, a veces, por trazos finos.

López advirtió sobre los errores que se producían en las cartas por «la impericia del grabador». Defendió por ello que en lo posible, y para evitarlos, debería procurarse utilizar los servicios de grabadores especializados, pues «un excelente Grabador de retratos o de historia, es malísimo y nada a propósito para este asunto, porque regularmente se gobiernan estos por principios distintos de los otros»²⁷. En particular, los grabadores «quando calcan o pasan el Mapa desde el diseño a la lámina, alexan lo que está próximo y acercan lo distante»; además, en caso de impresión «son siempre mas pequeñas las copias que los originales: porque para imprimirlos se moja el papel, y al secarse encogen en latitud y en longitud»²⁸. Por ello, la mejor solución es que el geógrafo sea a la vez grabador, como hicieron Ortelio y Mercator, o por lo menos emplear grabadores especializados, como hicieron Sanson, Delisle, Buache y

²⁶ López, *Principios...*, vol. II, 1783, págs. 150-51.

²⁷ López, *Principios...*, vol. II, pág. 148.

²⁸ López, *Principios...*, vol. II, pág. 142.

Danville. López, que había aprendido el oficio de grabador en París, buriló personalmente o con sus hijos muchos de sus mapas, aunque seguramente utilizó también los servicios de otros grabadores para poder llevar a cabo su vasta producción²⁹. Pero siempre procuró que sus mapas estuvieran «grabados exactamente, con limpieza y hermosura», para que no desmerecieran del original, aunque reconociera que era difícil evitar las diferencias con el mismo porque «los instrumentos con que se graban no son tan flexibles como la mano del Geógrafo»³⁰.

²⁹ Es lo que se desprende de la advertencia que aparece en el plano de Argel (1784), en donde se dice que ha sido «grabado sobre el cuidado de D. Tomás López».

³⁰ López, *Principios...*, vol. II, pág. 149.

VII. López y Cano, dos destinos divergentes

El éxito de Tomás López, convertido en el geógrafo oficial de la Monarquía y fundador de una dinastía y de un activo taller cartográfico, contrasta vivamente con el fracaso de su compañero pensionista en París, Juan de la Cruz Cano. Contraste tanto más llamativo cuanto que este demostró en su producción ser un grabador excelente y un cartógrafo extraordinariamente preparado y cuidadoso. Las razones de esta diversa suerte de los dos amigos ilustran sobre la pesada influencia de los intereses políticos sobre la producción cartográfica.

TOMÁS LÓPEZ, GEÓGRAFO DE LOS DOMINIOS DE SU MAJESTAD

Además de los mapas de España, Tomás López realizó también mapas de los dominios españoles, a lo que obligaba su título de «Geógrafo de los Dominios de S. M.», así como mapas generales, de territorios extranjeros e históricos.

Algunos de estos mapas fueron realizados con ocasión de hechos de armas destacados que atrajeron la atención pública. Puede decirse que cada una de las conflagraciones bélicas dieron ocasión a sus correspondientes mapas. El final de la Guerra de los Siete Años y la paz de París (1763) fue la ocasión para el mapa de Luisiana. La expedición de Ceballos a Brasil y Río de la Plata (1777) y la recuperación de la colonia del Sacramento (Tratado de San Ildefonso, 1777) a la serie de mapas de aquellos territorios americanos; la publicación del convenio secreto del Tratado de 1777 fue evocada por el mapa del golfo de Guinea con las

islas de Annobón y Fernando Poo cedidas a España; la independencia de Estados Unidos y la guerra con Inglaterra motivó la publicación de los mapas de Nueva Inglaterra (1779), Gibraltar y Menorca (1781) y Antillas menores (1781); la expedición a Argel en 1783 dio lugar a la publicación de los mapas de dicha ciudad y su bahía; la guerra de la Convención (1793), por último, a la de los mapas de la frontera francesa con el teatro de operaciones (cuadro VI.1).

La labor de López respecto a América tenía a veces una clara motivación política. Así, hacia 1765 recibió del ministro de estado marqués de Grimaldi el encargo de grabar la «Carta reducida de California que había enviado desde México el ingeniero de Infantería D. Miguel Constanzo, compuesta de resultas de varios viajes ejecutados a expensas del Rey por nuestros marinos, siendo conveniente que se diese a la estampa, para que viesen los ingleses que entonces cruzaban aquellas costas, el conocimiento, propiedad y posesión que teníamos sobre ellas»¹. Las viejas preocupaciones de Fernández de Medrano y de los políticos de principios del setecientos se mantienen todavía y se empiezan a traducir ahora en una cartografía nacional que pregona a todos los vientos la extensión de los dominios españoles.

Para la confección de los mapas de los dominios españoles y del extranjero, Tomás López siguió su método habitual, es decir, la utilización de otros trabajos cartográficos previos. En los mapas extranjeros se trató esencialmente del material publicado. Por ejemplo, el mapa de Córcega (1769), realizado al año siguiente de que la isla pasara a poder de Francia, fue construido «sobre el del Capitán I. Vogt, el que hizo Mr. Robert, sacado del gran manuscrito del Mariscal de Maillebois, y el que publicó el año pasado en Londres con la historia de esta Isla Mr. Boswell, hecho sobre el mapa por Tomas Phinn»; y el mapa de la rada y ciudad de Trípoli se basó en el que había realizado Bellin. En cambio, para los mapas del imperio español pudo disponer también de levantamientos cartográficos inéditos, facilitados por las autoridades españolas. Así, el mapa de Chile de 1777 lo hizo «por el manuscrito de Poncho Chileno», el de la Isla y Puerto de Santa Catalina, del mismo año, fue «sacado por el extracto que hizo estampar el año pasado de 1776 D. Cristobal de Canto: habiendo tenido este el que formó el año pasado de 1757 D. Estevan Alvarez del Fierro, en punto mayor»; y el plano geométrico de la Ciudad de México (1785) fue «sacado de orden del

¹ Tomás López, en 1797; en Fernández Duro, 1900, vol. VII, pág. 401.

Sr. D. Francisco Leandro de Viana, conde de Tepa, oidor que fue de la Real Audiencia de México y hoi del Consejo y Camara de Indias, por D. Ignacio de Castera, año de 1776» y dado a la luz por Tomás López².

Otra vertiente de la actividad de Tomás López fue la producción de mapas históricos, realizados por razones editoriales o de enseñanza. A este grupo pertenecen los mapas de la Ciropedia (1780) para la inteligencia de la obra de Jenofonte, y «de la entrada de Ciro el menor en Asia y retirada de los diez mil griegos»; el que realizó para la edición del Quijote de la Academia de la Lengua, mostrando «los parages por donde anduvo D. Quixote y los sitios de sus aventuras», delineado a partir de las observaciones hechas sobre el terreno por D. José Hermosilla, capitán de ingenieros; los de la conquista de México, para la edición de la obra de Solís (1783); el de Tierra Santa (1774) «compuesto por la Sagrada Escritura». Toda esta actividad de López, creciente al final de su vida, culminó en la publicación del *Atlas elemental antiguo para enseñar a los niños Geografía* (1801) y en su dedicación a la realización de un mapa de la España antigua, que no terminó. Poco antes había publicado también otra obrita que muestra su interés por el mercado de la enseñanza, el *Atlas elemental moderno o Colección de Mapas para enseñar a los niños Geografía* (Madrid, 1792), acompañado de una idea de la esfera.

En esta última faceta de su actividad Tomás López fue ayudado por su hijo Juan (nacido en 1765), que también colaboró con él, desde 1780 aproximadamente, en la confección de mapas regionales de España y América (cuadro VI.1), así como, en menor medida, por su hijo Tomás Mauricio.

LA DINASTÍA DE LOS LÓPEZ

Al igual que habían hecho tantos otros geógrafos de los siglos XVII y XVIII, Tomás López deseó fundar una dinastía de científicos y educó a sus dos hijos para que pudieran continuar su obra. Por ello, como afirma en una carta al ministro Urquijo en 1799, «llevado del amor que ten-

² Conviene advertir que en los mapas atribuidos a su hijo Juan la colaboración del padre fue a veces importante. No confundir a Tomás López con Tomás López Enguidanos. Datos sobre este, en Gallego, 1979.

go a mi profesión incliné a mi hijo D. Juan López a que siguiese la misma», a la vez que guiado también «del pensamiento de que no acabe este ejercicio» dedicó igualmente a él a su hijo menor Tomás Mauricio. Con vistas a este fin, el primero de sus hijos, «después de haberse instruido en las Humanidades y en la Lengua Griega, estudió dos años de Matemáticas en San Isidro el Real con D. Antonio Rosell, instruyéndole en cosa de la Geografía». En vista de su aprovechamiento el conde de Florida-Blanca «dispuso pasase a perfeccionarse a París y a Londres, siempre con objeto de hacerle miembro de la Academia de las Ciencias», señalándole para este viaje 8.000 reales de pensión. Según continúa el padre, Juan «cumplió sus obligaciones, como es notorio», y a su regreso el conde de Aranda le continuó la pensión de 8.000 reales «y siguió publicando sus tareas geográficas»³.

Juan López se convirtió también en un activo geógrafo, y desde 1781 aparece colaborando con su padre en la confección de mapas (ver el cuadro VI.1). Además de esta colaboración con su padre, Juan es citado como autor de una serie de cartas de territorios americanos: el plano de la ciudad de Kingston, de Puerto Real y de Bluefields, en Jamaica (1782); el mapa del gobierno y río de la Hacha en Maracaibo; la carta plana de la isla de Santo Domingo, para la que usó sobre todo el mapa manuscrito de don José Solano, capitán general de la isla en 1776 (1784)⁴; la carta marítima del reino de Tierra Firme o Castilla del Oro (1785); el mapa de Venezuela, para el que utilizó el mandado hacer por el gobernador don José Solano, el de Tomas Jeffery, el de Juan Aparicio, y otros documentos⁵; el mapa de la provincia de Cartagena de Indias (1787), realizado según el mapa general de dicha provincia levantado por el capitán don Antonio de la Torre, siendo gobernador de Cartagena don Juan de Torrezar Pimienta; y el mapa geográfico del Gobierno de Nueva Granada o Nuevo México, con las provincias de Navajo y Muqui.

Al mismo tiempo sus estudios de latín le permitieron abordar la empresa de traducir el *Libro III de la Geografía de Estrabón*, que comprende la descripción de España⁶, obra para la que realizó el *Mapa General de España Antigua dividido en tres partes, Bética, Lusitania y*

³ Los datos proceden de la carta publicada por Marcel, 1907, págs. 188-89. La fecha del nacimiento de Juan procede de Fernández Navarrete, 1851, vol. II, pág. 261, el cual afirma también que estudió geografía «enseñada por su padre».

⁴ A. H. N., Madrid, Sec. Estado, Leg. 3.949, S.º 68. León, 1969, núm. 246.

⁵ Según Tomás López en 1797; documento en Fernández Duro, 1900, vol. VII, págs. 406-407.

⁶ Estrabón, 1787. Estrabón había sido publicado en latín en 1620 por Isaac Casaubon.

Tarraconense: con las subdivisiones de cada una (1786)⁷. En aquellos momentos debía de ser ya una persona conocida, pues se presenta como «Geógrafo Pensionista de S. M., Individuo de la Real Academia de Buenas Letras de Sevilla y de las Sociedades Vascongadas y de Asturias», distinciones en cuya obtención quizá su padre habría intervenido, pues coinciden bastante con las que alcanzó él mismo.

El interés por la geografía histórica perduró a Juan López en los años siguientes, coincidiendo con el que paralelamente tenía también su padre. En 1788 realizó el mapa de la Bética, dividida en cuatro conventos jurídicos, según Plinio. Al año siguiente grabó el mapa de Lusitania antigua con su correspondencia moderna, dedicado al conde de Florida-blanca⁸. En 1795 realizó una *Disertación o Memoria geográfico-histórica sobre la Bastitania y Contestania*, para la que construyó igualmente un mapa de esos territorios.

En el método de trabajo Juan siguió fielmente los pasos de su padre, aunque equipado de una mayor formación histórica. Al igual que él cita cuidadosamente sus fuentes. Así sabemos que para formar el mapa de la España antigua tuvo presente

«uno de Mr. d'Anville, construido el año 1741 para la historia romana de Mr. Rollin. Examinóse también uno de Nicolás Sanson y otro publicado por Roberto Vaugondy en 1750. La Geografía antigua abreviada del mismo d'Anville aprovechó en bastantes casos y no menos su parte occidental del Orbe romano, grabada año de 1763. Registráronse los Mapas que puso en su España Sagrada el Rmo. P. M. Fr. Henrique Flórez. Esta obra acompañada de la de Medallas, por el mismo Autor; la Geografía de Felipe Cluverio y la de Cristobal Celario sirvieron para añadir los pueblos modernos correspondientes a cada nombre antiguo. El Itinerario de Antonio va señalado con toda aquella exactitud que cabe en una hoja tan reducida; para lo qual se consultó la edición de Amsterdam del año 1735 que tiene las notas de Joseph Simlero, Geronymo Zurita, Andres Escoto y Pedro Wesseling. Es la Geografía antigua comparada con la moderna un punto tan delicado, que aunque en la reducción de algunos pueblos se sigue el parecer mas común o verosímil, no por eso se puede decir que es el fixo, y así podrá variarse siempre que haya Medallas, Inscripciones u otros documentos auténticos que prueben lo contrario⁹.»

La labor de traductor de Juan López se extendió también al alemán, vertiendo al castellano *El imperio de Osman* del geógrafo alemán Büsching en 1785.¹⁰ Más tarde colaboró con su padre en la formación del

⁷ Aunque Palau, 1948, cita una edición de 1785.

⁸ A. H. N., Sec. Estado, Leg. 3559, S.^o 657. León, 1969, núm. 167.

⁹ Juan López, 1786.

¹⁰ Büsching, 1785.

Gabinete Geográfico en 1795.¹¹ Entretanto desplegó una gran actividad cartográfica, publicando un buen número de mapas y planos¹². Continuó su actividad después de la guerra de la independencia, en que se presenta como el «heredero de Tomás López y Director del establecimiento Geográfico», tal como aparece en la edición del *Mapa del Principado de Cataluña* (1816), corregido por él¹³.

En cuanto a Tomás Mauricio recibió una educación semejante a la de su hermano y colaboró también con su padre, publicando varios mapas, según afirma su padre. Realizó asimismo una geografía universal con el título de *Geografía histórica moderna*¹⁴, de la que en 1799 había ya publicados tres tomos y en donde utilizó ampliamente ideas de su padre. Pero una grave enfermedad que padeció en 1797 —de la que habla su padre en la carta a Urquijo antes citada— dificultó sin duda su trabajo posterior, porque pocas noticias se tienen luego de él.

EL GEÓGRAFO JUAN DE LA CRUZ CANO Y SU MAPA DE AMÉRICA

A su regreso de París los dos pensionados geógrafos, Tomás López y Juan de la Cruz Cano, conocieron una suerte bien diversa. Mientras el primero se convertía en el «Geógrafo de los Dominios de Su Majestad» y conseguía fundar una dinastía de cartógrafos, el segundo murió en la miseria a pesar de ser el autor de una de las más importantes obras cartográficas del siglo. Razones políticas influyeron de manera decisiva en la diferente trayectoria vital y profesional de los dos amigos, malográn-

¹¹ Ver más adelante, capítulo XI.

¹² Entre ellos, el *Mapa general de España, dividido en sus actuales provincias, islas adyacentes y reyno de Portugal*, 1792, en 4 láminas; los mapas de América septentrional y meridional, 1801; el de Asia, 1802; el Mapa de la República francesa, dividida en Departamentos, 1803; el Mapa Topográfico de Barcelona, dedicado al Duque del Infantado; el mapa de los Reinos de España y Portugal; (datos a partir de Palau; F. C. E., II, y Servicio Geográfico del Ejército, 1974).

¹³ Posteriores a 1808 son, entre otros, el *Plano de Madrid, dividido en diez cuarteles*, dibujado por Pedro Lazcano y grabado por Fonseca en 1812; el *Mapa Geográfico del Principado de Cataluña, dividido en sus actuales provincias* (Barcelona, 1835); y el *Atlas Universal o Colección de Mapas nuevos que comprenden los principales Imperios Reinos y Repúblicas del mundo* (s. a.) (citas procedentes de Palau, 1948).

¹⁴ López, Tomás Mauricio, 1796. De ella dice Godoy que la «escribió a mis ruegos» (Godoy, *Memorias*, ed. 1956, I, pág. 230).

dose con ello parcialmente —en lo que respecta a la geografía— el esfuerzo de formación científica realizado por iniciativa de Ensenada.

Y sin embargo al principio las esperanzas no podían ser mejores. Los dos pensionados, que ya habían colaborado en obras comunes en París, parecían tener grandes posibilidades para realizar su trabajo en Madrid. Ambos tuvieron un reconocimiento expreso de su capacidad. Juan de la Cruz fue elegido académico supernumerario de la Real Academia de San Fernando en octubre de 1760 y académico de mérito en febrero de 1764,¹⁵ lo que, a la vez que suponía un reconocimiento de sus méritos como grabador, le abría seguramente buenas perspectivas de trabajo. Ambos eran tenidos en cuenta para encargos oficiales y así López y Cano recibieron del ministro de estado marqués de Grimaldi en 1765 la comisión de grabar un mapa de América. Pero fue precisamente este encargo el responsable, en gran medida, de la desgracia de Juan de la Cruz. La historia de dicha desgracia ha sido narrada por el mismo Tomás López, y vale la pena detenerse en ella por la luz que arroja sobre las relaciones entre los intereses políticos y el trabajo científico de los geógrafos¹⁶.

El encargo para realizar este mapa de América se materializó tras el informe que los dos geógrafos realizaron sobre la no conveniencia de grabar el mapa de América meridional compuesto por el capitán de navío Francisco Millau¹⁷, debido a la incorrecta situación en que aparecían en él una serie de ciudades costeras importantes¹⁸. Por ello se decidió hacer una obra totalmente nueva, para cuya composición solicitaron toda una serie de materiales: 1) los mapas y papeles existentes en la Secretaría de Estado sobre América meridional; 2) los mapas existentes en el Archivo de Indias, que fueron facilitados por el archivero don Luis Surville, el cual —según López— «aprontó lo que le pareció y no lo mejor» y 3) mapas sobre este territorio publicados en el extranjero, para lo cual el ministro envió una circular a los embajadores en las cortes europeas «para que buscasen y enviasen lo concerniente al asunto», lo cual «no produjo tampoco todo aquello que se esperaba». Quizá valga la pena tener en cuenta que una de las personas citadas por López, el ingeniero y archivero don Luis de Surville, estaba también interesado en la cartografía y fue luego autor de diversos mapas de América, lo que qui-

¹⁵ Fernández Duro, 1900, VII, pág. 414.

¹⁶ López, 1797. Publicado con otros documentos por Fernández Duro, 1900-1903, vol. VII, págs. 399-415. Este documento fue ya utilizado parcialmente por Marcel, 1907, págs. 179-81.

¹⁷ Que López cita con el apellido paterno sin castellanizar, Milhaud.

¹⁸ Ver Millau Maraval, 1768. Referencias a este autor más adelante, cap. X, pág. 246.

zá pudo influir en el escaso entusiasmo que parece haber mostrado en la provisión de materiales.

Cano y López se dividieron el trabajo, quedando encargado el primero de la parte meridional, desde los 20º a los 60º de latitud, y el segundo de la septentrional. Pero debido a otros trabajos López se apartó de la obra, apareciendo luego «diferencias notables» entre la opinión de uno y otro, que dieron lugar a «diferencias y discordias», las cuales se procuraron disimular ante el ministro. López acabó separándose de la empresa, quedando encargado Cano solo de realizarla.

El trabajo duró diez años¹⁹. La razón de ello, según López, es que «Cruz era pobre, tenía muchos hijos y era preciso vivir con el público y con los beneficios de este mantener a su familia». Considera, además, que al aceptar el encargo había faltado pactar una condición importante, la de «convenir un premio fijo, y no confiar en la generosidad de un señor que se fue entibiando al punto de no querer oír hablar del mapa, pareciéndole superfluo cualquiera cosa que conducía a su mayor perfección y conclusión». En los diez años que duró la composición del mapa, Cruz «solo percibió en varios plazos 18.000 reales, cuando valía más de 60.000».

Concluido el mapa y obtenidas las primeras pruebas de sus ocho hojas, en noviembre de 1775 «fue presentado al Rey y personas reales, siendo bien recibido y generalmente agradando a todos». El gobierno ordenó su impresión, repartiéndose ejemplares en los ministerios, embajadores y personalidades relevantes de la vida política e intelectual.

En aquel mismo momento se estaba negociando la paz con Portugal y discutiéndose el trazado de los límites con las posesiones portuguesas en América. Se intentó por ello utilizar para este fin el nuevo mapa realizado por Cruz pero «a los primeros tanteos que se hicieron sobre este papel, conocieron no ser suficiente este documento para fijar con él un asunto de igual entidad; y que lejos de traernos ventajas nos era perjudicial en los límites que resultaban de la delineación de los caminos, ríos, sierras, bosques y aún de la misma fijación de los lugares y pueblos». Por ello, sigue López, «tanto como hasta entonces habían deseado la conclusión del mapa, hubieran querido que nadie fuera sabedor de él, particularmente en unas circunstancias tan críticas como las de hallar

¹⁹ Mientras tanto se habían publicado dos pequeños mapas: *Carta general de América según lo dilatado de sus principales partes*, del geógrafo francés Luis Carlos Desnos (1770), y *La América dispuesta según las últimas y nuevas observaciones de las Academias de París y Londres* (hacia 1770) (Servicio Geográfico del Ejército, Madrid).

los límites». Entonces es cuando las razones de estado se impusieron sobre el respeto debido a la obra de un científico cuidadoso que había trabajado en penosas circunstancias durante diez años. El testimonio de Tomás López es verdaderamente impresionante:

«Muchos sentían el repartimiento hecho de este papel entre los ministros extranjeros, de cuyo poder no era fácil extraerle; y abiendo pensado sobre este asunto [...] algún remedio, determinaron desacreditar el mapa con las mismas verdaderas razones de poco exacto, y que nuevamente se iba a trabajar en él para su mayor perfección, siempre ocultando que eran los límites el defecto esencial del día.»

Entonces fue cuando se dio la orden de no imprimir ningún ejemplar más y de guardar los que quedaban de la primera impresión «poniéndolos entre los papeles reservados del archivo, con un mandato muy serio de no comunicar a nadie este instrumento sin que precediese licencia rubricada del mismo jefe». Y respecto a los ya repartidos, se acordó que «se procurase traer aquellos que buenamente se pudiesen adquirir, pero sin causar sospecha ni cuidado de entidad».

Así quedó oculta una de las obras fundamentales de la cartografía española del siglo XVIII, y afectada seriamente la reputación de su autor, que sin embargo había trabajado con gran rigor y escrupulosidad en su realización. El mapa de Cruz era sin duda el mejor que podía realizarse con los materiales y la información disponibles en aquel momento. El mismo López hace una relación de las fuentes utilizadas y señala la variedad y riqueza de las mismas: los trabajos de Jorge Juan y Antonio Ulloa, en la parte del Perú²⁰; el mapa manuscrito de Poncho Chileno²¹ para Chile; un gran número de mapas y relaciones del Río de la Plata, «por haberse frecuentado este río mas que otros y haber de él buenos escritos»; los mapas de los jesuitas del Paraguay y de funcionarios reales, y en particular un mapa comunicado por el marqués de Valdelirios, que estuvo comisionado en la región; un mapa mandado levantar por Carlos III de la isla de Trinidad; el mapa construido por orden del gobernador don José Solano para Venezuela; mapas holandeses de Surinam y franceses de Cayena. También se utilizaron buenos documentos cartográficos del nuevo reino de Granada, «como lo muestra el Compendio que consta del Mapa». Respecto a Brasil, aunque en general esta

²⁰ Guillén, 1936, pág. 182, afirma también que entre los documentos del Ministerio de Marina, Cruz utilizó también una *Carta General de América y del Seno Mexicano* realizada por Juan y Ulloa a su regreso de América.

²¹ Según Palau se trata de un pseudónimo del jesuita Juan Ignacio Molina.

región «no está bien averiguada», se utilizaron un buen número de mapas realizados desde el siglo XVII, empezando por uno de Pedro Teixeira, y otros de holandeses, españoles y portugueses.

Mientras esta mezquina historia se desarrollaba y se saldaba de forma tan desfavorable para Cruz, este llevaba una vida llena de dificultades, al igual que lo fue la de su hermano el escritor Ramón de la Cruz.

Realizó trabajos cartográficos para ilustrar obras de viajes o de geografía histórica, como el *Mapa marítimo del Estrecho de Magallanes* en una obra promovida por el doctor Casimiro Ortega²², o el *Mapa de la Numidia antigua, acomodado a la guerra de Yugurta, según Salustio*. También efectuó trabajos artísticos grabando una *Colección de trajes de España, tanto antiguos como modernos, que comprenden todos los de sus dominios*, publicada en 1777, y retratos de toreros famosos, como Costillares y Pedro Romero. Al igual que Tomás López, aprovechó asimismo oportunidades bélicas para dar a luz mapas del teatro de los acontecimientos. Así, en 1776 grabó una carta de las costas de la provincia de Buenos Aires con motivo de la expedición de Ceballos a Brasil y Río de la Plata. También realizó otros diversos mapas regionales o históricos (cuadro VII.1).

En noviembre de 1784, Cano propuso la formación de un depósito de cartas y planos adscrito al Ministerio de Marina²³, sin que su propuesta tuviera, de momento, ningún eco. Su situación económica debía de ser muy difícil, porque en 1788, con motivo de la publicación de la *Hispania Vetus and Julii Cæsaris Commentaria* para una obra de Julio César impresa por orden del conde de Floridablanca, le dirigió una carta, escrita en 3 de octubre de 1788, en la que afirma no tener con qué pagar al grabador de las letras ni tampoco los mapas de España y Francia antiguos impresos para esa obra, con lo cual, explica, «es preciso que se me acumule a mi el retarde de esta obra; pues aunque le tengo dada alguna cosa, ha sido cercenando el pan a mi dilatada familia». Y añade algo que resulta revelador de su desgraciada carrera: «sucediéndome lo mismo en cualquier asunto que emprendo»²⁴.

²² Cano, 1769. La obra es la traducción castellana de los viajes de Byron (1769). Según explica Ortega en ella, «fiose la construcción del Mapa a la notoria habilidad del Geógrafo Don Juan de la Cruz, quien haviendose valido a este efecto del mapa de los Nodales, que delineó el caballero inglés Juan Narborough durante la demora que hizo en él en 1699, de uno manuscrito del cosmógrafo del Reyno de Perú Poncho Chileno, y finalmente de varias relaciones de viajes así impresas como inéditas, en especial de la de Don Pedro Sarmiento de Gamboa, nos ha formado un Mapa, el más circunstanciado y apreciable de quantos se han publicado hasta aquí».

²³ Fernández Duro, 1900, VII, pág. 408.

²⁴ Carta en Fernández Duro, 1900, VII, pág. 408.

CUADRO VII.1

Obra cartográfica localizada de Juan de la Cruz Cano

-
- Mapa marítimo del Estrecho de Magallanes (1769).
- Mapa de la Numidia antigua, acomodado a la guerra de Yugurta.
- Carta de las costas de la Provincia de Buenos Aires (1776)¹.
- Carta reducida del Estrecho de Magallanes (1786-87)².
- Plano topográfico de Belgrado, Semlin y sus contornos, grabado por un mapa original vendido de Viena (hacia 1787)².
- Plano de Charles Town, capital de la Carolina meridional, con un mapa de la costa que media entre esta ciudad y la de San Agustín de la Florida en América².
- Plano de la bahía y puerto de Plymouth (hacia 1790)².
- Plano del Puerto y obra de Portsmouth (hacia 1790)².
- Hispania Vetus, ad Julii Cæsaris Commentaria, 1788³.
- Mapa topográfico de los contornos de Fuenterrabía².
- Mapa del Obispado de Osuma, para la *Descripción* de Juan Loperráez⁴.
-

Fuentes: ¹ Fernández Duro, 1900-13, VII, pág. 208.

² Palau, 1948.

³ Alonso Baquer, pág. 294, 1972.

⁴ Gallego, 1979, pág. 284.

En esta misma carta Cano da algunos otros datos que nos facilitan algunas claves de su desgracia. Afirma que «estando mal conceptuado» por Floridablanca, es normal «que mis émulos logren destruirme enteramente para que nunca levante cabeza, y esté pereciendo toda mi vida a pesar de los méritos contraidos sirviendo al Estado con estudio». Se refiere con ello a su esfuerzo por perfeccionar personalmente su formación, que él valora grandemente porque, dice, «una cosa es hacer un mapa nuevo y otra es copiarle». Asegura también que no hay papel suyo reservado «que no franquease a los que han disfrutado de la liberalidad de V. E., como un Iñigo, un Villalpando, un Urrutia, etc., para que estos, al tiempo de escribir me dejasen en el tintero, sabiendo que los Vergen-

nes y los Graustames no me habían dejado en saco roto». Cano alude a sus hijos y a «su infeliz madre» y suplica a Floridablanca que le ayude, bien agregándole al archivo antes de que falte Belesar «como geógrafo político que sabe por los tratados los intereses de la Monarquía tocante a sus posesiones, haciéndolos visibles en planos reservados»; o bien «como geógrafo histórico imprimiendo una geografía ilustrada que tiene traducida de Abraham du Bois y que se puede aumentar con la nueva del presidente Busching». La petición de Cano iba acompañada como presentación de otra en la que se decía: «La carta que va dentro es de Cruz, el grabador geógrafo, que con tantos hijos padece muchas hambres. Haría V. E. una caridad en auxiliarme algo, aunque fuese por vía de limosna». Se le dieron 750 reales. Dos años más tarde, el 13 de febrero de 1790, Juan de la Cruz moría en la más completa miseria dejando viuda y siete hijos.

La injusticia que se cometió con Juan de la Cruz Cano fue enorme. En el informe realizado por Tomás López sobre el Mapa de la América meridional, siete años después de la muerte de su autor, aunque señalaba algunos defectos que en su opinión presentaba, considera que eran inevitables en el momento en que se realizó; y concluye afirmando que aun en ese año —veinticinco años después de su impresión— «es uno de los mejores que tenemos impresos de esta parte de la tierra». Opinión semejante expresaron otras personas, que valoraron el mapa de América como una de las grandes obras del siglo XVIII. El mapa fue conocido en el extranjero, donde alcanzó un gran prestigio, realizándose de él una edición en Londres por M. Faden en 1799, en 16 hojas, siendo considerado por los ingleses todavía a principios del siglo XIX como la mejor carta de América existente; es lo que hizo por ejemplo Pinkerton, que la calificó como «la mejor que haya aparecido»²⁵.

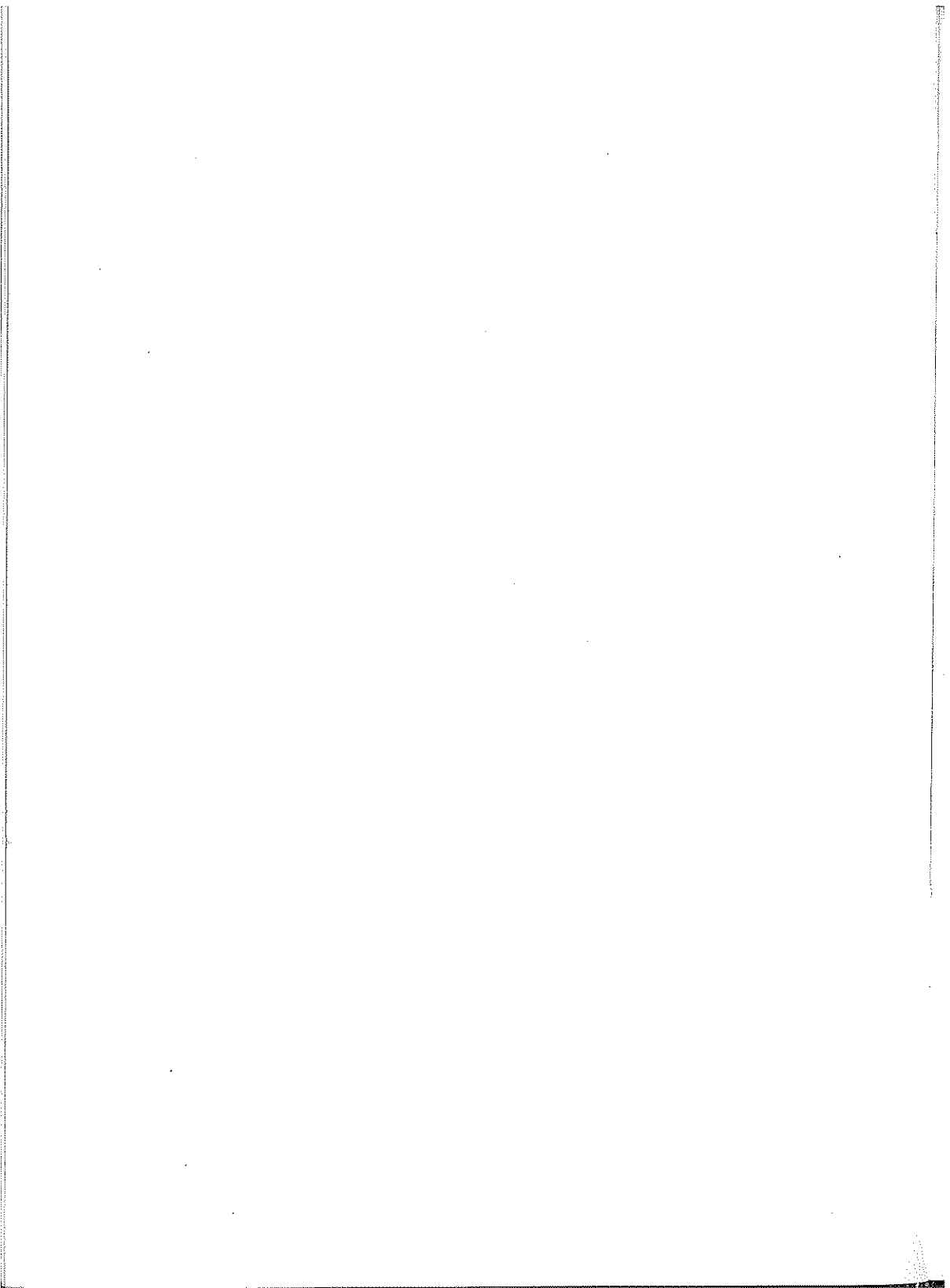
Incluso en España se rectificó la injusticia, pero ya tardíamente. En 1802 el ministro de estado don Pedro Ceballos, interesado nuevamente por el problema de los límites con Brasil, encargó a Francisco Requena que examinara y corrigiera el mapa de Cruz en lo referente a dicha frontera. Requena, que había formado parte de la expedición de Iturrriaga encargado de trazar dichos límites en 1754,²⁶ examinó las hojas impresas y las planchas depositadas desde 1789 en la Calcografía Nacional y concluyó que esa obra «hace honor a la nación que la promovió, al

²⁵ Pinkerton, 1804, pág. 13.

²⁶ Ver Capítulo X.

sabio ministro que la promovió, y al mismo autor por el detalle y prolijidad con que trabajó al mapa». En su informe²⁷ afirma que «en la época en que el mapa se dio a la luz no pudo hacerse otro mas exacto» y que «si alguna parte de la carta no está arreglada a las latitudes y longitudes modernamente observadas por los viajeros con mejores y nuevos instrumentos, no fue culpa del autor». Añade que «los mismos disculpables errores del mapa no pueden quitarle su verdadero mérito y la necesidad que hay de él, pues para la pública instrucción es necesario», ya que «por ahora no hay otro que sea mejor». Todavía más, y para que la injusticia cometida con Cruz fuera más sangrienta, como el tratado de 1777 no se había cumplido y los portugueses habían seguido avanzando, en Brasil el mismo mapa de Juan de la Cruz se convierte ahora en «un argumento de sus inmensas usurpaciones», pues permite comprobar esos avances portugueses realizados contra lo establecido en los distintos tratados. Por ello Requena propone que el mapa se reparta libremente «en utilidad de muchos vasallos que tienen necesidad de él para su instrucción o mejor desempeño de sus empleos y encargos». El ministro accedió a esta propuesta ordenando entonces su venta (febrero de 1802), encargando al mismo Requena la realización de unas pequeñas correcciones que había propuesto.

²⁷ Publicado por Fernández Duro, 1900-1903, vol. VII, pág. 410-13.



VIII. La reforma de los estudios náuticos durante la segunda mitad del siglo XVIII

A pesar de las reformas efectuadas en la marina española durante la primera mitad y los decenios centrales del setecientos, no pudo cubrirse el retraso relativo respecto a la gran competidora, la marina británica. La conciencia de dicho retraso y la necesidad de asegurar el control del creciente comercio ultramarino dio lugar a la creación de nuevos centros de estudios náuticos, en los cuales se fueron implantando nuevos programas docentes. En particular las reformas emprendidas a partir de 1780 supusieron la necesidad de modernizar los libros de texto y provocaron la publicación de manuales actualizados, algunos de los cuales seguirían utilizándose durante todo el siglo XIX. Los programas entonces adoptados tuvieron un efecto inesperado sobre la situación de la geografía, cada vez más identificada con la geografía astronómica y cuya presencia fue debilitándose en favor de otras materias más necesarias a las nuevas técnicas de navegación, tales como las matemáticas y la astronomía náutica.

LAS NECESIDADES DE LA MARINA MERCANTE Y LA ESCUELA DE NÁUTICA DE BARCELONA

Con la creación de las escuelas de guardias marinas la marina de guerra dispuso de buenas academias para la formación de oficiales, atendidas por excelentes profesores. Pero el desarrollo del comercio exigía también la formación de marinos mercantes bien preparados, en particular pilotos, y esto era algo para lo que la actividad del Colegio de San Telmo resultaba insuficiente. Se explica así que en los puertos más acti-

vos surgieran iniciativas para cubrir esta deficiencia que amenazaba gravemente con estrangular la actividad comercial.

En Cataluña el desarrollo económico hacía patente la necesidad de mejorar la marina. Desde 1715, por ejemplo, el rey había dado permiso para que se formara en Cataluña una compañía náutica facultada para enviar dos navíos al año a las Indias. El geógrafo José Aparicio, que da esta noticia¹, aconsejaba colonizar el río de las Amazonas elaborando un informe sobre sus posibilidades. Se empezó entonces a sentir la necesidad de contar con un centro de estudios náuticos. Y las propuestas que se hicieron se inspiraron en el modelo del Colegio de San Telmo de Sevilla, concibiéndose en 1718 un centro para la educación de los niños de la Casa de Misericordia². Pero la idea no llegó a prosperar. La más importante de las iniciativas en este sentido fue la de la Real Junta Particular de Comercio de Barcelona, que desde el momento de su fundación en 1758 se había convertido en una institución muy activa en el fomento de la actividad económica de la ciudad³.

La expansión de la actividad comercial de Barcelona y otros puertos catalanes y la ampliación de sus actividades en América, facilitado desde 1755 con la creación de la Real Compañía de Comercio de Barcelona, hacía imprescindible disponer de un buen número de marinos capaces de pilotar el creciente número de barcos que realizaban derrotas a mares lejanos. De ahí la preocupación de la Junta de Comercio por el tema de la navegación y los intentos que realiza desde 1763 para fundar una escuela de pilotos, ya que, como se dice en un informe de dicha institución, «la marinería catalana estaba en una absoluta ignorancia de la ciencia y arte del pilotaje, con grave detrimento del comercio»⁴. En 1769 los proyectos culminaron con la creación de una Escuela de Náutica para la enseñanza de las Artes de Navegación, cuya dirección fue encomendada a Sinibaldo Mas (1736-1806), piloto tarraconense experimentado en la navegación mediterránea y conocedor de la derrota americana, y que se había ofrecido a la Junta para organizar una escuela según los métodos aplicados en Cartagena⁵.

La escuela se instaló primero en el nuevo barrio marítimo de la Barceloneta y poco después (en 1774) en el edificio de la Lonja. El número de alumnos se fijó en 20, los cuales, con el fin de que las enseñanzas

¹ En Llobet, 1946, pág. 651.

² Carrera Pujal, 1951, pág. 100.

³ Ruiz y Pablos, 1919.

⁴ Citado por Ruiz y Pablos, 1919, pág. 154.

⁵ Ruiz y Pablos, 1919, págs. 153-61.

podieran beneficiar a toda la costa catalana, deberían proceder de todos los puertos, proporcionalmente al número de inscritos en cada matrícula marítima: 4 para la matrícula de Barcelona, 6 para la de Mataró, 4 para Sant Feliu de Guíxols, 4 para Tarragona y 2 para Tortosa. Se dotó al centro de instrumentos náuticos adquiridos en Génova y Marsella y se encargó en Cartagena un modelo de navío con todos sus aparejos para prácticas, un globo celeste y otro terráqueo y algunos libros indispensables. El conocimiento de los métodos de estudios aplicados en Cartagena debió de ser fundamental, ya que Sinibaldo Mas sabía de ellos directamente por haber alcanzado mediante exámenes realizados en dicha ciudad los títulos de piloto de altura (en 1761) y primer piloto de altura (en 1768).

Con la fundación de la Escuela Náutica, la Junta de Comercio dotó a Barcelona de un instrumento eficaz que colaboró decisivamente en el desarrollo comercial catalán de los tres últimos decenios del siglo, facilitando los marinos preparados que hicieron posible la multiplicación de los viajes a mares alejados: desde el mar de Barents a los mares americanos. La escuela alcanzó pronto un elevado nivel, reflejado públicamente en los certámenes matemáticos que realizó⁶. Con el fin de que realmente mejorara la preparación científica de los marinos, desde el principio se intentó que sus enseñanzas fueran obligatorias para todos los patronos de embarcaciones, y en 1788 habían cursado estudios en la escuela un total de 287 alumnos, cifra que se elevaba a 352 en 1792.⁷ Pero sus servicios no acabaron aquí. Al mismo tiempo la Escuela se convirtió en un centro de producción cartográfica y de derrotas gracias a la labor personal de Sinibaldo Mas, requerido para estas funciones por la Junta de Comercio. Mas trazó para la Junta un mapa de América septentrional con las características de sus costas (profundidades, entradas de puertos, mareas, etc.) y derrotas, un plano con explicación del derrotero de Cádiz a Nueva Veracruz y regreso⁸ y un plano del puerto-bahía de Barcelona, «que se le había encargado para mayor seguridad de las escuadras»⁹, realizando al mismo tiempo una reedición de la obra de José San

⁶ Ver más adelante en este mismo capítulo, págs. 215-18.

⁷ De ellos 11 habían pasado a ser Oficiales de Marina de Guerra, 3 pilotos de la Real Armada, 53 capitanes de comercio, 3 primeros pilotos, 129 segundos Pilotos y 22 pilotines. Ruiz y Pablos, 1919, pág. 283. Fernández Díaz (inédito) obtiene para el período 1769-87 la cifra de 287 alumnos matriculados; hasta esa fecha la Escuela había formado 113 pilotos segundos, 81 meritorios, 63 patronos y 14 pilotines.

⁸ Ruiz y Pablo, 1919, pág. 157.

⁹ 1775 y 1778. En 1785 el «alferez de fragata de la Real Armada Sinibaldo Mas» realizó otro «Plano del puerto con los proyectos de las obras que debían [sic] hacerse para abrigarle de todos los temporales e impedir el ingreso de la arena», Ms. A. H. N. Sección Estado, Madrid, leg. 3.208, 5.ª, 567 (León Tello, 1969).

Martín¹⁰ y participando en el proyecto del Canal de Urgel (1786) promovido por la Junta de Comercio¹¹. Desde 1772 la escuela tuvo profesor de dibujo (don Francisco Tramuelles y luego su hermano Manuel) y en 1799 se le agregó un segundo profesor, don Manuel Sans, y un auxiliar, don Jaime Tutzó, antiguo alumno de la escuela y participante en el certamen matemático de 1777. A la muerte de Mas le sucedió como director Fray Agustín Canellas, trinitario calzado¹².

LAS NUEVAS REFORMAS DE LA MARINA EN 1780 Y 1790

Las sucesivas reformas que se fueron realizando en la marina española, aunque importantes en términos absolutos, fueron sin embargo de resultados limitados en términos relativos, ya que no permitieron salvar la distancia que la separaba de la gran armada rival, la británica.

La creación de los departamentos marítimos de Cádiz, Cartagena y El Ferrol y la de dos nuevas compañías de guardias marinas en estas últimas capitales en 1777 había supuesto una nueva e importante medida para la reorganización de la marina española y el desarrollo de los estudios náuticos. De la primera de dichas compañías fue nombrado capitán José de Mazarredo (1745-1812), el cual realizó una destacada labor en la misma «llevando aquí —dice Fernández Navarrete— su celo por la enseñanza hasta hacer él mismo de maestro»¹³ y redactando para este fin las *Lecciones de navegación para el uso de las Compañías de Guardias Marinas*¹⁴, que fueron adoptadas como libro de texto en todas las

¹⁰ San Martín Suárez, 1784.

¹¹ Ver Fuentes Cartográficas Españolas, vol. II.

¹² En contra de los deseos de Mas que deseaba dejar el cargo a su hijo, piloto de la armada. Carrera Pujal, 1951, pág. 110.

¹³ Fernández Navarrete, 1851, vol. II, pág. 83.

¹⁴ La obra, según Fernández de Navarrete, se utilizaba manuscrita en Cartagena con el título de *Resumen del Compendio de navegación del Excmo. Sr. D. Jorge Juan*; las seis primeras secciones del libro son, en efecto, un resumen y puesta al día de la obra de Jorge Juan, y la séptima añade los nuevos métodos para observar la longitud en el mar por las distancias lunares y por los relojes marinos. A pesar de la amplia reforma realizada, Mazarredo no hizo aparecer su nombre en la edición, atribuida a Jorge Juan. En el prólogo anónimo explica que las lecciones habían sido escritas por Jorge Juan en 1757, «pero todavía en aquel tiempo no estaba resuelto el problema de las Observaciones de longitud en el Mar», pero «habiéndose hecho este el objeto que corona con el acierto todas las fatigas del Piloto, al instituirse las otras dos Compañías en 1777, pareció oportuno en la de Cartagena extractar las seis primeras secciones de la Obra citada por su mismo orden, tomando de cada una lo principal, y añadiendo algunas cosas que la experiencia había enseñado nece-

compañías de guardias marinas, y la *Colección de Tablas para los usos mas necesarios de la navegación* (Madrid, 1779)¹⁵. Mazarredo mandó también desde 1778 el primer navío escuela de la marina española, el *San Juan Bautista*, destinado a la instrucción práctica de los guardias marinas.

Pero al mismo tiempo que se realizaban estas reformas la impresión de obras como la de Barreda¹⁶ como libro de texto para una institución de enseñanza náutica todavía en 1786 permite comprender el retraso de la marina española respecto a la de otros países.

La guerra de independencia de Estados Unidos puso otra vez de manifiesto la debilidad de la armada española frente a la inglesa. La agilidad de la armada inglesa impidió conseguir la conquista de Gibraltar, uno de los grandes objetivos que España se había propuesto al entrar en esa guerra, que en todo lo demás se veía tan perjudicial para los intereses imperiales españoles.

Ante esta inoperancia de la armada española, el 12 de julio de 1783, dos meses antes de que se firmara la paz de Versalles, una real orden acometía otra vez el intento de mejora de la marina. Se habían producido «varios naufragios sucedidos en la navegación a diferentes buques mercantes, por impericia o ignavia de aquellos que contemplándose a su modo de entender, suficientes, con unas limitadas, superficiales y falibles reglas, se atrevían a dirigirlos»¹⁷. La real orden citada trataba precisamente «de cortar los progresos de estos daños tan destructivos al Estado»¹⁸.

La deficiente formación de los pilotos parecía un punto clave en estas desgracias, y por ello se promulgó el 12 de julio de 1783 la *Real orden determinando las materias y condiciones que han de probar en examen los que pretenden plaza de pilotos*¹⁹. En todas estas reformas intervino activamente José de Mazarredo, nombrado en 1783 Jefe de Escuadra y luego capitán de las tres compañías de Guardias Marinas, el cual fue el autor de la reforma del plan de estudios de estas academias,

sarias para la facilidad y seguridad de la práctica del mar, y ampliar la sección setima como merecen las materias astronómicas-nauticas que describe, para terminar con las Longitudes, que son el sello de los adelantamientos de la Navegación en el presente siglo. Ordenáronse así las Lecciones, que sucesivamente se adoptaron en las otras Compañías de Guardias Marinas, dictando ahora el constante buen fruto que han causado el que se hagan imprimir para mayor facilidad de la enseñanza»; (Mazarredo, 1798, Prólogo).

¹⁵ Comprende las tablas de declinaciones, las amplitudes, variaciones de altura y acimut de los astros cerca del horizonte, arregladas todas al meridiano de Cartagena.

¹⁶ Ver el cap. IV.

¹⁷ Macarte, 1801, pág. 3.

¹⁸ Macarte, 1801, pág. 3.

¹⁹ Publicada en la *Gaceta de Madrid* en 1.º de agosto de 1783.

que sentó las bases para la excelente preparación de la gran promoción de oficiales de fin de siglo.

A la vez otras medidas trataban de conseguir un mayor desarrollo y movilidad de la flota mercante y por ello desde 1780 se decidió crear escuelas de náutica en todos los puertos habilitados para el comercio con las Indias²⁰ y se alentaron iniciativas que, como la del Instituto Asturiano promovido por Jovellanos, favorecían el desarrollo de las diversas ciencias y artes que confluyen en la náutica. El Instituto se situó bajo la directa dependencia del Ministerio de Marina «porque la enseñanza de la Náutica, que es uno de sus primeros objetos, le pertenece exclusivamente, y la Mineralogía es solo un accesorio de ella», y «aun este accesorio le pertenece también: por que el beneficio de los carbones, primer objeto y fin de esta enseñanza está y debe estar baxo su mano: siendo constante que la Marina es en el día casi el único, y será siempre el mayor consumidor de carbón fósil». De todas formas, y como no era una escuela de pilotos, no se puso bajo la dependencia de la Comandancia de Pilotos, sino directamente del Ministerio de Marina²¹.

De la misma época datan también los intentos para enderezar y mejorar las enseñanzas del Colegio de San Telmo. Las nuevas *Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Sevilla* promulgadas en 1786²² acometían la reforma del centro, que pasaba a depender más directamente del gobierno, mediante la creación de un director de nombramiento real que sustituía a la dirección colegiada del mayordomo y los diputados de la Universidad de Mareantes. Se reorganizaron asimismo las enseñanzas, con el establecimiento de cuatro cátedras de matemáticas (reducidas a tres y una de maniobras dos años más tarde), y una de comercio (suprimida luego), más clases de dibujo, francés e inglés²³. El número de colegiales se fijó en 200, de ellos 50 «porcionistas» que pagaban 4 reales diarios. Los estudios comenzaban con el aprendizaje de las primeras letras y los idiomas, más el del dibujo, en especial «militar y geográfico», para el levantamiento de planos y el trazado de cartas. Continuaba con un segundo ciclo de cuatro años dedicado a Matemáticas y Facultades Náuticas en el que se estudiaba sucesivamente aritmética, geometría y trigonometría plana; álgebra, mecánica, maniobra y artillería; trigonometría esférica y teoría de la navegación. Los alumnos

²⁰ *Noticia del Real Instituto*, 1795, pág. 139.

²¹ Según la *Noticia del Real Instituto Asturiano (Noticia, 1795, págs. 147-50)*.

²² Y publicadas en Madrid por la Viuda de Ibarra, *Ordenanzas*, 1786.

²³ Herrero García, 1958; Aguilar Piñal, 1966; Mena García, 1978.

menos aventajados no podían alcanzar el grado de piloto, pero se les facilitaba la especialización en maniobra, artillería naval o comercio. Las ordenanzas trataban sin duda de mejorar el nivel de los estudios y fijaban como libros de texto los tratados de álgebra y geometría de Tofiño, Bails y Rosell, el *Examen Marítimo* y el *Tratado de Navegación* de Jorge Juan y el tratado de Bezout de trigonometría esférica, entre otras obras de gran calidad científica. Las medidas parece que produjeron algún efecto momentáneo, como lo muestran los ejercicios y demostraciones literario-científicas que se realizaron²⁴. A pesar de todo, las mejoras no debieron de ser muy grandes, pues la biblioteca del colegio era considerada a principios del XIX como poco adaptada a las necesidades de un centro de estudios navales²⁵.

A imitación del Colegio de Sevilla se creó también el Real Colegio de San Telmo de Málaga en 1787, «para proveer a la instrucción sólida de un competente número de jóvenes en la teoría y práctica de las facultades náuticas y de la economía civil»²⁶. El nuevo centro debía dar formación a 150 colegiales de número y otros 50 pensionistas, y de él fue nombrado director don Josef Ortega y Monroi. Las *Ordenanzas* de 1787²⁷ establecían cuatro catedráticos de matemáticas y facultades náuticas, un catedrático de comercio, maestro de primeras letras y ayudantes, maestro de dibujo y maestros de lenguas francesa, inglesa, italiana y alemana²⁸.

De manera semejante se fueron creando por aquellos años otras escuelas de náutica en distintos puertos. En Palma de Mallorca se fundó en 1779 en la Sociedad Económica Mallorquina una Escuela de Matemáticas por iniciativa de don Antonio Desbrull²⁹, la cual celebró ya exámenes públicos en julio de ese año³⁰ y de la que fue luego profesor de náutica el piloto de la Real Armada don Francisco Faquineto. Este sería el germen de la Escuela Náutica de Mallorca, cuya creación oficial es de 1800 después de que en 1799 don Juan González Cepeda se ofreciera a la Real Sociedad Económica Mallorquina para enseñar ciencias náu-

²⁴ Ramos, 1796. Ver *Demostración*, 1783, que demuestra que ya antes de la ordenanza de 1786 debió de existir una adaptación de las normas sobre modificación de las enseñanzas de matemáticas.

²⁵ Citado por Aguilar Piñal, 1966, págs. 190-91.

²⁶ Cédula fundacional en Barras de Aragón, 1935, págs. 318-20.

²⁷ Publicadas en Madrid, en la Imprenta de la Viuda de Ibarra, 1787. Palau afirma —no sabemos con qué fundamento— que el autor de estas ordenanzas fue Juan Bautista Muñoz.

²⁸ Reducidos luego con las Ordenanzas de 1789, promulgadas por don Antonio Valdés, a la vez que se creaba la plaza de maestro de maniobras. Ver *Ordenanzas*, 1789 y *Ordenanza*, 1794.

²⁹ Desbrull, 1779.

³⁰ Desbrull, 1779, pág. 6.

ticas, y en la que el mismo González y el citado Faquineto serían las figuras docentes fundamentales³¹. En 1784 funcionaban también Escuelas de Náutica en Mataró y en Arenys de Mar, bajo la supervisión del Departamento de Cartagena y en competencia con la Escuela de Barcelona³².

Todas estas iniciativas muestran que la preocupación por el estado de la marina era grande en la década de los ochenta. En 1786 se había alcanzado la cifra de 68 navíos de línea³³. Pero los gobernantes eran conscientes de las deficiencias existentes y de la incapacidad de la marina española para surcar todos los mares. En la instrucción reservada de Carlos III a la Junta de Estado, en 1787 se insistía en la necesidad urgente de formar escuelas de náutica y pilotaje, así como en la de reconocer «todas las costas de los dominios de España para descubrir los rumbos mas cortos y seguros de navegación a los países remotos», recomendándose también que

«asi como de Mi Orden se ha pasado ahora a reconocer todo el estrecho de Magallanes, se hagan también progresivos reconocimientos de todas las costas de mis vastos dominios en las cuatro partes del mundo, y las posibles experiencias para descubrir los rumbos mas cortos y mas seguros de navegación a los países mas distantes y menos frecuentados, ejecutándose, a lo menos en cada año, uno de estos proyectos, que propondrá en la Junta el Secretario de Estado de la Marina, después de haber oido sobre él a las personas mas inteligentes y acreditadas en la materia³⁴.»

Pero los efectos de las reformas de 1783 no debieron de ser muy profundos, y hubo que abordar de nuevo el problema de la organización de los estudios náuticos: «Viendo que en algunos años después —explica Dionisio Macarte— aun los efectos no llenaban sus Soberanas benéficas intenciones [...] [el rey] tuvo a bien aprobar en 26 de febrero de 1790 un nuevo método de estudios que ha parecido conveniente al Comandante en Xefe del Cuerpo de Pilotos de Su Real Armada Don Francisco Wynthuysen»³⁵. El plan fue impuesto a todas las escuelas de Náutica, incluso a las que no dependían del Ministerio de Marina, como la Escuela de Náutica establecida por la Junta de Comercio de Barcelona³⁶.

³¹ Pou Muntaner, 1970.

³² Carrera Pujal, 1951, pág. 105. La Escuela de Arenys fue fundada en 1779.

³³ Capmany, 1786, pág. 237.

³⁴ En Muriel, 1801. Instrucción 186, págs. 351 y sigs.

³⁵ Macarte, 1801, Prólogo.

³⁶ Lo que motivó algunas protestas de este centro (Ruiz y Pablo, 1919, pág. 283; Carrera Pujal, 1951, pág. 106).

Estas reformas se continuaron cuando tras la paz de Basilea (1795) y el tratado de San Ildefonso (agosto de 1796) España ahora aliada de Francia vio asignada una función de apoyo marítimo en el futuro enfrentamiento con Inglaterra, convertido en ruptura bélica en octubre de ese mismo año.

Por esos años se tomaron también otras iniciativas tendentes a mejorar la capacidad de maniobra de la armada. Entre ellas hay que contar la creación de la Dirección de Hidrografía y del Depósito hidrográfico, donde —como explica Antillón— «oficiales diestros combinan, reúnen y analizan los trabajos de los navegantes»³⁷, con el fin de mejorar la cartografía náutica y estudiar nuevas derrotas para los navíos. Todo ello exigía también nuevos medios de observación astronómica y obligaba, por consiguiente, a una mejora y ampliación de los observatorios.

La necesidad de ampliar el observatorio de Cádiz de había hecho evidente desde los años 1780, proponiendo Mazarredo la construcción de uno nuevo en la Isla de León. En 1798, el mismo Mazarredo, capitán general del Departamento de Cádiz, propuso el traslado de los instrumentos existentes en el antiguo observatorio de Cádiz al nuevo, «agregándole dos obradores de relojes marinos y uno de instrumentos a cargo de artistas que a petición suya habían sido enviados a instruirse con los mejores maestros ingleses y franceses»³⁸. Con ello el observatorio de San Fernando confirmó su papel de centro esencial de la información científica náutica, a la altura de los mejores del extranjero. Al mismo tiempo se fueron creando otros nuevos observatorios en puntos diversos del territorio de la Monarquía: Montevideo, 1789; Madrid, 1890; Bogotá, 1803; El Ferrol, 1806,³⁹ aunque las dotaciones presupuestarias no siempre les permitieran desempeñar debidamente las funciones para las que se habían creado⁴⁰.

Las reformas de 1783 y 1790 dieron lugar a la aparición de una nueva generación de manuales y obras de texto para enseñanza de la náutica, entre los cuales deben destacarse los de Mendoza, Macarte y Ciscar. El manual más representativo de los años ochenta es el *Tratado de navegación* de José Mendoza y Ríos (1763-1816) publicado en Madrid en

³⁷ Antillón, 1804, pág. 35.

³⁸ Fernández de Navarrete, 1851, II, pág. 87.

³⁹ Fechas y bibliografía en Vernet, 1976, pág. 163.

⁴⁰ A título de demostración puede citarse que una Real Orden de 4 de octubre de 1795 establecía que «la formación del Calendario general de estos reynos corriese a cargo del Real observatorio Astronómico de Madrid desde el año de 1797 para dotar con su producto a los individuos que se han de emplear en él» (La Ley II, Tit. XVII, Libro VIII de la *Novísima Recopilación* dada por Carlos IV en 18 de noviembre de 1796 confirma ello).

1787, la primera obra de un marino que realizaría después importantes aportaciones al problema de la longitud. Pero fue la reforma de 1790 la que dio lugar a la publicación de diversas obras, algunas de las cuales tendrían una amplia difusión.

La falta de un manual que se acomodara a la reforma de los planes de estudios promovida por Wynthuysen es lo que impulsó a Dionisio Macarte a redactar sus *Lecciones de Navegación o Principios necesarios a la ciencia del Piloto* (Madrid, 1801), «para que dándolo a la prensa se hiciese universal en las Academias Náuticas de los tres Departamentos y en las Escuelas Particulares del Reyno»⁴¹. La guerra con Inglaterra y el desgraciado resultado del combate naval del cabo San Vicente (14 de febrero de 1797), en el que murió el mismo Wynthuysen, paralizó esta y otras publicaciones, por lo que la edición de obras náuticas disminuyó sensiblemente en el quinquenio final del siglo (fig. 1)⁴². Sólo a principios del ochocientos se pudo disponer de las dos obras fundamentales producidas por el plan de 1790: la del mismo Macarte⁴³ y sobre todo la de Ciscar.

⁴¹ Macarte, 1801, Prólogo.

⁴² El plan de la Biblioteca Marítima Española fue concebido por Fernández de Navarrete en 1789, «ideando el Excmo. Sr. Bailío Valdés, Ministro entonces de Marina, formar un museo de este ramo en la nueva población de San Carlos, y queriendo que en él hubiese una biblioteca que no solo abrazase cuantas obras facultativas publicasen las academias científicas de Europa, y modelos de cuantas máquinas se inventasen de nuevo para perfeccionar la navegación, sino, además, todos los libros y documentos que se pudiesen haber a mano concernientes a la Marina española»; para ello eligió a don Martín Fernández de Navarrete para que recorriera los archivos del reino y recolectara en ellos noticias sobre la Marina española, el cual, «deseando el mejor desempeño de su cometido, fue formando para su uso un extenso catálogo de cuantas obras y escritos de Marina llegaban a su conocimiento» con el fin de describir posteriormente una historia de la Marina española. Debido a otras ocupaciones en el ministerio, y a la invasión francesa, la obra quedó incompleta, publicándose póstumamente por la Academia de la Historia, a partir de la ordenación hecha por el secretario de Fernández de Navarrete.

Para la elaboración de los datos hemos tenido en cuenta los siguientes criterios:

Las *Obras editadas* se clasifican por el año de publicación. A veces no se conoce la 1.ª edición, sino sólo la 2.ª o 3.ª. Si contienen varios vols. sólo se cita el año del vol. I. También se incluyen las reimpresiones (en total el 4% de las obras incluidas en la figura).

Las *obras manuscritas* se clasifican por el año de su realización. El total de obras manuscritas incluidas es de 19, anteriores casi todas a 1765.

Se prescinde de las obras de autores portugueses, pero se incluyen las editadas en los Países Bajos durante los dos primeros quinquenios, y las de españoles editadas en el extranjero (sobre todo de jesuitas expulsos).

Se incluyen las obras editadas por Martín Fernández de Navarrete, pero no las inéditas.

Conviene tener en cuenta que la *Biblioteca Marítima* incluye obras de náutica, astronomía y matemáticas esencialmente, pero también de historia natural, arte militar, economía, navegación interior, arquitectura civil, historia, derecho marítimo y obras literarias sobre el mar. Para el siglo XVI Navarrete utilizó ampliamente la edición aumentada de la *Biblioteca Occidental* de León Pinedo realizada por González Barcia (1737). La profesión de los autores de las obras incluidas en la figura es la siguiente: marinos, 86; militares de tierra, 36; religiosos, 48; funcionarios, 18; profesores de matemáticas, 13; médicos, 6; arquitectos, 4; juristas, 4; varios, 18; sin especificar, 55.

⁴³ En el prólogo a la obra, Macarte señala que aunque Wynthuysen elogió el texto escrito por él, la publicación no llegó a realizarse «a causa de su muerte en el combate naval de 1797, y otros particulares» pero que «subsistiendo actualmente la misma necesidad de un manual que miro con sumo dolor, he formado de

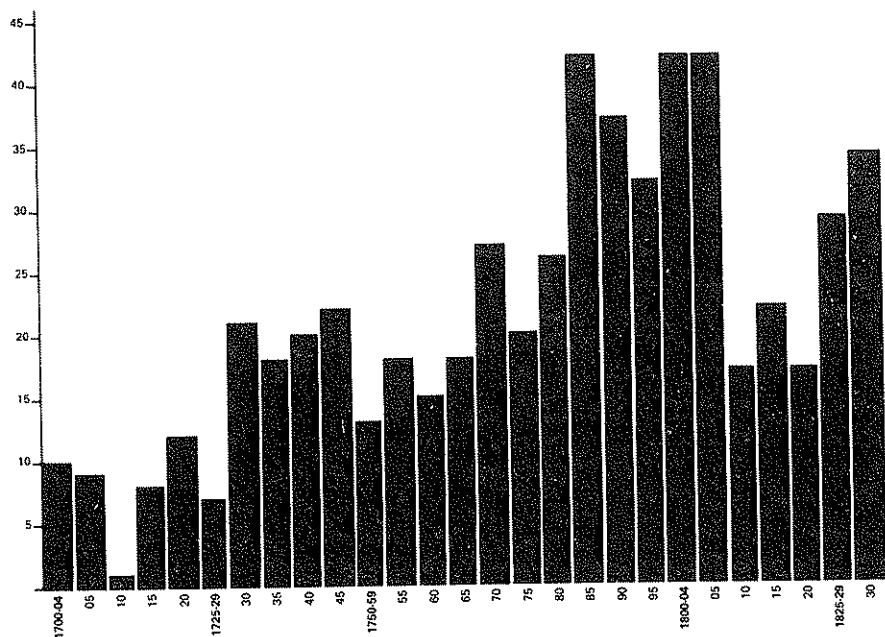


Fig. 1 OBRAS SOBRE NÁUTICA PUBLICADAS EN ESPAÑA DURANTE EL SIGLO XVIII

Fuente: Elaborado a partir de la *Biblioteca Marítima Española* de Martín Fernández de Navarrete (Madrid, 1851, 2 vols.). Sobre el carácter de la fuente, ver la nota 42, pág. 202. Se han considerado un total de 579 obras, de las cuales 19 son manuscritos (anteriores, generalmente, a 1765) y 24 son reediciones. La figura permite ver claramente el incremento de la producción científica española desde el final de la Guerra de Sucesión, y la incidencia negativa de algunos periodos bélicos, como la Guerra de la Convención (1793) y la Guerra de la Independencia (1808-1814).

Gabriel Ciscar y Ciscar (1760-1829) fue desde 1788 director de la Academia de Guardias Marinas de Cartagena, donde ya al año siguiente dirigió un certamen público en el que pronunció un discurso corrigiendo diversos errores del *Examen marítimo* de Jorge Juan⁴⁴. En la última década del siglo preparó, además de una segunda edición corregida y pues-

nuevo este volumen para que [...] se consiga en el segundo año del Curso Bienal en las referidas Academias y Escuelas Náuticas dar a los jóvenes estos rudimentos científicos, especialmente los de primera clase de letra, por los cuales siendo examinados, ceda su instrucción en utilidad del servicio del Rey, del Estado, de la Patria y de ellos mismos» (Macarte, 1801, pág. 4).

⁴⁴ Ciscar, 1789. Una valoración italiana contemporánea de este discurso en Fernández de Navarrete, 1851, vol. II, págs. 528-31.

ta al día del *Examen marítimo*⁴⁵, unos tratados de aritmética, de trigonometría esférica y de cosmografía⁴⁶ que reelaboró luego en su importante *Curso de estudios elementales de marina* (Madrid, 1803, 4 vols.), convertido en el texto básico para la enseñanza de la náutica durante buena parte del siglo XIX.

LA GEOGRAFÍA Y LOS ESTUDIOS DE NÁUTICA

Durante todo el siglo XVIII la geografía fue considerada una de las ciencias que confluían en la náutica, lo que suponía a la vez una permanente presencia de la misma en los programas de estos estudios y su tratamiento obligado en los tratados de navegación y pilotaje. Inversamente, los geógrafos consideraron que las obras de náutica contribuían al desarrollo de su ciencia y que «como la geografía se estudia en gran parte en los libros de los navegantes» —según afirmaba Isidoro de Antillón⁴⁷—, la atención a los problemas náuticos era obligada en los tratados de geografía⁴⁸. Y ello incluso a fines del siglo, cuando la actitud de los marinos hacia la geografía había experimentado, como veremos, un cambio muy significativo. A través de esta asociación con la náutica se reforzaba la importancia de la geografía astronómica, o «Astronomía geográfica» en expresión de Antillón, la cual era considerada la parte esencial de la geografía⁴⁹.

La náutica o ciencia de la navegación se dividía tradicionalmente en *práctica* y *teórica*, siendo estas también las dos partes que se consideraban en los estudios. La definición del contenido de una y otra adquiría

⁴⁵ Ver Juan, 1794. En esta edición corrigió diversos errores que no habían sido observados en las traducciones francesas de 1783 y 1792.

⁴⁶ Císcar, 1793, 1796 y 1796.

⁴⁷ Antillón, 1804, pág. 160.

⁴⁸ Así lo hace Antillón, que expresa la anterior idea al discutir el problema de las medidas usadas por los navegantes.

⁴⁹ El mismo Antillón, por citar el geógrafo más destacado del período que estudiamos, después de las críticas que se habían hecho al volumen I de sus *Lecciones de Geografía* en el sentido de que daba «noticias muy difusas de la Astronomía», afirma: «Pero estoy tan lejos de arrepentirme, que antes bien creo debiera haberme extendido más en esta parte, que es la verdaderamente científica de la Geografía, y cuyas aplicaciones son las que únicamente pueden contribuir a mejorar y adelantar nuestras ideas de este ramo importante de las ciencias exactas» (Antillón, 1804, vol. II (1806), pág. 193). Ver también en pág. 246, nota, su afirmación de que una de las actividades del «geógrafo» es observar las alturas meridianas de los astros.

matices distintos según los autores, aunque a mediados del siglo pocos se atreverían a contradecir la prestigiosa opinión de Jorge Juan que identificaba la teórica con la navegación realizada de acuerdo con reglas matemáticas y observaciones astronómicas.

Navegación práctica es, según este autor, la que «enseña el modo de saber el camino que sigue y debe seguir la nave cuando se navega en las inmediaciones de las costas o mares sondables, de suerte que ya por las configuraciones de las montañas y sus respectivas situaciones, ya por lo profundo del mar y especialmente de su fondo, viene el Piloto a distinguir unos parages de otros y en conocimiento de aquel donde se halla». En este tipo de navegación el piloto podía guiarse simplemente con la vista o con ayuda de cartas geográficas y utilizando la brújula. La *navegación teórica*, por el contrario, es «la que enseña el modo de saber el camino que sigue y debe seguir la nave por dilatados mares donde por mucho tiempo no se ve más que cielo y agua». La simple práctica era entonces insuficiente, y se necesitaban conocimientos de diversas ciencias para resolver los problemas que en ella se planteaban: «la Geografía, la Arithmética, la Geometría y Trigonometría, la Mecánica, la Astronomía, y aun la Física, todas contribuyen al logro de los aciertos en el Pilotage». Y más todavía, estas mismas ciencias «necesitan recíprocamente unas de otras para perfeccionar lo que conduce a aquel fin, a que no alcanzan todas»⁵⁰.

Las ciencias enumeradas por Jorge Juan como auxiliares de la náutica son las que en definitiva integraron los programas de estos estudios durante todo el siglo XVIII. Pero las diversas reformas que se fueron realizando de los estudios de marina dieron creciente importancia a las materias matemáticas, en detrimento de otras tradicionales como eran la cosmografía y la geografía.

Hasta las reformas de fin de siglo las materias esenciales de la parte teórica de la náutica eran la Cosmografía y la Astronomía. El marinero debía, sobre todo, utilizar los llamados cuatro términos de la navegación (latitud, longitud, rumbo y distancia) y para ello era imprescindible «la buena aplicación de los fundamentos de la Cosmografía, que todavía no bastan para el acierto, que únicamente se asegura con el auxilio de la Astronomía»⁵¹. Es por ello por lo que los tratados de navegación prestaban tanta atención a estas ciencias y adoptaron una estructura que perduró hasta los años ochenta.

⁵⁰ Juan, ed. Mazarredo, *Lecciones*, 1798, págs. 2-3.

⁵¹ Juan, ed. Mazarredo, *Lecciones*, 1798, pág. 6.

Una obra que responde todavía a la estructura tradicional de los programas es el *Tratado de Navegación* (1787), de José Mendoza y Ríos. La obra, dedicada al rey y considerada en el prólogo por don Cipriano Vimercati como un tratado de navegación matemática, contiene dos partes. La primera trata de «los principios en que se funda más inmediatamente la ciencia del piloto»; e incluye unos elementos de geografía, de astronomía y unos breves principios de cronología. La segunda trata de la navegación y el pilotaje y comprende la navegación pura o teórica (cartas y planos, uso de la aguja náutica y la corredera, y principios fundamentales de navegación), la navegación astronómica, con el uso de los instrumentos de reflexión y relojes marinos para determinar la posición del buque; y de otros conocimientos necesarios para el piloto, como son mareas, corrientes, vientos y levantamiento de planos y cartas⁵².

En el volumen primero parte Mendoza de la insuficiencia del pilotaje práctico y afirma la necesidad de recurrir a la navegación astronómica, lo cual justifica que un tratado de navegación deba iniciarse con una exposición de conocimientos astronómicos y sobre la figura de la tierra. A ello debe seguir el conocimiento de la navegación que llama experimental y que se funda en la geografía, en la física y en la historia natural (vientos, corrientes y en definitiva «toda la Historia Natural del Mar»): «esta parte de la Navegación que podemos llamar *experimental* es hija —afirma— de la Geografía y de la Física, como la otra lo es de las Matemáticas, y las dos se auxilian mutuamente para promover los progresos de la práctica del Pilotaje»⁵³.

Mendoza dedica por ello en su obra una gran atención a los «Principios de Geografía»⁵⁴, donde estudia la magnitud y figura de la tierra, su división natural, su división política (continentes y países, incluyendo cuadros de países y capitales), la situación de los lugares en el globo y círculos que se imaginan en él, y, por último, los mapas y cartas, donde explica la proyección estereográfica según el método de Bezout. En los «Principios de Astronomía» sigue el método de La Caille⁵⁵ explicando primero los principales fenómenos celestes como vistos desde el sol, para

⁵² Las dos partes son tratadas en la obra, según Vimercati, «no tanto para ejercer esta profesión con un desempeño común, quanto para promoverla, y poner al Piloto en estado de adelantar los límites de la Geografía y de la Navegación y servir con reputación a su patria y a la humanidad» (en Mendoza, 1787, Prólogo).

⁵³ Mendoza, 1787, vol. I, pág. 28.

⁵⁴ Comprende las págs. 31 a 104 del vol. I.

⁵⁵ La Caille, *Lecciones de Astronomía*, 1746, 4.^a ed. aumentada por Lalande, París, 1780.

mejor interpretar, después, la apariencia de estos fenómenos vistos desde la tierra. Si en la parte de geografía Mendoza sigue la concepción más tradicional de esta ciencia, en la astronómica, por su más directa aplicación a la náutica, muestra una mayor preocupación por dar una presentación al día, siguiendo para ello esencialmente al citado Lacaille y a Lalande, además de a Jorge Juan en lo referente a la figura de la tierra en cuanto dependiente de la teoría de la gravitación y de las observaciones geográficas⁵⁶.

Las reformas promovidas por Wynthuysen en 1790 tendieron a modernizar los estudios de náutica ampliando en ellos las materias matemáticas. La necesidad de estos conocimientos se deriva del hecho de que el marino al atravesar los mares va —como decía Bouguer— «a buscar con certeza una tierra alejada mediante una continua aplicación de la Geometría y la Astronomía a la Marina»⁵⁷. En España la nueva estructura se refleja en dos tratados representativos, las *Lecciones de Navegación* de Dionisio Macarte (1801) y el *Curso elemental de estudios de Marina* de Gabriel Ciscar (1803). En ellos las secciones dedicadas de matemáticas y geometría pasan a primer término y adquieren en el de Ciscar considerable extensión, hasta ocupar la mitad de la obra⁵⁸, desplazando de este lugar a la cosmografía, que aparece a continuación.

Las *Lecciones de Navegación* de Macarte⁵⁹ son todavía una obra de transición. Aunque en ellas se afirma que fueron formadas «con arreglo sustancial al nuevo Método de Estudios mandado observar por la soberana benevolencia del Rey», el espíritu que las anima es todavía el tradicional. La gran extensión que ocupa aún la parte de cosmografía y la repetición de estereotipos geográficos es una clara prueba del uso abundante de obras tradicionales. La cosmografía incluye, como siempre, ante todo unos principios de astronomía donde se presentan las divisiones de la esfera; una uranografía, o contemplación de los espacios celestes para conocer los planetas y estrellas fijas; los círculos principales de la esfera celeste; y unos capítulos dedicados a explicar la construcción

⁵⁶ Mendoza se declara abiertamente copernicano desde el principio afirmando que «un tratado de Astronomía es una demostración continua del sistema copernicano. Por cuya razón y siendo actualmente esta hipótesis una verdad fundamental de la Astronomía principiaremos dándola por establecida» (Mendoza, 1787, vol. I, pág. 110). Sigue también las ideas newtonianas sobre la atracción de los planetas y muestra una amplia información bibliográfica en el vol. II citando a Halley, Colin Mac Laurin, Blondeau, Bernouilli, Fleurieux, Canton, Euler y Dutoir.

⁵⁷ Bouguer, 1781.

⁵⁸ Tomo I, *Que contiene el Tratado de Aritmética*, 116 págs., y Tomo II, *Que contiene el Tratado de Geometría*, 136 págs.

⁵⁹ Están dedicadas a don Juan de Langera, Secretario de Estado y del Despacho Universal de Marina.

de un observatorio astronómico, con sus principales instrumentos. En esta parte de la obra Macarte toma claramente posición por el sistema copernicano —que «es seguido por los Autores Modernos»— y refuta sus posibles objeciones, aunque se siente obligado todavía a exponer los otros sistemas del universo y a dedicar espacio a explicar la compatibilidad del sistema «newto-copernicano» con la religión.

Tras la astronomía, «esta ciencia admirable, madre de la Geografía y de la Navegación y en que se funda la distribución civil de los tiempos y la Cronología»⁶⁰, aparecen los «Principios de Geografía», ciencia que es considerada como «una consecuencia natural de la Astronomía». Se da ese nombre de geografía, dice Macarte, «a la descripción del Globo terráqueo: ciencia Físico-Matemática, que no pierde de vista el cielo con quien tiene correspondencia la delineación exacta de la superficie terráquea, esto es de la tierra, que es esta masa que nos sostiene, entretiene y alimenta; y de las aguas».

Los temas tratados son, como se puede esperar, los habituales: la figura y magnitud de la tierra, explicando su gravedad y la dirección natural de todas las partes hacia el centro; la división natural y política de la tierra y el mar, con las definiciones de términos básicos y los datos sobre países, religiones y razas⁶¹; los círculos principales de la esfera y su correspondencia con los de la celeste, zonas, climas y situación absoluta y respectiva de los habitantes de la tierra; y localización de los lugares del globo terráqueo. Los temas son los normales, aunque el orden en que aparecen no deja de llamar la atención.

Esta misma impresión de desorden se tiene en el resto de la obra de Macarte. Las partes siguientes tratan, sin duda, todos los temas del nuevo plan de estudio, pero en una disposición tal que muestra, por sus repeticiones y yuxtaposiciones, una obra poco estructurada, redactada quizás apresuradamente para cubrir la demanda del cambio de programas. En libros sucesivos van apareciendo: las nociones matemáticas, físicas, geográficas y astronómicas aplicadas a los cuatro términos de la navegación (libro IV); las causas que hacen variar las alturas y distan-

⁶⁰ Macarte, 1801, pág. 107.

⁶¹ No faltan los habituales juicios que repiten las imágenes estereotipadas sobre los diferentes pueblos (por ejemplo, los habitantes de África son «de buena estatura, pero crueles y malos soldados, a excepción de los egipcios, que sirven en las tropas del Gran Señor»). Hay sin embargo una afirmación expresa de la unidad profunda del género humano, cuyas diferencias se deben simplemente a la acción del clima: «El hombre blanco en Europa, negro en África, azafranado en Asia y tostado en América, siempre es el mismo hombre, teñido del color del clima [...]. Se hace probable que el color de los hombres provenga de los climas», especulando Macarte a continuación sobre las causas que pueden provocar los distintos tintes de la piel (pág. 141).

cias verdaderas de los astros (libro V); las cartas geográficas, el cálculo diario para llevar la cuenta de la derrota de la nave y modo de averiguar las toneladas de arqueo de un buque, la construcción de las escalas y la navegación loxodrómica (libro VI); la cronología, con el estudio de las lunaciones y mareas, y el de la meteorología⁶² (libro VII); los cálculos para hallar la latitud y longitud (libro VIII); el análisis de los instrumentos geográficos para la proyección de planos de puertos u otros mapas, con el método para levantarlos (libro IX); y una exposición abreviada de las derrotas más comunes desde España a las diferentes partes del globo, indicando los vientos y otras características físicas útiles para la navegación⁶³.

Muy diferente al de Macarte es el *Curso Elemental de Estudios de Marina* de Gabriel Ciscar, obra que merece justamente la fama de que gozó a lo largo del siglo XIX. Es un texto bien estructurado en el que las nociones matemáticas ocupan los dos primeros volúmenes, mientras que el tercero y cuarto se dedican a Cosmografía y Pilotaje, respectivamente. Los instrumentos náuticos (instrumentos de reflexión, agujas náuticas, corredera, relojes marinos), la determinación del rumbo y el cálculo de la latitud y longitud son el objeto fundamental de los 12 capítulos del tratado de pilotaje, en el que aparecen ya claramente individualizadas respecto a la cosmografía cuestiones que Varenio había incluido en su *Geografía general*, como la determinación de las líneas de rumbo en los mapas náuticos.

Desde la perspectiva que aquí nos interesa, lo más destacable de la obra de Ciscar es la diferente posición de la geografía en el tratado de cosmografía. Esta última ciencia sigue considerándose «indispensable para la inteligencia de la Navegación», ya que «los formularios náuticos o colecciones de reglas puramente prácticas son muy insuficientes por sí solos; y el Piloto que no tenga otros conocimientos se hallará muchas veces en circunstancias imprevistas que le haran titubear en la aplicación de los preceptos». Por ello, y porque la cosmografía abunda «en teorías sencillísimas con cuyo conocimiento cualquiera puede deducir un crecido número de teorías», sigue siendo una ciencia esencial para el marino. Pero la geografía no aparece en ella más que parcialmente, ya que según Ciscar «se da el nombre de Cosmografía a la exposición de los princi-

⁶² Se estudian en esta sección las causas físicas de los vientos y sus cualidades, así como el modo de conocer la mudanza del tiempo, tanto por el barómetro y termómetro como por las señales.

⁶³ En relación con ellas se presenta una serie de láminas con perspectivas de las costas de diversos continentes.

pios fundamentales de la Astronomía y de la Geografía matemática». Hay aquí una restricción significativa que elimina de un golpe toda la geografía física y la política de los estudios náuticos.

Esta restricción va unida también en Ciscar a una nueva enumeración de las partes de la geografía. Para los tratadistas anteriores, una de las divisiones indiscutibles de esta ciencia era la que se hacía entre geografía matemática o astronómica, física y política. Es la división que aceptaban Mendoza y Macarte y que este último formulaba definiendo la geografía matemática como la que «enseña a establecer las posiciones y correspondencias de todos los puntos de la Tierra; y como para conseguirlo se vale de las apariencias de los astros, se llama también geografía astronómica»; la física como la que «corresponde particularmente a la naturaleza del terreno y sus producciones»; y la histórica y política como la que «pertenece a la descripción de países con sus divisiones naturales y políticas»⁶⁴. Frente a esta división tripartita Ciscar considera que la geografía «se divide en política y matemática o astronómica», teniendo por objeto la primera el «determinar las posiciones relativas de los lugares de la Tierra y explicar los fenómenos que resultan de su movimiento»⁶⁵. Se consagraba así en los estudios náuticos una tendencia, que venía apuntándose desde unos decenios antes, para integrar el estudio de los fenómenos físicos con la historia natural de la tierra y no con la geografía⁶⁶.

Todo lo anterior explica que la geografía del *Curso* de Ciscar haya quedado reducida a simple geografía astronómica, en la que tras unas nociones de trigonometría esférica se tratan sucesivamente los sistemas del mundo, el modo de determinar la posición de los cuerpos celestes, la tierra y los fenómenos que resultan de sus movimientos de rotación y traslación, la luna y su efecto sobre las mareas, las correcciones que deben aplicarse a la altura de los astros y la resolución de diversos problemas de aplicación al pilotaje. El último capítulo de esta parte se dedica a la hidrografía, la ciencia que para un marino como Ciscar adquiere una ambiciosa dimensión, ya que «trata de los mares, de las tierras y aun de los vientos, en quanto todo esto puede contribuir a la seguridad de la navegación». El problema de las relaciones entre hidrografía y geo-

⁶⁴ Macarte, 1801, pág. 109.

⁶⁵ Ciscar, 1803, vol. III, cap. I, pág. 6.

⁶⁶ Esta tendencia aparece claramente en el prólogo realizado por Vimercati al *Tratado de Navegación* de Mendoza (1787), en el que sólo habla de «Historia natural de la Tierra», en lugar de usar la expresión «Geografía física» que empleó en el texto Mendoza (pág. 31).

grafía no deja tampoco de plantearse, y aunque se aceptan superposiciones aparece una clara tendencia a la autonomía, puesto que aunque «tiene algo de común con la Geografía», se considera que esta realiza la descripción del globo [y por lo tanto también de los mares] «sin los pormenores que constituyen el objeto principal de la Hidrografía», la cual a su vez en lo que se refiere a los continentes sólo describe «los puntos de la tierra que se descubren desde el mar»⁶⁷.

La comparación de las tres obras analizadas muestra el esfuerzo realizado para modernizar los programas, ampliando el contenido matemático de los estudios, a la vez que se disminuía la importancia de los conocimientos más tradicionales, como los estrictamente geográficos. Falta saber cuál fue el grado de aplicación concreta de estas reformas en los distintos centros. Desde luego, tuvo que ser máximo en las academias militares, que eran las principales afectadas por las reformas aludidas. En cambio puede sospecharse que en las otras escuelas náuticas las reformas tardarían en difundirse, aunque la evolución no dejaría de tener el mismo sentido.

Para comprobar este hecho puede acudir a los exámenes públicos, con los que los distintos centros trataban de mostrar el grado de preparación de sus alumnos. Los estudiantes debían contestar públicamente a una serie de preguntas sobre las materias cursadas, especificadas previamente en un programa del acto con las cuestiones objeto de examen⁶⁸. El análisis de los certámenes públicos celebrados en las escuelas náuticas debería dar una idea precisa sobre el nivel de los conocimientos concretos que se exigían al terminar las enseñanzas y, si la comparación se hace diacrónicamente, mostrar la evolución de los programas y el impacto de las reformas referidas.

Un primer estudio de esta cuestión muestra que los efectos de los sucesivos planes no parecen haber sido muy profundos durante el siglo XVIII, ya que si bien se nota una cierta profundización de contenido matemático y una diversificación de las materias, los temas fundamentales siguieron sin embargo idénticos en los exámenes de los tres decenios finales del siglo. Sería más bien en el siglo XIX cuando la eficacia de las reformas se dejaría sentir. La comparación entre los certámenes públicos realizados en la Escuela Náutica de Barcelona en 1773 y 1797 así parece mostrarlo.

⁶⁷ Ciscar, 1803, vol. III, pág. 122.

⁶⁸ Hemos estudiado estos actos y la presencia de la geografía en ellos, en Capel, 1981.

El plan de estudios propuesto en 1769 para la Escuela Náutica de Barcelona por su director Sinibaldo Mas, inspirado en el que regía en las escuelas de guardias marinas, se dividía en dos años y constaba de las siguientes enseñanzas: «Reglas Geométricas y Cosmográficas; Demostración y Construcción de elementos esenciales; Tratado de la Esfera; el Globo geoméricamente demostrado; el manejo del Globo con las operaciones conducentes a la Navegación; la Geometría con uso del Compás; la Geometría plana en general; la resolución de problemas de Astronomía aplicados a la Navegación; la observación del Sol con los cuadrantes de los arcos y octantes; la resolución de las operaciones náuticas con el cuadrante de reducción, escala plana y artificial; Sector o pantómetro, canon matemático de Senos tangentes y secantes naturales, y Carta plana o reducida y de grados»⁶⁹.

El certamen de 1773 fue dirigido por el mismo Sinibaldo Mas, profesor de dicha Escuela y «primer Piloto de altura de cualquier Navío», y en él se examinaron nueve alumnos⁷⁰ acerca de las siguientes materias: cosmografía, astronomía y operaciones del globo celeste, geografía y operaciones del globo terrestre, geometría y trigonometría plana y esférica, navegación y maniobra de los navíos⁷¹. Un cuarto de siglo más tarde el orden de las materias se había alterado, pasando la geometría a primer término y recibiendo mucha mayor atención⁷², a la vez que aparecía el «diseño y formación de cartas de planos de puertos y costas marítimas» y una «astronomía náutica» dedicada a la correcta determinación de la posición del navío y determinación de su rumbo⁷³.

Bajo el nombre de cosmografía se incluyen en 1773 una serie de preguntas generales sobre el conocimiento de las esferas celeste y terrestre, con sus partes y círculos, polos, signos del zodiaco y eclipses de sol y luna. Las cuestiones de astronomía se refieren sobre todo a operaciones concretas con la esfera celeste, resolviendo problemas sobre el cálculo de la altura meridiana de una estrella, su acimut, declinación, ascenso y

⁶⁹ Citado por Ruiz y Pablo, 1919, págs. 154-55.

⁷⁰ He aquí sus nombres: Josef Antonio Cot, de Mataró; Pablo Carbonell, de Sitges; Josef Ollé, de Arenys; Juan Clausell, de Canet; Josef Vila, de Tarrasa; Juan Barals, de Malgrat; Francisco Escardó, de Barcelona; Pedro Vila, de Arenys; y Josef Nunell, de Barcelona. Ver *Certamen*, 1773.

⁷¹ Según Ruiz y Pablos (1919, pág. 157) en 1777 se realizó un segundo certamen, del que existiría un programa, que no hemos podido localizar.

⁷² *Examen*, 1797. La materia única titulada geometría en 1773 se había convertido en el examen de 1797 en cuatro materias: geometría pura; trigonometría plana; geometría esférica, práctica y especualtiva; trigonometría esférica.

⁷³ *Examen*, 1797. Los alumnos examinados en esta ocasión fueron siete: Pedro Calvet, de Ripollet, Francisco Moreu, de Calella; Josef Rabasa, de Torredembarra; Francisco Maria Copieters, de Calella; Juan Tramujas, de Calella; Antonio Banús, de Reus y Josef Devesa, de Manresa.

descenso⁷⁴. En 1797 unas y otras cuestiones se incluyen bajo el nombre de cosmografía, respecto a la cual se señala que

«por ser esta ciencia la del Universo, o de toda la máquina del Orbe en que habitamos, junto con los cielos, planetas y astros brillantes, que sorprenden nuestra vista, se divide en Astronomía y Geografía. Por tanto explicarán los Alumnos, y demostrarán en un plano los círculos principales de que se componen las esferas, sus oficios y propiedades, para determinar y medir los términos o datos de los astros. Explicarán los movimientos diurno y natural de todos los astros, dando razón de los diámetros de los planetas, comparados con la tierra, según la opinión mas recibida. Numerarán las constelaciones, que actualmente se consideran en el firmamento, y declararán el nombre de las estrellas mas principales que ellas contienen; y por último operarán en las esferas materiales quantos problemas se sirvan proponerles, relativos a las medidas de latitud, longitudes, declinaciones, ascensiones, azimuthdes, amplitudes, depresiones, horario de los astros, etc.⁷⁵»

Frente a esta ampliación del contenido de la cosmografía, la geografía mantiene en uno y otro año la consideración de ciencia descriptiva de la tierra y estudio de las operaciones con la esfera terrestre. La división del globo en climas y continentes, con la descripción de reinos, capitales, mares e islas, constituye el objeto de las preguntas de 1773, a la vez que se formulan problemas referentes a la altitud y hora de salida del sol en diversos puntos de la tierra⁷⁶. Veinticinco años más tarde el programa especifica que

«siendo la geografía la ciencia que da la descripción universal de toda la tierra, sin perder de vista el Cielo, a cuyas dilatadas esferas se refiere la exacta delineación del orbe terrestre, manifestando la correspondencia que este tiene con los círculos que se consideran en la esfera celeste; manifestarán los Alumnos en un plano y en el globo material, qué cosa sea latitud y longitud de un lugar, posición y distancia entre dos lugares; posiciones que puede tener la esfera, sus zonas, climas y habitantes de la tierra, respecto a los círculos en que estan constituidas; satisfaciendo a quantos problemas se les quisieren proponer. Darán también razón de la división general de la superficie del globo, en sus quatro partes principales, señalando sus confines, subdiviéndolas en reynos, e islas principales, explicando el nombre de los mares que rodean la extensión de las tierras, y definiendo lo que son penínsulas, istmos, cabos, golfos, bahías, senos, estrechos, ríos, barras, etc.⁷⁷»

⁷⁴ Certamen, 1773, págs. 1-3.

⁷⁵ Examen, 1797.

⁷⁶ Certamen, 1773, págs. 3-4.

⁷⁷ Examen, 1797.

La parte dedicada a navegación ocupa la mayor extensión en el certamen de 1773,⁷⁸ e incluía cuestiones sobre las cuatro partes o términos y el uso de los correspondientes instrumentos para su determinación: la latitud y su forma de hallarla con el manejo del astrolabio, anulo astronómico, cuadrante de péndula, ballestilla, cuadrante de dos arcos y octante de refracción; la longitud, acerca de la cual «insinuarán el modo con que se debe obrar en el Mar, para hallar la correspondiente al Globo Terráqueo», porque «hasta el presente no se ha inventado Instrumento apto, ni modo exacto para hallarla por observación en el Mar»; el rumbo y su obtención con la aguja de marear o compás náutico; y por último la distancia y su forma de averiguarla con la corredera. Al mismo tiempo debían resolver diversos problemas de trigonometría náutica con los instrumentos adecuados: cuadrante de reducción, canon, tablas de logaritmos, canon matemático o natural, pantómetra, escala plana y artificial y sacabuches o escala doble.

Veinticuatro años más tarde esta parte de navegación se había dividido entre navegación propiamente dichas, astronomía náutica y formación de cartas de planos. Como el apoyo de la astronomía era imprescindible para la correcta determinación de la posición del navío y comprobación de su rumbo, ello había ido dando lugar al desarrollo de una rama particular, la llamada astronomía náutica, que trataba concretamente de estas cuestiones. En el examen de 1797 se especificaba que

«Siendo la Astronomía la que dirige al Piloto para corregir sus datos en la Navegación, y para averiguar con la mayor exactitud el lugar en que existe el Navío; demostrarán y resolverán estos Alumnos los problemas conducentes a hallar las latitudes, longitudes, declinación, ascensiones, amplitudes, azimuthdes, alturas y horarios del Sol o de cualquier astro; sus arcos diurnos y nocturnos; la hora en que empieza o acaba el crepúsculo de qualquier día. Hallarán la latitud del lugar, mediante la observación y declinación del sol, luna o estrellas, ya estén en el meridiano o bien el horizonte, vertical primario, coluro de los equinoccios y en cualquier horario. Explicarán también el modo de hallar la latitud del lugar por dos alturas del sol obserbadas, y el tiempo discurrido entre las dos observaciones, medido con un relox común inventado por Don Cornelio Douvves...⁷⁹.»

Las preguntas específicas sobre navegación se referían en este año a la aplicación de los principios teóricos matemáticos y cosmográficos a la práctica de la navegación y uso de las cartas hidrográficas, formación de

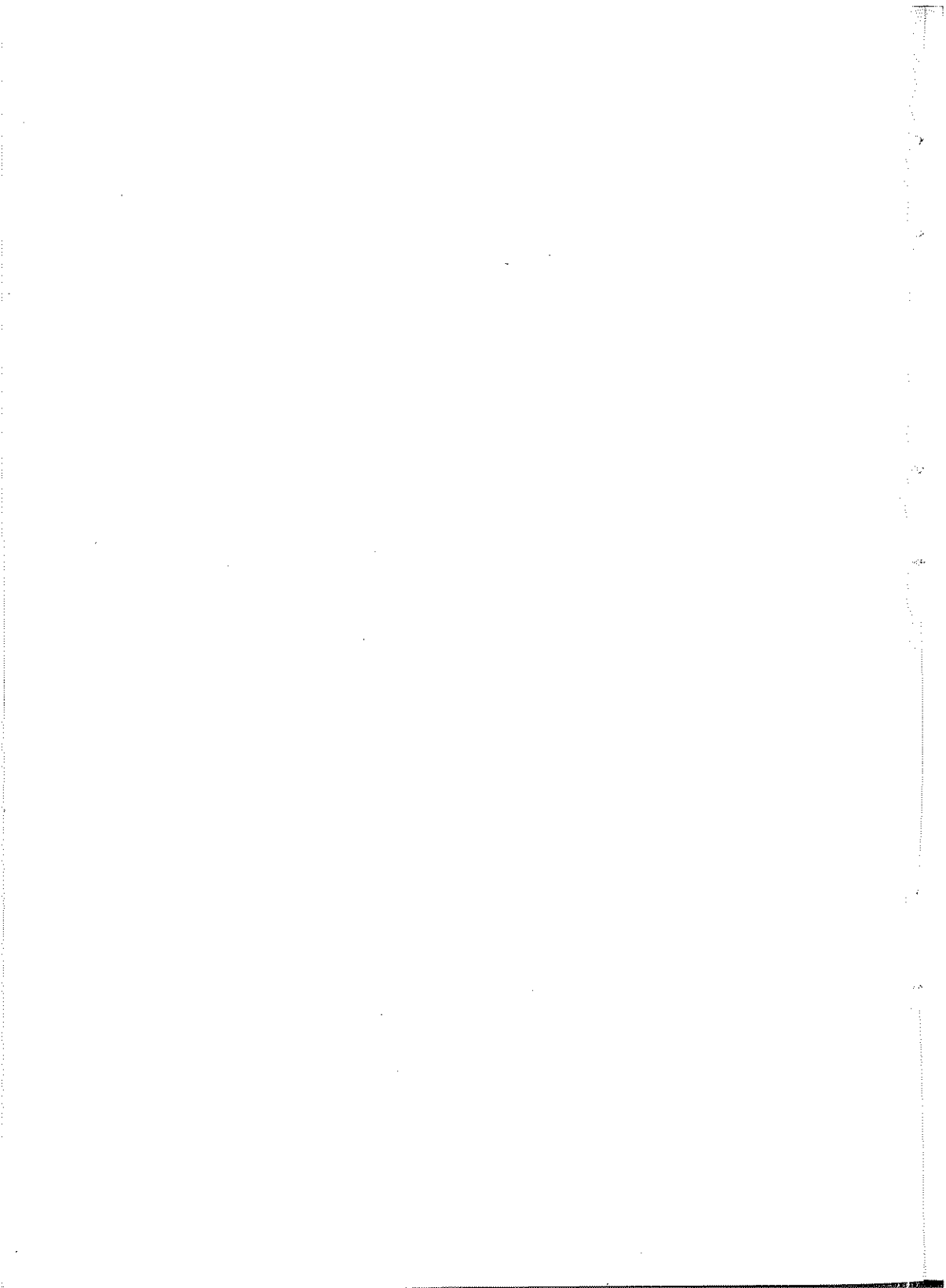
⁷⁸ *Certamen*, 1773, págs. 5-11.

⁷⁹ *Examen*, 1797.

los diarios náuticos y manejo del calendario gregoriano para poder arreglar sus operaciones náuticas y el cálculo de las mareas. Por último, se les exigía el manejo de distintos tipos de mapas y rudimentos sobre su formación⁸⁰.

La comparación de estos dos certámenes públicos de la Escuela Náutica de Barcelona permite comprobar la escasa modificación experimentada, aparentemente, en el contenido de los programas durante el último cuarto de siglo. A pesar de ello, la mayor insistencia en las cuestiones de tipo matemático y la colocación de la geometría en 1797 en un lugar preferente, a la vez que adquiría mayor contenido, muestran que también en este centro la evolución se iba produciendo en el mismo sentido que los sucesivos cambios de planes trataban de estimular en las academias militares. Al mismo tiempo, la mayor atención a la formación cartográfica que se observa a fines del siglo parece mostrar una tendencia a acentuar estos aspectos prácticos en la formación del marino. Y el esfuerzo de la astronomía náutica, con el uso de nuevos instrumentos para determinar la posición de los navíos, daba a los marineros la posibilidad de resolver definitivamente un problema que parecía irresoluble desde el Renacimiento: el problema de la longitud.

⁸⁰ Ver más adelante, cap. X.



IX. La solución del problema de la longitud

Uno de los problemas fundamentales con que se enfrentó la navegación durante la Edad Moderna fue el de la determinación exacta de la posición de los navíos en la mar. Si el problema de establecer la latitud estaba ya bien resuelto desde mediados del siglo XVI mediante la observación de la altura aparente de los astros en los diversos puntos del globo terrestre, no ocurría lo mismo con el de la longitud, puesto que el desplazamiento a lo largo de un paralelo no altera dicha altura. La importancia de este problema era tal que se convirtió durante tres siglos en objeto de permanente investigación de los marinos y en un verdadero reto para la ciencia de la época. Sólo a fines del siglo XVIII puede considerarse que la cuestión está en vías de solución. La historia de la náutica española durante ese siglo es también la de la lucha constante y esforzada por resolver una cuestión que resultaba esencial para la navegación y la geografía.

EL PROBLEMA DE LA LONGITUD

Desde el siglo XVI la monarquía española, como primera potencia marítima, estuvo vivamente interesada en solucionar el problema de la longitud, acerca del cual se organizaron juntas oficiales para discutir los métodos disponibles. Para su resolución Felipe II convocó en 1798 un concurso internacional que atraería en el reinado de sus sucesores a grandes científicos (Galileo, Van Langren, Morin, Maillard, y los espa-

CUADRO IX.1

Métodos discutidos en relación con el problema de la longitud
Siglos XVI y XVII

A. Métodos terrestres

1. Variaciones de la brújula.
2. Señales sonoras (no utilizado en el concurso español).

B. Métodos astronómicos

1. Eclipses de los satélites de Júpiter.
 2. Ocultamientos de estrellas por la Luna.
 3. Eclipses y fenómenos generales.
 4. Paso de la Luna por el meridiano.
 5. Distancias lunares.
 6. Cronómetros (no utilizado en el concurso español).
-

Fuente: Lamb, 1972.

ñoles Arias, Fonseca, Labaña, Herrera), y en el que se propusieron soluciones diversas al mismo (cuadro IX.1)¹.

Inglaterra, Holanda y Francia, países también con intereses marítimos, siguieron el ejemplo hispano, ofreciendo igualmente premios a la resolución del problema de la longitud. En 1634, Richelieu convocó en París una conferencia para estudiar dicho problema y en particular la propuesta realizada por Jean Baptiste Morin en su *Longitudinum terrestrium et caelestium nova et hactenus optata Scientia* (París, 1634) para calcular la longitud por la ascensión directa y la declinación de la luna.

La resolución del problema de la longitud exigía precisas observaciones astronómicas, lo cual influyó desde el siglo XVII de manera decisiva en la erección de observatorios que, como el de Greenwich en 1775, se crearon «para ayudar a la geografía y la navegación». Astronomía y geografía aparecieron así naturalmente unidas y la segunda en dependencia de la primera, pues —como escribía Manuel de Aguirre en 1782— «no tuvieron los hombres otro medio para describir la Tierra, que el refe-

¹ Ver sobre este tema Lamb, 1972. Cedillo, 1745, afirma que con Felipe V el premio ofrecido al inventor de un método ascendía a 200.000 pesos, y añade que «hasta ahora no ha habido quien satisfaciendo lo satisfaga» (cap. XI).

rir sus movimientos y partes a las distancias y cuerpos celestes, que les sirvieron de apoyo o camino»². Esta asociación explica que, al aludir a los progresos de la astronomía en el siglo XVII, Isidoro de Antillón pudiera escribir que sin ellos «siempre la Geografía hubiera quedado muy imperfecta, y jamas se hubiera conseguido exactitud en la determinación de los lugares»; añadiendo: «en efecto, quien sepa como la descripción del globo terrestre depende de la perfección de la astronomía no podra dexar de poner en los anales de la ciencia geográfica al frente de todos los siglos», el siglo XVII.³

Efectivamente, fue del lado de la astronomía que se buscaron con más ahínco en ese siglo los métodos para resolver el problema de la longitud. Ante todo en la observación de los eclipses de sol y luna, que cuando se hacía simultáneamente en lugares diversos permitía establecer fácilmente la posición. El método fue utilizado en el siglo XVI y al cosmógrafo español Juan López de Velasco se debe un proyecto, elaborado entre 1571 y 1577, para determinar la latitud y longitud de lugares españoles y americanos mediante la observación simultánea de los eclipses de 1577, 1578 y 1584 con vistas a la realización de una cartografía exacta del imperio español⁴. Las bases teóricas de este método en lo que se refiere a los eclipses de sol fueron facilitadas por Kepler en su *Optica* y en las *Tablas Rudolfinas*, aunque el método fue criticado por Tycho Brahe, Magino y otros por los problemas de paralaje que planteaba, sin contar con las dificultades que su uso en el mar suscitaba.

El descubrimiento de los satélites de Júpiter y de sus eclipses diarios hizo concebir grandes esperanzas respecto a la posibilidad de usarlos para resolver el problema. Pero ello exigía establecer previamente efemérides de esos movimientos. En la segunda mitad del siglo XVII, Jean Dominique Cassini trabajó en la elaboración de dichas efemérides, con las cuales —en palabras de Hurtado de Mendoza— «podría qualquiera saber la longitud en que se halla, cotejando la hora en que se observa uno de esos Eclipses con la que le señalaran las Tablas para cierto Meridiano»⁵. Pero la elaboración de estas tablas resultó bastante laboriosa y el siglo acabó sin que los marinos pudieran disponer de ellas.

Problema semejante, derivado de la poca precisión de las tablas de efemérides, planteaba el método propuesto por Oroncio y consistente en

² Aguirre, 1782, pág. 16.

³ Antillón, 1804, vol. I, pág. 30.

⁴ López de Velasco, B.A.E., 1971, Estudio Preliminar de M. del C. González Muñoz, pág. XVI.

⁵ Hurtado de Mendoza, 1690, vol. I, pág. 170.

«observar la Luna en el Meridiano, y cotejar el tiempo de su llegada al determinado por las tablas astronómicas»⁶. Es el método de las distancias lunares, que también tardaría en estar verdaderamente disponible. En cuanto a la observación de los montes y las manchas de la luna, propuesto por Van Langren y Hevelius, presentaba el inconveniente de la necesidad de grandes telescopios y de la obligación de comparar los resultados con otras observaciones.

El escaso fruto de estos métodos astronómicos fue un acicate para dirigir la atención hacia el empleo de relojes que permitieran comparar la hora del puerto de origen con la del barco. El método había sido ya propuesto por Gemma Frisio y luego por Blancanus, Herigonio y otros, usándose diversos artificios para buscar la precisión. Entre ellos la construcción de relojes de mercurio, propuestos por Dudle en su *Arcano del Mar* (Florencia, 1647), aunque con resultados insatisfactorios, a pesar de las pruebas que hizo sobre ello Tyco Brahe empleando mercurio sublimado y polvo⁷. La construcción de relojes de péndulo, facilitada por los trabajos de Huyghens, pareció abrir otra esperanzadora vía para resolver el problema. Estos relojes fueron usados ya en el siglo XVII en diversas expediciones marítimas, entre las que destaca la del inglés Holmio al golfo de Guinea hacia mediados del siglo⁸. Pero el efecto de las oscilaciones del barco sobre los cronómetros introducía desajustes en ellos y restaba seguridad al procedimiento.

El fracaso de los distintos métodos que se fueron empleando explica que el problema de la longitud fuera tenido como prácticamente irresoluble por los hombres del seiscientos. Por ello, cuando en el umbral del siglo XVIII el geógrafo español Pedro Hurtado de Mendoza aborde esta cuestión adoptará la misma actitud, considerándolo tan imposible de resolver como era para la física el tema de la piedra filosofal, para la mecánica el problema del movimiento perpetuo o para la geometría la cuadratura del círculo; cuestiones todas «a que la Suma Inteligencia dispuso que se rindiese humillada la nuestra, como a un grano de arena la soberbia de las olas del mar: Hasta aquí llegarás y no pasarás adelante, y aquí quebrantarás tus olas hinchadas»⁹.

⁶ Hurtado de Mendoza, 1690, I, pág. 171.

⁷ Hurtado de Mendoza, 1690, I, pág. 172.

⁸ Según Hurtado de Mendoza, 1690, vol. I, pág. 173, el cual cita como fuente el informe de Henric Oldenburg publicado en las *Act. Philosoph. Societ. Regiæ Angl.*, 1665. También señala que esta y otras expediciones «acreditan con no pocas ventajas lo bien discurrido e ingenioso de esta traça».

⁹ Hurtado de Mendoza, 1690, vol. I, pág. 167. Sobre este autor ver Capel, 1980c.

ESPAÑA EN EL ATLAS DE LA ENCICLOPEDIA

La importancia de contar con buenas determinaciones de latitud y longitud para la realización de una cartografía de confianza explica los esfuerzos que a lo largo del siglo XVIII se hicieron para obtener estos datos y cómo cada nueva determinación a partir de observaciones astronómicas era considerada una notable aportación científica y su obtención una de las tareas esenciales y más urgentes de la geografía.

Conviene recordar que a principios del siglo XVIII un geógrafo como G. Delisle, primer cartógrafo del rey y con acceso a las observaciones de la Academie des Sciences y del observatorio de París, sólo disponía de unas cien posiciones astronómicamente determinadas para la realización del planisferio terrestre; y que en 1761, D'Anville contaba sólo con unos dos centenares de posiciones astronómicas¹⁰. Se explica así que una aportación como la que representaba la publicación del *Atlas Encyclopédique* de R. Bonne y N. Desmarets en 1787-88 pudiera ser saludada como una auténtica hazaña científica en la Europa de su tiempo. Se trataba nada menos que de la realización de un atlas universal a partir de la posición de 1.540 puntos, con todas las dificultades que este empeño suponía y a las que aluden con orgullo los autores: «La discusión de estos lugares ha exigido mucho trabajo; pero no hay que tener en cuenta la fatiga cuando se quiere ser útil». Podemos detenernos en el análisis de este atlas para darnos cuenta de las grandes dificultades que aún en esta tardía fecha se presentaban para resolver el problema de la posición de los lugares.

Para la realización de los mapas, Bonne y Desmarets utilizaron todavía gran número de datos procedentes de los geógrafos antiguos, aunque sometiéndolos a una fuerte crítica y presentando «hasta en sus elementos, las medidas itinerarias antiguas y modernas, severamente discutidas y referidas a un prototipo universal e inalterable que es el grado de meridiano». No obstante la depurada crítica realizada de las determinaciones antiguas, la gran importancia concedida todavía en el atlas a las mismas indica claramente la magnitud del problema cartográfico existente.

¹⁰ Broc, 1978, pág. 32.

De todas formas, la base esencial de la cartografía se pretendía que fuera otra, ya que «se ha reunido gran número de observaciones astronómicas, de longitudes y de latitudes terrestres; se las ha examinado escrupulosamente antes de hacer de ellas uno de los fundamentos más sólidos de nuestros mapas». A pesar del esfuerzo realizado, el número de posiciones obtenidas por observación astronómica era insuficiente y por ello, «cuando vastos espacios se han encontrado desprovistos de observaciones, o eran poco seguras, se ha recurrido a combinaciones geográficas, variadas y extensas».

Los autores acaban su presentación con unas palabras en las que por un lado se muestra la identificación entre geografía y cartografía y por otro se defiende la validez de su método en el que se combinan observaciones antiguas y modernas:

«Esta manera de tratar la Geografía tiene el inconveniente de ser seca; eso se debe a la naturaleza del tema: pero, ¿debe descuidarse lo útil para conseguir lo agradable? Esta manera tiene también el inconveniente de ser espinosa y nueva en muchos aspectos; de ahí procede que no haya sido más practicada. En el arte actual de levantar los mapas se descuida en general los trabajos de nuestros predecesores, como si estuvieran ciegos [...] pero, ¿tenemos nosotros más genio que nuestros antepasados? No osaríamos afirmarlo. Aprovechemos pues con reconocimiento las obras que nos han dejado, depurémoslas por una sana crítica, y añadamos a ello las luces que se adquieren diariamente; es lo que ellos habrían hecho si estuvieran en nuestro lugar¹¹.»

¿Qué imagen ofrece de España el Atlas de la Enciclopedia, y qué fuentes se utilizan para formarla? En esencia, y de acuerdo con su método, emplean datos de dos tipos: mapas anteriores y determinaciones de posición.

La lista de los mapas de la Península Ibérica usados por Bonne y Desmarets para la confección del suyo da una idea de cuáles eran los que los geógrafos europeos consideraba de más confianza en aquel momento. Respecto a España se citan sobre todo mapas franceses y algunos españoles que ya conocemos¹² y otros de origen alemán: el mapa de España de Hessel Gerard, según las observaciones de Andrés de Almada, profesor de Coimbra; España y Portugal en 4 hojas por Jai-lot; España por G. Delisle, confeccionado a partir de los datos de Rodrigo Méndez Silva; los mapas de J. B. Nolin, que formaban un atlas

¹¹ Bonne y Desmarets, 1787-88, vol. II, págs. 109-10.

¹² Ver el cap. VI.

sobre España y Portugal; España y Portugal en 2 hojas por C. Infelin, 1713; el Reino de Aragón por D'Anville, el cual a su vez utilizó el *Estado presente de España* del abate Vayrac; España y Portugal por los Herederos de Homman; el reino de Sevilla en 4 hojas por F. Llobet, 1748; Cataluña en 4 hojas por Aparicio; y «los detalles de España por López». En cuanto a Portugal se citan los mapas de ese país realizados por Secus, Texeira, Nolin, J. B. Castro, Pedro Rodríguez Campomanes, Bailleul, Luis Gaetano de Lima, Bellin, Jefferys (en 6 hojas) y Rizzi-Zannoni¹³.

Las posiciones astronómicas para el Atlas de la Enciclopedia se establecieron mediante dos tipos de determinaciones: las observaciones astronómicas directamente disponibles y las posiciones procedentes de «combinaciones geográficas», análisis de textos y distancia a lugares cuya posición es bien conocida. Las observaciones astronómicas directamente utilizables constituyen el armamento fundamental, pero su número es realmente reducido, ascendiendo para todo nuestro planeta a un total de 416 posiciones, además de las de Francia, que constituyen el grupo más numeroso. Pero no todas ellas son posiciones completas, ya que en una parte de las mismas sólo se disponía de la latitud.

En el caso de España y Portugal el número de posiciones astronómicas utilizadas es de 52, pero de ellas solamente 18 están obtenidas mediante observación astronómica y únicamente de 9 se tiene a la vez la latitud y la longitud (ver el cuadro IX.2). El resto de las posiciones se obtiene mediante la realización de una serie de cálculos y reducciones que toman como base las posiciones astronómicas fundamentales. Respecto a la forma concreta de realizar estos cálculos puede servir como ejemplo lo que se dice sobre los efectuados en la costa septentrional de España:

«Respecto a las posiciones combinadas se ha partido de Bayona, fijada por el mapa de los triángulos, teniendo sin embargo aquí en cuenta el achatamiento de la tierra. La *longitud* de esa ciudad es de $3^{\circ} 49' 3''$ y su latitud $43^{\circ} 29' 4''$; la longitud del Cabo Finisterre es de $11^{\circ} 38' 7''$ y su latitud $42^{\circ} 52' 5''$; esta determinación está fundada sobre las relaciones de relojes marinos conducidas por el caballero de Fleurieu y por los Srs. Verdun de la Creuve, el caballero de Borda y el Sr. Pingré, sobre sus observaciones y las del Sr. de Bory. La diferencia en longitud entre Bayona y el cabo Finisterre es de $469' 4''$.»

«Habiendo sujetado a esta cantidad las diferencias particulares de longitud, tomadas cada una según los mejores mapas, se ha obtenido las cifras de minutos

¹³ Bonne y Desmarests, 1787-88, vol. I, págs. 21-22.

que se han colocado entre los diferentes puntos siguientes», por ejemplo entre Bayona y el cabo Machichaco se obtienen estos valores: 44:4, 44:7, 90:7; 91:9; 93:2; 94:8; 101:2.

A continuación, «tomando una especie de media se obtiene para estas diferencias 91:7 (Bayona-Cabo Machichaco); 69:2 (Cabo Machichaco-Punta San Ander); 105:7 (Punta San Ander-Cabo Peñas); 110:6 (Cabo Peñas-Cabo Ortegal) y 92:2 (Cabo Ortegal-Cabo Finisterre)».

«La *latitud* del Cabo Ortegal es, según las observaciones del Sr. de Bory, de 43° 46:6, siendo la de Bayona de 43° 29:4, su diferencia es de 17:2; igualando a este número las diferencias particulares en latitud entre los puntos siguientes se obtiene la tabla», en la que muestran las diferencias, en más o en menos, de latitud respecto a Bayona.

Por último, «haciendo sufrir diversas transformaciones a estas diferencias, tendentes a acercar a la igualdad a las de cada fila, se han obtenido finalmente los valores 6:1; -6:3; 12:2; 2:0 y 5:2, de donde se han conseguido las latitudes de estos puntos inferidas en la tabla¹⁴.»

De manera semejante se procede en los otros casos, obteniendo mediante estos cálculos las 52 posiciones de España y Portugal a partir de los datos de base. De todas maneras, ni siquiera estos datos fundamentales estaban exentos de toda duda. Prueba de ello es lo que se dice respecto a la posición de Madrid: «Entre las indicaciones que suministran las observaciones astronómicas sobre la longitud de Madrid, hay todavía una incertidumbre de cerca de un cuarto de grado. Reuniendo sobre esta ciudad todas las observaciones que se han podido descubrir, referentes a la longitud de Madrid, se han llegado a obtener doce conclusiones, todas ellas admisibles». Los autores dividen estos doce datos en dos series, de las cuales una contiene los seis valores mayores y otra los seis menores. Tras realizar diversos cálculos de valores medios consideran que «la longitud de Madrid según todas las observaciones astronómicas que se han podido reunir es de $5^{\circ} 52:5 \pm 7:1 = 5^{\circ} 59:6$ ó $5^{\circ} 45:4$, estos son los límites entre los cuales debe estar la longitud de Madrid». Por último, para saber a qué límite de los citados se aproxima más la longitud de la capital de España, se relacionan estos valores con los de otros lugares (Valencia, cabo Finisterre, Aveiro, Lisboa, Cádiz) y se calcula la media, concluyéndose que «la longitud exacta de esta ciudad es de $5^{\circ} 57:0$ ».

¹⁴ Bonne y Desmarests, *Atlas Encyclopédique*, ed. Padua, 1789-90.

Además de la Península Ibérica y Baleares, el Atlas de Bonne y Desmarests representa también otras partes de los dominios españoles. Puede ser interesante señalar, asimismo, las fuentes cartográficas y las posiciones astronómicas usadas para ellos.

Para la confección del mapa de las islas Canarias se tuvieron en cuenta los mapas de Wankeulen; el del padre Feuillée; la primera hoja del mapa reducido de las costas occidentales de África por Bellin, 1753; el mapa manuscrito de estas islas por el señor des Anglés, comunicado al Depósito de la Marina por el caballero de Fleurieu; el mapa de las islas del viaje del Isis; el mapa de estas islas por J. Jefferys en media hoja; y el mapa de Canarias de López en 4 hojas, Madrid, 1780. Las posiciones usadas son en total 31, pero de ellas solamente 6 a partir de observaciones astronómicas. Estas últimas están «extraídas de las observaciones del P. Feuillée, en 1724; de las del caballero de Fleurieu y el Sr. Pingré, en 1769, en la expedición del Isis, para probar los relojes marinos; de las de los Srs. de Verdun, de Borda y Pingré, durante la expedición del Flore en 1772, que tenía aproximadamente el mismo fin; y en parte de las del caballero de Borda, a bordo de la Boussole y teniendo bajo sus órdenes al Espiegle, mandado por el Sr. de Puysegur, en 1776», esperando los autores que «estos señores darán dentro de poco los detalles de su sabia expedición»¹⁵.

En América la situación era aún más grave, ya que de vastos territorios de aquel continente no se disponía de ninguna determinación fiable. Así, por ejemplo, en la descripción del virreinato del Perú realizada por encargo del virrey, Cosme Bueno afirmaba en 1764 que «hasta aquí no hay observaciones [astronómicas], a excepción de algunos lugares de sus costas, y aun de esas algunas bien dudosas». Consideraba el autor que dicha descripción sólo se resolvería cuando el rey destinara «a algunos sujetos instruidos que caminando sus provincias con los instrumentos y cuidado necesarios hagan las observaciones que se desean para esta obra; indagando al mismo tiempo el origen y curso de los ríos y cordillera, como también y principalmente los límites de cada comarca»¹⁶. Y aunque las comisiones que se pedían en ese escrito no tardarían en organizarse, con motivo de la disputa por la colonia del Sacramento, los resultados tardaron en llegar y más aún en ser conocidos por los geógrafos extranjeros. Ello obligaba a resolver los problemas cartográficos relacionados con la posición de los lugares a base de conjeturas y cálcu-

¹⁵ Bonne y Desmarests, *Atlas Encyclopédique*, Padua, 1789-90, vol. III, pág. 55.

¹⁶ Informe de Cosme Bueno, citado por Konezke, en Millau, ed. 1747, pág. 19.

los de cifras medias a partir de observaciones de valor inseguro. Es lo que tuvo que hacer el geógrafo Juan de la Cruz Cano al construir en 1769 el mapa del estrecho de Magallanes para la edición castellana del viaje de Byron, viéndose obligado a sintetizar los datos de fuentes diversas:

«Para fijar las Longitudes de este Estrecho de Magallanes se ha tomado, según nuestro cómputo, una diferencia intermedia del Meridiano del Cabo Lizard en el Mapa de Narbrough con el de M. Bellin arreglada a el Pico de Tenerife conforme a la graduación del Dibujo de la América Meridional de D. Francisco Milhau, y correspondiente a la demarcación conjetural, aunque oy día verosímil, de la costa del Golfo de Chom o Archipiélago de las Gualtecas trazada en la Carta Marítima del Mar del Pacífico del Excmo. Sr. D. Jorge Juan y D. Antonio Ulloa incluso en el qto. tomo de sus obras¹⁷.»

Así, todas estas limitaciones de la inseguridad de las posiciones tenían, naturalmente, un fiel reflejo en la cartografía de la época, y afectaba incluso a empresas tan ambiciosas como el Atlas de la Enciclopedia por las dudas que introducían en el trazado de muchas áreas americanas. Al enumerar las fuentes que dicho atlas utilizó, los autores citan, entre otras cartas extranjeras, los siguientes mapas españoles: el del mar del Sur por don Antonio de Ulloa, 1744; el de América meridional de M. de la Cruz (Juan de la Cruz Cano) en 8 hojas, 1775; y el de México de Alzate y Ramírez por Buache, 1768. Las observaciones astronómicas que poseen de América los autores del Atlas ascienden a 17 en la América meridional, 13 en las Antillas y 39 en América septentrional¹⁸. Dichas observaciones proceden de diversos marinos franceses e ingleses (Labat, Frexier, Anson, Bougainville, Cook), pero también se citan algunas de procedencia hispana. Así, de Lima se tienen las observaciones a partir de los eclipses de satélites de Júpiter por Durand en 1710, de un eclipse de luna por don Pedro de Peralta y de las emersiones del primer satélite de Júpiter por don Antonio de Ulloa. Este último es citado también respecto a las observaciones que permiten determinar la latitud de Quito y a las de latitud y longitud del cabo Desolado en el viaje a Luisiana. Respecto a La Habana se citan como válidas las observaciones del astrónomo Marcos de Gamboya en 1715-25; en México las de D. de Alzate; y en California las de Vicente Doz y Salvador de Medina¹⁹.

¹⁷ Cano, 1769.

¹⁸ A ellas hay que añadir una posición astronómicamente determinada en Filipinas (Manila).

¹⁹ Bonne y Desmarests, *Atlas Encyclopédique*, Padua, vol. III, págs. 63, 86 y 94.

CUADRO IX.2

**Posiciones astronómicas de España y Portugal
utilizadas para el Atlas de la Encyclopédie (1787-88)**

<i>Lugar España</i>	<i>Long.</i>	<i>Lat.</i>	<i>Lugar Portugal</i>	<i>Long.</i>	<i>Lat.</i>
Alicante			Aveiro	*	*
Almería		*	Berlingas, islas		*
Barcelona			Braganza		
Barra de Gibrleón			Caminha		
Bayona (Gascuña)	*	*	Cabo Espichel		
Cádiz	*	*	Cabo Fizeron		
Cabo Creus			Cabo Mondego		
Cabo Finisterre	*	*	Cabo La Roca		
Cabo Machichaco			Cabo Santa María		
Cabo Martin (Val.)			Cabo San Vicente	*	*
Cabo Oropeso			Coimbra		
Cabo Ortegal		*	Islas al NO Berlingas		
Cabo de Peñas			Lagos		
Cabo Oeste de Ibiza			Lisboa	*	*
Cartagena		*	Miranda de Duero		
Ceuta			Porto		
Collioure (Rosellón, Fr.)		*	Rio Mondego		
Entrada del Guadiana			Setúbal		
Fuenterrabía	*	*	Sines		
Fuerte San Felipe (Menorca)		*	Villa de Conde		
Gibraltar	*				
Madrid	*	*			
Málaga					
Monte Colibre (Isla, Fr.)					
Palamós					
Palma de Mallorca		*			
Punta de San Andrés					
Río Ebro, isla al NE					
Tánger (África)					
Toledo					
Valencia		*			
Vigo	*	*			

Fuente: Elaborado a partir de Bonne y Desmarests, 1787-88, vol. I, págs. 22-23.

* Indica que la posición está fundada en observaciones astronómicas. La longitud es aludida en el Atlas como «diferencia de meridiano».

Hay que tener en cuenta que incluso en cuatro casos la posición estimada era incompleta, pues faltaba la longitud (Braganza, Lagos, Miranda de Duero y Palma).

La elaboración y el contenido del Atlas de la Enciclopedia muestra que todavía en el penúltimo decenio del siglo XVIII la determinación de posiciones astronómicas de los lugares representaba una aportación geográfica importante. Dicha determinación era, de todas formas, más fácilmente resuelta en tierra firme que en el mar, porque se podía esperar el momento oportuno para las observaciones y repetir las medidas cuantas veces se considerara oportuno. Mucho más complicado era resolver el mismo problema en un navío en movimiento. Ello explica que marineros, astrónomos y matemáticos dedicaran grandes esfuerzos a su resolución a todo lo largo del siglo XVIII.

EL DESACUERDO SOBRE EL PUNTO FIJO

Durante la segunda mitad del siglo XVIII la principal actividad «geográfica» de los marineros en los navíos fue la de fijar con exactitud la posición de los diversos territorios que frecuentaban. Tal como escribió Bouguer en su famoso tratado de navegación, se necesitaba por ello dar una buena formación matemática y astronómica a unos marineros que «en el curso de sus viajes procurarán a la Geografía conocimientos útiles, determinando exactamente las posiciones de tantos lugares frecuentados por los Navíos de todas las Naciones y que no están situados en los mapas mas que por una estimación vaga, para vergüenza de un siglo tan ilustrado como el nuestro»²⁰.

Esta actividad podía ser el objeto de expediciones científicas y los resultados obtenidos en este sentido ponderados como aportaciones importantes de las mismas. Los ejemplos españoles podrían fácilmente multiplicarse. El mismo Mazarredo, a quien veremos determinando en 1774 la posición de la isla Trinidad del Sur, dedicó una parte de las tareas científicas de la navegación del buque escuela San Juan Bautista a situar las latitudes y longitudes de puntos destacados de la costa española y africana²¹; y en 1784, José de San Martín estableció las tablas de

²⁰ Bouguer, 1753, ed. de 1781, pág. XV.

²¹ Utilizó para ello un reloj de faltriquera construido por Arnold, semejante al usado por Phips en su expedición hacia el polo sur. Las posiciones determinadas fueron luego usadas por Tofiño para corregir errores de sus relojes en África del Norte. Fernández de Navarrete, 1851, vol. II, pág. 83.

situación en latitud y longitud de las costas del seno mexicano y Centroamérica²². Una preocupación semejante constituyó una de las principales tareas de las expediciones náuticas del siglo XVIII²³, y en particular de la de Malaspina en 1789.

Pero la traducción cartográfica de las nuevas posiciones astronómicas establecidas exigía un acuerdo previo sobre el primer meridiano al que se referirían las medidas. Es este un problema que interesó vivamente a marinos y a geógrafos, y que aparece tratado en prácticamente todos los libros de geografía del siglo XVIII, en los cuales se presta amplia atención a los diversos meridianos elegidos desde la Antigüedad. Así, Tomás López, en sus *Principios de geografía* (1775), al enumerarlos, recuerda que Eratóstenes usó las columnas de Hércules; Marino de Tiro y Ptolomeo, las islas Afortunadas por ser el último término del mundo conocido; los astrónomos árabes Gibraltar, Toledo y otros lugares; y los astrónomos modernos con mucha frecuencia el lugar desde donde se realizaba la observación: Frabemberga (Copérnico), Copenhague (Longomontano), París (Academia de Ciencias)²⁴.

Durante la edad moderna las cartas geográficas y náuticas emplearon como primer meridiano diversos lugares. Si en algún caso fue usada la línea de demarcación entre los dominios de España y Portugal²⁵ y también las islas Azores, por creer que este era el punto en el que se producía el cambio en la declinación de la aguja magnética²⁶, e incluso las islas de Cabo Verde²⁷, lo más corriente fue situarlo en las Canarias, siguiendo en ello la tradición clásica. Pero existieron también divergencias sobre la isla concreta elegida. Los geógrafos y astrónomos franceses lo fijaron en la parte más occidental de la isla de Hierro, lo cual fue aprobado en la conferencia sobre la longitud celebrada en 1634 y convertido en obligatorio por un decreto de Luis XIII, usándose así en la cartografía francesa hasta el siglo XVIII.²⁸ En su *Geografía* el padre Riccioli consideró, sin embargo, que la isla más occidental no era esa, sino la de

²² San Martín, 1784.

²³ Ver más adelante, caps. X y XI.

²⁴ López, *Principios Geográficos*, 1775, vol. I, cap. VI.

²⁵ Sobre esta línea puede verse Juan y Ulloa, 1749.

²⁶ Así lo hicieron Janson en su *Mapamundi* de 1604, Nicolás Fischer en su *Orbis Maritimus* y Mercator, aunque existieron diferencias respecto a la isla concreta en que se situaría el meridiano, haciéndolo Mercator en la isla de Corvo.

²⁷ Como hizo Jodocus Hondius en su *Geografía*. Episódicamente pudieron usarse otros meridianos. Por ejemplo, Vicente Memije arregló su *Aspecto Simbólico del Mundo Hispánico* (Manila, 1761) al meridiano del cabo de Creus, el más oriental de la Península (*Cartografía de ultramar*, I, núms. 65 y 66).

²⁸ Bigourdan, 1916.

La Palma, lo que motivó una propuesta para situar en ella el primer meridiano²⁹. Los cartógrafos holandeses, por último, eligieron la isla de Tenerife, y en concreto el pico de Teide, considerado entonces la montaña más elevada de la tierra; así lo hicieron Blaeu (1624), Nicolas Vischer y otros³⁰.

A fines del siglo XVII el acuerdo respecto a la isla a elegir, sin embargo, no se había alcanzado todavía, y en 1709, Fernández de Medrano, al referirse en su *Geographía o moderna Descripción del Mundo* al problema del primer meridiano, afirmaba que aunque se situaba en las Canarias, como el número de estas islas era de siete, había divergencias en cuanto a su posición concreta; y por ello se excusaba: «Lo que he querido advertir, para que quando se hallare que la longitud o altura de alguna Región, no concorde con la de otra Carta o noticia, sepa que se puede depender de esto, o de mala colocación, error que es fácil de cometer»³¹.

La creación de los observatorios de París (1667) y Greenwich (1675) y la tradición ya señalada de referir las observaciones astronómicas al lugar de observación fue generalizando durante el siglo XVIII como primero el meridiano de cada uno de estos puntos, respectivamente entre franceses e ingleses. Los cartógrafos españoles empezaron entonces a utilizar también el meridiano de Madrid, a la vez que el tradicional de la isla de Hierro, y excepcionalmente algún otro. Así, Tomás López, en los primeros mapas que publicó del reino de Córdoba, Jaén y Granada puso «tres escalas, que están graduadas bajo la diferencia conocida de los Meridianos de la Isla del Hierro, del Pico de Tenerife y del de Madrid». Pero añade que, «como estas escalas ocupaban un espacio, que hacía falta para extender en punto mayor el terreno que se trataba, me resolví a suprimirlas, señalando en los dos superior e inferior, que cierran el Mapa, la longitud de Tenerife, siguiendo en esto a otros Españoles». Más adelante volvió, sin embargo, sobre esta decisión, porque «llevado del mismo deseo de que mis Mapas sean útiles —afirma—, puse después en una de las dos escalas de los Mapas últimos la longitud de Tenerife y la de la isla de Hierro, como se nota en los márgenes superiores e inferiores de ellos»³². Llevado por esta preocupación Tomás López incluyó en

²⁹ Siguiendo a Riccioli, el madrileño Hurtado de Mendoza (1690, vol. I, págs. 155-62) acepta esta propuesta para los ejemplos que incluye en su obra. Pero añade que sería bueno seguir la opinión de algunos pilotos y contar longitudes orientales y occidentales a partir de ese meridiano.

³⁰ Ver Tomás López, 1775; vol. I, cap. VI.

³¹ Fernández de Medrano, 1709, vol. I, Prefacio.

³² Tomás López, 1775, vol. I, págs. 37-38.

sus *Principios de geografía* una «Tabla de la diferencia entre los principales Meridianos respecto del Pico de Teide e Isla de Tenerife utilizado por holandeses y españoles» y dedicó atención a esta cuestión en varias partes de su obra³³.

La isla de Tenerife fue también muy utilizada en las cartas náuticas todavía en la segunda mitad del siglo. Por ejemplo, las longitudes de los mapas y tablas de navegación del golfo de México formadas por orden de don José Solano y Bote, Comandante General de la Escuadra, Fuerzas Marítimas, Arsenal y Puerto de La Habana, tienen todas «su principio en el Meridiano de Garachico en la isla de Tenerife, siguiendo en esto el estilo de nuestros Autores, antiguos Pilotos y Geógrafos»³⁴. Otros marinos refirieron sus observaciones al meridiano de Cartagena o más frecuentemente al de Cádiz, por existir allí el observatorio.

Pero en los últimos decenios del siglo fue triunfando la costumbre de usar el meridiano de Madrid, y así, en 1804, Isidoro de Antillón podía escribir que «solo algunos mapistas ignorantes, servilmente adictos a lo que una vez aprendieron bueno o malo, e incapaces de conocer lo que se adelanta en cualquier materia, siguen estableciendo la raíz de su cuenta de longitud en la isla de Hierro, o en el Pico de la de Tenerife»; aunque reconoce que el Teide «parece destinado por la naturaleza para punto común de donde se contasen las longitudes, si en ello conviniesen todos los sabios de Europa». Ante la ausencia de este convenio, Antillón, «siguiendo a las demás naciones cultas», considera lógico utilizar como primer meridiano el de Madrid, y en concreto, «entre los varios puntos de la Corte, la cuenta se referirá al Seminario de Nobles por ser esta Real Casa donde por primera vez se ha adoptado este método de contar la longitud, y porque ningún otro punto con más derecho debía escogerse para tal que aquel donde se enseña de orden del Rey a la nobleza española la astronomía y geografía»³⁵.

La falta de acuerdo internacional en la medida de la longitud obligaba a dedicar amplio espacio al tema de la conversión de unas longitudes a otras en las obras de geografía, ya que, como indicaba el mismo Antillón, «para leer con fruto los viajes y escritos geográficos es preciso a cada paso reducir la longitud tomada de un primer meridiano cualquiera

³³ López, 1775, pág. 49 y cap. IX.

³⁴ San Martín Suárez, 1781. La obra se reimprimió en Barcelona por decisión de Sinibaldo Mas, porque le había llegado un ejemplar de la primera edición, impresa en La Habana, a través de un discípulo suyo y había decidido difundirla «para beneficio de la Marinería del Reyno y en particular de este Principado». Sinibaldo Mas añadió en esta edición una Tabla de las Partes Meridionales.

³⁵ Antillón, 1804, vol. I, pág. 178.

a otro»³⁶. La resolución de problemas sobre esta cuestión se convertía así en un ejercicio indispensable para la formación del geógrafo y en objeto de discusión de los manuales de geografía.

LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE LA LONGITUD

El interés por resolver el problema de la longitud se agudizó, si cabe, en el siglo XVIII, en relación con el considerable aumento de la actividad comercial europea con regiones alejadas y la mayor frecuentación de los grandes océanos³⁷, lo que hacía urgente poner a punto medios rápidos y eficaces para determinar la posición. Con vistas a ello los gobiernos europeos siguieron estimulando la invención de nuevos métodos, ofreciendo importantes recompensas a los posibles descubridores. Todavía en 1767 la Académie des Sciences de París convocaba un premio sobre esta cuestión, y lo mismo hacía tres años más tarde el gobierno británico a través del Board of Longitudes.

Además de los beneficios para la navegación, la resolución de este problema permitiría asegurar la determinación rigurosa de la posición de los lugares frecuentados por los marinos, con el consiguiente beneficio para la realización de una exacta cartografía. Los contemporáneos consideraban que aunque la geografía moderna era más perfecta que la antigua, por la existencia de mayores medios para observar, estaba todavía muy lejos de llegar a su perfección, para la cual —como se decía en la popular obra de Rolin— «sería menester conocer exactamente la posición de cada lugar, quiere dezir su latitud y longitud por el auxilio de las observaciones Astronómicas»³⁸.

Durante el reinado de Felipe V el tema adquirió también en España nuevo interés en relación con las medidas de renovación de la marina que entonces se adoptaron. La cuestión de la determinación de la longitud —el problema de echar el punto— dio lugar a diversas propuestas de métodos empíricos. Como los del capitán Rodríguez de Almodóvar en 1720; el de fray José Arias Miravete en 1739; y el de Juan González de

³⁶ Antillón, 1804, vol. I, pág. 180.

³⁷ Mauro, 1968.

³⁸ Rolin, *Rolin Abreviado*, 1745, págs. 374-75.

Urueña, contador de resultas en el Real Tribunal de Cuentas de México y de las Armadas de Barlovento, en su *Delineación de lo tocante al conocimiento del punto de longitud del globo de tierra, y de las causas de las crecientes y menguantes del mar* (Madrid, 1740)³⁹. Trabajos todos ellos inspirados en una larga experiencia náutica personal y que trataban de dar a los marinos unos procedimientos prácticos para fijar la posición.

Entre los métodos que entonces se exhumaron se encuentra el viejo y desacreditado que se basaba en el uso de la brújula. El método fue defendido en 1765 por José Ignacio de Porras en su *Náutica Lacónica o método de hallar la longitud en el mar por los rumbos y variaciones de la aguja* (Madrid, 1765), obra en la que defendía la utilización de un método que, según él, «facilita por la observación de un astro en cualquiera instante del día o de la noche, la altura del polo, variación de la aguja, hora astronómica, ángulo del mundo, punto horizontal de donde fluye el viento, lo que abate a la nave una corriente en un tiempo dado y otras importantes utilidades que excusan la pensión de la corredera y demás laberintos de la actual navegación», según se anunciaba desde el mismo título de la obra⁴⁰. También se intentaron poner a punto máquinas especiales, como la que el 23 de octubre de 1764 recibió Francisco Barreda en Sevilla, enviada por Leonardo Fernández Dávila, profesor de matemáticas en Madrid. Barreda, al dar cuenta de este envío⁴¹ afirma que es una «máquina para hallar la longitud en el mar», sin más explicaciones, aunque previene que había algunos problemas en su uso.

Uno de los métodos científicos en los que más esperanzas se habían puesto para resolver este problema fue el que se basaba en la utilización de cronómetros. Como ya hemos visto, desde el siglo anterior se venían haciendo intentos para determinar la longitud mediante la comparación de la hora del puerto de partida con la del lugar en que se encontraba la nave. Una simple observación al mediodía y el cálculo de la diferencia con la hora del puerto, conservada en un reloj o *guardatiempos*, permitiría saber la diferencia de meridianos entre estos dos puntos. Ello exigía relojes muy exactos que no resultaran afectados por los movimientos del buque, lo que planteaba graves problemas técnicos cuya resolución se intentó repetidamente, alentados los esfuerzos por un considerable premio que desde 1714 ofreció el gobierno británico. Julian Le Roy, Bert-

³⁹ Citado por Fernández Duro, 1900, vol. VI, pág. 320, y el último por Gavira, 1932, pág. 25.

⁴⁰ Porras, 1765.

⁴¹ Barreda, 1786, pág. 199.

houd y Breguel en Francia, y el carpintero Harrison en Inglaterra, consiguieron introducir en los cronómetros mejoras que parecían dar un grado de exactitud apreciable. Es la cuestión que fue objeto de estudio por el inevitable Jorge Juan en su *Informe dado acerca de las experiencias hechas para deducir la longitud en la mar por medio del cronómetro inventado por Juan Harrison*, redactado en Madrid el 12 de abril de 1765. De todas formas, aunque los fundamentos del método eran claros e indiscutibles, el temor a desarreglos del cronómetro estaba siempre presente, por lo que no podía confiarse únicamente en este método, sino simplemente utilizado como complemento de otros menos dudosos.

Un importante avance se realizó en los últimos años del siglo XVII con la utilización en España del *método de las distancias lunares* para determinar la longitud en el mar. Los primeros intentos para usar este método se habían realizado en 1450 por Pedro Apiano y se continuaron en los dos siglos siguientes⁴². Pero la posibilidad real de aplicarlo se dio cuando en 1731 John Hadley inventó los instrumentos de reflexión, y se inició un proceso que culminó con el octante de reflexión y con el método usado por Mayer y premiado en Inglaterra en 1767.

El método de las distancias lunares consiste en deducir la diferencia de longitud entre el meridiano de un punto conocido y aquel desconocido en que se está, comparando el lugar que debería ocupar la luna en el primero con el que realmente ocupa en el segundo. Conociendo la velocidad del movimiento de la luna, la distancia recorrida por ella entre uno y otro punto permite determinar la distancia a que se está del meridiano conocido.

El cálculo de la longitud por el método de las distancias lunares exigía conocer con gran precisión la situación de la luna en cada instante, lo que planteaba problemas matemáticos difíciles de resolver debido a la atracción que sobre nuestro satélite ejercen a la vez el sol y la tierra, así como por el carácter esferoidal de esta. Clairaut fue el primero que logró resolver satisfactoriamente los problemas del cálculo matemático de las órbitas de tres cuerpos sometidos a interacción, lo que permitió establecer unas tablas lunares bastante exactas. Para facilitar el uso de este método La Caille propuso en 1759 un modelo de Almanaque y Lalande publicó unas tablas que no discordaban más de 30'' de la observación. Los ingleses, por su parte, pudieron utilizar unas tablas extraordinaria-

⁴² Según Antillón, desde el siglo XVI los marinos españoles Andrés de San Martín y Pedro Sarmiento propusieron y practicaron estas observaciones para hallar la longitud. Antillón, 1804-1806, vol. II, pág. 251.

mente mejoradas a partir de la publicación en Londres de la *Tabulæ motuum Solis et Lunæ, novæ et correctæ* de John Mayer (1770). Ilustres matemáticos como Euler, La Grange y Laplace abordaron también este problema, y contando con sus aportaciones la Académie des Sciences de París y la Royal Society de Londres calcularon y publicaron anualmente almanaques astronómicos dando la situación exacta de la luna para intervalos de 12 en 12 horas. A partir de ellos la comparación de la observación tomada en el navío con el valor de las tablas permitía calcular exactamente la posición⁴³. El uso de los instrumentos ópticos antes citados permitía evitar las inexactitudes derivadas de la refracción y paralaje.

La ventaja del método de las distancias lunares es que podía ser usada fácilmente en el mar sin las limitaciones que tenían otros procedimientos: los eclipses de sol o luna, que se verifican raramente; la observación de los satélites de Júpiter, fácil desde un observatorio bien equipado pero penosa desde un barco, y además imposible de realizar durante casi tres meses por la proximidad de Júpiter al sol; los cronómetros, que podían ser afectados por delicados problemas técnicos. Las distancias lunares no tenían estos inconvenientes, y combinadas con el uso de cronómetros —siguiendo en ello el ejemplo de Cook— permitían una segura y constante determinación de la posición.

El introductor de este método en España fue José de Mazarredo. En 1767 este oficial había tenido noticias a través de una gaceta inglesa de las tablas existentes para facilitar la utilización de este procedimiento y, aunque no pudo obtenerlas, las suplió con cálculos propios y aplicó el método en el viaje que hizo a Filipinas en 1772 a las órdenes de Juan de Lángara. Dos años más tarde, junto con José Varela y bajo el mando de Lángara, preocupados, como dice Fernández Navarrete⁴⁴, «por hacer usuales en la marina española los nuevos métodos y adelantamientos de la astronomía náutica», lo utilizaron para determinar la situación exacta de la isla de Trinidad del Sur, en el mar de Brasil. Desde 1777 el método fue enseñado por Mazarredo en la Escuela de Guardias Marinas de Cartagena y luego difundido a los tres centros de este tipo a través de sus *Lecciones de navegación*⁴⁵.

⁴³ Henry, 1791, págs. 38-39; Mazarredo, 1798, págs. 96-183; Antillón, 1804-1806, vol. I, págs. 312-39.

⁴⁴ Fernández Navarrete, 1851, vol. II, págs. 82-83.

⁴⁵ En la revisión que hizo de la obra de Jorge Juan añadió, como dijimos, la sección 7 dedicada precisamente a Observaciones y Longitudes, y que constituye la parte esencial del nuevo manual, ocupando ella sola las páginas 96 a 183.

El método difundido por Mazarredo fue luego usado ampliamente desde la última década del siglo y objeto de diversos trabajos y perfeccionamientos. José Mendoza (1795, 1797, 1801, 1805), Dionisio Alcalá-Galiano (1796), Francisco López Royo (1798), Gabriel Ciscar (1803, 1809, 1810) y Luyando (1806) fueron algunos de los brillantes oficiales del reinado de Carlos IV que publicaron explicaciones y mejoras del método. El nivel científico alcanzado en estas publicaciones es verdaderamente notable y muestra un profundo y detallado conocimiento de la más importante y reciente bibliografía sobre el tema (Lalande, La Caille, Pingré, Bouguer, etc.). Entre estos autores cabe destacar las aportaciones de Ciscar, con sus métodos gráficos para corregir las distancias lunares, y de José Mendoza (1763-1816), cuyas tablas de navegación y astronomía náutica (Madrid, 1801), formadas durante el viaje que con comisión del gobierno realizó a Inglaterra desde 1789, fueron luego publicadas y ampliadas por el Almirantazgo británico (Londres, 1803 y 1809), y cuyo método para despejar de la paralaje y refracción las distancias aparentes de la luna representó una notable economía en la resolución de este problema⁴⁶.

La posibilidad de determinar exactamente la posición en el mar permitió a la marina española abordar en los decenios finales del setecientos nuevas y ambiciosas empresas náutico-geográficas. En particular, hacia posible planear exigentes levantamientos cartográficos de las costas del imperio y organizar ambiciosas expediciones científicas bajo nuevos planteamientos. Estos serán los temas abordados en los dos siguientes capítulos.

⁴⁶ Mendoza y Ríos, 1787, 1795, 1800, 1809. Puede encontrarse la cita de diversas referencias contemporáneas sobre la utilidad de la obra de Mendoza en la biografía de este autor incluida en Fernández Navarrete, 1851, vol. II, págs. 91-96. El título completo de la edición inglesa de las tablas de Mendoza explica bien su contenido: *Tables for Navigation and Nautical Astronomy, with simple, concise and accurate methods for all the calculations useful at Sea; particularly for deducing the longitude from Lunar distances and the latitude from two altitudes of the Sun and the interval of time between the observations* (Londres, 1806).

X. La marina y la cartografía científica: los derroteros de las costas de España

En la concepción estratégica del siglo XVIII a la marina le estaba encomendada la misión de asegurar la relación de las distintas partes del imperio y la defensa naval del territorio. Lo primero suponía un interés esencial por los mapas de navegación; lo segundo un interés por el conocimiento exacto de las costas. Estas serán las dos actividades cartográficas esenciales de dicho cuerpo, a las que hizo frente equipado con una excelente preparación científica y orientado por una visión particularmente exacta —por global e integrada— de los problemas estratégicos que tenía planteados la dilatada monarquía española.

LAS CARTAS NÁUTICAS

La distinción entre cartas «geográficas» y «marítimas» o náuticas era bastante corriente entre los marinos en la segunda mitad del siglo XVIII. Según Jorge Juan¹ las primeras eran «la proyección o perspectiva de la superficie, puesto el ojo en punto determinado» y no tenían uso en la navegación. Las cartas marítimas, en cambio, «son las que representan cada lugar de la tierra en su respectiva situación, por el qual medio sabe el marinero la derrota que debe hacer para trasladarse de uno a otro, y desde qualquier parage en que se halle».

Esta distinción entre los dos tipos de cartas era aceptada también por los geógrafos. Así, Tomás López, en sus *Principios Geográficos aplicados al uso de los Mapas*, dedica un capítulo independiente a las

¹ Juan, *Lecciones de Navegación*, ed. Mazarredo, 1798, págs. 43 y sigs.

«cartas hidrográficas o de navegar», a las que define como «una exacta descripción del mar, costas de las tierras, embocaduras de los ríos, arroyos, fuentes donde se puede hacer agua, numeración del fondo, escollos, baxos, etc. con todo lo que conduce a la navegación», afirmando también que «es la Carta tan precisa en una navegación, como la pixide náutica»².

Dentro de las cartas marinas se acostumbraba a distinguir entre las planas y las esféricas o reducidas. Las *cartas planas*, o *de punto plano común* o *entero*, son los mapas de proyección cilíndrica en los que paralelos y meridianos son trazados mediante líneas paralelas, siendo iguales el valor de los grados de latitud y longitud; ello supone que la latitud se representa con el mismo valor uniforme que tiene en la realidad, mientras que la longitud aparece cada vez más deformada hacia los polos. En las *cartas esféricas* o *de punto reducido*, también de proyección cilíndrica, los meridianos son equidistantes y guardan las distancias que poseen en el ecuador, con la consiguiente deformación de la longitud hacia los polos; para compensar esta deformación los grados de latitud aumentan hacia los polos de forma creciente. El principio fue descubierto empíricamente por Mercator en 1569 y luego formulado matemáticamente por Wright y Snellio a principios del siglo XVII³ y permitía el trazado recto de la línea loxodrómica para fijar el rumbo del navío. A pesar de sus ventajas, el uso de estas cartas tardó en generalizarse⁴, y todos los tratados de náutica del siglo XVIII explican ampliamente su construcción y la conveniencia de su empleo, así como el «modo de cartear» en dichos mapas⁵.

LA FORMACIÓN CARTOGRÁFICA DE LOS MARINOS

Tradicionalmente los marinos habían tenido una buena formación matemática y astronómica. Pero además las sucesivas reformas que se fueron realizando de los estudios náuticos a lo largo del setecientos no olvidaron nunca los aspectos referentes a su formación cartográfica. Los

² Tomás López, 1775-83, vol. II, pág. 164. En cambio, años más tarde Antillón, 1804-1806, vol. II, págs. 23 y sigs., realiza una clasificación más lógica según los tipos de proyecciones.

³ Thrower, 1972.

⁴ Ver Tomás López, 1775-83, vol. II, 175-76.

⁵ Por ejemplo en las citadas *Lecciones de Navegación* de Jorge Juan, ed. Mazarredo, 1798.

planes de estudios de los guardias marinas incluían enseñanzas sobre este tema, asociadas frecuentemente a la geometría, lo cual dio lugar a la aparición de tratados de cartografía para uso de las enseñanzas de marina, realizados por oficiales de ese cuerpo. Entre los más conocidos puede citarse el *Compendio de la Geometría elemental, especulativa y práctica. Forma de levantar y lavar los planos y modo de hacer las tintas para su manejo, para el uso de los caballeros Guardias Marinas*, escrito por el marino Antonio Gabriel Fernández, que había sido colegial del Colegio de San Telmo de Sevilla y luego maestro de la Compañía de Guardias Marinas de Cádiz, impreso en Sevilla en 1778.⁶ Fernández fue autor de tratados de trigonometría, práctica de maniobra de los navíos, geometría y aritmética, publicados a partir de los años 1730 y luego muchas veces reeditados durante todo el siglo, y de él se publicó también en Málaga un *Compendio de la Arithmetica inferior, Geometría elemental, especulativa y práctica, forma de levantar y lavar planos y Trigonometría plana y esférica*, en dos volúmenes, y que por la fecha, 1788, puede suponerse editado para el Colegio de San Telmo que acababa de crearse en aquella ciudad.

La publicación de manuales de este tipo muestra que los oficiales de marina habían de tener una buena preparación que les permitiera levantar planos y mapas, e incluso iluminarlos. Pero las ambiciones de los responsables de la armada eran muy grandes y en algún momento llegaron a considerarse como los más preparados para controlar lo esencial de la producción cartográfica nacional. Así hay que interpretar la propuesta que hizo Jorge Juan para que el director de la Compañía de Guardias Marinas de Cádiz fuera nombrado Cosmógrafo Mayor de las Indias, cuando el cargo de cronista, que le era anejo, pasó en 1757 a la Academia de la Historia y las funciones matemáticas y astronómicas habían caído en manos de los jesuitas del Colegio Imperial⁷. Julio Guillén, que da la noticia, no duda sobre lo que ello hubiera podido significar, y cree que de haberse conseguido el propósito de Jorge Juan el desarrollo de la cartografía marítima habría alcanzado bien pronto un amplio desarrollo, antes de la creación del Depósito Hidrográfico en 1789.

Las reformas de los estudios náuticos realizadas a fines del siglo XVIII incluyeron también en los planes de estudios el «diseño y formación de planos de puertos y mapas de costas marítimas». Esta materia tuvo que ser tratada expresamente en los manuales náuticos (los de

⁶ Fernández, 1778.

⁷ Guillén, 1936, págs. 231-32. Ver también anteriormente, cap. III.

Mendoza, Macarte, Císcar, etc.) y también pasó a ser objeto de examen en los certámenes públicos. A título de ejemplo, en el celebrado en 1797 por la Escuela Náutica de Barcelona se indicaba a este respecto:

«Como las cartas a quarterones de grado crecidos son las que están en uso entre los Navegantes, para hallar el verdadero lugar del Navío, mediante la latitud y longitud, explicarán estos Alumnos el modo de formarlas con la mayor exactitud, para poderse servir de ellas en sus navegaciones; las precauciones y disposiciones que han de tomarse para levantar, diseñar y sondear cualquier plano de terreno, puerto, bahías y costas marítimas; sean accesibles, o por enemigas inaccesibles, y el modo como se han de iluminar, para que sean útiles a los Navegantes. Demostrarán también el modo de hallar verdaderamente la distancia de cualquier objeto desde el punto de la situación del Navío a la de otro punto inaccesible, sin haber de estimarla para determinar el punto en que se halla⁸.»

Esta buena preparación cartográfica de los marinos les capacitaba para poder levantar cartas del más diverso tipo. Y, en efecto, la actividad que en este sentido desplegaron fue realmente importante, siendo precisamente el levantamiento cartográfico uno de los objetivos esenciales de muchas expediciones emprendidas por la armada.

En estos años parece definirse una tendencia a distinguir entre geógrafo y cosmógrafo. El primer término tiende a aplicarse a los autores de obras de geografía universal y a los cartógrafos que realizaban los mapas según el método histórico-crítico y sintetizador del que usaron los López y Juan de la Cruz Cano. El cosmógrafo, en cambio, sería el científico que posee amplios conocimientos matemáticos y astronómicos y que puede hacer por sí mismo las observaciones precisas para establecer exactamente la posición de los lugares. Esta denominación de cosmógrafo se aplicó en aquellos años sobre todo a los marinos, siendo significativo notar que mientras López llevó siempre el título de «Geógrafo de S. M.», un marino como Francisco Millau pudo preciarse del de «Cosmógrafo de S. M.»⁹.

Sin ánimo de ser exhaustivos, sino más bien con la finalidad de realizar una primera aproximación al tema, un análisis de esta actividad cartográfica de los marinos permite comprobar precisamente la diversidad de sus actividades. Una parte importante de ella estuvo dedicada a diversas facetas de la cartografía propiamente náutica. Además de la elaboración de derroteros y atlas marítimos, los marinos realizaron descriptio-

⁸ Examen, 1797.

⁹ Millau, 1768. También usaban dicho título, como se ha visto, los matemáticos del Colegio Imperial.

nes iconográficas de costas y sondas de las aguas litorales; mapas de las desembocaduras, cursos bajos de los ríos y ensenadas; representación cartográfica de islas; planos de puertos, en los que también podían intervenir los ingenieros militares, así como los ingenieros de marina; e incluso, aunque bien alejado de su actividad primordial, mapas generales o corográficos.

La actividad cartográfica de los marinos parece ir en aumento a lo largo del siglo XVIII, espoleados por el incremento de las necesidades de la armada y de los buques comerciales y facilitadas por una mejor preparación científica de los pilotos y oficiales.

La aparición de nuevos focos económicos hizo pronto conveniente la mejora de las derrotas hacia América y en particular hacia los territorios del Río de la Plata. Las vastas posibilidades que ofrecían aquellos nuevos territorios eran una esperanza para poblaciones necesitadas que podían encontrar en ellos nuevos medios de vida. Para facilitar este desplazamiento desde Canarias, el marino José Fernández Romero elaboró un derrotero a Buenos Aires y a Montevideo, publicado en 1730.¹⁰ En 1753, el capitán de la fragata Nuestra Señora de los Milagros levantó el plano de dicho Río de la Plata, dibujado en 1777 por Pedro de Eleta¹¹. Las lejanas posesiones de Filipinas también recibieron atención, y Vicente Fuente grabó una «nueva y correcta carta del Mar Pacífico o del Sur» en 1744,¹² mientras que el piloto Cándido Domínguez Zamudio levantaba entre 1750 y 1765 el mapa de la isla de Mindanao¹³.

Las costas de América del Centro y del Caribe eran muy frecuentadas, pero necesitaban de nuevas cartas. Entre 1758 y 1771 el piloto José Cavantús y el ingeniero Francisco Álvarez levantaron el mapa de la costa, puertos y ríos de Honduras¹⁴; y en 1760 el mismo Cavantús levantó por orden de don José de las Casas, comandante de los Guarda-costas de Tierra Firme, el plano de la ensenada de Nicaragua y bocas del río San Juan¹⁵. El Seno Mexicano fue objeto de una carta de compás de José López Casariego en 1762,¹⁶ mientras que en 1763, Pedro Alcántara Espinosa realizó otra de las costas, islas, placeres y bajos de las Indias occidentales¹⁷. El sector comprendido entre las Antillas y la costa

¹⁰ Fernández de Navarrete, 1851, vol. II, pág. 67.

¹¹ Manuscrito en la Academia de la Historia. Fernández Duro, 1900, vol. VII, pág. 436.

¹² Conservada en el Servicio Geográfico del Ejército, Madrid.

¹³ Servicio Geográfico del Ejército, Madrid.

¹⁴ Fernández Duro, 1900, vol. VII, pág. 437.

¹⁵ Fernández Duro, 1900, vol. VII, pág. 437.

¹⁶ Servicio Geográfico del Ejército, Madrid.

¹⁷ Servicio Geográfico del Ejército, Madrid.

mexicana tenía un interés fundamental, y fue representado en el Atlas americano desde la isla de Puerto Rico hasta el puerto de Veracruz, realizado en 1766 «para uso de los navios del Rey y del comercio»¹⁸. La costa de Yucatán fue objeto en 1767 de una descripción icnográfica desde la laguna de Términos hasta el cabo Catoche, nuevamente levantada de orden del Rey por el piloto de la Armada, Gabriel Muñoz¹⁹.

En 1769, por orden del capitán general de Buenos Aires don Francisco de Paula Bucareli, se realizó un nuevo mapa del Río de la Plata, sondando el estuario y corrigiendo los mapas anteriores. Dirigió los trabajos el capitán de la armada y comandante de las fuerzas marítimas de este río don Juan Ignacio de Madariaga y realizaron las operaciones el teniente de fragata Javier Antonio Muñoz y Sebastián Canel, delineando el mapa el pilotín Alejo Berlinguero²⁰.

Los años 1770 fueron un período de gran actividad. En 1774 los oficiales de la fragata *El Águila*, en la expedición mandada por el capitán Domingo Boenechea, realizaron gran cantidad de mapas de las islas que visitaban, entre ellas la isla Oryatea, donde reconocieron el puerto de Guamaruno²¹, y el mismo año los pilotos de la armada Juan Callejas y Narciso Sánchez dedicaban a don Francisco Gil y Lemos, gobernador de las Malvinas, el mapa con descripción y vistas de las islas bajo su mando²². Poco más tarde, en 1777, Cristóbal Barleta, a bordo de la fragata *Santa Rosa*, visitaba el Río Grande, o de San Pedro, a 23° de latitud sur y delineaba sus costas²³. Ocasionalmente también se visitaban y cartografiaban tierras más apartadas de las rutas habituales de la marina española, como hizo en 1778 Juan José Elixio de la Puente al levantar la carta de las costas, ensenadas, puertos, barras y ríos que desaguan al mar de las provincias de Nueva Escocia, Hampshire²⁴; y el teniente de navío José Empanan levantó en 1779 el mapa de la parte de Asia que recorrió con la fragata *San José*²⁵.

No es nuestra intención realizar un inventario de la rica cartografía náutica realizada por los oficiales de la armada en aquellos años²⁶. Se

¹⁸ Fernández Duro, 1900, vol. VII, pág. 439.

¹⁹ Manuscrito en el Museo Británico, Fernández Duro, 1900, vol. VII, pág. 439.

²⁰ Fernández Duro, 1900, vol. VII, pág. 439.

²¹ Fernández Duro, 1900, vol. VII, pág. 441.

²² Fernández Duro, 1900, vol. VII, pág. 440.

²³ Fernández Duro, 1900, vol. VII, pág. 441.

²⁴ Manuscrito en el Servicio Geográfico del Ejército, Madrid.

²⁵ Servicio Geográfico del Ejército, Madrid.

²⁶ Pueden encontrarse gran número de referencias en obras como la citada de Fernández Duro, 1900, en la *Cartografía de ultramar* o en los diferentes fascículos de la *Cartoteca Hispana*, editada por el Servicio Geográfico del Ejército (1974 y 1976). Las expediciones se dirigieron también a territorios no españoles.

trata, más bien, de dar unos ejemplos que muestren la intensa actividad de observación directa y levantamiento a que se dedicaron los miembros de una corporación profesional que poseía unos conocimientos científicos apropiados, resaltando al mismo tiempo que es esta una labor a la que no se dedicaban los escasos geógrafos españoles de la época.

Conviene notar, además, que esta labor cartográfica de los marinos no se reducía al ámbito estrictamente náutico, sino que se extendía también a los mapas corográficos, realizados a partir de reconocimientos generales, los cuales daban lugar asimismo, con frecuencia, a descripciones histórico-geográficas y de historia natural. Entre los ejemplos que pueden citarse destacan seguramente dos que se relacionan con las operaciones de demarcación de límites entre las posesiones españolas y portuguesas de América.

El Tratado de Límites de 1750 dio lugar a la organización por la Corona de diversas expediciones para reconocer y cartografiar los territorios situados al norte y al sur de Brasil. Una de ellas fue la que se dirigió al Orinoco, en cuya gestación tuvo un peso decisivo Jorge Juan²⁷. Quizá por ello los miembros principales de esta expedición fueron esencialmente marinos: el capitán de navío José Iturriaga; el oficial de igual graduación José Solano, íntimo colaborador de Jorge Juan, al que había acompañado a Londres en 1749 siendo guardiamarina, y que se había convertido luego en asesor geográfico del Secretario de Estado Carvajal; el teniente de navío Antonio de Urrutia. También tuvo un papel relevante el oficial del ejército de tierra Eugenio de Alvarado; y participaron Carlos Calatayud, destinado para geógrafo en lugar de Andrés Caberos, que había fallecido; el botánico sueco Pedro Loeffling, discípulo de Linneo; y cuatro ayudantes (dos botánicos y dos dibujantes). La expedición partió en febrero de 1754 después de largos y cuidadosos preparativos y desarrolló una amplia labor, que ha sido estudiada por Demetrio Ramos, en la que los marinos demostraron su excelente preparación científica y cartográfica. En el curso de ella Solano levantó un mapa del curso del Orinoco «con las observaciones y planos particulares hechos de su orden por los tenientes de fragata D. Vicente Doz y D. Nicolás

Tras la paz con Turquía de 1782, que permitía el comercio español con el imperio turco y sur de Rusia, el gobierno español envió una escuadra al Mediterráneo oriental mandada por Gabriel de Aristizábal, en misión de reconocimiento y para hacer sentir la presencia española en aquellos mares. De este viaje escribió una interesante relación el arquitecto y profesor de matemáticas de la Academia de San Fernando y secretario del rey, José Moreno (Moreno, 1790), en la que se incluyen, además de las derrotas de la escuadra y de cartas planas y vistas del Mediterráneo oriental, la descripción política y costumbres del imperio turco, más un apéndice con las derrotas de otro viaje a Chipre en 1788.

²⁷ Ramos, 1946, págs. 18-20.

Guerrero» y firmado en Madrid en 1763,²⁸ el cual contribuyó a fijar el conocimiento geográfico de aquella región.

Otra expedición dirigida por el marqués de Valdelirios trabajó al sur de Brasil. Uno de sus miembros, el teniente de navío Francisco Millau y Maraval (1728-1805), realizó en 1768 un *Mapa de una parte de la América del Sur* utilizando los levantamientos cartográficos realizados por él y otros comisionados en la región, los cuales fueron acompañados por una *Descripción de la Provincia del Río de la Plata*, que redactó ya en España y dedicó al bailío fray Julián de Arriaga.

Las instrucciones que el ministro José de Carvajal había dado a Valdelirios recomendaba que eligiera para la comisión a personas capaces, «con inteligencia suficiente para levantar un plano geográfico y observar con juicio todo lo conveniente a la historia natural y geografía de aquellos dominios». Los elegidos fueron en general marinos, muchos de ellos procedentes de la Academia de Guardias Marinas de Cádiz. Entre los cuales precisamente Francisco Millau, que realizó un mapa de Paraguay a partir de fuentes diversas (mapas impresos, en particular realizados por los jesuitas; observaciones astronómicas propias, reconocimiento del terreno por miembros de la expedición), mapa cuya exactitud fue luego objeto de discusión entre españoles y portugueses. Desde 1757 exploró el Uruguay, el Paraná y el Iguazú en compañía de otros oficiales de la comisión (Juan Marrón y Pedro García) y trazó los planos y croquis del terreno, así como un mapa general de la América meridional con los territorios ocupados por los portugueses. Los trabajos de la comisión se interrumpieron en 1760 por denuncia española del tratado de 1750. Vuelto otra vez a Buenos Aires, Millau fue empleado por el capitán general Bucareli en nuevos levantamientos cartográficos, realizando con ocasión de la expulsión de los jesuitas el mapa de una parte de América meridional que comprende las provincias del Río de la Plata, Paraguay e Indios Guaranís, parte de la del Chaco y del terreno que poseen los portugueses en la banda norte del Río Grande pertenecientes a Brasil²⁹. Asimismo, levantó un plano de la Capitanía General de las tres Provincias del Río de la Plata, Paraguay y Tucumán y un mapa del país que se

²⁸ El mapa fue realizado entre 1758 y 1760 y ha sido estudiado por D. Ramos (1946, págs. 433 y sigs.). También colaboraron el instrumentario Díez de la Fuente y el marino Bobadilla. Este mapa fue utilizado por Juan de la Cruz Cano para su mapa de América (1775). Los miembros de la expedición levantaron también numerosos mapas de los territorios que atravesaban; como el que a su paso por Cumaná realizaron los pilotos Zuloaga y José Blanco de la Punta de Araya (1754). Solano fue también más tarde autor de mapas de otros territorios, como el *Mapa de la Española* que se realizó en 1776 siendo capitán general de la isla.

²⁹ Realizado en 1768 por orden del virrey Francisco Bucareli y Ursua, mapa que estaba en la Biblioteca de la Sociedad Geográfica de Madrid y que Konetzke considera desaparecido tras la Guerra Civil.

extiende por la costa de la mar entre la ciudad de Montevideo y el Río Grande (1770). De regreso a España, en 1771, realizó aquí el citado mapa de la América meridional, «arreglado a las observaciones astronómicas y geográficas de varios lugares y a los últimos reconocimientos hechos en sus provincias», para el que redactó la citada descripción del Río de la Plata³⁰.

Pero la actividad cartográfica de los marinos no se dejó sentir solamente en territorios alejados. También se realizó en la metrópoli, y fue aquí precisamente donde, como cabía esperar, se aplicaron primeramente las iniciativas más ambiciosas y se pusieron a punto los más importantes proyectos. Los derroteros y cartas de las costas de España son el ejemplo más destacado.

LOS DERROTOS DE LAS COSTAS DE ESPAÑA

La cartografía de las costas de España dio lugar, en efecto, a una de las grandes empresas científicas en las que se comprometió la marina española en la segunda mitad del siglo. No era la primera vez que se acometía el levantamiento cartográfico de las costas de España. En el siglo XVII había emprendido esta tarea, como vimos³¹, Pedro de Texeira, y en 1679-85 los franceses habían levantado secretamente las costas del Mediterráneo español por encargo de Colbert y con vistas a la realización del *Neptune François* (1693)³². Pero ahora se emprendía con unos medios y unos objetivos más vastos. La dirección de esta empresa fue encomendada por el ministro de Marina, Antonio Valdés, a Vicente Tofiño de San Miguel, director de la Compañía de Guardias Marinas de Cádiz y a los miembros del observatorio astronómico de aquella ciudad y realizada durante los años 1783 a 1788.

Cuando en 1783 Tofiño recibió el encargo de dirigir esta operación, era un marino con amplia reputación científica y una figura clave en los

³⁰ Los datos proceden de Richard Konezke en la Introducción a la edición de Millau (1772), 1947.

³¹ Cap. V.

³² Reparaz, 1943, págs. 84-85.

proyectos de renovación de la marina emprendida por el gobierno de Carlos III. Era un militar que había llegado tardíamente a la marina, atraído por Jorge Juan en razón de su buena preparación matemática y astronómica. Nacido en 1732, había servido primeramente en infantería y pasado al cuerpo de artillería a raíz de un decreto que en 1751 permitía a los oficiales ser destinados a la Academia que Ensenada fundó en Cádiz y había confiado a los artilleros. Allí Tofiño se aplicó «a perfeccionarse en sus estudios privados, y entregado además a la física experimental, que entonces cundía en España, llegó a escribir un abultado cuaderno de observaciones sobre la máquina neumática»³³. Tras un destino en Segovia fue elegido por Jorge Juan, en 1757, tercer maestro de matemáticas de la Academia de Guardias Marinas de Cádiz, incorporándose definitivamente a la armada en 1757. En 1768 fue nombrado director de la Academia de Cádiz, cargo que desde 1776 se hizo extensivo a las Academias de El Ferrol y Cartagena³⁴.

En el desempeño de su función docente escribió para uso de los guardias marinas un *Compendio de geometría elemental y trigonometría rectilínea*³⁵, significativamente dedicado a Jorge Juan, y una relación de las *Observaciones astronómicas hechas en Cádiz en el observatorio de la Compañía de Caballeros Guardias Marinas*, efectuadas con el profesor de matemáticas José Varela³⁶ y que consistían esencialmente en observaciones sobre inmersiones y emersiones de los satélites de Júpiter, pasos y alturas meridianas del sol, de la luna y de planetas y estrellas, observación de eclipses y declinación de la aguja magnética.

La iniciación de este magno proyecto cartográfico se hizo en 1783, una vez firmada la paz que ponía fin a la guerra con Gran Bretaña, y que si bien había tenido un final favorable, había permitido a la vez tomar conciencia de la solidez del poder naval británico y de la amenaza gravísima que representaba para el futuro. El impulso dado por el ministro Antonio Valdés para renovar la armada va acompañado de una preocupación por «la construcción de exactas cartas que presten una fundada confianza a los Navegantes»³⁷. El ejemplo de lo que habían hecho otras naciones estaba bien presente, y en la publicación del Derrotero Tofiño cita explícitamente el gran proyecto del *Atlas del Mediterrá-*

³³ Fernández Navarrete, 1785, vol. II, pág. 773.

³⁴ Fernández de Navarrete, 1851, vol. II, págs. 772-77; Sempere y Guarinos, vol. VI, págs. 53-61 y 235-37.

³⁵ Tofiño, 1770.

³⁶ Tofiño y Varela, 1776.

³⁷ Tofiño, 1787, Prólogo.

neo emprendido en Francia por el marqués de Chabert y los progresos que la cartografía había realizado en Inglaterra con los viajes de sus marinos, y en particular con las observaciones del almirante Anson y de Cook, que habían permitido conocer lejanos litorales «quando se trabaja todavía en conocer con la debida precisión nuestras costas».

El proyecto de levantamiento de las cartas esféricas de las costas españolas se concibió como una empresa ambiciosa, ordenándose la ejecución al director de la Compañía de Guardias Marinas y a los subalternos precisos del observatorio de Cádiz, «franqueando quantos auxilios se juzgasen necesarios para la consecución completa». Tofiño eligió a los oficiales que estaban destinados al observatorio: los tenientes de navío Dionisio Alcalá Galiano, José Espinosa Tello y Alejandro Belmonte; y los tenientes de fragata Julián Cañelas, José de Vargas Ponce y José de Lanz³⁸.

Para la realización del levantamiento se decidió seguir el método usado por Picard y La Hire en el mapa de Francia, combinando operaciones terrestres y marítimas, de tal manera que, como dice el mismo Tofiño, «levantando nuestras orillas con una serie de triángulos continuados, desde el primero, cuya base se midiese con exactitud, la consiguiesen todos ellos»³⁹. Se establecería además «el observatorio en todos los puntos principales, para que observando con seguridad los eclipses de los satélites que se presentasen, tuviesen toda la mayor posible la longitud de los lugares que quedasen establecidos, empleando solo en las costas que no fuesen accesibles los nuevos métodos de trabajar en la mar, desde la que siempre se debían hacer las sondas y diseñar las vistas en diferentes puntos del horizonte».

La marina destinó una fragata y un bergantín para participar en el proyecto y se utilizaron «los ocho relojes de Berthoud que tiene de dotación el Observatorio de Cádiz, asignando a cada uno una estrella a que compararle, para averiguar su marcha». Esto permitió escoger el más exacto, concretamente el número 10, «que sostuvo en la comparación las pruebas de bondad que había dado en las campañas hechas con Mr. Borda»; y el número 13, «que era el que más se acercaba al movimiento uniforme después del número 10». Tras de lo cual «se pararon y se transfirieron a bordo con las precauciones que previene el Autor en el tratado hecho para su manejo». Asimismo, para las operaciones geodésicas y astronómicas se embarcó

³⁸ Sempere y Guarinos, 1785-89, vol. VI, pág. 236.

³⁹ Tofiño, 1787, pág. XLVII.

«una de las colecciones que adquirió nuestra corte en la de Londres bajo la dirección del Sr. Jacinto Magallanes, y que se compone de un cuarto de círculo, de un Péndulo y dos Anteosjos acromáticos para las observaciones celestes; de un Teodolite, cadena y agujas manejables para las Gráficas; un círculo de reflexión y un Barómetro marino para las que se practicasen desde abordo; estuches, colores, reportador y demás instrumentos que se requieren para trazar un plano [...], obra todo de los más acreditados artifices ingleses, y de cuya construcción y uso con las mejoras de uno y otro hizo el mismo Magallanes un tratado que puede manejarse. Y finalmente para las observaciones diarias se proveyó cada uno de los oficiales de sextantes de Nairne y Ramsden, y de muy buenas agujas, entre ellas una de Gregori, para las marcaciones que se hiciesen desde los buques⁴⁰.»

Equipados con este moderno y seleccionado material se acometió la empresa, en la cual se combinaron operaciones terrestres y marítimas, realizándose diariamente las observaciones con el cuidado y rigor que nos explica el mismo Tofiño:

«El modo de practicar los trabajos de cada día era a las 9 de la mañana, deducir la longitud por el reloj, tomando horarios y procurando estar en el meridiano de alguna Punta o Cabo, que si era de consideración se mantenía hasta tomar al mediodía la latitud. Esta se fiaba a ocho observadores, que no se comunicaban sus resultados sino después de fijar el que se juzgaba debía ser. De su entera uniformidad nacía el asegurarse de aquel dato, que quedaba establecido por principio de una base. Se marcaban desde este punto todos los que se presentaban, y mareando hasta las tres de la tarde, tomando entretanto las enfilaciones de los cabos, montes y pueblos que se veían, se observaba de nuevo la longitud, y, establecido este punto, cuya latitud se sabía por una estima cuidadosa llevada en estas tres horas, se establecía por segundo extremo de la base del día, y se hacían desde él las marcaciones a los mismos objetos de la mañana. De esto resultaba quedar en su verdadera posición los dos extremos de la base, y conocida ésta por las diferencias de latitud y longitud, quedarlo igualmente por medio de las marcaciones los puntos intermedios.»

«Observábase diariamente, tanto por acimutes como por amplitud, la variación de la aguja, y corriendo la costa establecida el bergantín y la fragata, paralelos a ella y entre sí, a una regular distancia practicaban la sonda, marcando al mismo tiempo dos objetos convenidos. Las vistas de las costas que se juzgaban útiles se sacaban con las mismas precauciones de arrumbarlas bien y considerar su distancia⁴¹.»

De esta forma se realizó el levantamiento de las costas peninsulares del Mediterráneo e islas Baleares durante el año 1784⁴² y con método y cuidado semejantes el de las costas del Atlántico, en diversas expedicio-

⁴⁰ Tofiño, 1787, pág. XLIX.

⁴¹ Tofiño, 1787, pág. XLX.

⁴² Tofiño, 1787.

nes realizadas en 1785, 1786 y 1787,⁴³ y en las que colaboró activamente José de Espinosa y Tello. Estas últimas pudieron extenderse a las costas de Portugal y las Azores por permiso expreso de la corte de Lisboa, y fueron completadas en el momento de la publicación con los mapas de la costa de África, desde cabo Espartel hasta cabo Verde, que habían sido formados en 1776 «por el Brigadier de la Armada D. Joseph Varela en compañía de Mr. Borda de la Marina de Francia»⁴⁴.

La confección y grabado de los mapas se hizo con el mismo exquisito cuidado puesto en toda la empresa, supervisando el propio Tofiño también esta parte del trabajo. Por ello, «sin atender a los dibujos que se habían presentado al Rey», se utilizaron las noticias originales y «se fueron colocando en el cobre todos los puntos con sus verdaderas posiciones, método que no da lugar a la más mínima diferencia entre lo observado y lo que presenten las cartas». El dibujo, a punta seca y teniendo a la vista el original, fue hecho por Manuel Carmona y Bartolomé Vázquez, siendo de destacar que con la excepción de un abridor de letras contratado para la rápida realización de la obra, «cuantos operarios y materiales han entrado en ella son propios de estos Reynos»⁴⁵.

Además de la obra propiamente cartográfica, la empresa encomendada a Tofiño tuvo otros resultados. Ante todo los derroteros: el *Derrotero de las Costas de España en el Mediterráneo, y su correspondiente de África, para inteligencia y uso de las Cartas Esféricas* (Madrid, 1787) y el *Derrotero de las Costas de España en el Océano Atlántico, y de las islas Azores o Terceras para inteligencia y uso de las Cartas Esféricas* (Madrid, 1789). Ambos fueron elaborados con las observaciones recogidas en los diarios de a bordo sobre corrientes, mareas, vientos, profundidades obtenidas con la sonda y condiciones de los puertos, y permitieron valorar al máximo la labor cartográfica. Prueba de la utilidad de estos derroteros es su amplia utilización durante el siglo XIX. La edición del derrotero del Mediterráneo se agotó en los primeros decenios de ese siglo y en 1849 se hizo una nueva, con algunas correcciones derivadas de las observaciones que hicieron en 1830 los marinos Antonio Doral e Ignacio Fernández Flórez.

El levantamiento completo y exacto de las costas de España permitió «averiguar las leguas que contiene la superficie esférica del Reyno, satisfaciendo de este modo la curiosidad de muchos Patricios que con

⁴³ Tofiño, 1789.

⁴⁴ Tofiño, 1789, Prólogo.

⁴⁵ Tofiño, 1787.

sobrado fundamento desconfiaban de los cálculos de los Geógrafos en esta materia». Los cálculos efectuados a partir de los mapas de costas de España y del interior de Portugal permiten concluir que «hay 15.726 leguas marítimas de 20 en grado en la superficie esférica de España o 10.891 leguas cuadradas de 8.000 varas cuadradas cada una excluso Portugal, aproximado el cálculo hasta las cien milésimas de milla»⁴⁶. El cálculo de la extensión superficial de España era sin embargo imposible de realizar, ya que «hasta que se forma la Carta Geográfica de España, no podrá hacerse con extrema prolijidad la evaluación de su territorio, y se debe esperar —deseaba Tofiño— que un objeto tan importante no tarde en producirse». Desgraciadamente, la ruptura de la Guerra de la Independencia impidió la realización de los deseos de Tofiño.

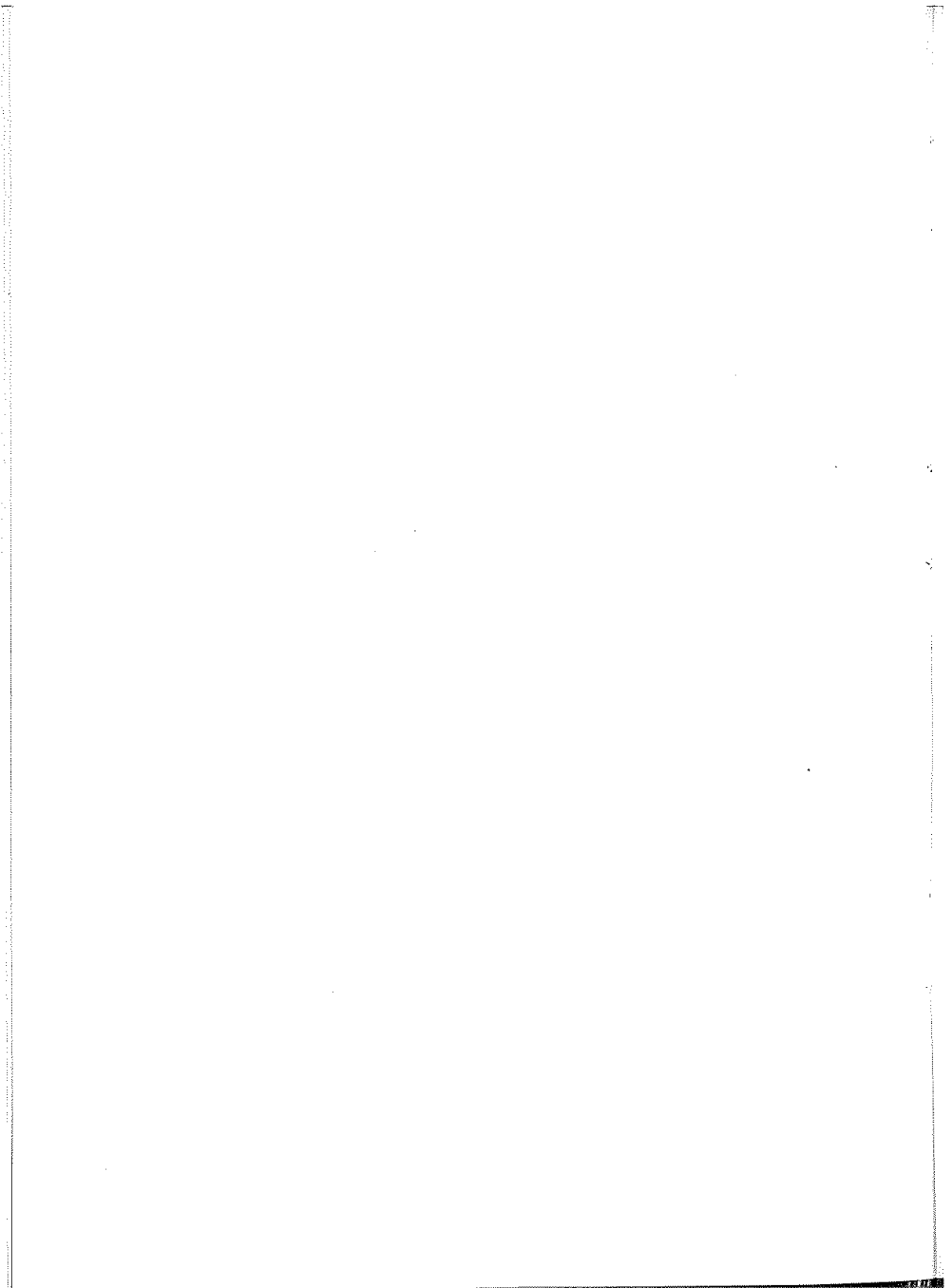
Por último, la campaña de Baleares fue aprovechada para el levantamiento cartográfico de las islas, para la realización de mediciones geodésicas y para la toma de observaciones de historia natural y civil, las cuales fueron redactadas en buena parte por José de Vargas Ponce y publicadas con el título de *Descripción de las islas Pythiusas y Baleares* (Madrid, 1787). Durante su estancia en Mallorca los miembros de la expedición fueron guiados por Antonio Despuig y Dameto, ilustrado clérigo que luego sería arzobispo de Sevilla y cardenal. A su vuelta de un viaje a Italia, Despuig había sido nombrado rector de la Universidad de Mallorca, y se convirtió en un elemento esencial del mundo científico palmesano, siendo también uno de los fundadores de la Sociedad de Amigos del País. Pues bien, la falta de un buen mapa de la isla, puesta de manifiesto con motivo de la estancia de la expedición Tofiño en ella, decidió a Despuig a reunir los datos necesarios para levantar un mapa, recorriendo la isla en compañía de su secretario Julián Ballester. Así se formó el conocido *Mapa de Mallorca* (1784), que buriló el grabador José Muntaner y se publicó bajo el nombre de Despuig, dedicado a la Princesa de Asturias. El mapa, sin embargo, parece haber sido obra, en realidad, de Ballester, limitándose Despuig a reunir las noticias históricas y a costear las planchas, lo cual, de ser cierto, justifica la censura que le hace un biógrafo por ocultar «el nombre de su verdadero y diligente autor»⁴⁷. En cualquier caso, se trata de otro resultado, indirecto e inesperado, de la expedición de Tofiño.

⁴⁶ Tofiño, 1789, pág. XV.

⁴⁷ Bover, 1865. Esta noticia sólo aparece en esta edición, y no en la de 1842. Entre las dos fechas Bover tuvo ocasión de conocer el hecho que denuncia y de valorar la figura del «entendido y hábil geógrafo» Julián Ballester (1750-1800), afirmando que «se prueba que este mapa es obra de Ballester por los borradores originales que conserva hoy día su sobrino don Joaquín Ballester y Julián».

La expedición de Tofiño permitió, pues, disponer de un atlas de las costas de España comparable con los mejores entonces existentes. Esto solo basta para darle un lugar destacado en la historia de la ciencia española⁴⁸. Pero tan importante como esto es el hecho de que influyó decisivamente en la política científica de la marina española y además constituyó una excelente escuela donde se formaron los oficiales que luego intervendrían activamente en las expediciones náuticas del reinado de Carlos IV. A ellas vamos a dedicar inmediatamente la atención.

⁴⁸ La superior preparación de los marinos para realizar los levantamientos cartográficos era reconocida por todos, por lo que se pensó en ellos para llevar a término el proyecto del Mapa de España. Según se explica en el *Diccionario Geográfico-Histórico de España*, de la Academia de la Historia (1802, vol. I, págs. XVI-XIX), en 1792 el director del Depósito Hidrográfico José Espinosa «presentó al Ministerio un excelente plan para formar el Mapa geográfico de toda la Península». En el reinado de Carlos IV, «la necesidad de la carta general de la nación ha sido igualmente reconocida por nuestro monarca, y deseoso de que se formase con toda la exactitud debida, confió en 1795 el encargo de levantarla al capitán de navío D. Dionisio Alcalá Galiano; el qual por sus conocimientos matemáticos y práctica en este género de trabajos podía desempeñar perfectamente esta comisión, y para ello formó el plan y propuso al excelentísimo Señor Príncipe de la Paz quantos medios creyó necesarios para su logro». Godoy accedió y «destinó a sus órdenes al capitán de fragata D. Juan Vernacci para que le ayudase en sus tareas. Y como no se encontrasen en España los instrumentos necesarios para las operaciones, se comisionó a Vernacci para que pasase a Londres y los adquiriese, y en efecto compró algunos y mandó construir los que faltaban. Pero en este estado, llamando la atención del gobierno asuntos de mayor entidad, se mandó suspender la comisión, hasta que circunstancias más favorables permitiesen continuarla».



XI. La geografía y las grandes expediciones náuticas

Los años finales del reinado de Carlos III se caracterizaron por una gran actividad científica, en la que tuvo una importante participación la marina. En particular, durante el ministerio de don Antonio Valdés, este cuerpo realizó un gran esfuerzo para asegurar las rutas de América organizando una serie de expediciones para el reconocimiento de diversos territorios y levantamiento de cartas marítimas y terrestres tendentes a la resolución de algunos problemas geográficos de interés estratégico y científico. Aunque las preocupaciones militares eran esenciales, no eran las únicas. Eran años en que todos los países europeos rivalizaban en el adelantamiento de la ciencia, organizando expediciones a tierras lejanas con finalidades de exploración y estudio científico (Byron, Wallis, Bougainville, Cook, La Perouse) y el gobierno español no quería quedar al margen de esta competición en la que tantos intereses estaban en juego. Es en esos momentos cuando se organizan las grandes expediciones botánicas y de ciencias naturales, las de Pavón, Sesse, Ruiz, etc., y también cuando algunos escogidos grupos de oficiales de marina demostraron en diversas expediciones la elevada capacitación que habían alcanzado.

Aludiremos aquí a algunos de estos viajes con el fin de mostrar, sobre todo, la dimensión cartográfica que poseen, y centraremos la atención sucesivamente en los que se dirigieron al estrecho de Magallanes y a las costas noroccidentales de América, así como a la gran expedición de Malaspina. Los resultados y la experiencia adquirida en esas expediciones constituyeron la base esencial para la organización del Depósito Hidrográfico, la gran institución cartográfica de la marina española en el siglo XIX.

EL ESTRECHO DE MAGALLANES

Desde finales del siglo XVII el gobierno español había tenido conciencia clara del peligro que suponía para la integridad del imperio español el conocimiento por los extranjeros del estrecho de Magallanes y el descubrimiento del cabo de Hornos. La Corona no había atendido suficientemente a aquellas tierras, y las expediciones enviadas, como la de Sarmiento de Gamboa en 1581 y los hermanos Nodal en 1618 si habían aumentado el conocimiento de ellas, apenas habían mejorado el dominio efectivo¹.

A fines del seiscientos el capitán Seixas y Lobera había llamado la atención sobre el peligro que esta situación representaba. En su *Descripción Geographica, y Derrotero de la Región Austral Magallánica* (1690), dirigida a Carlos II, insistió una y otra vez en la conveniencia de poblar y fortificar las tierras del estrecho. En ella afirmaba que las naciones extranjeras «han tenido y tienen tal atrevimiento, que han pasado y pasan a robar las provincias del Perú por los Estrechos de la Región Magallánica, aviendo tales riesgos, que se esponen a perder aquellos Reynos, en que está tan introducida la Fe, a expensas de la Real Hacienda»; y, en consecuencia, exponía al rey la necesidad de «amparar a aquellos Dominios y vasallos tan fieles, con mandar que el Estrecho Magallánico se vuelva a poblar con Españoles para defender aquellas costas, y las del Perú, con una Esquadra de Vageles de Guerra, como assi se empezó a hacer el año de 1581 por Pedro Sarmiento de Gamboa». Insiste en que los extranjeros están tomando posiciones en el Estrecho y que «aora que se van poblando por el Poniente y azia el Norte, en las Costas del Mar del Sur Magallánico, haziendo assiento en aquellas partes, de creer es que tendrán con el tiempo a todo el Perú muy a su devoción», y considera que en aquel momento era ya tan frecuentada la ruta de la América meridional para ir a Oriente, que cree poder afirmar que «cada año pasan por el quando menos, mas de 50 vageles»². Para dar a conocer aquellas regiones es para lo que escribió su *Descripción*, en la que presenta una relación detallada de los descubrimientos

¹ Ver Oyarzun Iraña, 1976.

² Seixas, 1690, pág. 24 y Prólogo.

españoles y extranjeros, del clima, de las mareas, declinación del sol y variaciones de la aguja, de las características de las costas, con las principales ensenadas existentes y de las derrotas más convenientes para llegar desde España a dichas tierras.

Las circunstancias no sólo no mejoraron en los años siguientes, por los problemas políticos españoles, sino que incluso empeoraron, ya que el cambio dinástico supuso facilidades para que los franceses pudieran visitar aquellas tierras. El viaje del ingeniero A. F. Frezier al mar del Sur y costas de Chile y Perú en los años 1712-14, publicado en 1716³ y el de Bougainville en 1766⁴ permitía a los franceses disponer de amplias experiencias directas sobre unas regiones que hasta entonces los españoles habían celosamente guardado. Poco más tarde, el viaje del inglés Byron (1764-66) ampliaba también las noticias que sobre ellas tenían los ingleses, a la vez que relanzaba la discusión científica sobre los gigantes de la Patagonia y demostraba la inexistencia de la Tierra de Davis al sur de la Tierra del Fuego.

El viaje de Byron fue traducido al castellano por el botánico Casimiro Gómez Ortega y publicado en castellano en 1769. Para esta edición el traductor encargó la construcción de un mapa del estrecho, considerando que de su falta «procedería tal vez la pérdida de muchas Embarcaciones que allí naufragaron [...] y el malograrse las arribadas y paso de varias otras con el fin de reponer la aguada, y reparar descabros, o también para evitar el encuentro de enemigos en la mas frecuente navegación por el Cabo de Hornos». Palabras que demuestran el grave desconocimiento que los españoles tenían de aquellas tierras tras dos siglos de dominio. La construcción del mapa fue encargada, como ya sabemos, al geógrafo Juan de la Cruz Cano, el cual utilizó cartas y relaciones diversas e intentó contrastarlas y sintetizarlas.

La publicación castellana del viaje de Byron casi coincidió con la edición del *Viage al Estrecho de Magallanes* que había realizado en 1579 y 1580 Pedro Sarmiento de Gamboa⁵, edición que se efectuó como réplica española a ciertas afirmaciones de Byron sobre el conocimiento que en España se tenía de aquella región. La réplica era seguramente oportuna, pero en realidad seguían existiendo imprecisiones y errores en dicho conocimiento, y fue para rectificarlos definitivamente que se envió al estrecho una expedición a bordo de la fragata *Santa María de la*

³ Ver Frezier, 1717.

⁴ Bougainville, 1771.

⁵ Sarmiento de Gamboa, 1768.

Cabeza, mandada por el capitán de navío don Antonio de Córdoba Laso y llevando como segundo a don Fernando Miera. En ella participaron también los tenientes de navío Dionisio Alcalá Galiano y Alejandro Belmonte, que habían colaborado con Tofiño en los trabajos del atlas de las costas de España.

El viaje de la *Santa María de la Cabeza* se realizó en los años 1785 y 1786, llegando al cabo de 60 días de navegación a la costa patagónica a los 49º, entre el cabo Blanco y Puerto Deseado. Desde aquí prosiguieron hasta el cabo de las Vírgenes y luego al estrecho, en el que permanecieron durante 54 días realizando observaciones y regresando a Cádiz en mayo de 1788. La relación de esta expedición se publicó inmediatamente⁶ y en ella se presenta, además de la derrota seguida en el viaje y la justificación de la que era preferible para dirigirse a aquellas tierras, una erudita noticia de los descubrimientos y expediciones anteriores, redactada por José de Vargas Ponce, que cuidó también de toda la edición, un estudio del suelo, clima y producciones de las tierras magallánicas. Las observaciones para esta última parte fueron hechas por los oficiales Alcalá Galiano y Belmonte, los cuales confiesan carecer de conocimientos en ciencias naturales, por lo que tuvieron que pedir ayuda a los cirujanos de a bordo y cuyas «incesantes tareas de a bordo, las continuas Geográficas y frecuentes Astronómicas robaban algunas veces el tiempo a las demás observaciones»⁷. A pesar de estas limitaciones, las observaciones son muy interesantes y se extienden a temas tan diversos como las temperaturas, con valiosas tablas térmicas, datos sobre estado del cielo, humedad, vegetación y fauna, mostrando los autores ser atentos lectores de Buffon, y en particular de las *Épocas de la Naturaleza*, que citan. Hay también una parte dedicada a los habitantes del estrecho —los famosos patagones— y otra en que se realiza un dictamen sobre el problema del poblamiento del estrecho.

El establecimiento de una cartografía precisa era uno de los objetivos esenciales de la expedición y por ello en la obra se da una «explicación y fundamentos de la carta de la América meridional». Un poco más tarde, en 1788 y 1789, se envió al mismo lugar a los paquebotes *Santa Casilda* y *Santa Eulalia* para completar el reconocimiento del estrecho, publicándose también la correspondiente relación rápidamente⁸.

La redacción de estas dos relaciones dio ocasión para plantear a sus

⁶ Relación, 1788.

⁷ Relación, 1788, pág. 291.

⁸ Relación, 1793.

autores el problema del estilo más adecuado para ellas, lo que muestra la conciencia que tenían de formar parte de una corporación científica bien caracterizada, con un lenguaje específico que no a todos interesaba. Vale la pena reproducir las palabras y la decisión que adoptaron:

«Quando los Españoles empezaron a escribir el Diario de sus largas navegaciones, era esta una historia de todos los acontecimientos conforme iban sucediendo, y de qualquier naturaleza que fuesen: exemplo que siguieron todos los Pueblos Marítimos hasta Anson, ya casi mediado este siglo. Su ilustración ha ido mejorando estos registros de las Navegaciones, y los últimos viageros ingleses y Mr. Bougainville han separado las materias por capítulos. Para evitar el inconveniente que aun quedaba de la unión de los sucesos de aquella navegación, y las derrotas y observaciones para las sucesivas, como sucede en Biron, unos como Bougainville los han puesto por notas, otros como Wallis y Carteret los han colocado al fin de su Viage. El capitan Phips ha dado mejor forma a su Diario, reduciendo a tablas los resultados de sus puntos, con que los presenta todos a una vez, disminuyendo el trabajo para las necesarias comparaciones. Nosotros siguiendo tan buenas guías y aun procurando dar mejor orden, hemos dividido esta relación en dos partes: una que contenga lo facultativo y que solo hable con el oficial de Marina; otra que abarque lo histórico, y cuya lectura pueda ser general. Asi se evita mezclar con lo técnico del oficio lo que corresponde a otras ciencias naturales [...] o de arredrar de la lectura al sabio que indaga lo geográfico, lo de la Historia Civil o Natural, y lo encuentra erizado y confundido con las extrañas abreviaturas de los rumbos y demás expresiones del idioma del Arte que no comprehende ni necesita⁹.»

LA SOLUCIÓN DE LOS ENIGMAS DE CALIFORNIA Y EL PASO DEL NOROESTE

Una de las obsesiones más tenazmente mantenidas por las potencias europeas desde el siglo XVI fue la búsqueda del paso marítimo para llegar a Asia por el noroeste, bordeando la América septentrional¹⁰.

Para los españoles, dueños de la barrera que separaba Europa de Asia por el oeste, tras la ocupación de las costas orientales de la América septentrional por ingleses, franceses y holandeses, el problema del paso del noroeste se planteó esencialmente desde la costa pacífica. Por

⁹ Relación, 1788, págs. IV-V.

¹⁰ Ver Baker, 1937 y 1948; Parias, 1968, vol. III.

ello desde fines del siglo XVI este problema se encuentra íntimamente relacionado con el de la exploración y el conocimiento de California.

Diversas expediciones españolas de los siglos XVI y XVII, como las de Ulloa en 1539, Vizcaíno, Mendaña y otros, habían establecido ya netamente el carácter peninsular de California a principios del seiscientos. Pero en el extranjero, sin embargo, los holandeses defendieron y propagaron la tesis de la configuración insular apoyándose en un mapa español del padre Antonio Ascensión (de 1620), que había sido capturado por los corsarios y llegado a Amsterdam¹¹. Esta opinión fue aceptada a lo largo del siglo XVII por la mayoría de los geógrafos europeos¹². Los viajes de los jesuitas a fines de dicho siglo y comienzos del setecientos, y en particular los del padre Salvatierra en 1697 y del padre Kino en 1700, confirmaron la configuración peninsular de California, al franquear el Colorado y alcanzar la península por tierra. Este punto de vista fue aceptado por Delisle desde principios del siglo XVIII, y luego poco a poco por otros geógrafos europeos, aunque todavía a mediados de la centuria los atlas de Nicolás de Fer seguían considerándola isla y otros creían que su istmo era muy bajo y quedaba inundado regularmente por las aguas del mar.

En España, además de la noticia directa que el gobierno tenía de estas cuestiones, a mediados del siglo XVIII una obra importante contribuyó grandemente a difundir el conocimiento de aquellas tierras: la *Noticia de California*, redactada por el jesuita mexicano Miguel Venegas en 1739 y publicada en Madrid en 1757.¹³ Venegas utilizó para su obra una gran cantidad de relaciones de misioneros de California, los cuales habían hecho avanzar grandemente el conocimiento de aquellas tierras. Después de redactada la obra todavía se produjeron otras relaciones, la más importante de las cuales fue quizá la del jesuita padre Consag (o Konsag) en 1746 por orden del padre Cristóbal Escobar y Llamas, provincial de la compañía en Nueva España, cuya relación fue incluida como apéndice en la edición madrileña de Venegas¹⁴.

La obra de Venegas iba acompañada, como se dice en su título, «de

¹¹ Broc, 1975, pág. 167.

¹² Como los holandeses Blaew y Jasson; el francés Sanson, 1650 y 1662; los italianos Coronelli y Niccolosi, 1663; el inglés Thornton, 1687, por citar algunos ejemplos de distintos países. Todavía era corriente en la primera mitad del setecientos, como lo muestran los mapas de Matheo Seutter, 1710; Herman Moll, 1719; y Nicolás de Fer, 1739. Ver *Cartografía de ultramar*, I, 1949 y Bagrow, 1964.

¹³ Venegas (1680-1764) fue autor también de obras religiosas como el *Manual de Párrocos* (México, 1731). Según Palau la edición de las *Noticias de California* fue compilada por el jesuita Andrés Marco Burriel.

¹⁴ Venegas, 1757, vol. III, págs. 140-94.

algunos Mapas particulares y uno general de la América septentrional, Asia oriental y mar del Sur intermedio, formados sobre las Memorias mas reciente y exactas», y en particular incluía un gran mapa de California grabado por I. Peña y 3 mapas (en el volumen III) correspondientes al viaje del padre Consag, grabados por Manuel Rodríguez. La relación de California tuvo un gran éxito en toda Europa, pues contribuía a dar noticias de una región muy controvertida, noticias que eran muy estimadas puesto que, como dice el traductor francés, «solo de los Españoles puede esperarse una descripción exacta de esta vasta Región»¹⁵.

Resuelto el problema de California quedaba todavía el de la configuración de la costa pacífica por el norte. Los puntos debatidos eran, sobre todo, dos: uno, el de la existencia de un estrecho, que separaría América de Asia, pero de cuya situación se dudaba; otro, el del paso por mar hacia la bahía de Hudson y, por consiguiente, hacia el Atlántico.

Respecto a lo primero, algunos pensaban que aunque las costas de América se dirigían hacia el noroeste y se aproximaban así a Asia, quedaban separadas de este continente por un amplio estrecho.

Otros negaban la existencia de dicho estrecho alegando la necesidad de que hubiese un paso por el norte —ya que por el sur se sabía que América acababa en el cabo de Hornos— para explicar el poblamiento del Nuevo Mundo. Desde Asia el estrecho fue descubierto por Behring en su expedición de 1726-30, y su existencia a los 51° N confirmada plenamente en la segunda expedición de este navegante en 1741. A partir de ese momento los rusos pudieron explorar la costa pacífica de América hasta poner pie en California, donde incluso llegarían a levantar un fuerte en 1816.

Las navegaciones rusas en aquellos mares tenían que despertar el interés de las potencias marítimas europeas. Y naturalmente el de España de manera fundamental. «¿Los Moscovitas en California? ¿Quién lo ha pensado jamás? ¿Quién lo ha dicho? ¿Como puede ser? ¿Por donde pasan?» Es lo que se preguntaban los españoles y lo que trató de aclarar el padre José Torrubia en un trabajo dedicado a ese tema¹⁶.

El padre Torrubia estaba empeñado en aquel momento, como cronista general de la orden franciscana, en formar el tomo 10 de la cróni-

¹⁵ Venegas, 1767, Preface. De la obra se publicaron traducciones inglesa (1759), holandesa (1761-62), alemana (1769-70 y 1772-73). Según Palau, la francesa (1767) fue efectuada por Marc Antoine Eidous a partir de la traducción inglesa.

¹⁶ Torrubia, 1759. La cita procede de la pág. 493.

ca, en el que se daba noticia de la fundación de la Provincia del Santo Evangelio en México, y se interesaba por el poblamiento primitivo de América. Su tesis era que dicho poblamiento se había realizado a partir de Asia, mediante una emigración de pueblos desde la Tartaria rusa. Por ello le interesaban particularmente todas las noticias referentes a las navegaciones de los rusos en el Pacífico septentrional, y se hace eco inmediatamente de ellas, esgrimiéndolas en apoyo de su tesis. Para él era muy importante tener noticias de la comunicación entre el Viejo y el Nuevo Mundo «con el fin de establecer con seguridad la transmigración de los hombres y animales a América»¹⁷. Por ello, al tener conocimiento de un mapa publicado en San Petersburgo en donde se daban noticias de estas navegaciones rusas hacia California, emprendió la tarea de analizar este tema y verificar su realidad, convencido, además, del interés más general del mismo, ya que no deja de notar que desde los puntos a que habían llegado los rusos podían «fácilmente penetrar por tierra a nuestra América septentrional y por mar llegar hasta California».

En su trabajo, muy bien documentado y de una presentación académicamente impecable, Torrubia hace ante todo un análisis histórico de los testimonios sobre el pretendido estrecho de Aniam y su supuesta ocultación por los españoles. «¿Los Moscovitas en California?», pregunta. Y responde: «Si, estos mismos Moscovitas que tan potentes se muestran en Alemania, estos mismos pueden ir a California con sus naves»¹⁸, simplemente porque las costas nororientales de Asia limitan con las de la América septentrional. Asegura que él mismo había tenido ocasión de navegar por aquellos mares en 1733 con el almirante José Bueno y que a 300 millas de California las observaciones que se realizaron permitían suponer la costa asiática próxima. Lo cual coincidiría con observaciones realizadas por los marinos españoles desde el siglo XVI y con los testimonios de los geógrafos chinos —que él cita a través de los trabajos de los jesuitas Martino Martinio y Atanasio Kircher (en su *China Illustrata*, 1667)—, con las conclusiones de geógrafos contemporáneos como Buache y con las tradiciones aztecas.

Su conclusión es por ello clara: «Todos aquellos que están informados de los verdaderos principios de la Geografía han consentido que la costa de América prosigue desde el Cabo de San Lucas de California hasta que llega a limitar con Asia», remitiendo en apoyo de su tesis a las *Observations Géographiques sur la Californie* de Buache (1754), al Tea-

¹⁷ Torrubia, 1759, pág. 478.

¹⁸ Torrubia, 1759, pág. 493.

tro Mexicano del «geógrafo Mexicano» José Antonio Villaseñor (1748) y a la *Idea de una Nueva Historia General de la América septentrional* de su amigo Boturini (1746). Torrubia se muestra buen conocedor de los trabajos de los geógrafos franceses contemporáneos: cita a Longchamp y Januvier (1754), reproduce ampliamente pasajes de la *Memoria* leída por De l'Isle en la Academia Real de París en abril de 1750 (publicada en 1752) donde se exponían los descubrimientos rusos en América y utiliza las diferentes memorias en las que Buache estudió esta cuestión (1752, 1753 y 1754). De todo ello y del conocimiento de los viajes de Behring, Torrubia concluye que «los primitivos pobladores pudieron muy bien pasar de Asia a América por aquel estrecho encima de sus barcas» y que lo mismo pudieron haber hecho los animales, los cuales podían atravesar fácilmente aquellos mares que —afirma— «sabemos ciertamente que en ciertos momentos se hielan»¹⁹.

Hacia mediados del setecientos estaba ya descartada la posibilidad de encontrar un paso hacia el atlántico bordeando América por el norte. Pero quedaba todavía otra cuestión en debate: la existencia de un posible paso hacia un mar interior que comunicaría con la bahía de Hudson y que constituiría así un paso entre los dos océanos. Las noticias sobre este mar interior habían sido adquiridas de los indígenas por los exploradores franceses de Canadá en el último cuarto del siglo XVII, y constituyeron desde entonces una obsesión para los gobernantes de dicho país. Los geógrafos Claude y Guillaume De l'Isle aceptaron la existencia de ese mar interior y lo representaron en sus informes y en sus mapas a principios del XVIII, haciéndolo comunicar con el Pacífico a través del estrecho de Juan de Fuca, descubierto por este navegante español en 1592 hacia los 48°, y por otro estrecho situado a los 43° que habría sido descubierto por Martín de Aguilar en 1603.²⁰

La búsqueda de ese mar fue objeto de infructuosas tentativas francesas durante la primera mitad del siglo XVIII a partir de los grandes lagos y remontando los afluentes del Missouri. El mar había sido aceptado por el gran público a mediados del siglo, y su pretendida existencia confirmada cuando Guillaume De l'Isle dio a conocer en 1750 una hipotética relación de un almirante español, el almirante Fuente o Fonte, el cual habría descubierto en 1640 un estrecho a los 53°, protegido por el archipiélago de San Lázaro, y hacia el interior el famoso mar que comunicaba con la bahía de Hudson.

¹⁹ Torrubia, 1759, págs. 524 y 526.

²⁰ Ver sobre toda esta cuestión Broc, 1975, págs. 152-66.

Las ideas de De l'Isle se convirtieron en un sistema explicativo cartográficamente representado en los mapas de su yerno Philippe Buache en 1750 y en sus trabajos de 1753.²¹ Aunque fueron criticados por Robert de Vaugondy en 1753 —el cual utilizó el testimonio de Jorge Juan y Antonio Ulloa para rechazar la existencia de tal almirante²²— y negadas por rusos e ingleses, siguieron teniendo gran difusión, y la relación del almirante Fonte continuó dándose por válida, reproduciéndose en colecciones de viajes casi hasta finales del XVIII.

La existencia de ese pretendido paso, o pasos, hacia el mar interior se convirtió en un problema geográfico esencial y en un objetivo para los diversos gobiernos interesados. Por tierra, los ingleses (Samuel Hearne) llegaron en 1771 desde el Hudson al Ártico sin encontrar rastros de ese mar; y Cook en su tercer viaje exploró, en 1778, las costas pacíficas de América llegando a la isla de Nutka, aunque sus instrucciones le ordenaban centrar su atención al norte del paralelo 65, porque el Almirantazgo no parecía creer ya en la existencia de ese paso. En cambio el francés La Perouse tenía instrucciones bien diferentes. Basándose en las ideas de Buache, sostenidas ahora por su sobrino Buache de Neuville, La Perouse dedicó varias semanas en 1786 a buscar el estrecho de Fonte, explorando sin encontrarlo la costa americana desde Alaska a California²³. Los ingleses, por su parte, volvieron a interesarse por esas tierras, y en 1791 se iniciaba la expedición de Vancouver destinada, sobre todo, a examinar la costa entre los 30 y 60° norte.

Naturalmente, los españoles estaban también muy interesados por el tema. En 1770, Pedro Fages exploró la bahía de San Francisco y redactó luego una descripción histórica, política y natural de California, volviendo años más tarde a recorrer nuevamente la costa del Colorado²⁴. El centro de estas expediciones nortepacíficas fue el puerto de San Blas, que en 1774 se convirtió en cabeza de un departamento para defender las misiones californianas y apoyar la exploración hacia el norte, frenando el expansionismo ruso en ese sector. Expansionismo que desde 1773 denunciaba el conde de Lacy, embajador español en San Petersburgo, en cartas al secretario de estado marqués de Grimaldi, enviando informes sobre las noticias que existían acerca de sus navegaciones y establecimientos en las costas americanas entre los 55 y 60°.

²¹ Broc, 1975, págs. 162-63.

²² No hay que olvidar que Juan y Ulloa estuvieron en París en 1750 comisionados por Ensenada.

²³ Broc, 1975, págs. 296 y 307-308.

²⁴ Estas expediciones han despertado el interés de los estudiosos norteamericanos, por lo que han sido editadas en inglés, Fages, 1911, 1913 y 1937. Ver también Hernández Sánchez-Barba, 1957.

Trasladadas las noticias al virrey Bucareli, este comprendió los peligros que suponían para las posesiones españolas. El mismo año de 1774 el alférez de fragata Juan Pérez partió hacia el norte con la fragata *Santiago*, llegando hasta los 55°. Al año siguiente, otra expedición más ambiciosa de tres buques, mandada por Bruno Heceta y llevando a sus órdenes, entre otros, al teniente de fragata Juan Francisco Bodega y al piloto Francisco Mourelle de la Rúa, exploró, bautizó y cartografió la costa hasta los 47° (rada de Bucareli) y uno de los barcos, la goleta *Sonora*, con Bodega y Mourelle, alcanzó las aguas de Alaska a 58° de latitud, explorando a la vuelta la costa para comprobar la existencia del paso de Fonte²⁵. Una nueva expedición, mandada por Ignacio Arteaga y constituida por las fragatas *Princesa* y *Favorita*, esta última con Bodega y Mourelle, se dirigió hacia esos parajes nuevamente en 1779, llegando el 22 de julio al que llamaron Puerto de Santiago a 60° 13', sin haber encontrado el famoso paso de Fonte ni alcanzado el estrecho de Behring, que se sabía habían descubierto los rusos²⁶. El contacto con los establecimientos de estos en la isla de Onalaska se produciría en 1788, en la expedición de Esteban José Martínez con la fragata *Princesa* y el paquebote *San Carlos*, que alcanzaron los 61° 11'.²⁷ Todas estas expediciones, y las de Gonzalo de Haro (1779), Francisco de Eliza y Salvador Fidalgo (1780), permitieron a los españoles un buen conocimiento cartográfico de las costas pacíficas norteamericanas, rectificando los errores que aparecían en las cartas francesas de Bellin (de 1756 y 1766),²⁸ que eran las que los navegantes utilizaron en sus primeras expediciones.

En la preparación de la expedición de Malaspina el problema del estrecho de Fonte y del de Fuca volvió también a aparecer. En una carta de Ulloa de enero de 1789, Malaspina afirma que no considera necesario dedicar tiempo a la búsqueda de estos estrechos, pues «todas las noticias relativas a este importante descubrimiento parecen infundadas»²⁹. A pesar de todo, la exploración de esta parte de las costas americanas

²⁵ Un manuscrito de la exploración del Puerto de Bodega descubierto en esta expedición se encuentra en el A. H. N. Sección Estado, Madrid, Leg. 4.286, S.ª 21-22, León, 1969, núm. 204. El mapa fue levantado por el segundo piloto Juan Martínez y Zayas. Las cartas reducidas de las costas californianas en A. H. N. Leg. 2.314, S.ª 671.

²⁶ Los diarios redactados por Mourelle de la Rúa en las expediciones de 1775 y 1779 han sido publicados por Landín Carrasco, 1978, con una biografía de ese marino, y están llenos de interesantes observaciones geográficas y etnográficas. Mourelle realizó luego varios viajes a Filipinas, efectuando descubrimientos en el archipiélago de Tonga en 1781 y mejorando también la derrota de Manila a Cantón.

²⁷ A. H. N., Sección Estado, Madrid, Leg. 4.286, S.ª 25-28; León, 1969, núm. 207-208.

²⁸ Bellin fue el autor del famoso *Atlas Maritime*, publicado en París en 1764.

²⁹ Carta a Ulloa, 31 de enero de 1789, en Malaspina, 1938, pág. 24.

parecía interesante. Por ello fueron recorridas, como veremos, por la expedición de Malaspina. La idea de la existencia de los estrechos estaba tan difundida que cuando Muriel da cuenta de esta parte del viaje afirma que los expedicionarios «en la costa de NO de la América, por los 59, 60 y 61 grados de latitud, buscaron sin fruto y demostraron la inexistencia del paso al mar Atlántico, indicado por el antiguo navegante español Lorenzo Ferrer de Maldonado»³⁰.

En marzo de 1792 se destacaron desde San Blas las goletas *Sutil* y *Mexicana*, de 46 toneladas cada una, al mando de los capitanes Dionisio Alcalá Galiano y Cayetano Valdés, teniendo a sus órdenes a los capitanes de fragata Juan Vernacci y Secundino Salamanca³¹. Su objetivo era explorar el estrecho de Juan de Fuca, que separa del continente la isla de Vancouver, y levantar el mapa de sus costas³². También se dedicaron a realizar observaciones etnográficas y naturales, coincidiendo con la expedición de Vancouver, con la que trabajaron en común durante un tiempo. La relación de esta expedición que primitivamente iba a formar parte de la relación del viaje de Malaspina fue publicada en 1802, y en ella se da cuenta de estos trabajos y de los viajes nacionales y extranjeros realizados a aquellas tierras, además de una información sobre los establecimientos rusos en Siberia. Con ella puede decirse que está definitivamente cerrado el problema del paso del noroeste³³.

EL VIAJE DE MALASPINA

Durante el ministerio de Valdés, tan fértil en iniciativas, tuvo lugar también el viaje de Malaspina, la más ambiciosa y mejor planeada expedición científica que hasta entonces se había organizado en España. Este

³⁰ Muriel, vol. I, pág. 178. Las relaciones apócrifas de Ferrer y Fuca se publicaron en Francia en 1790. Ver sobre ellas Novo y Colson, 1881.

³¹ El virrey Revillagigedo había dispuesto que el mando de la *Mexicana* se encomendara a Mourelle de la Rúa (Landín, 1978, págs. 117-18). Pero Malaspina confiaba más en la preparación científica de sus subordinados y consiguió la revocación de la orden.

³² En A. H. N., Madrid, Sección Estado, Leg. 4.286, S.º 10-11.

³³ En esos años finales del siglo XVIII reconocieron también las costas pacíficas: la balandra *Princesa*, mandada por el alférez de navío Manuel Quimper, que reconoció en 1790 el estrecho de Fuca, del que levantó una carta el primer piloto Gonzalo de Haro (A. H. N., Sección Estado, Madrid, Leg. 4.286, S.º 8, 9 y 29. León, 1969, núm. 187, 188 y 209). El mismo año Salvador Fidalgo, con el paquebote *San Carlos* (A. H. N., Sección Estado, Madrid, Leg. 4.286, S.º 30-31. León, 1969, núm. 210-11), y en 1793 nuevamente por Francisco de Eliza (A. H. N., Leg. 4.286, S.º 32-35. León, 1969). El puerto de Nutka, origen del famoso conflicto con Inglaterra, fue explorado y cartografiado en 1789, 1792 y 1799 (A. H. N., Leg. 4.819, S.º 5; 4.286, S.º 6; 2.848, S.º 7. León, 1969, núm. 189-92).

viaje se inserta en la línea de las grandes navegaciones alrededor del mundo emprendidas a partir de los años 1760 con objetivos a la vez científicos y políticos. Durante ese decenio los viajes de Byron (1764-1766), de Wallis y Carteret (1767-69) y de Bougainville (1767-69)³⁴ habían abierto un camino que fue seguido en el siguiente por los decisivos viajes del capitán Cook (1769, 1772, 1776) y de La Perouse (1785), los cuales suponen el inicio de las grandes expediciones marítimas organizadas para el estudio científico sistemático y descubrimiento de las últimas tierras desconocidas³⁵.

Precisamente fueron estos viajes de Cook y La Perouse los que sirvieron de estímulo a la propuesta de Malaspina y los que sin duda impulsaron al gobierno español a aceptarla y apoyarla. España no podía quedar al margen de esta carrera marítima sin grave daño para su prestigio cultural y para sus intereses políticos como potencia con vastos dominios ultramarinos.

La propuesta para este viaje fue hecha al ministro Valdés por los capitanes de fragata Alejandro Malaspina y José Bustamante en septiembre de 1788. Se trataba de realizar un viaje alrededor del mundo con un objetivo triple: uno general de carácter científico «siguiendo las trazas de los señores Cook y La Pérouse», y otros dos específicos por tratarse de una expedición organizada por españoles: «la construcción de cartas hidrográficas para las regiones más remotas de América y de derroteros que puedan guiar con acierto la poco experta navegación mercantil» y la «investigación del estado político de América, así relativamente a España como a las naciones extranjeras». De acuerdo con estos diversos objetivos, las tareas de la expedición habían de ser de dos clases: una pública, «que comprenderá además del posible acopio de curiosidades para el Real Gabinete y Jardín Botánico, toda la parte geográfica e histórica»; y otra reservada, la referente a temas políticos y estratégicos. Según la propuesta, la expedición estaría compuesta totalmente por marinos, excepto los dos botánicos o naturalistas y los dos dibujantes de perspectiva³⁶.

Los dos proponentes eran prestigiosos oficiales de la Armada. Alejandro Malaspina (1754-1809), verdadero motor de la empresa, había nacido en Palermo, ingresando en la Academia de Guardias Marinas de Cádiz en 1774. Ascendido a alférez de fragata, realizó diversos viajes

³⁴ Bougainville, 1771, 1966.

³⁵ Cook, en *Relation*, 1774; La Perouse, 1798.

³⁶ La solicitud aparece reproducida en Malaspina, 1938.

por el Mediterráneo y el Atlántico, llegando a las Filipinas y participando honrosamente en varios combates navales de aquellos años. Desde 1782 era capitán de fragata, y en calidad de tal dio la vuelta al mundo con la fragata *Astuca* por el cabo de Hornos a Perú y luego a Filipinas, regresando por el cabo de Buena Esperanza, siendo ascendido a capitán de navío. En cuanto a José Bustamante y Guerra (1759-1825) había ingresado en la Academia de Guardias Marinas en 1770 y era capitán de fragata desde 1784, habiendo realizado también varias veces la derrota a América y Filipinas. Se trataba, pues, de experimentados marinos, de una excelente preparación científica y perfectamente capacitados para llevar a buen término la expedición que proponían.

Un mes más tarde, en octubre de 1788, el ministerio aceptaba el plan propuesto y ordenaba a Malaspina preparar la expedición, aprobando el plan de viaje y los preparativos sugeridos.

El modelo de los viajes recientemente efectuados por ingleses y franceses estaba bien presente en toda la organización de la expedición, la cual iba a tener, como aquellos, objetivos a la vez científicos y políticos. Pero el tiempo transcurrido desde aquellas expediciones, y la misma amplitud del imperio español, introducía algunas diferencias esenciales respecto a ellas. Mientras que para ingleses y franceses la búsqueda de nuevas tierras era todavía un objetivo esencial, para los españoles este carecía de interés. Por un lado, tras los descubrimientos realizados, en 1789 «ya el globo habitable podía considerarse enteramente conocido», como justamente señala Malaspina en la *Relación General del Viaje*³⁷. En sus mismas palabras: «Fijados en uno y otro polo los límites de la navegación por el hielo constante —alude a que Cook y Phipps habían alcanzado en sus navegaciones los hielos perpetuos al sur (1772 a los 71° 10') y al norte (1773, a los 80°)—; detalladas las costumbres, el número y el origen de los habitantes de las orillas del mar Pacífico; examinadas sus producciones y combinadas las derrotas más seguras y más breves que pudiesen comunicar entre si los puntos más remotos de la tierra; el intentar un nuevo viaje de descubrimientos hubiera merecido el desprecio de los sabios»³⁸.

Por otra parte, las posesiones españolas eran ya suficientemente vastas como para hacer innecesario buscar otras nuevas. Más bien se planteaban el problema de conocerlas en profundidad y mantener su cohesión. De aquí surgían unos objetivos concretos: «Debíamos visitar

³⁷ Malaspina, 1938, pág. 81.

³⁸ Malaspina, 1938, pág. 81.

—señala Malaspina— la mayor parte de nuestras colonias del mar Pacífico y franquear la navegación fácil de unas a otras; debíamos, si fuese posible, apurar los conocimientos físicos y astronómicos para vencer los riesgos, o la rutina de las especulaciones mercantiles». Y en lugar de buscar nuevos dominios, «nuestras miras, al contrario, se dirigían al conocimiento cabal de unas posesiones inmensas, al prudente desprendimiento de las que fuesen inútiles o perniciosas, y a la reunión precisa de los diferentes puntos de una monarquía tan extendida»³⁹. Entre estos objetivos derivados de las necesidades específicas del imperio español, uno de importancia esencial: «la construcción de un Atlas Hidrográfico para las navegaciones distantes de los buques nacionales»⁴⁰, tanto en lo que se refiere a la relación de las colonias con la metrópoli (con la «Matriz», dice Malaspina) como de las colonias entre sí. Esto «era por sí un objeto suficiente para mover hacia el mar Pacífico buques y sujetos que lo verificasen». La idea se repite en varias ocasiones y no queda duda de lo que constituyó el estímulo principal; «el nuestro —escribe Malaspina— no ha sido un viaje de descubrimiento: llevaba por objeto el conocimiento de América para navegar con seguridad y aprovechamiento sobre sus dilatadísimas costas, y para gobernarlas con equidad, utilidad y métodos sencillos y uniformes»⁴¹.

Junto a estos objetivos básicos podían aparecer otros complementarios. Desde los años 1760 los viajes marítimos de descubrimientos se habían ido convirtiendo en auténticas expediciones científicas con la participación de naturalistas, astrónomos, físicos y pintores. En España desde 1769 existía ya una demanda pública para la participación de científicos en las expediciones marítimas que pudieran organizarse, pues en esa fecha, en la traducción española de los *Viajes* de Byron, Casimiro Ortega, comentando una observación del navegante inglés sobre las riquezas aún desconocidas del estrecho de Magallanes apostillaba en una nota: «Tan cierta es la utilidad que resultaría de conceder en cualquier Expedición honroso lugar a algún Histórico Natural, que por medio de sus investigaciones informase al público de los productos que ofrece la Naturaleza en cada Región, para el uso de los hombres, para base de sus Artes y para objeto de su Comercio»⁴². La expedición que se preparaba no podía dejar de considerar estas ramas de la ciencia, tal

³⁹ Malaspina, 1938, págs. 82-83.

⁴⁰ Malaspina, 1938, pág. 84.

⁴¹ Malaspina, 1938, pág. 98.

⁴² Byron, 1769, pág. 71.

como por otra parte se había hecho en los viajes que servían de modelo. Pero leyendo atentamente la relación del viaje se tiene la certeza de que estos objetivos eran realmente complementarios y servían para aprovechar al máximo la expedición. Una vez fletados los buques para los objetivos políticos e hidrográficos señalados, «sin mayores costos —afirma Malaspina— era fácil después combinar con este examen nimio [es decir, minucioso] de las costas algunos progresos en la Historia Natural, referidos esencialmente al hombre, luego al suelo y a los diferentes animales que lo habitan»⁴³.

Con todos estos objetivos a la vista, la expedición fue cuidadosamente preparada en todos sus detalles, como demuestra la documentación editada por Novo y Colsson y reeditada en Argentina por Héctor R. Ratto⁴⁴.

Las dos corbetas, nombradas *Descubierta* y *Atrevida* fueron construidas para el viaje en el arsenal de la Carraca bajo la dirección de don Tomás Muñoz, ingeniero director y comandante del arsenal, lo que representaba una ventaja respecto a otras expediciones en las que los buques procedían de reconversiones⁴⁵. Se trataba de navíos relativamente grandes, de 306 toneladas, con 120 pies de eslora, 31 y medio de manga y 15 de puntal; más pequeños que las expediciones de Cook y La Perouse, pero más maniobrables, e iban preparados para resistir el choque con escollos y la navegación en aguas de poco fondo, y para transportar víveres para una navegación de dos años. Además de los depósitos para el agua fueron provistas de alambiques para destilar y desalar el agua del mar, al igual que habían hecho también Bougainville y Cook, y se procuró mejorar al máximo las condiciones de habitabilidad de oficiales y marinería, de manera que todo el personal pudiera alojarse en la cubierta principal, con buena ventilación, y donde el mismo fogón que servía para desalar el agua del mar contribuía también a la renovación del aire.

Se estudio asimismo cuidadosamente todo lo que pudiera contribuir a la comodidad y serenidad de espíritu de los expedicionarios durante la larga travesía: se investigaron los alimentos más aptos y se embarcó gran cantidad de *choucroute* para combatir el escorbuto; se cuidó el

⁴³ Malaspina, 1938, pág. 84.

⁴⁴ Malaspina, 1938. Se trata de una reedición de la parte documental de la obra de Novo y Colsson, 1885, con un capítulo nuevo relativo a otras expediciones marítimas subsidiarias en aguas del virreinato del Plata. Ver también Vela, 1951.

⁴⁵ El *Endeavour* de Cook, por ejemplo, era un antiguo navío carbonero. Broc, 1975, pág. 289.

equipo médico, supervisado por don José Salvaresa, Protomédico de la Real Armada; se previó una escala en Kamschatka para adquirir pieles de nutria, que luego se venderían en Cantón «en favor de la marinería»; y no se olvidó la biblioteca y la música para los ratos de ocio de las tripulaciones ni los cascabeles y otros objetos destinados a ganarse la voluntad de los indígenas que encontrarán⁴⁶. Todos estos cuidadosos preparativos y la preocupación por el bienestar de la tripulación constituyen una característica común a las grandes expediciones científicas de los años 1770 y suponen importantes innovaciones respecto a épocas anteriores, innovaciones que los progresos de la navegación por un lado y la mentalidad ilustrada por otro, habían permitido e impuesto. El resultado de esta excelente preparación fue el éxito total de la empresa, y la conservación de los miembros de expedición, pues al regreso sólo habían muerto tres o cuatro personas de cada corbeta.

En la preparación de la expedición se cuidaron también al máximo todos los aspectos científicos. Los oficiales tuvieron acceso a los archivos y documentos reservados de la Secretaría de Indias y Marina «para extraer los materiales hidrográficos que en ellas hubiese», y se les dio una orden circular con el fin de que las autoridades americanas les permitieran la consulta de los archivos virreinales y de los jesuitas expulsados, archivos «en donde con mucha probabilidad se hallarían rastros recientes de los reconocimientos y viajes interiores que aquellos religiosos habían verificado en el siglo pasado y en el actual»⁴⁷. También se pidieron informes previos a diversas personalidades científicas. A Antonio de Ulloa, al que Malaspina solicitó un dictamen sobre algunos de los temas que iban a ser objeto de investigación: costas meridionales de América, mareas y corrientes, navegación en los mares con bancos de hielo, estudio de las ballenas, experiencias con aceite para aplacar las olas, etc.⁴⁸ A don Juan de Lángara y a don José de Mazarredo sobre el uso de los instrumentos astronómicos, maniobra de los buques y disciplina. A don Gabriel de Aristizábal y al marqués de Ureña sobre «la aplicación de los aires fijos a diferentes enfermedades y sobre el mejor uso de los eudiómetros»; al protomédico don Juan Salvaresa sobre los cuidados higiénicos convenientes⁴⁹. También se solicitó consejo a diferentes científicos extranjeros: al astrónomo francés Lalande en París,

⁴⁶ La relación de todos estos preparativos en la relación del viaje, Malaspina, 1938, págs. 112-18. La alusión al comercio de pieles en la primera propuesta hecha al ministro, pág. 4.

⁴⁷ Malaspina, 1938, pág. 118.

⁴⁸ El informe solicitado aparece reproducido en Malaspina, 1938, págs. 12-24.

⁴⁹ Malaspina, 1938, pág. 120.

ciudad donde se encargaron numerosos instrumentos de física, que sin embargo no llegaron a tiempo para la expedición. A los ex jesuitas Córdoba de Castro, Jiménez y De Cesaris, residentes en Italia; al marqués Gerardo Rangone y al abate Spallanzani; al geógrafo sir Joseph Banks y al astrónomo y cartógrafo Alejandro Dalrymple en Londres, el cual asesoró en la compra de los instrumentos astronómicos⁵⁰. En cuanto a la preparación de todo lo referente a las investigaciones de historia natural se encargó el teniente coronel Antonio Pineda, el cual «tuvo a sus órdenes una excelente librería acopiada en parte en Madrid y en parte en París»⁵¹.

Malaspina tuvo carta blanca para elegir a todos los miembros de la expedición: oficiales, pilotos, tropa y marinería. El viaje fue concebido y organizado por la armada, por lo que los marinos mantuvieron siempre el control del mismo, sin que los científicos no militares tuvieran capacidad alguna de decisión. Ello evitó las pugnas de competencias que tantos problemas habían planteado en otras expediciones, y en particular en las de La Perouse y Entrecasteaux. Malaspina tomó el mando de la corbeta *Descubierta*, en la que se embarcaron los oficiales subalternos Cayetano Valdés, Manuel Novales, Fernando Quintano, Francisco Javier Viana, Juan Vernacci, Secundino Salamanca; el guardia marina Fabio Aliponzoni; el oficial director de las cartas y planos Felipe Bausá, el encargado de las ramas de historia natural teniente coronel Antonio Pineda (muerto luego en Filipinas); el profesor de pintura José del Pozo; y los pilotines José Sánchez y Joaquín Hurtado, además de otros oficiales y marineros hasta un total de 102 hombres.

La corbeta *Atrevida* fue mandada por José Bustamante, llevando como oficiales subalternos a Antonio Tova y Arredondo, Dionisio Alcalá Galiano, Juan Gutiérrez de la Concha, José Robredo, Martín Olavide y Arcadio Pineda, este último como geólogo; al guardia marina Jacobo Murphy; al cirujano Pedro María González, al botánico de origen francés Luis Nee; al piloto Juan Maqueda; al disecador y pintor botánico José Guido y a los pilotines Jerónimo Delgado y Juan Inciarte, además de otros tripulantes hasta un total de 102 hombres, todos voluntarios, al igual que los anteriores. El Botánico húngaro Tadeo Haenke, que había realizado en su patria varios viajes y editado en Viena a Linneo, no pudo incorporarse en Cádiz y lo hizo en Santiago de Chile. También se agre-

⁵⁰ Malaspina, 1938, pág. 120.

⁵¹ Malaspina, 1938, pág. 123. En París intervino el ingeniero Agustín de Betancourt. Ver Bogoliúbov, 1973, pág. 45.

garon a la expedición en diferentes escalas y durante tiempos variables los tenientes de navío José Espinosa Tello y Ciriaco Cevallos, los profesores de pintura Fernando Brambila, Juan Ravenet y Tomás Suria, incorporados todos en Acapulco⁵².

La expedición partió de Cádiz el 30 de julio de 1789 y regresó el 21 de septiembre de 1794, después de cinco años de navegación. Exploraron primero la costa de América del Sur desde el Río de la Plata —en cuya desembocadura ya había estado haciendo observaciones el capitán José Varela— hasta la Tierra de Fuego y cabo de Hornos (enero de 1790) y luego la costa pacífica americana de sur a norte hasta los 61° de latitud N. Durante el año 1792 examinaron las islas Marianas, Filipinas, las costas de China en Macao. Luego volvieron hacia el Pacífico, pasando entre las islas de Mindanao y Moriantay, costearon Nueva Guinea y recorrieron un amplio espacio al sur de la línea equinoccial, visitando las Nuevas Hébridas, Nueva Zelanda, Nueva Holanda y descubriendo el archipiélago de los Amigos por las islas de Badan. En sus derrotas por el Pacífico trazaron las líneas de las costas que recorrían, efectuaron reconocimientos y buscaron «nuevos caminos para cooperar a los rápidos progresos de la Geografía»⁵³. Arribaron nuevamente al Callao, en Perú, en junio de 1793. Desde aquí se dirigieron otra vez al sur, hacia Tierra de Fuego y hasta la isla de Diego Ramírez, y luego al este, hacia la costa patagónica e islas Malvinas, regresando a España desde Buenos Aires formando parte de un convoy por la situación de guerra con Francia.

Durante esos cinco años la expedición se dedicó a las múltiples tareas definidas en sus objetivos. Tal como reconoce el mismo Malaspina, la parte esencial del viaje «se reducía a la construcción de las cartas del Mar Pacífico». Se trataba, pues, de una expedición que en este sentido no hacía más que extender los trabajos de Tofiño al resto de los territorios hispanos. La continuidad con aquellas observaciones fue reconocida por todos los contemporáneos, y así Muriel, en su *Historia de Carlos IV*, no vacila en señalar que la expedición de Malaspina trataba de «trabajar por el método de don Vicente Tofiño cartas hidrográficas y astronómicas de las costas de América»⁵⁴.

La parte esencial de las tareas de la expedición se dedicó a observaciones astronómicas y levantamientos cartográficos directos de las cos-

⁵² Malaspina, 1938, págs. 124-26.

⁵³ Muriel, ed. 1959, vol. I, pág. 9. Este mismo deseo de «contribuir de algún modo a la perfección de la Geografía» había animado a Mourelle de la Rúa en los momentos desgraciados de su primer viaje por el Pacífico (Landin, 1978, pág. 73). Ver también Kelly, 1965.

⁵⁴ Muriel, ed. 1959, págs. 8-9.

tas que tocaban. La determinación de la longitud se realizaba con el método de las distancias lunares y con relojes marinos, para lo cual iban equipados con relojes de Harrison y de Berthoud y con instrumentos de reflexión⁵⁵. Para la determinación de la latitud iban equipados con sextantes, pero desde la salida del puerto de Montevideo en noviembre de 1789 el oficial Dionisio Alcalá Galiano, insatisfecho con el método más comúnmente usado por los pilotos, que era el de Douwes, empezó a trabajar en la puesta a punto de un nuevo método basado en la observación de dos alturas del sol, el cual fue luego objeto de una publicación⁵⁶. También hicieron uso crítico de las observaciones y levantamientos realizados en otras expediciones sintetizándolos todos y comprobando su validez. Con todo ello pudieron llegar a la determinación definitiva del mapa general de las costas de América.

Peró al mismo tiempo se realizaron estudios geológicos por Arcadio Pineda y botánicos por Luis Nee, Tadeo Haenke y Antonio Pineda, recogiendo objetos para las colecciones del Real Gabinete —unas 70 cajas enviadas en diversas ocasiones durante el viaje— y formándose una colección de unas 14.000 plantas⁵⁷. Se realizaron también experiencias físicas, entre ellas experiencias sobre la gravedad en distintos paralelos de ambos hemisferios con un péndulo invariable, para comparar los resultados con las que al mismo tiempo se iban a hacer en Francia para determinar si el hemisferio austral era más aplanado y establecer a partir de ello una medida universal. Estas observaciones fueron objeto de una memoria redactada por el capitán de fragata Ciriaco Cevallos y luego estudiadas matemáticamente por Gabriel Ciscar, el cual publicó años más tarde su trabajo sobre las *Consecuencias que se deducen de las observaciones con el péndulo invariable*⁵⁸. La expedición reunió asimismo gran número de datos etnográficos y lingüísticos, en particular sobre Patagonia y Tierra de Fuego, que han merecido luego una gran atención de lingüistas y de antropólogos⁵⁹.

La observación natural y etnográfica venía estimulada, sin duda, por una firme concepción de la ciencia como ciencia positiva, basada en

⁵⁵ Los relojes de Harrison experimentados desde 1720 a 1761 habían sido usados ya por Cook en su segundo viaje para determinar la posición. En Francia la competencia entre Le Roy y Berthoud había permitido también mejorar los cronómetros, los cuales empezaron a experimentarse desde 1767 y sobre todo en el viaje de la fragata *La Flore* en 1771-72, a bordo de la cual viajaban Borda y Pingré. Ver Parias, 1968, vol. III, pág. 190.

⁵⁶ Alcalá Galiano, 1795. La memoria estaba lista en 1790 pero no pudo publicarse hasta la fecha citada.

⁵⁷ Malaspina, 1938, págs. 123 y 112.

⁵⁸ Ciscar, 1807.

⁵⁹ Lehmann-Nitsche, 1914; Priegue, 1971.

datos observados y no en sistemas racionales previamente formulados. En esto los expedicionarios se asemejaban a otros ilustres predecesores como Bougainville, Cook o La Perouse⁶⁰. Al igual que ellos, Malaspina había ponderado la importancia de las «verdades aisladas e independientes del fárrago de sistemas que nos abruma» y alabado a los que habían «seguido la verdad con no seguir los sistemas»⁶¹. Se afirmaba con ello el empirismo que tantos frutos habría de dar en el siglo siguiente.

La expedición propiamente dicha dio lugar a algunas derivaciones y trabajos complementarios. La más importante, seguramente la de las goletas *Sutil* y *Mexicana*, a la que ya hemos aludido. Otras fueron: la del capitán de fragata José Meléndez, desde San Blas a las costas de Tehuantepec y Soconusco en Nueva España y Guatemala; la de los pilotos Juan Maqueda y Jerónimo Delgado que recorrieron las islas Visayas, o Filipinas del Sur; y la del capitán de fragata Juan de la Concha con los pilotos José de la Peña y Juan Inciarte al golfo de San Jorge, en la costa patagónica oriental, entre los paralelos 45 y 47° de latitud sur⁶².

Pueden añadirse también los trabajos que realizó José Espinosa Tello en América del Sur. Este oficial, que había sido uno de los más importantes colaboradores de Tofiño en los levantamientos cartográficos correspondientes a las costas cantábrica española y en los trabajos para la publicación del atlas de las costas peninsulares, había sido uno de los que más activamente cooperaron en la preparación de la expedición de Malaspina, en la que no pudo embarcar, sin embargo, debido a su mala salud. En 1790 pudo incorporarse a la expedición en Acapulco y realizó el reconocimiento del canal de Nutka, colaborando en los trabajos que se realizaron en el Pacífico. En octubre de 1793 tuvo que abandonar la expedición en Lima víctima del escorbuto, junto con Felipe Bauzá. Ambos atravesaron entonces la cordillera andina desde Chile a Buenos Aires, realizando gran número de observaciones astronómicas para determinar la posición de los lugares que atravesaban, hasta reunirse nuevamente con los barcos de Malaspina en Montevideo en septiembre de 1794.⁶³ Felipe Bauzá utilizaría años más tarde su experiencia americana para redactar el *Discurso sobre el estado de la geografía de la América meridional*, leído en la Real Academia de la Historia al tomar posesión de su plaza de supernumerario⁶⁴.

⁶⁰ Broc, 1975, págs. 290 y 308.

⁶¹ Malaspina, 1938, págs. 87 y 100. La persona aludida en esta última frase es Ulloa.

⁶² Malaspina, 1938, págs. 107-108.

⁶³ Fernández de Navarrete, 1851, vol. II, págs. 62-63; Antillón, 1804-1806, vol. II, pág. 235.

⁶⁴ Bauzá, 1807.

Las observaciones y trabajos realizados durante la expedición deberían ser objeto de una serie de publicaciones, que fueron detalladamente anunciadas por Malaspina en la *Relación General del viaje* redactada a su regreso. En estas publicaciones Malaspina consideraba necesario separar —al igual que había hecho antes Córdoba Laso— las materias hidrográficas que habían de ser tratadas minuciosamente y que interesaban «sólo al navegante, al legislador y al que quiera por su propia aplicación penetrar en el pormenor de una u otra ciencia»⁶⁵, de la narración del viaje y descripción física y política de los países visitados, las cuales «debían unir lo útil a lo agradable y convidar a su lectura con la novedad del objeto, con la claridad del método y con la seducción de las materias». De acuerdo con estas ideas, la obra se pensaba dividir en siete tomos.

Los tres primeros constituirían la narración del viaje, y cada uno de ellos se dividiría en tres libros, correspondientes a las tres partes geográficas que se consideraba necesario distinguir: América meridional hasta el istmo de Panamá; América septentrional con las Antillas; y Marianas, Filipinas y otros dominios españoles de Asia. Según el primer proyecto, el tomo I incluiría el diario y narración del viaje, y el II de descripción física del territorio y de sus habitantes. La parte esencial de este último se anunciaba como «una redacción de obras ajenas, mas bien que un trabajo original», y en él tendrían cabida las observaciones de historia natural de Pineda, Nee y Haenke, «pero siempre desprendidas de aquellas descripciones nimias y ordenadas que corresponden bien al estudio científico de la Historia Natural y deben por la misma razón formar una obra separada»⁶⁶. Se trataba de dar una idea de conjunto del imperio español, resumiendo críticamente toda la información existente y completándola con las observaciones reunidas. De la redacción de la parte histórica y política fue encargado, por orden real, el clérigo sevillano padre Gil, el cual dio a Malaspina, el 3 de octubre de 1795, instrucciones detalladas para que pudiera realizar el trabajo, con especificación de los capítulos que habían de formarlo y las fuentes bibliográficas a utilizar⁶⁷.

El tomo III se iba a dedicar al examen político de los dominios ultra-

⁶⁵ Malaspina, 1938, págs. 95 y 196.

⁶⁶ Malaspina, 1938, pág. 99.

⁶⁷ Malaspina, 1938, págs. 352-72. En este informe Malaspina dio el plan detallado del segundo tomo (que sin duda por error se llama «primero» en la pág. 358; pero compárese con pág. 352) que había de estar dividido en 3 libros, y del tomo III.

marinos de América y Filipinas⁶⁸, y el IV a los viajes complementarios de la expedición, anteriormente citados. Estos cuatro primeros tomos irían acompañados de 70 dibujos sacados del natural por los pintores de la expedición, dibujos en los que se representarían los tipos y costumbres de europeos e indígenas, así como las ciudades principales⁶⁹.

Los volúmenes V y VI incluirían la parte esencial de los «trabajos hidrográficos» destinados al levantamiento de los mapas y descripción de las derrotas. El V recogería el diario de las observaciones astronómicas e iría precedido de un tratado de navegación y geodesia redactado por Dionisio Alcalá Galiano, en el cual expondría sus métodos para el cálculo de la latitud y longitud, y acompañado también del informe sobre las experiencias de la gravedad por Ceballos. El VI comprendería la sistematización de las observaciones que sirvieron de base a las cartas y derroteros, además de «un tratadito sobre los vientos y las corrientes y otro sobre las derrotas mas breves por alta mar de uno a otro paraje del Globo, cualesquiera sean las estaciones del año», lo cual permitiría comprobar «cuantas son las vías y cuan fáciles para comunicarse entre si América, Asia y Europa»⁷⁰.

Un tomo VI podría estar dedicado a las observaciones médicas realizadas por los cirujanos de la expedición Francisco Flórez Moreno y Pedro González. Pero se preveía que a estos siete tomos seguirían, «con un plazo proporcionado a la multiplicidad e importancia de los materiales, las diferentes obras científicas que se refieren más directamente a la Historia Natural», las cuales estarían constituidas por los trabajos de Haenke, Nee y por los papeles dejados por el difunto Antonio Pineda. También serían estudiadas las antigüedades del Perú y la arquitectura de aquellos pueblos, descritos por el dibujante de la expedición Fernando Brambila, el que luego sería director de perspectiva en la Academia de San Fernando.

Naturalmente las cartas realizadas serían también publicadas. Constituirían el *Atlas* de América meridional y de las demás costas de la Monarquía en el mar Pacífico y de las islas Marianas y Filipinas. En este atlas se pensaba incluir asimismo las cartas necesarias para las navegaciones nacionales en el Atlántico utilizando los resultados de los trabajos de Tofiño y José Varela, y además «todas las que indiquen los descubrimientos modernos y las derrotas antiguas nacionales». El Atlas estaría

⁶⁸ Malaspina, 1938, págs. 100-107. Plan del volumen con la especificación de capítulos en págs. 372-82.

⁶⁹ Malaspina, 1938, págs. 107-108.

⁷⁰ Malaspina, 1938, pág. 110.

compuesto por 70 cartas, una parte de las cuales serían esféricas y otras planos de puertos y vistas de las costas, con todo lo cual «el navegante nacional tendrá siempre a la vista datos individuales y bien claros para dirigir sus viajes con igual seguridad y presteza a donde le llamen el servicio del Estado o sus intereses particulares»⁷¹. De la realización de este atlas quedó encargado, al regreso, Felipe Bauzá.

Este vasto plan de publicaciones quedó en suspenso con la prisión de Malaspina el 23 de noviembre de 1795. Las causas inmediatas de este encarcelamiento han sido discutidas y puestas en relación con un enredo entre Godoy, la reina María Luisa y dos damas de esta última⁷². Pero las razones reales no son difíciles de adivinar leyendo los escritos de Malaspina. Estos están llenos de ideas de reforma típicas de una mentalidad ilustrada progresista, ideas que en aquellos años de enfrentamiento con la Francia de la Convención no podían ser bien vistas por el cada vez más reaccionario gobierno de Carlos IV, alarmado por el cariz que había tomado la política interior francesa.

Las ideas políticas de Malaspina se reflejan sobre todo en su visión de los problemas del imperio español. En sus escritos aparece una clara preocupación por las condiciones sociales y administrativas de las colonias, sus relaciones con la metrópoli y los beneficios que se obtienen de dicha relación. Propone claramente la reforma de la organización colonial teniendo en cuenta la gran extensión y la diversidad geográfica y climática de los dominios españoles, sosteniendo que cada una de las partes ultramarinas de la monarquía «debe organizarse de tal modo que suministre para su propia defensa y para una cierta moderada progresión de su opulencia, antes de contribuir a su Matriz» y que debe dejarse a las colonias mismas «los medios de atender a su prosperidad local y aquella administración sencilla de policía y justicia que jamás pudiera ligarse con una pauta uniforme para todas las provincias o con una inmutabilidad perpétua»⁷³. Alude también a «los derechos legítimos de las Colonias» y a sus «deberes sociales entre si y con la Matriz», y considera también que las colonias deben ser felices, fortalecerse y defenderse, entrando «en la asociación natural de la Monarquía» para contribuir a la fuerza y prosperidad de esta «con aquella cuota que les corresponda»⁷⁴.

⁷¹ Malaspina, 1938, págs. 108-109.

⁷² Muriel, ed. 1959, págs. 260-61.

⁷³ Malaspina, 1938, pág. 101.

⁷⁴ Malaspina, 1938, pág. 102.

Las relaciones de Malaspina con los círculos ilustrados de la América hispana durante las diversas etapas de su viaje le habían convencido de la necesidad de unas reformas profundas del sistema imperial español. En sus propuestas él se muestra persuadido de la necesidad de liberar a la monarquía de «los pesadísimos grillos que le causan las posesiones de ultramar» y trata de presentar «un plan general de reunión con el cual todas sean felices»⁷⁵, considerando que la forma de administrar los dominios españoles no puede «llamarse rectamente una Constitución»⁷⁶. Adelantándose a interpretaciones históricas actuales, Malaspina no acepta la idea de decadencia de España, considerando que nunca estuvo en la opulencia y que «la nación era pobre al tiempo de la conquista»⁷⁷, atribuyendo una parte de los males del país a «la posesión ilimitada y la gobernación desordenada de América». Por todo ello propuso un plan para la «emancipación moderada de las Colonias y prosperidad y fuerza respectiva de la Matriz» y para la «Unión legal de toda la Monarquía»⁷⁸, la cual quedaría integrada por la metrópoli y tres grandes confederaciones (América del Sur, América del Norte y Filipinas). Aunque no creía «justo ni útil el desmembrar la Monarquía», juzgaba, sin embargo, preciso el «templarla de tal modo que dividida en cuanto a sus intereses y gobernación interiores, solo se halle reunida en un solo centro cuando se trate de los grandes esfuerzos nacionales o de aquella equidad intrínseca que, excluyendo los monopolios y trabas, solo dirige a la mayor comodidad, tranquilidad y seguridad de sus habitantes»⁷⁹. Y, por si fuera poco, citaba la Constitución francesa como modelo a seguir.

Las propuestas de Malaspina iban en la misma dirección que las que había realizado el conde de Aranda unos años antes. Pero si una persona tan influyente y poco sospechosa como Aranda había visto rechazados sus proyectos en momentos menos alarmantes, difícilmente podía esperarse mejor fin de los que presentaba Malaspina. Tanto más cuanto que este dejaba traslucir en medio de sus escritos sus más íntimos ideales. Las alusiones a «los errores políticos» de la monarquía, a las «medidas sociales que contribuyen al recto equilibrio» de la misma, a lo negativo de las reformas «que no estriben sobre la opinión pública y uniforme del legislador y del que obedece» y a lo benéficas y agradables que

⁷⁵ Malaspina, 1938, pág. 106.

⁷⁶ Malaspina, 1938, pág. 373.

⁷⁷ Malaspina, ed. 1938, pág. 376.

⁷⁸ Títulos de los dos últimos capítulos que preveía para el tomo III y que seguramente tenía ya escritos en el momento de su detención. Malaspina, 1938, pág. 382.

⁷⁹ Malaspina, 1938, pág. 384.

resultan aquellas otras que «llevan por base el convencimiento universal»; sus atrevidas defensas de la necesidad de «un nuevo plan de derecho público» y de la urgencia de plantearse la «organización interior de España»; su alabanza de «una moral no violenta, una religión pura», y su alusión al «afán imprudente de introducir la religión [en las colonias] y a su sombra la violación de derechos»⁸⁰, eran motivo más que suficiente para asegurarle la desgracia en la España de fin de siglo —como, desgraciadamente, habría ocurrido en tantos otros momentos de nuestra historia—.

Y efectivamente, Malaspina fue encarcelado y recluso en el castillo de La Coruña, arrastrando en su desgracia a otros amigos como el padre Gil, el cual fue conducido a Sevilla y obligado a permanecer en la casa de corrección de los Toribios, de la que había sido director⁸¹. En La Coruña permanecía todavía Malaspina en 1799 cuando al embarcarse para América lo recordaba Alejandro de Humboldt, el naturalista alemán cuyas ilusiones científicas tanto se habían alimentado con las hazañas de la expedición de Malaspina⁸² y cuya obra científica sobre América tanto se benefició, directa o indirectamente, de los resultados de esa expedición. En 1803, Malaspina fue liberado y desterrado de España, muriendo en Milán con la tristeza de no haber podido dar fin a la obra científica de su expedición.

Una parte de sus papeles políticos se destruyeron, abandonándose la redacción de los volúmenes de descripción del viaje y de los territorios visitados y dispersándose parte de las colecciones reunidas. Pero la expedición fue una escuela donde se formaron algunos de los más importantes científicos de España y América en los primeros decenios del siglo XIX y parte de los materiales científicos reunidos se salvaron y fueron utilizados y publicados en los años sucesivos por los restantes miembros de la expedición, constituyendo una aportación esencial del recién creado Depósito Hidrográfico y una contribución destacada a la renovación de la cartografía náutica en España.

⁸⁰ Las frases citadas proceden de Malaspina, 1938, págs. 102, 91, 106, y 371. La documentación publicada por Jiménez de la Espada (1881) confirma las razones políticas de la detención de Malaspina. El gobierno consideró que sus papeles eran «fanáticos y sediciosos» (pág. 415).

⁸¹ Muriel, ed. 1959, pág. 261.

⁸² Beck, 1971.

EL DEPÓSITO HIDROGRÁFICO Y LA NUEVA CARTOGRAFÍA NÁUTICA

Las innovaciones tácticas y estratégicas introducidas en la segunda mitad del siglo XVIII y, finalmente, por Napoleón dieron una nueva dimensión a las guerras. El análisis del terreno, el estudio de los recursos y el apoyo logístico se convirtieron en factores esenciales en unas campañas realizadas a distancias cada vez mayores respecto a la metrópoli y en las que se combinaban en gran escala fuerzas marítimas y terrestres. La información cartográfica se convirtió en un aspecto todavía más esencial, y en especial la cartografía de otros países pasó a tener una importancia creciente. Esta es la razón que existe para la constitución de organismos que tratan de reunir amplias colecciones cartográficas y para la aparición de iniciativas tendentes a unificar, o al menos coordinar, los diferentes mapas existentes⁸³. Se trataba ahora no sólo de la movilidad en el terreno de operaciones, que siempre se había realizado apoyada en una base cartográfica, sino de disponer previamente de toda la información necesaria para tomar una decisión meditada, no fruto de la inspiración del momento.

En España las colecciones de mapas reunidas por el Cuerpo de Ingenieros y por los ministerios de estado y guerra se mostraron ahora insuficientes. La decisión de crear un gran depósito cartográfico se tradujo entonces, por la rivalidad existente entre el ejército y la marina, en dos organismos separados de documentación cartográfica: el Depósito Cartográfico y el Depósito Hidrográfico, dependientes respectivamente de los ministerios de guerra y de marina.

La primera propuesta para formar una colección y depósito de mapas había sido realizada en 1770 por Jorge Juan en su *Informe sobre las observaciones practicadas en Cavite y Manila por Mr. Beron*⁸⁴, pero el proyecto no llegó a materializarse. Más tarde el impulso dado por el ministro Antonio Valdés a la cartografía marítima dio lugar a una iniciativa que tendría gran trascendencia en años posteriores. A la vuelta de su viaje, Malaspina promovió la creación del Depósito Hidrográfico, el

⁸³ Como se hizo en Francia con la creación del Musée de Géographie de Topographie Militaire et d'Hydrographie, propuesto en 1795. Broc, 1974.

⁸⁴ Fernández de Navarrete, 1851, vol. II, págs. 36-37.

cual fue apoyado también más tarde por el sucesor de Valdés, Juan de Lángara, y creado en 1797. Las funciones de este establecimiento fueron la de ser depósito de cartas hidrográficas y de una biblioteca especializada, la correspondencia con otros establecimientos extranjeros del mismo tipo y la dirección de «un observatorio con instrumentos propios, en el cual se hacen observaciones ya meteorológicas, ya astronómicas»⁸⁵, además de la realización de nuevos levantamientos cartográficos y la elaboración de derroteros. Para la adquisición de libros con destino al Depósito se utilizaron los servicios de José Mendoza y Ríos, que se encontraba comisionado en Londres desde 1789 y al que se giraron 1.300.000 reales para este fin, constituyéndose con ello un importante fondo que llegó a Madrid en 1798.⁸⁶ Así se creó esta institución esencial para la ciencia española del siglo XIX en la que, en palabras de Antillón⁸⁷, «oficiales diestros combinan, reúnen y analizan los trabajos de los navegantes», y en la que se allegaron todas las observaciones realizadas por los pilotos españoles en todos los mares que recorrían con el fin de elaborar una exacta cartografía para la navegación.

La creación de este centro debe relacionarse con los esfuerzos que se realizaron en las dos últimas décadas del siglo para mejorar la marina española y para dotarla, en particular, de mejores medios de navegación. La cartografía náutica se mostraba inadecuada para las nuevas necesidades y, a la vez, la relación con las tierras del vasto imperio español aparecía como un objetivo esencial de la política del estado. Por otra parte, el ejemplo de otros países servía de estímulo para esta iniciativa, ya que franceses, ingleses, suecos, rusos y otros estaban obteniendo resultados importantes en este dominio de la cartografía náutica.

En 1792, a propuesta de José de Mazarredo se envió a las Antillas y Costa Firme una expedición científica mandada por el capitán de fragata Cosme Churruca a levantar las cartas hidrográficas⁸⁸ con el fin de «corregir los inmensos errores que se hallan en las cartas hidrográficas de la América septentrional», según se dice en la memoria histórica redactada por el mismo autor y cuyo manuscrito se conserva en la Academia de la Historia⁸⁹. Churruca fue, sin duda, una de las grandes figuras de la marina española, autor de trabajos sobre ingeniería naval, artillería y otros temas militares, y también notable cartógrafo. Entre otros

⁸⁵ Muriel, ed. 1959, vol. II, pág. 65.

⁸⁶ Fernández de Navarrete, 1851, vol. II, pág. 92.

⁸⁷ Antillón, 1804, vol. I, pág. 35.

⁸⁸ Churruca, manuscrito, cit. en Fernández Navarrete, 1851, vol. II, pág. 85.

⁸⁹ Fernández Duro, 1900, vol. VI, pág. 324.

mapas, levantó la carta esférica de las islas Caribes de Sotavento, publicada de orden real por la Dirección de Hidrografía (1793), el plano geométrico del puerto capital de Puerto Rico (1794) y otros muchos. Con vistas a ellos hizo precisas observaciones astronómicas para la determinación de la posición de numerosos puntos en las Antillas, observaciones que fueron utilizadas por Alejandro de Humboldt por habérselas facilitado en 1799 en Madrid el director del Depósito Hidrográfico, José Espinosa Tello⁹⁰.

También participó en los reconocimientos cartográficos de la América hispana, Dionisio Alcalá Galiano, al que ya hemos tenido ocasión de citar por sus trabajos sobre la longitud y por su participación en la expedición de Malaspina, realizando posteriormente en Cuba diversas comisiones⁹¹. Allí, en La Habana, lo conoció también Alejandro de Humboldt en 1800, y ambos, con la colaboración del astrónomo Robledo y el capitán Montes, determinaron la posición de la fortaleza de El Morro en diciembre de dicho año⁹². Su interés por las cuestiones cartográficas le condujo a los problemas planteados por el cálculo trigonométrico de la altura de las montañas⁹³. En 1803, siendo ya brigadier, Godoy envió a Alcalá Galiano al Mediterráneo oriental con la fragata *Soledad*, recorriendo los archipiélagos del Egeo, el Bósforo y el mar Negro con el encargo «de fijar exactamente, en latitud y longitud, los puntos principales de la costa, para trabajar y publicar en la Dirección de Hidrografía la Hoja tercera y última de nuestra gran Carta nacional del Mediterráneo», como escribe el mismo Príncipe de la Paz en sus *Memorias*. Como resultado de esta expedición realizó cuatro cartas esféricas construidas y grabadas en la Dirección de Hidrografía⁹⁴.

Las aguas americanas fueron objeto de especial atención. La carta del seno mexicano realizada por Felipe Bauzá⁹⁵ y numerosos derroteros hacia América se cuentan entre los más interesantes trabajos de este organismo. A ellos hay que unir otras exploraciones y levantamientos realizados en aquellos años por diversos oficiales de la armada. Como los que realizaron en 1792 el alférez de navío Francisco Clemente, el de fragata Luis Lasquiti y el primer piloto Antonio Castellanos bajo la

⁹⁰ Beck, 1971, pág. 185.

⁹¹ Ver Fernández Navarrete, 1851.

⁹² Beck, 1971, pág. 185.

⁹³ Alcalá Galiano, *Sobre el cálculo trigonométrico en la altura de las Montañas*.

⁹⁴ Godoy, *Memorias del Príncipe de la Paz*, ed. 1956, vol. I, pág. 405.

⁹⁵ Fernández Navarrete, 1851, vol. I. Bauzá murió exiliado en Londres, y está enterrado en la abadía de Westminster. Ver Malaspina, 1938, pág. XXXVIII.

dirección del capitán de fragata Nicolás Lobato, comandante de la *Santa Bárbara*, al sur de Chile, desde Chiloé a los 45°.⁹⁶ O el reconocimiento realizado de las costas de Cuba e isla de Pinos en 1798 por el capitán de fragata Juan Terry Lacy⁹⁷. Todas estas expediciones, y las que contemporáneamente se realizaban en las costas norteamericanas, dieron «nuevo ser a las hidrografía de América», en palabras de Isidoro de Antillón⁹⁸.

Fue nombrado jefe de la Dirección de Hidrografía José de Espinosa y Tello, un preparado oficial que se había ilustrado en las expediciones de Tofiño y Malaspina y en particular había determinado con gran exactitud las posiciones de las costas noroccidentales de América y del sector andino pampeano entre Valparaíso y Buenos Aires⁹⁹. El objetivo esencial de la Dirección fue la publicación de cartas y derroteros, para cuya preparación se acometió una labor previa de crítica de las observaciones disponibles, labor reflejada en la publicación de unas *Memorias sobre las observaciones astronómicas hechas por los navegantes españoles en distintos lugares del globo, las cuales han servido de fundamento para la formación de las cartas de marear publicadas por la Dirección de trabajos Hidrográficos* (Madrid, 1809)¹⁰⁰.

Las publicaciones más destacadas entre las publicadas por este organismo son las siguientes: el *Atlas Marítimo de América y Oceanía*, que recoge toda la cartografía de esos territorios realizada entre 1750 y 1816, publicado por la Dirección Hidrográfica y del que fueron autores Cosme Churruca, Joaquín Francisco Fidalgo, José del Río Cosa, Pedro Maldonado, Fabio Ali Ponzoni, José de Espinosa Tello, Andrés de Oyarvide, Dionisio Alcalá Galiano, Cayetano Valdés, Juan Gutiérrez de la Concha y otros oficiales de la armada¹⁰¹; el *Derrotero de las islas*

⁹⁶ A. H. N., Sec. Estado, Madrid, Leg. 4.285, S.º 116-23. León, 1969, núms. 291-93. En 1786 el piloto de la armada José de Moraleda delineó la carta hidrográfica reducida de las costas de Perú y Chile (Servicio Geográfico del Ejército, Madrid). El Depósito Hidrográfico grabó una Carta Esférica de las costas de América meridional desde el paralelo 36º 30' hasta el cabo de Hornos, por Oficiales de la Armada, de acuerdo con las observaciones realizadas entre 1789 y 1795, que aprovechó los resultados de esa expedición. Servicio Geográfico del Ejército, Madrid.

⁹⁷ Carta de la isla de Pinos, grabada por Juan José Franco y dedicada a don Juan de Lángara, 1798. Fernández Duro, 1900, vol. VII, pág. 441.

⁹⁸ Antillón, 1804, vol. I, pág. 36.

⁹⁹ Espinosa, 1805 y 1809. Ver también lo dicho sobre él en el cap. X, nota 48.

¹⁰⁰ Las memorias van precedidas de un discurso de Luis María Salazar sobre la hidrografía española (Salazar, 1809) y contiene cuatro memorias y varios apéndices redactados por Espinosa, Bauza y otros.

¹⁰¹ El atlas comprende 39 cartas en negro delineadas y grabadas por F. Cardano, T. González, C. Noguera, J. Santiago, Antonio Vázquez, José Vázquez, A. Arrowsmith, Joaquín Pro, Bartolomé Vázquez, Santiago Drouet, Pedro Manuel Gaugioti, Joaquín Ballesta, Juan Moreno Tejada, M. Moreno, Fernando Selma, Juan Morata, Felipe Bauzá y Juan Ferrer. A. H. N., Sec. Estado, Madrid, S.º 740. León, 1969, núm. 312.

Antillas, de las costas de Tierra firme y del seno mexicano que por orden del rey se trabajaba ya en 1795,¹⁰² 1810; la *Instrucción náutica* que acompaña a la carta de la ría de Guayaquil, (Madrid, 1827); el *Portulano de las costas de América septentrional*, (Madrid, 1809, y nueva edición aumentada en 1818), el *Portulano de las costas de la Península de España, islas y parte de la costa norte de España* (Cádiz, 1813); y el *Atlas hidrográfico*, 24 cartas y planos¹⁰³. El Depósito Hidrográfico se convirtió también en abastecedor de cartas y libros a todas las Escuelas de Náutica del país, función apoyada por las correspondientes órdenes del gobierno¹⁰⁴. Al sobrevenir la invasión francesa Espinosa y Tello intentó inútilmente trasladar los fondos del Depósito a Cádiz. La pérdida de esta valiosa información representó un grave problema para la marina española, por lo que el gobierno en Sevilla comisionó a Espinosa para que se desplazara a Londres para dirigir la formación y grabado de los mapas más indispensables para la navegación¹⁰⁵.

Además de la actividad cartográfica relacionada directamente con la náutica, los hombres del Depósito Hidrográfico, por su excelente formación astronómica, estaban muy bien preparados para determinar exactamente la latitud y longitud de los lugares, y por ello pudieron contribuir de manera importante a la mayor exactitud del mapa de España. Entre los ejemplos que podrían citarse está el de Felipe Bauzá, que colaboró en Madrid con José González Ortiz y con Isidoro de Antillón para calcular la diferencia de longitud entre Madrid y Valencia con ocasión del eclipse de sol del 17 de agosto de 1803, observaciones en las que también participó el Barón de Puebla en Valencia¹⁰⁶. El mismo José González el 26 y 27 de abril de 1804 observó en Cartagena la diferencia de longitud con la isla de León en Cádiz, a partir de la ocultación de una estrella por la luna; en el observatorio de San Fernando este mismo fenómeno fue observado por Julián Ortiz Canelas¹⁰⁷. O el del capitán de navío Juan

¹⁰² Malaspina, 1938, pág. 108.

¹⁰³ Fernández Navarrete, 1851, vols. I, pág. 376.

¹⁰⁴ Carrera Pujal (1951, pág. 109), cita una de estas que ordenaba el uso de estas obras a la Escuela de Náutica de Barcelona.

¹⁰⁵ Fernández Navarrete, 1851, vol. II, pág. 64. Al parecer, cuando Felipe Bauzá se exiló de España, instalándose en Londres, se llevó consigo gran cantidad de materiales del Depósito Hidrográfico, entre ellos los documentos destinados a la realización del mapa de España. En razón de ello se le abrió un expediente, que ha sido localizado por D. Ramos, y del que existe copia en el Museo Naval de Madrid (Ramos, 1946, pág. 430).

¹⁰⁶ Antillón, *Lecciones de Geografía*, vol. I, 1804, pág. 310.

¹⁰⁷ Antillón, 1804, vol. I, pág. 311. Ortiz Canelas publicó diversas memorias y observaciones astronómicas en el *Almanaque Náutico* del observatorio de San Fernando y fue luego autor del *Almanaque Náutico y Efemérides Astronómicas* calculado para varios años (Madrid, 1819).

Francisco Aguirre, que facilitó gran número de observaciones inéditas para que Antillón las utilizara en sus *Elementos de geografía de España y Portugal*¹⁰⁸.

Pero sobre todo es de destacar el caso de José de Mazarredo, del que Antillón decía que «a nadie debe más la geografía astronómica del interior de España» que a él, puesto que

«con un quintante o sextante de reflexión y horizonte artificial de azogue y por alturas meridianas de Sol, Luna, Júpiter, Marte y algunas estrellas, ha determinado la latitud geográfica de Alcalá de Henares, de los pueblos del camino de Murcia al Ferrol, de varios pueblos del de Madrid a Bilbao por Somosierra, de algunos de la carretera de Andalucía, y de otros muchos de Navarra, provincias Vascongadas y costa Cantábrica, entre los cuales se cuentan Pamplona, Roncesvalles, Irún, Vergara, Los Pasages, Bilbao, Portugaleta, y Marrón en la ría de Limpias y Colindres. Débesele además la longitud de Pamplona, deducida del eclipse de sol de 1806, que observó en aquella ciudad.»

Y Antillón concluía: «estos trabajos ejecutados la mayor parte en viajes de tránsito accidental desde 1792 hasta 1806, reunidos con tantos como le debe la hidrografía, dan con justicia al Sr. Mazarredo gloria eterna en los anales de la ilustración patria»¹⁰⁹.

Estos datos y otros que antes hemos reseñado sobre la colaboración de los marinos en el levantamiento de cartas corográficas en América muestran claramente la importante ayuda que prestaron los oficiales de la armada también a la cartografía de las regiones interiores de la metrópoli y de las provincias del imperio. Aunque la labor esencial en este sentido no fue realizada por los marinos sino por miembros de otras corporaciones científicas: los agrimensores y, sobre todo, los ingenieros militares. A ellos dirigiremos ahora nuestra atención.

¹⁰⁸ Francisco de Aguirre fue nombrado en 1784 miembro de la Comisión de Límites con Portugal, permaneciendo en el virreinato de La Plata hasta 1798 y realizando un interesante *Diario* que se conserva manuscrito en la Academia de la Historia, y que ha sido parcialmente publicado en Buenos Aires en 1949 y 1951. Ver sobre él Esteve Barba, 1964, págs. 599-601.

¹⁰⁹ Antillón, *Elementos de Geografía de España y Portugal*, 18, pág. XXXI. Antillón alude también elogiosamente a Mazarredo en sus *Lecciones de Geografía* (vol. I, 1804, pág. 91), afirmando que cada viaje suyo «se puede decir que es una corta campaña astronómica: apenas ha hecho marcha en que no haya fijado la situación de algunos puntos de nuestra península, y en que su quintante no haya proporcionado adelantos a la geografía del Reyno». Además de las observaciones antes reseñadas Mazarredo fijó la latitud y longitud de Madrid tras repetidas observaciones y observó en Santoña la ocultación de Antares por la luna, el 20 de marzo de 1805, comparándola con la observación de Cádiz.

XII. La formación y la actividad «geográfica» de los ingenieros militares y de los agrimensores

La actividad «geográfica» y cartográfica no fue exclusiva de los marinos. Otras corporaciones profesionales mostraron también en el siglo XVIII un interés grande por el espacio y una intensa dedicación a la cartografía del territorio. En este sentido merece destacarse, en particular, a los ingenieros militares y a los agrimensores. Los primeros poseyeron una notable formación científica y técnica, y se convirtieron en los grandes auxiliares de la Corona para las tareas de ordenación territorial. Los segundos, con una preparación y unas funciones más modestas, tuvieron también una destacada función social y fueron configurándose lentamente como un cuerpo profesional que tendría importantes cometidos en el siglo siguiente.

INGENIEROS Y ARTILLEROS TRAS LAS REFORMAS DE LOS ESTUDIOS MILITARES DE LA PRIMERA MITAD DEL SETECIENTOS

Uno de los aspectos básicos de las reformas de Felipe V y de sus sucesores es la que se refiere a los cuerpos militares de tierra y mar. El esfuerzo de los gobiernos borbónicos se dirigió muy pronto a la reorganización de las instituciones castrenses, adaptándolas en primer lugar a las exigencias planteadas por la larga contienda sucesoria y luego a las nuevas realidades geopolíticas impuestas por el Tratado de Utrecht. Algunas de las reformas que entonces se acometieron aparecían ya apuntadas en los últimos años del reinado de Carlos II, y fueron con frecuencia hombres formados en ese reinado los que las llevaron a cabo o

suministraron las ideas¹, pero fue ahora cuando se promulgaron las disposiciones legales que las establecieron y fijaron. Entre las medidas que se adoptaron tenían especial relieve las que tendían a mejorar la formación científica de los oficiales, estableciendo centros especializados para ello. Centros en los que las matemáticas y la geografía tuvieron una importante presencia.

Expuestas ya en capítulos anteriores las reformas que afectaron a la marina, señalaremos ahora algunas de las que se dieron en el ejército de tierra. Entre ellas, una de las más importantes fue la de los cuerpos de artillería e ingenieros. En la época de los Austrias artilleros e ingenieros formaban parte del mismo cuerpo, ya que se consideraba que los segundos eran sobre todo auxiliares de los primeros, y por ello unos y otros dependían del Capitán General de Artillería. Es ahora, en los primeros años del siglo, cuando comienza a instaurarse una disociación que alcanzará plena vigencia legal a mediados del siglo.

Las Ordenanzas de Flandes de 1702 y la Reforma de 1710 constituyeron, en efecto, un hito fundamental en la organización del Cuerpo de Artillería y establecieron por primera vez una neta distinción entre artilleros e ingenieros²; aunque las funciones de unos y otros siguieron estando durante varios decenios confusamente diferenciadas y, además, el Ingeniero General siguió dependiendo del Capitán General de Artillería. En esta última fecha se crearon también cuatro Escuelas Prácticas de Artillería y Bombas para la formación de artilleros en Aragón, Extremadura, Andalucía y Galicia, y tres escuelas teóricas para la enseñanza de las matemáticas y la fortificación en las primeras de las citadas regiones³.

El modelo para estos nuevos centros militares fue sin duda la Academia Militar de Bruselas, establecida en 1677 y dirigida luego por el matemático y geógrafo Sebastián Fernández de Medrano. Tal como se refleja en la misma actividad científica de este autor⁴, arquitectura militar y artillería —además de la geografía— constituían la base esencial de las enseñanzas de aquel centro, aunque probablemente fue más la falta de ingenieros militares que la de artificieros lo que planteaba los más graves problemas estratégicos y lo que había determinado la fundación

¹ Tesis mantenida por Vigón, 1947, vol. I, que afirma que la reforma de la artillería se habría realizado aun sin el cambio de dinastía.

² Vigón, 1947, vol. I, pág. 173.

³ Vigón, 1947, vol. I, pág. 176.

⁴ Ver sobre él y sobre la Academia de Bruselas, Capel, *La geografía española en los Países Bajos...*, 1981.

de la Academia de Bruselas. El mismo Fernández de Medrano afirma que el rey le había mandado que estableciese el citado centro de Bruselas «para que se criassen personas que de sus Dominios pudiesen professar en ellos la Architectura Militar, como Ingenieros, los que hasta entonces eran extrangeros y en quienes se aventuraba la confianza»⁵. De cualquier modo, fue a partir del modelo flamenco y del núcleo de discípulos de Fernández de Medrano como se organizaron los nuevos centros militares de la península, siendo el mismo general el que —de crearlo a él— de orden del rey había «nombrado Discípulos para pasar a establecer otra Academia Militar en Barcelona»⁶.

En efecto, uno de esos discípulos, el flamenco Próspero de Verboom, que había sido colaborador de Fernández de Medrano en Bruselas⁷, fue el que recibió el encargo de organizar el cuerpo de ingenieros. Verboom propuso a Felipe V el mismo año de 1710 el plan para la organización de dicho cuerpo, aprobado por el rey en 1711. En él se establece la creación de una serie de grados dentro del cuerpo (ingeniero general; ingenieros en jefe o de Provincias; ingenieros segundos; ingenieros terceros; y delineadores) claramente inspirados en la organización francesa, y que fijarán la estructura del cuerpo para todo el siglo XVIII. En 1724 los empleos del cuerpo de ingenieros se asimilan a los grados de oficiales de infantería y poco después, en 1728, se encuentran ya ingenieros calificados como tales⁸. La división entre ingenieros y artilleros pareció retroceder en 1756 cuando el conde de Aranda fue nombrado Director General de Artillería e Ingenieros, en un claro intento de relacionar otra vez los dos cuerpos, pero las tensiones entre unos y otros hicieron inviable el proyecto y poco después, en 1761, se vuelve a la anterior división, siendo a partir de ese año cuando el cuerpo de ingenieros posee vida legal totalmente independiente de la artillería⁹.

Para el desempeño de sus funciones el Cuerpo de Ingenieros Militares fue mejorando su preparación técnica y ampliando sus efectivos a lo largo del siglo. Estos pronto se fijaron en 150 individuos, que se distribuían en las siguientes graduaciones: 10 ingenieros directores y 10 ingenieros jefes, con el grado de coronel; 20 ingenieros de segundo con el grado de teniente coronel; 30 ingenieros ordinarios, con el grado de capi-

⁵ Fernández de Medrano, 1709, vol. II, pág. 129.

⁶ Fernández de Medrano, 1709, vol. I, Prefacio.

⁷ Capel, 1981, págs. 17-18. Otros discípulos y colaboradores de Fernández de Medrano aparecen citados en Llave, 1878.

⁸ Vigón, 1947, vol. I, pág. 216, nota 106.

⁹ Vigón, 1947, vol. I, págs. 177, 190-91 y 216, nota 106.

tán; 40 ingenieros extraordinarios con el grado de teniente; y 40 ingenieros ayudantes con el grado de subteniente¹⁰.

Para la formación específica de los ingenieros se crearon Academias de Matemáticas en Barcelona, Orán y Ceuta. El origen de la Academia de Matemáticas de Barcelona se remonta a 1694, fecha en que el oficial aragonés Francisco Larrando de Mauleón (1644-1736), que había sido discípulo y colaborador del padre Kresa en el Colegio Imperial de Madrid, comenzó las enseñanzas de esta ciencia a los militares de la plaza en el palacio del Capitán General¹¹. Pero en 1697 fue nombrado capitán de una de las compañías del tercio de don Manuel de Toledo y los acontecimientos bélicos impidieron la continuación de las enseñanzas. Estas sólo se reanudaron en unos años en que el gobierno volvía a establecer (1722) Escuelas de Matemáticas y Artillería en Barcelona, Pamplona, Badajoz y Cádiz, con profesores artilleros¹². En Barcelona las clases comenzaron en 1720 por iniciativa de Matheo Calabro, italiano que servía en el ejército español como sargento de artillería¹³ y que había demostrado su preparación en las obras de la Ciudadela de Barcelona, pasando al recién creado Cuerpo de Ingenieros como ingeniero ordinario. Calabro redactó un *Proyecto para el establecimiento de la Academia Militar de Barcelona*, y fue auxiliado en sus enseñanzas por el francés Fernando La Sale como profesor de dibujo, el cual fue sustituido en 1727 por el ingeniero flamenco Marcos T'Serstevén y más tarde por el también flamenco Pedro Torbe, que fue profesor hasta 1736. A estos cursos asistían a la vez ingenieros y artilleros, estos últimos en gran número.

El éxito de esta experiencia animó a Patiño a crear formalmente la Real y Militar Academia de Matemáticas de Barcelona para preparación de la nobleza y para que «la juventud española, principalmente la que sirve en la milicia tenga donde instruirse para ser admitidos en los cuerpos de Ingenieros y Artillería»¹⁴. Por orden de 3 de abril de 1736 se

¹⁰ Capmany y Montpalau, *Discurso sobre las soberanías*, 1786, pág. 235. En 1803 los efectivos se elevaron a 196 oficiales para los dominios de Europa y Presidios de África, más un número de ingenieros correspondientes a las atenciones que el servicio requiriera en las Indias orientales y occidentales y Canarias (*Ordenanza*, 1803, art. 1).

¹¹ Torner, 1891, págs. 6-7. Larrando de Mauleón fue autor de unos *Elementos de Euclides* (1698) y del *Estoque de la guerra y Arte militar*, Barcelona, Thomás Lhoriente, 1699.

¹² Vigón, 1947, vol. I, pág. 299.

¹³ Torner, 1891, de quien tomamos los datos, cree que era de Mecina, en la provincia de Granada, y que «por las turbaciones de aquel pueblo en su niñez pasó con su padre a Marsella, en donde se crió». Se trata sin duda de un error. Mecina debe de ser Mesina, y las «turbaciones» a que se aluden quizá sean las provocadas por el terremoto del sur de Italia en 1688 y 1694.

¹⁴ Torner, 1891, págs. 7-8. Vigón, 1947, vol. I, pág. 301.

mandó al ingeniero extraordinario Pedro Lucuze que se trasladara de Ceuta a Barcelona para enseñar matemáticas en la academia, a la que se incorporó en junio de ese año como ayudante de Calabro. Al mismo tiempo Fernando La Sale era nombrado otra vez profesor de dibujo en sustitución de Torbe.

El reglamento provisional de la academia, promulgado en 23 de agosto de 1737, organizaba las enseñanzas en tres años, distribuidas en cuatro clases de nueve meses cada una: las dos primeras clases podían ser seguidas por cualquier oficial del ejército y las dos últimas eran específicas para ingenieros y artilleros. Se fijaba también el número de profesores maestros en cuatro, el de ayudantes en dos, más un director de dibujo y un director general, todos ellos ingenieros. Por diferencias con el marqués de Verboom, Calabro fue destituido de la dirección de la academia en marzo de 1738 y destinado a Valencia, nombrando para ese puesto a Lucuze¹⁵, e incorporándose a la academia como ayudante el ingeniero extraordinario Francisco de Paredes. En marzo de 1739 se incorporaría también como segundo ayudante el ingeniero extraordinario Manuel de Santesteban, a la vez que La Sale era sustituido por el subteniente e ingeniero extraordinario Juan de Surbille.

La ordenanza de 22 de julio de 1739 reglamentaba definitivamente los estudios de la Academia de Matemáticas de Barcelona, en los que la geografía tenía una presencia destacada. Los alumnos serían elegidos por los coroneles y comandantes de los regimientos de guarnición en Cataluña, y no podrían exceder de 40 (18 oficiales, 18 cadetes y 4 caballeros particulares). Habían de tener entre 15 y 30 años y saber aritmética, además de sufrir un examen, ya que todos los admitidos habían de ser «sugetos condecorados». Los estudios a realizar se seguían distribuyendo en cuatro clases. En la primera se estudiaba matemáticas, topografía y minas, con una lección extraordinaria sobre geografía. En la segunda, artillería, fortificación castrense, castrametación y poliorcética; y en la lección semanal, uso de representaciones topográficas y geodésicas. En la tercera clase se impartía mecánica, arquitectura, construccio-

¹⁵ Torner explica así este suceso: «La circunstancia de que todos los instrumentos tuvieran que ser visados por el Inspector dió motivos de disgusto a Calabro, como también que por el nombrado Inspector se hiciesen todos los recursos. Y como Calabro tenía resolución y viveza a cada paso ocurrían dificultades, de que resultaron desazones e inquietudes entre el citado Calabro y el marqués de Verboom. Por este motivo el ministro de la Guerra expidió una orden el 14 de marzo de 1738 para que Calabro se separase de la dirección de la Academia, destinándolo a Valencia» (pág. 8, nota 11). Una vez en Valencia, Calabro trató de organizar otra Academia militar de Matemáticas, iniciativa a la que Víctor Navarro atribuye una gran trascendencia en la quiebra del proyecto de los novadores valencianos, y de Bordazar en particular, de crear una Academia Matemática en Valencia (Navarro Brotons, 1976, pág. 594).

nes hidráulicas, y en las lecciones extraordinarias «perspectiva Militar, y de la rigurosa, de la Gnomónica, como también de la formación y uso de las cartas hidrográficas, con el modo de resolver sobre ellas los problemas náuticos». Por último, en la cuarta, bajo la enseñanza del director de dibujo, se estudiaba delineación, levantamiento de planos militares y civiles, mapas de provincias, diseño de los instrumentos de gastadores y su uso, reducciones y ampliaciones de planos; y en la lección extraordinaria, los métodos que rigen en las obras reales, los presupuestos, y condiciones, así como «las precauciones que se toman para su adelantamiento y firmeza»¹⁶.

También se establecía la realización de exámenes públicos al acabar los estudios de la cuarta clase. Para ello los alumnos disponían de dos meses de preparación, «a fin de que conociendo los talentos de cada uno, elijan tres de los mejores para que en público mantengan conclusiones sobre los puntos que les tocare». Poco después, en abril de 1741, se realizaba el primer certamen público, para los que fueron seleccionados, por sorteo y votación entre los alumnos, los subtenientes Felipe Caballero, Julián Giraldo y Blas de Trinchería, que defendieron conclusiones sobre geometría especulativa y práctica el primero, fortificación regular e irregular el segundo y estática el tercero¹⁷.

Desde 1742 se ordenó que los profesores, a excepción del director, no lo fueran más de seis años, y que además se fueran relevando en sus funciones. Ello permitió la incorporación de nuevos docentes, algunos formados ya en el mismo centro, como Blas de Trinchería en 1743, sustituido en 1745 por Claudio Martel¹⁸. Pero el alma indiscutible del centro fue tras la marcha de Calabro su director Pedro de Lucuze¹⁹. Como director promovió la realización de un *Curso de Matemáticas para la instrucción de los Militares*, en cuya composición intervinieron todos los profesores, de acuerdo con lo prevenido por el reglamento de 1739.²⁰ Dicho curso constaba de siete partes (aritmética vulgar y literal, o álgebra; geometría; trigonometría; fortificación; artillería; cosmografía; geo-

¹⁶ Ordenanza, 1739. También Lucuze, 1722.

¹⁷ Torner, 1891, págs. 25-26.

¹⁸ Torner, 1891, págs. 26-27.

¹⁹ Ver sobre él Suárez Inclán, 1803.

²⁰ En efecto, en dicha ordenanza se establecía que el director «partiendo de los Tratados más útiles de Matemáticas», redactará «como doctrina suya» las materias que se han de dictar en la Academia «debiendo aprovechar la colaboración de los dos Ayudantes en la parte que hallare por conveniente para escribir los cuadernos, que, una vez aprobados por el Inspector, formarán los textos que habrán de ser aplicados» (Ordenanza, 1739).

grafía y náutica; mecánica, óptica y arquitectura), que cubrían el conjunto de las enseñanzas que se impartían en la academia²¹.

Como se ve, la cosmografía y la geografía formaban parte de estos estudios en razón de la utilidad que esta formación tenía para ingenieros y artilleros y también por la función que la academia de Barcelona tenía de academia general militar, a la que acudían, como hemos visto, no sólo miembros de aquellos cuerpos, sino también de otros de tierra e incluso de marina. Este último hecho aparece claro en el programa de estudios establecido para las Escuelas Formales de Teórica con Título de Artillería, por la Real Ordenanza de fecha 21 de octubre de 1751,²² que mantenía en esencia el programa de 1736 y 1739 y que entre las enseñanzas básicas seguía considerando a la geografía, disponiendo que:

«Por lección extraordinaria a los que estuvieran más aprovechados y manifestaran más inclinación al servicio de la Marina, se les explicará (después de estar enterados de la perspectiva militar, con noticia de la rigurosa) el tratado de esfera y geografía; la formación y uso de las cartas hidrográficas y como se resuelven por ellas los problemas náuticos; y estando instruidos en los expresados tratados, pasarán al dibujo, en donde se les enseñará el blasón y el modo de levantar los planos y cartas geográficas, cortar los perfiles: el lavarlos con aseo, limpieza y propiedad de colores y cuanto es propio de esta clase²³.»

Estas enseñanzas no eran simplemente teóricas, sino que se realizaban con ayuda de instrumentos diversos, tal como prevenía la ordenanza de 1739. Las dificultades económicas de la academia de Barcelona motivaron que dichos instrumentos tardaran en llegar, e incluso que hubiera que asignar fondos insospechados para su adquisición²⁴, pero al fin, entre 1739 y 1743, se fueron adquiriendo los «instrumentos, modelos, globos, y mapas» que se necesitaban²⁵.

²¹ Vigón, 1947, vol. I, pág. 341.

²² Se crearon estas escuelas en Barcelona y Cádiz, destinadas a «establecer y conservar un cuerpo científico de oficiales de Artillería» (cit. Vigón, 1947, vol. I, pág. 183). Lucuze (1772) alude también a la ordenanza de 29 de diciembre de 1751. La asistencia era obligatoria para oficiales, suboficiales y cadetes, durando los cursos cuatro años, siendo las matemáticas la materia básica, junto con la física y la construcción.

²³ En Vigón, 1947, vol. II, pág. 342. Ver también Barrio Gutiérrez, 1970, págs. 62-63, que resume esta ordenanza. El artículo XX de esta ordenanza se dedica a las enseñanzas de transporte por mar y tren, libranzas, inventarios y «conocimientos de las Cartas Geográficas para precaver los inconvenientes en el tránsito de la Artillería».

²⁴ Como las cantidades asignadas para comprar medallas para premios o para dar gratificaciones a los alumnos.

²⁵ Torner, 1891, pág. 27. La Ordenanza de 1751 dedica el artículo XX también a reglamentar las prácticas con instrumentos. Barrio Gutiérrez, 1970, págs. 62-63.

LA ACTIVIDAD DE LOS INGENIEROS Y LAS GRANDES OPCIONES DE LA POLÍTICA NACIONAL

A lo largo del siglo XVIII diversos cuerpos militares fueron interviniendo cada vez más activamente en la elaboración de mapas, llegando a ser a finales del período los únicos con posibilidades de realizar una verdadera cartografía científica. En dicha tarea destacaron, sobre todo, los marinos y los ingenieros militares. Su producción cartográfica ha de interpretarse, en primer lugar, dentro de las grandes opciones de la política nacional y del sistema de pactos y alianzas establecidas por la monarquía.

En el territorio metropolitano la actividad de los ingenieros militares se centró en la urbanización y en la fortificación de las plazas portuarias y de las zonas costeras. En cambio las fronteras terrestres no fueron objeto de preferente atención, ya que o bien se consideraban aseguradas por el sistema de alianzas o bien de escaso peligro. En efecto, mientras que la frontera pirenaica que había quedado jurídicamente fijada por la Paz de los Pirineos (1659) estaba salvaguardada por los pactos de familia, la de Portugal era escasamente peligrosa y desde el Tratado de Methuen no podía ser considerada para una posible guerra de anexión de aquella corona, ya que ello hubiera supuesto automáticamente el enfrentamiento con Inglaterra. La única frontera que merecía alguna atención era la del campo de Gibraltar, aunque el permanente deseo de reconquista de dicha plaza quedó sacrificado, excepto en unos pocos momentos, al temor de la potencia naval británica o al deseo de paz con Inglaterra²⁶.

La evolución de detalle es desde luego mucho más compleja, y podrían introducirse numerosos matices. Por ejemplo, hacia 1750, Ensenada proponía a Fernando VI que fuera el «árbitro de la paz y de la guerra», eligiendo la alianza con Francia o con Inglaterra, según los intereses del momento. También hacía consideraciones sobre la necesidad de defender la frontera francesa por desconfianza hacia el gobierno de esa monarquía, y sobre la conveniencia de construir en ella una serie de plazas fuertes²⁷. Entonces es cuando se proyecta seriamente la fortificación

²⁶ Ver sobre todo esto Alonso Baquer, 1972.

²⁷ Rodríguez Villa, 1878.

de San Fernando de Figueras y de otras plazas fronterizas. Pero a pesar de ello puede afirmarse que, en general, la Península no fue considerada seriamente durante el setecientos como posible teatro de operaciones, ni siquiera en los planes de guerra de Aranda. Sólo a finales de ese siglo, con ocasión de la guerra contra la Convención (1793) y de la guerra de las Naranjas (1801) se empezó a pensar en las fronteras terrestres en términos militares. La posterior alianza con Francia alejó momentáneamente el peligro, hasta que la invasión napoleónica trastocara brutalmente la situación y motivara un dramático cambio de alianzas.

Más complejos eran los requisitos de la defensa del imperio. El papel de los ingenieros militares fue decisivo en la organización del vasto sistema defensivo del imperio ultramarino, al cual atendieron con una continuidad y vigilancia que faltaba en épocas anteriores. Dicho sistema defensivo había de proteger tres núcleos esenciales y una serie de fronteras externas e internas que fueron adquiriendo creciente importancia a lo largo del siglo.

Los núcleos esenciales eran las Antillas, nexo fundamental para la relación con la metrópoli, Perú y Nueva España. Pero las necesidades defensivas se presentaban también en la frontera norte (desde California a Luisiana y la Florida), donde convergían los intereses de Francia, Inglaterra y finalmente Estados Unidos; en la frontera sur de Río de la Plata, que con su desarrollo económico va perdiendo el papel de simple retaguardia peruana, atrayendo por ello mismo el interés de Inglaterra, y donde la colonia de Sacramento dio ocasión, además, a un largo y envenenado litigio con Portugal; en la frontera meridional de las tierras magallánicas y de la costa pacífica chilena, que garantizaban la seguridad del frente pacífico desde El Callao a Acapulco. Por último, puede hablarse también de una frontera interior para prevenir el avance portugués y el peligro de sublevación militar de los indios, que contaban a veces con el apoyo inglés. Sin olvidar el lejano archipiélago filipino, tan amenazado siempre por holandeses e ingleses.

En la concepción defensiva que se puso a punto, cada uno de estos frentes estaba defendido por un sistema de fortificaciones esencialmente costeras: La Habana, San Juan de Puerto Rico, Cartagena de Indias, Portobelo, Bacalar, Mérida, Términos, Campeche, Veracruz-Ulua, etcétera, por citar algunas de las que situaban en el frente caribe y del seno mexicano. La construcción de todas estas fortalezas y la discusión de otros emplazamientos alternativos dio ocasión a multitud de levantamientos cartográficos y al desarrollo de una abundante cartografía local.

El peligro de fortificar ciudades costeras que podían caer en manos

del enemigo y ser luego de difícil recuperación fue haciendo aparecer un esquema de defensa elástico apoyada en fortificaciones interiores, esquema que triunfa plenamente con el conde de Aranda. Según dicho esquema, la defensa de Veracruz, por ejemplo, estaba reforzada en el interior por el fuerte de Perote, construido en tiempos de Carlos III, donde podrían reorganizarse las fuerzas en caso de conquista de la ciudad²⁸. Ello impuso la necesidad de disponer de planos y mapas que rebasaran el simple entorno fortificado y que cubrieran en cambio amplios territorios, y explica la aparición de un nuevo interés en los levantamientos cartográficos de los ingenieros militares. De esta manera los ingenieros se vieron obligados a ampliar la escala de sus trabajos cartográficos.

En todas las operaciones cartográficas de ultramar los ingenieros militares desempeñaron un papel fundamental, ya que ellos ocuparon los puestos clave de ingenieros de virreinos y capitánías y fueron los ejecutores de la política defensiva esbozada por el gobierno y definida por la Junta de Fortificaciones y Defensa de Indias. Dicha presencia se reforzó desde 1761 por influencia del ingeniero militar Antonio Arévalo, el constructor de la fortaleza de Cartagena de Indias. En sus trabajos los ingenieros debían utilizar escalas reglamentadas y uniformes y tenían que realizar tres copias para diferentes servicios²⁹.

La actividad cartográfica de los ingenieros militares ha de ser entendida a partir de las anteriores consideraciones político estratégicas y de la evolución de las ideas sobre el arte de la guerra. La influencia de las concepciones de Vauban impuso a principios del siglo XVIII el interés por la fortificación de plazas y explica la atención dedicada a los levantamientos «topográficos» de fortalezas y puertos. Los ingenieros militares como cuerpo técnico al servicio del gobierno actuaron también activamente en los proyectos de urbanización de plazas fuertes emprendidas por los gobernantes ilustrados, y a ellos se debe un gran número de planos de ciudades y proyectos de ampliación³⁰.

A lo largo del siglo XVIII las nuevas técnicas militares fueron influyendo en el arte de la guerra y poniendo en crisis las ideas vaubanianas. Más que puntos concretos fortificados, era el conjunto del territorio el que interesaba de forma creciente, y en particular las rutas que unían puntos esenciales de la defensa, como, por ejemplo, las ciudades coste-

²⁸ Ver Calderón Quijano, 1953.

²⁹ Alonso Baquer, 1972, págs. 35 y 36.

³⁰ Un amplio catálogo de la cartografía militar, y en particular de planos de ciudades, puede encontrarse en la serie *Fuentes Cartográficas Españolas* (Fuentes, 1972 y 1973) y en la *Cartoteca hispana*, editada por el Servicio Geográfico del Ejército (1974 y 1976).

ras y los fuertes interiores. El campo de interés se va ampliando también a una cartografía general, y en particular hacia los *itinerarios militares* que unen plazas importantes o señalan rutas de abastecimiento³¹.

Los problemas de límites territoriales impusieron también a los ingenieros militares tareas cartográficas de carácter general. Por un lado era el deseo, sentido por los gobernantes europeos del siglo XVIII, de poseer un dominio territorial bien definido y delimitado, expresado claramente por Luis XIV y en nuestro país por Aranda cuando, siendo embajador en París, afirmaba que «cada potencia quiere completar su demarcación y redondearse»³². Por otro, la necesidad de fijar en ultramar frente a las apetencias de otras naciones unos límites reconocidos internacionalmente, y a ser posible «naturales», que garantizaran la integridad del imperio español, necesidad vivamente sentida por Jovellanos, Aranda y Florida-Blanca. En la metrópoli, la creación de la Comisión de Límites hispano-francesa en 1784 trataba de fijar naturalmente la frontera pirenaica resolviendo los puntos aplazados o en litigio desde la Paz de los Pirineos. En ultramar la atención esencial se dedicó a las áreas conflictivas, y en particular la Florida con el conjunto de la frontera septentrional de Nueva España, el Orinoco con la frontera norte brasileña, y el Río de la Plata con la polémica frontera del Sacramento. En todas estos territorios la actividad cartográfica de los ingenieros militares se desplegó intensamente en la segunda mitad del siglo XVIII.

En relación con todos estos objetivos y con las misiones específicas en las campañas militares, el cuerpo de ingenieros tuvo asignadas desde su misma fundación misiones de producción cartográfica. La Ordenanza de Flandes de 4 de julio de 1718 especificaba en sus 26 artículos de manera clara la confección de mapas y planos como una de sus principales funciones. Las Ordenanzas de 1768 establecieron otra vez que los ingenieros «debían ocuparse en el levantamiento de planos y mapas y en la dirección de las obras», así como dedicarse al estudio de las matemáticas y a cuanto se refiere al arte de la guerra³³. Esto mismo se reglamentó de forma mucho más minuciosa en la Ordenanza de 1803, en la cual gran número de artículos disponen las tareas a que debían dedicarse. El ingeniero general debería tener en su archivo todos los mapas y noticias que se pudieran adquirir de países extranjeros y cuidaría de que los Directores-Subinspectores de Provincias o Reinos formaran un atlas de

³¹ Ver Alonso Baquer, 1972, pág. 5.

³² Citado por Alonso Baquer, 1972, pág. 44 y pág. 26.

³³ Estudio Histórico del Cuerpo de Ingenieros, 1921.

su respectiva demarcación³⁴. Dicho atlas debería contener «todos los Planos y noticias correspondientes a cada una de las Provincias o Reynos», y para que el tamaño fuera uniforme deberían arreglarse «a veinte y siete pulgadas del pie de Burgos la altura de sus hojas y a diez y ocho el ancho». Las escalas y la información necesaria se encuentra claramente especificada: el mapa topográfico de la región debería realizarse «en la escala de veinte y quatro leguas por pie»; y los planos de las plazas y fortalezas de la demarcación deberían ser cuatro:

«Primero. Un Plano de la Plaza y sus cercanías hasta una legua de distancia, en escala de una pulgada por doscientas varas, en que se expresen exactamente todas las alturas, zanjas, barrancos y demás desigualdades del terreno: los bosques, setos, casas, capillas, arroyos, estanques, y otras particularidades que puedan servir para reconocer el local: poniendole la explicación correspondiente.

Segundo. Otro Plano de la Plaza, en escala de una pulgada por cien varas, en que se señala en las obras de fortificación existentes y todos los edificios militares y civiles, con las cercanías de la Plaza hasta la distancia de setecientas varas, y la correspondiente explicación de todo.

Tercero. Otro plano en la misma escala que el precedente, en que solo se indicará la línea magistral de las obras y de las contraescarpas [...].

Quarto. Otro Plano, también en la misma escala, en el qual se ha de señalar, mediante un nivelamiento exacto las alturas respectivas de los diferentes puntos del terreno y de la fortificación³⁵.»

En tiempos de paz los ingenieros debían estar ocupados en el mantenimiento de las fortificaciones y caminos y en el levantamiento de planos y mapas. Para este último fin se disponía que en cada dirección existieran los instrumentos científicos precisos (teodolito, grafómetro de anteojos, plancheta, etc.)³⁶, y se especificaba el método que había de observarse en dichos levantamientos, estableciendo los signos convencionales a usar, los límites, la planimetría y las escalas. Con respecto a estas se dispuso que

«Las escalas proporcionadas para poner los Mapas en limpio serán de quarenta y ocho leguas por pie de Burgos para los de todo un Reyno: de veinte y quatro leguas por pie para los de una Provincia; y de doce leguas por pie para los de un partido; más siempre que por estos Mapas se haya de manifestar algún proyecto en grande, u obra executada de caminos, canales, etc. y también en el caso de que

³⁴ Ordenanza, 1803, Reglamento II, Título I, artículos 10 y 11.

³⁵ Ordenanza, 1803, Reglamento II, Título II, artículo 13, págs. 51-57. Este título dispone también cómo ha de distribuir el Director-Subinspector el trabajo de la formación del Atlas (artículo 14) y se le ordena que cuide de que sus subalternos se apliquen con frecuencia al diseño, levantamiento de planos y mapas.

³⁶ Ordenanza, 1803, Reglamento IV, Título I, artículo 1.

hayán de servir para las operaciones de la guerra, será la escala de seis leguas por pie, aunque sea necesario dividir el Mapa en varias hojas. En estos últimos casos se pondrán en planos separados o en una orilla al margen todos los puntos particulares que exijan mayor detalle, añadiendo en todos los Mapas de las quatro escalas expresadas a cada población el carácter que le corresponda, y las señales de su condecoración³⁷.»

A todas estas actividades cartográficas, que correspondían a funciones principales y específicas de los ingenieros³⁸, debemos añadir su amplia actividad como colaboradores del poder civil en los levantamientos cartográficos realizados con fines diversos: administrativos, trazado de carreteras y construcción de puentes, construcción de canales, proyectos de desarrollo urbano, etc. Su ayuda era con frecuencia indispensable, y así reconocida en las disposiciones. Como se hace en la Ordenanza de intendentes de 1749 en la que se establece que el mapa geográfico que estos funcionarios estaban encargados de formar en el territorio de su jurisdicción tenía que ser realizado «por un ingeniero de toda satisfacción e inteligencia». También pudieron colaborar con la Iglesia o con entidades semioficiales, como las Sociedades de Amigos del País en la elaboración de mapas diversos (mapas de diócesis para el cobro de diezmos, mapas para el fomento de una provincia), aunque estas colaboraciones pudieron provocar conflictos de competencias³⁹.

La actividad de los ingenieros levantando mapas locales o regionales fue realmente importante. De hecho, facilitaron una parte esencial de los nuevos levantamientos que se hicieron en el setecientos y constituyeron la base fundamental para la realización de los mapas de Tomás López, como hemos visto en un capítulo anterior⁴⁰.

³⁷ Ordenanza, 1803, Reglamento IV, Título I, artículo 7. También se dan indicaciones sobre latitud y longitud, que sólo debería aparecer en los mapas de provincias o reinos (artículos 10 y 11); sobre las indicaciones de caminos y ríos; y acerca de la población y actividades de las ciudades, etc. (artículos 12 a 29). La Ordenanza establece también los mapas que debería levantar el ingeniero en campaña (Reglamento V), así como los mapas y relaciones que deberían realizar después de concluida la guerra (Reglamento V, Título VI, artículos 54-58).

³⁸ En las que también pudieron colaborar con otros cuerpos militares. No es infrecuente, sobre todo en ultramar, la asociación de un ingeniero y de un oficial de marina para realizar determinados reconocimientos de costas, puertos y ríos (por ejemplo, el que realizaron Cavantús y Álvarez en Honduras, Ms.). También pudieran asociarse con oficiales de artillería o infantería, entre los cuales los conocimientos cartográficos eran menos intensos, pero no por ello inexistentes. El análisis de este tema queda fuera de las posibilidades del presente trabajo.

³⁹ Por ejemplo, puede citarse que mientras estaba en Rosas encargado de las reparaciones y obras de dicha ciudad, el ingeniero Fernández Méndez de Rao fue encargado por el cabildo eclesiástico de Gerona de levantar el mapa de los términos de Castellón de Ampurias y Rosas, mapas que el cabildo deseaba tener para el cobro de los diezmos (Archivo de la Corona de Aragón, Com. Ing. II, Caja 136). Sus superiores accedieron, aunque en seguida se plantearon problemas de compatibilidad con sus obligaciones militares en Rosas.

⁴⁰ Un análisis de esta producción cartográfica, en Capel y otros, en preparación.

La labor de los ingenieros no se limitaba al simple levantamiento topográfico, sino que suponía una amplia recogida y elaboración de información de carácter económico, histórico, demográfico e incluso de historia natural, de acuerdo con lo que taxativamente se ordenaba en las ordenanzas⁴¹. La realización de estas descripciones facilitaba a la administración una vasta información del territorio, por lo que se convertían en instrumentos básicos de gobierno. También podían ser objeto de publicación y, en ese caso, su aparición tenía una amplia repercusión local y era calurosamente saludada por los núcleos ilustrados locales, convirtiéndose la presentación de una memoria o de un nuevo mapa en un acontecimiento científico y social por el que sus autores recibían plácemes, felicitaciones y honores⁴².

⁴¹ Así, en la Ordenanza de 1803 se dispone que «a todos los Mapas que se formen acompañará una descripción geográfica, militar y política, que dé un exacto e individual conocimiento de las circunstancias del país que comprehenda» (Reglamento IV, Título I, artículo 13), y se especifican los reconocimientos e informaciones que para ello han de realizar: de las montañas y cordilleras, cuidando en particular de su alineación y de los contactos con la llanura (artículo 14), de los ríos y manantiales (artículo 15), de los caminos (artículo 16), de la población de las ciudades, sus recursos, industria y comercio, «a cuyo efecto los Corregidores, Ayuntamientos y demás Justicias les franquearán las noticias que pidieren y consten en su archivo» (artículo 17); de los molinos y fábricas (artículo 18); del genio o carácter de los habitantes de cada Pueblo, de sus aguas y salubridad, de la disposición que pueda tener para Almacenes y hospitales (artículo 19); de la naturaleza y extensión de los bosques (artículo 20), las tierras de labor o de pasto, los ganados y cosechas «y los ríos u otras aguas que con el arte puedan con más o menos facilidad beneficiar y fertilizar los terrenos» (artículo 21); de los estanques, lagunas y pantanos, así como los medios de desecarlos (artículo 22); de las salinas y «la facilidad de construir molinos, batanes, aceñas u otras máquinas útiles, aprovechando las aguas del mar o de los ríos o arroyos, (artículo 23); de las minas y su aprovechamiento y utilidad (artículo 24), las fronteras (artículo 25). La misma información debía reunirse en los mapas de jurisdicciones, ciudades, villas o lugares (artículo 26). Naturalmente, los manuales usados por los ingenieros dedicaban también gran atención a todos estos extremos. Como ejemplo puede citarse el *Tratado de Castrametación* de Vicente Ferraz, 1801, Libro III («Del conocimiento del país y de la ojeada militar») y Apéndice («Del dibuxo de pluma en los planos militares»).

⁴² Como ejemplo de uno de estos actos puede citarse el celebrado el 19 de octubre de 1782 en Tenerife con motivo de la presentación a la Sociedad de Amigos del País de un nuevo mapa de las islas. En dicha sesión se presentó «con cartas de D. Andres Amat de Tortosa, Thente. Coronel y Comandante de Ingenieros el Plan o Mapa Geográfico, político, histórico y Chronológico del Reyno de las Canarias que ha formado el mismo con presencia de las cartas últimamente impresas, las originales de plancheta, y otras que existen en la dirección de su cargo executado por el Subteniente de Milicias D. Joseph de Tolosa y Grimaldi, ayudante de Ingenieros voluntarios. En el se encuentra la situación Topográfica de la Provincia, el Cálculo de la Población y demás ramos que componen el estado político deducido de la visita del Comandante General el Marqués de Tavalosos, la serie chronológica de los Capitanes y Comandantes Generales, la de los Obispos y Regentes de la Real Audiencia y de las casas ilustres que han sido condecorados con títulos de Castilla y con una relación por sus margenes general y particular de cada Isla, siguiendo en parte al celebre D. Joseph de Viera. Y para muestra del aprecio con que se recibió se nombró a dicho D. Andres por Socio de la clase de profesor sobresaliente» (Guerra y Peña, *Memorias*, Año de 1782, ed. 1955-59, vol. IV, págs. 108-109).

LA ACTIVIDAD GEOGRÁFICA DEL INGENIERO AZARA

La obligada dedicación cartográfica y el mandato reglamentario que tenían los ingenieros de elaborar memorias o descripciones del territorio explican algunos aspectos de la producción científica de los miembros de este cuerpo. El interés por la geografía física, por la historia natural, por la economía política, por la historia civil, era una consecuencia obligada de las ordenanzas. Así se entiende la obra de una figura como Félix de Azara, seguramente el más insigne ejemplo de científico que puede citarse entre los ingenieros setecentistas.

La obra de Félix de Azara (1742-1821) representa una valiosa contribución a la historia natural, a la geografía, a la etnografía y al conocimiento general de las regiones del Río de la Plata⁴³. Formado en la Academia de Matemáticas de Barcelona y tras una carrera normal como ingeniero en la Península y Baleares⁴⁴, se le ordenó en 1781 que se trasladara al Virreinato de la Plata como miembro de la Comisión de Límites con los dominios portugueses⁴⁵. En aquellas tierras permaneció durante veinte años ocupado en diversas comisiones oficiales, y para desempeñarlas tuvo que «hacer muchos y dilatados viajes», realizando también «voluntariamente otros con el objeto de adquirir mayores conocimientos de aquellos vastos países»⁴⁶. Fueron estos viajes y su infatigable dedicación los que le permitieron realizar una vasta obra que hizo de él «el Humboldt moderno de esta parte de América»⁴⁷.

En cierta manera esta obra puede considerarse como la memoria descriptiva que acompañaba a sus tareas cartográficas y de reconoci-

⁴³ Diversos autores han estudiado la personalidad científica y las diferentes facetas de la obra de Azara. Entre ellas destacamos las de Baulny, Castellanos de Losada y Torres. Sigue siendo muy útil la noticia biográfica que redactó el naturalista C. A. Walckenaer en 1808. Un resumen reciente de las aportaciones de Azara en Torrens, 1978-79.

⁴⁴ El expediente de Félix de Azara se encuentra en A.C.A., secc. II, Caja 121. Como ingeniero trabajó en Cataluña (fortificación de San Fernando de Figueras, etc.), en Castilla (trabajos en los ríos Jarama y Henares), en Baleares (fortificación de Palma) y País Vasco.

⁴⁵ En el viaje desde Lisboa a Buenos Aires recibió el despacho de capitán de fragata, «pues el rey había juzgado conveniente que los comisionados fueran todos oficiales de Marina» (Walckenaer, ed. 1923, pág. 19). Reproduce de hecho las palabras textuales de Azara en la Introducción (ed. 1923, pág. 58). Eso explica que en ocasiones se le incluya en dicho cuerpo. Azara firmó como Capitán de Navío su manuscrito de la *Geografía física y Esférica de las Provincias del Paraguay y Misiones Guaranis* (1790, ed. 1904).

⁴⁶ Azara, *Descripción e Historia de Paraguay y Río de la Plata*, ed. 1943, Prólogo.

⁴⁷ En expresión de Mitre, citada por César González, en Azara, 1943, pág. XII.

miento esenciales, las cuales eran las consideradas por Azara como verdaderamente «geográficas». A esta tarea cartográfica decidió lo esencial de sus observaciones, preocupado siempre por fijar, ante todo, correctamente la posición de los lugares: «el principal objeto de mis viajes, tan largos como múltiples, era levantar la carta exacta de aquellas regiones, porque esta era mi profesión, y tenía los instrumentos necesarios», afirma en la introducción de sus *Viajes por la América meridional*⁴⁸. Este objetivo está siempre presente durante su dilatada estancia en América:

«Nunca di un paso sin llevar conmigo dos buenos instrumentos de reflexión de Halley y un horizonte artificial. En cualquier parte que me encontrara observaba la latitud, aun en medio del campo, todos los días al mediodía y todas las noches, por medio del Sol y de las estrellas. Tenía también una brújula con pínulas, y con frecuencia verificaba la variación comparando su acimut con el que me daban mis cálculos y la observación del Sol⁴⁹.»

Su contacto forzoso con los marinos de la Comisión de Límites le permitió, sin duda, mejorar su capacidad de observación astronómica, para lo que utilizó «instrumentos marítimos de reflexión, buscando el horizonte en una vasija de agua, que son preferibles a todos los instrumentos y modos de observar en tierra»⁵⁰. La diferencia de longitud entre dos latitudes observadas la establecía fijando con la brújula el rumbo directo de un punto a otro, calculando después la desviación, lo que resultaba facilitado por la llanura del terreno: «Jamás omití —escribe— el demarcar los rumbos de mis derrotas y los de los puntos notables laterales con una brújula, corrigiéndolos de la variación magnética que averiguaba con frecuencia cotejando su Azimut con el que calculaba por el sol»⁵¹. En los bosques hacía encender grandes hogueras, cuyo humo le servía de señal, «y encontraba por este medio la verdadera posición de los lugares cuya latitud había observado previamente»⁵². Por otra parte, para que su carta fuera más exacta y para poder ajustar los meridianos al de París, realizó también observaciones en Montevideo, en Buenos Aires, en Corrientes y en Asunción de la inmersión y emersión de los

⁴⁸ Ed. 1923, pág. 61.

⁴⁹ Azara, *Viajes...*, ed. 1923, vol. I, pág. 61; lo mismo en la *Descripción e historia del Paraguay y Rio de la Plata*, Prólogo.

⁵⁰ Azara, *Geografía física y esférica del Paraguay...*, Prólogo, pág. 8. Su familiaridad con estos métodos era tal que no duda en hacer críticas a los métodos propuestos por Magallanes (se trata de João Jacinto Magalhães) en 1775-80 (Prólogo, pág. 8).

⁵¹ Azara, *Descripción e Historia del Paraguay y Rio de la Plata*, Prólogo.

⁵² Azara, *Viajes por la América meridional*, ed. 1923, pág. 62. En los párrafos siguientes de esta obra explica otros detalles de su trabajo.

satélites de Júpiter, de eclipses de sol y de ocultaciones de estrellas por la luna, con lo cual pudo establecer la red principal y situar respecto a ellos las otras posiciones⁵³.

Con estos fundamentos, «sin usar jamás de la estima o del poco más o menos», como escribe en varias ocasiones⁵⁴, hizo los mapas de sus viajes, situando en ellos todas las ciudades y pueblos, parroquias, principales elevaciones, desembocaduras de los ríos, tolderías, límites y puntos notables habitados o deshabitados, determinándolos con tanto cuidado que se atrevió a afirmar orgullosamente «que ninguno de ellos tiene error»⁵⁵. Así pudo realizar una vasta y preciosa obra cartográfica que, junto con la elaborada bajo sus órdenes por otros comisionados, hizo avanzar notablemente el conocimiento de aquellos territorios⁵⁶.

Pero sus trabajos no se limitaron a la cartografía, es decir, a lo que él consideraba más específicamente «geografía»: «No he ceñido mis trabajos a la geografía», afirma Azara después de enumerar sus tareas cartográficas⁵⁷. Y prosigue: «Encontrándome en un país inmenso, que me parecía desconocido, [...] no podía apenas ocuparme más que de los objetos que me presentaba la Naturaleza. Me encontré, pues, casi forzado a observarla». Y de esta observación surgió una interesante obra de historia natural sobre los cuadrúpedos y las aves del Paraguay y Río de la Plata⁵⁸, así como las descripciones «geográfica, política y civil» de aquellas regiones⁵⁹.

Estas descripciones del territorio sólo pueden ser consideradas geo-

⁵³ Azara, *Viajes*, ed. 1923, pág. 66. Lo mismo en *Descripción e Historia del Paraguay y Río de la Plata*, Prólogo, pág. 4.

⁵⁴ Azara, *Descripción histórica...*, ed. 1943, pág. 3. *Viajes...*, 1923, pág. 62: «en mis viajes he evitado siempre el juzgar por aproximación».

⁵⁵ Azara, *Descripción e Historia del Paraguay y Río de la Plata*, Prólogo.

⁵⁶ Discusión de esta producción cartográfica en el estudio introductorio de R. R. Schuller a la *Geografía Física y Esférica del Paraguay*, 1904. También alusiones en los Prólogos e introducción a los *Viajes*. A sus órdenes trabajaron los capitanes de navío Diego Alvear y Martín Boneo, los pilotos Pablo Zizur e Ignacio Pazos y el ingeniero Pedro Cerviño. También levantaron mapas el capitán de fragata Antonio Alvarez de Sotomayor (Azara, 1943, pág. 3), el comandante de la 4.ª comisión de demarcadores teniente de navío Juan Francisco Aguirre (Azara, 1904, pág. 45), el marino Luis Inciarte y el ingeniero Andrés Oyalvide (Azara, 1923, págs. 60 y 61), entre otros.

⁵⁷ Azara, *Viajes...*, Introducción, ed. 1923, pág. 67. Curiosamente el editor de esta obra se sintió obligado a añadir en nota a la expresión «geografía»: la de «política», lo cual si se lee bien el texto es un error manifiesto.

⁵⁸ Publicadas en Madrid en 1802.

⁵⁹ Como se dice en el subtítulo de sus *Viajes*. Azara usó la expresión «geografía» solamente en dos sentidos: como «geografía esférica», es decir, representación cartográfica del territorio; como «geografía física» o disposición de los grandes elementos físicos (montañas, ríos, seguramente también características climáticas). La observación de minerales, plantas, animales era considerada por él como historia natural, acerca de la cual tenía grandes limitaciones (se reducían esencialmente a la traducción española de la *Historia Natural* de Buffon. Ver Walckenaer, 1808, ed. 1969, pág. 23), que suplía con un gran sentido de la observación.

gráficas desde la perspectiva de la actual definición de la geografía. Para su autor eran sin duda algo más amplio. En ellas Azara no sólo incluyó datos de «geografía esférica» (posiciones de los lugares) y de «geografía física» (disposición y calidad de los terrenos, de los ríos, el clima y los vientos), sino también de historia natural (sobre las sales y los minerales, los peces, los vegetales silvestres y cultivados, los insectos, los sapos, culebras, víboras y lagartos, los cuadrúpedos y las aves), descripciones detalladas de los pueblos salvajes y de la historia de sus conquistas y dominación, así como de los otros grupos humanos allí residentes (hombres de color y españoles), enumeraciones de las ciudades y pueblos e historia de la región desde el descubrimiento⁶⁰. Para ello Azara no sólo observó con gran cuidado y tino, sino que utilizó a la vez documentos históricos procedentes de los archivos municipales y gubernamentales, así como datos económicos de los informes oficiales. Además de la información que le facilitaban los mismos habitantes, lo que sin duda era un hábito en él que procedía de su genio y de los mandatos de las ordenanzas. Seguramente cuando inquiría a funcionarios o curas datos sobre el territorio de sus jurisdicciones no hacía más que seguir una regla de oro de los ingenieros militares, repetida por las ordenanzas y los manuales: la de que «el medio más oportuno [para conocer un territorio] es informarse y reconocer el terreno con los que le conozcan mejor»⁶¹. La observación del terreno y la encuesta era algo que los geógrafos de gabinete de la época no acostumbraban a realizar; naturalistas, geólogos e ingenieros lo hacían en cambio habitualmente, usando, sin mayor dificultad, el método que pretendidamente inventaron los geógrafos regionales a fines del siglo XIX.

LA AGRIMENSURA EN LA ESPAÑA DEL SETECIENTOS

El escalón más bajo de las representaciones espaciales, aquel en el que se realizan las representaciones a mayor escala, es el de la topografía y la agrimensura. Topografía era en el siglo XVIII la rama científica

⁶⁰ Esta es la enumeración de los capítulos de su obra fundamental: los *Viajes por la América Meridional*. Muy semejante es el plan de la *Descripción e Historia del Paraguay y Río de la Plata*. En la *Geografía Física y Esférica del Paraguay y Misiones Guaraníes* el plan es algo diferente; la primera parte es la descripción de los itinerarios seguidos a partir de Asunción con una preocupación esencial por la localización y la descripción «etnográfica»; la segunda parte es una descripción general, en la que aparece la misma disposición de temas que en las otras obras.

⁶¹ Ferraz, 1801, págs. 313 y sigs.

—concebida normalmente como parte de la geografía— que estudiaba áreas reducidas de la superficie terrestre y las representaba cartográficamente. La agrimensura, en cambio, era «aquel arte que da reglas para la medida y partición de los campos»⁶² y podía suponer también la representación cartográfica de las parcelas y explotaciones agrarias.

En España la agrimensura debió de conocer un cierto desarrollo durante el siglo XVIII en relación con diversos factores, entre los que hay que destacar la elaboración del catastro. Las operaciones del catastro, primero en Cataluña y luego en la corona de Castilla supusieron, como ya vimos (capítulo V), la necesidad de realizar interrogatorios y valoraciones, en todos los cuales la presencia de los agrimensores era indispensable. Las instrucciones dadas por Ensenada en octubre de 1749 para la realización de las diligencias del catastro en Castilla establecían varias fases en su formación y especificaban claramente la tarea de los agrimensores.

En la primera fase de las operaciones se trataba de obtener los datos fundamentales. Ante todo, el intendente acompañado de un asesor jurídico, un escribano y los operarios agrimensores, y dependientes que considerara necesarios, debería acudir a cada uno de los pueblos de la provincia para realizar el «interrogatorio» de los vecinos bajo juramento. Dicho interrogatorio se refería a una serie de cuestiones que aparecían especificadas en un impreso que constaba de 40 preguntas⁶³ referentes a: 1) nombre de la población; 2) si es de realengo o señorío, los derechos que percibe y cuánto produce; 3) «qué territorio ocupa el término, cuanto de levante a poniente, y del Norte al Sur, y cuanto de circunferencia, por horas y leguas; qué linderos o confrontaciones tiene y qué figura tiene poniéndolo al margen»; 4) las especies de tierras que se hallan en el término, especificando si de regadío o seco y tipos de cultivos. Todos estos datos se recogían en formularios para los asientos, con indicaciones esquemáticas sobre las formas de las parcelas.

La segunda fase era la de comprobación pericial de lo declarado. Tras las respuestas, los funcionarios debían pasar al reconocimiento del territorio, indicando claramente las instrucciones que «se deberá recorrer el término para que los peritos y agrimensores declaren, bajo el juramento que tienen prestado, si las piezas de tierra convienen según su juicio y pericia al número de medidas» y si se ajustan en todo a lo decla-

⁶² Verdejo, 1817, pág. 90.

⁶³ Reproducido en Matilla Tascón, 1947, págs. 64-68.

rado. Las instrucciones incluyen datos geométricos esquemáticos y modelos para asentar los datos de cada parcela.

Por último, elaborada toda la información, se deberían publicar los datos para rectificación, juntando para dicho acto al ayuntamiento y vecinos de cada pueblo. El intendente, para abreviar las operaciones, podía poner en su lugar una persona de su confianza «que con los peritos y agrimensores se encarguen de las diligencias de reconocimiento de tierra, edificios, etc.». Finalmente, la tercera fase consistía en la «reducción del producto a dinero» y «formación de resúmenes o mapas», estableciéndose las valoraciones y el monto de los impuestos que correspondían.

En caso de reclamaciones la actuación de los peritos se hacía necesaria otra vez. Así, las instrucciones para la formación del catastro establecían que si hubiera sospechas de las declaraciones de algún pueblo, se debía encargar «al Agrimensor, y peritos que en el reconocimiento de tierras y demás anoten en las relaciones la verdadera substancia de las fincas para que los asientos del libro maestro estén justificados»⁶⁴.

Las complejas y prolongadas tareas de valoración y propiedades y fijación del impuesto, comprobación de las reclamaciones y rectificaciones, realizadas primeramente en Cataluña y luego en Castilla y León, tuvieron necesariamente que determinar la formación de un cuerpo todavía heterogéneo de técnicos y burócratas especialistas en el territorio, y en particular determinaron un cierto desarrollo de la agrimensura. Estos técnicos aparecieron primeramente en Cataluña ligados a la superintendencia y luego a la Contaduría del Catastro⁶⁵, y más tarde también en Madrid, en la Dirección General de Rentas. Subintendentes, agrimensores, geómetras y empleados diversos se encargaban de realizar las primeras informaciones y valoraciones, cuya equidad necesitaba ser comprobada con frecuencia, tras las reclamaciones pertinentes por *catastrenos* (o *catastrenos*) y *parequadores*. Todos ellos aparecen citados muchas veces en las instrucciones del catastro y constituyeron sin duda el cuerpo que hizo posible las vastas operaciones catastrales que, si a la larga resultaron inútiles para el objeto que las había determinado, constituyen hoy una importantísima documentación que permite reconstruir la estructura social y económica de la España del siglo XVIII.

Pero existieron otros factores que influyeron también en el afianzamiento de esta corporación de técnicos. A lo largo del siglo XVIII

⁶⁴ Citado en Matilla Tascón, 1947, pág. 183.

⁶⁵ Mercader Riba, 1968, pág. 299.

hay un marcado y creciente interés por los problemas agrarios, por el rendimiento de las tierras y sus valoraciones. Hay asimismo roturaciones y puestas en cultivo de nuevas tierras, transformación de otras en regadío, expansión indudable de los cultivos y sensibles transferencias de propiedad. A la vez las grandes casas señoriales, los conventos y órdenes militares y los simples particulares van mostrando un apreciable interés por conocer la extensión exacta de sus propiedades. Hay, por último, una revalorización de las propiedades urbanas y periféricas relacionada con el crecimiento de las ciudades y construcción de mansiones señoriales y de parques y jardines con los consiguientes problemas de representación espacial. Todo ello representó sin duda estímulos para la realización de trabajos de agrimensura, los cuales, a pesar de todo, nunca llegaron a tener la importancia que alcanzaron en Francia debido quizás al predominio de un terrazgo intensamente parcelado que daba menores posibilidades que en Francia para una labranza de alto nivel técnico, contrariamente a lo que ocurría en aquel país, donde era frecuente la existencia de fincas de grandes dimensiones intensamente explotadas⁶⁶.

El número de agrimensores es difícil de establecer. Con este nombre o con el de medidores de tierras aparecen a veces censados en las listas de profesiones existentes en cada provincia, según los resultados del catastro de Ensenada. La publicación de los datos generales por Matilla Tascón permite comprobar que estos profesionales existían en las provincias de Cuenca, Galicia, Guadalajara, León, Palencia, Salamanca, Segovia, Toro, Valladolid, Toledo y Zamora. No se indica su número exacto (excepto en Guadalajara, 1) aunque seguramente se trata de una o dos personas en cada caso. Harían falta estudios de detalle que permitieran establecer un censo de estos profesionales⁶⁷.

Es muy posible que, al igual que ocurría en Francia, el saber técnico de estos profesionales se transmitiera familiarmente, de padres a hijos.

⁶⁶ Artola, 1978, pág. 33.

⁶⁷ Para establecerlo, además de las investigaciones indispensables en los archivos podría utilizarse también la documentación publicada, en donde a veces aparecen citados agrimensores. Como Josep Deu Abella, geómetra catalán de fines del setecientos (*Diccionario de la Literatura Catalana*, pág. 361. Ver también padre Tomás Fillo) o los agrimensores madrileños Simón Judas Cañizares y Ramón de las Heras, que en octubre de 1802 realizaron un «Plan topográfico que demuestra la figura y comprensión del Soto titulado de Aldovea en término de la ciudad de Alcalá de Henares, perteneciente al Excmo. Sr. Cardenal de Toledo, vendido al Excmo. Sr. Príncipe de la Paz», (F. C. E., I, pág. 179). A fines del setecientos en Buenos Aires el cargo de agrimensor de la ciudad era desempeñado por pilotos: en la obra de Furlong (1964) aparecen citados con estos títulos Barrientos (1972), Pedro Pablo Pabón (1774), Juan Antonio Collazo y Roque Echevarría (1790) y José Pujol y Vilademàs (1799 y 1802), este último como «piloto de Altura y Agrimensor público privativo de esta Ciudad y su Jurisdicción».

De todas maneras, su formación y su trabajo requería de obras específicas que les ayudaran a resolver fácilmente los múltiples problemas que se les planteaban en su tarea, dándoles los conocimientos matemáticos indispensables. Aparecieron así un gran número de obras elementales y prácticas de geometría y matemáticas, así como tratados de agrimensura y medida de tierras, que fueron muy usados.

En la primera mitad del siglo algunas de estas obras parecen haber sido más utilizadas unas proceden todavía del siglo anterior, como el *Arte de medir tierras* (1674), de Andrés Dávila y Heredia, señor de la Garena e ingeniero militar. Otras fueron redactadas en el setecientos. Como la de Francisco Guzmán de Lara y Luzón, *Geometría práctica y mecánica, dividida en tres tratados* (1720), el primero de los cuales está dedicado a la medida de las tierras, mientras que el segundo y tercero a la medida de las minas y a la medida de las aguas; las diversas obras del matemático aragonés Francisco Javier García, examinador de los Maestros de Primeras Letras de Zaragoza⁶⁸ y en particular la *Aritmética especulativa y práctica* (1733) y el *Cotejo y balance de pesos y medidas* (1731); la obra de Juan García Berruguilla, *Verdadera práctica de las Resoluciones de la Geometría sobre las tres dimensiones, para un perfecto Architecto, con una total resolución para medir y dividir la Planimetría para los Agrimensores* (Madrid, 1747), obra que ha sido calificada como «el prototipo de la decadencia de la cultura matemática» en la España de la primera mitad del siglo⁶⁹.

Uno de los más frecuentes problemas con que se encontraban los agrimensores era el de la diversidad de las medidas usadas y las distintas regiones españolas, y aun dentro de la misma región de unos pueblos a otros. Este problema fue abordado por Mateo Sánchez Villajos, «maestro de obras y alarife de los electos por los Señores del Real y Supremo Consejo de Castilla con acuerdo de su fiscal, para las tasaciones de casa obras y reparos de Madrid, y agrimensor de términos y heredades por especial nombramiento de S. M.» y natural de Manzanares, como consta en sus obras, el cual propuso referir las distintas medidas existentes a un módulo común, el Estadal de Cuatro Varas, que sería usado en todo el reino. Es el problema que trató en su *Estadal de agricultura o práctica del primer libro de Euclides* (Madrid, 1744), cuya segunda impresión se publicó con el título de *Reglas y estadas de medir tierras para aviso a los agrimensores que miden tierras y términos de villas y lugares de*

⁶⁸ Citado en Latassa, 1886.

⁶⁹ Por Sánchez Pérez, 1929.

estos reinos, para que conozcan sus equivocaciones, de lo que nadie ha escrito y mucho importa (Madrid, 1752), y del que se hizo todavía una tercera en 1784.

Estos problemas sobre medidas, y los de nivelación y capacidad, que eran también asunto de los agrimensores, suponían una serie de cuestiones matemáticas que con frecuencia podían estar fuera del alcance de los que se dedicaban a esta profesión. Ello obligaba a dar dichas nociones de forma simple, adecuada a la cultura de los agrimensores, es decir, como escribe La Hire en su tratado de 1740, «sin detenerse en las operaciones de fracciones, de los que los Aritméticos hacen ordinariamente un gran misterio, aunque en el uso común no sean casi de ninguna utilidad, porque se pueden reducir los números enteros a partes bastante pequeñas, para despreciar las fracciones que podrían restar, sin ningún error sensible después de estas reducciones». Los mejores de estos tratados, como el de La Hire (París, 1740), que fue conocido en España, comenzaban con operaciones sencillas (suma, resta, etc.) y daban luego nociones elementales de raíces, reglas de proporciones, logaritmos, geometría y trigonometría; también trataban de la medida y divisiones de las tierras, de la nivelación, la naturaleza y propiedades del agua y de los problemas de capacidad; por último, había también, generalmente, una parte dedicada al levantamiento de planos —que era otra de las tareas básicas del agrimensor— y de mapas.

En la segunda mitad del siglo la formación del agrimensor pudo ser mejorada con la publicación de nuevos tratados. En ese período se acusa una clara tendencia a la unión del trabajo del agrimensor con el del maestro de obras. El libro de Antonio Plo y Camín *El Arquitecto Práctico, Civil, Militar y Agrimensor* (Madrid, 1767) es seguramente uno de los que mejor reflejan esta tendencia, y se convirtió en un libro muy usado. El autor no era matemático y confiesa que su estudio «solo ha sido la práctica de construir, y obrar por mí, y en concurso de otros, varios edificios de toda clase de Arquitectura». A pesar de ello hizo un manual práctico que tuvo un gran éxito, y del que se hicieron ediciones incluso en el siglo XIX.⁷⁰

La obra de Plo y Camín, que por cierto está dedicada al marino frey Antonio María Bucareli, Capitán General de la isla de Cuba, consta de tres partes. En la primera estudia la práctica de la agrimensura, la delimitación de figuras planas, la transformación y la medida de las figuras,

⁷⁰ La obra fue anunciada en el *Memorial Literato*, núm. 91, enero de 1786. Palau reseña las siguientes ediciones: Madrid, 1793, 1815, 1844, 1856 y París 1855.

la división de planos y la partición de tierras entre herederos y la práctica y uso de la pantómetra o compás de proporciones. La segunda se dedica a la práctica de medición de bóvedas y edificios; la tercera al uso de la plancheta y otros instrumentos más simples y su uso para medir por el aire con ellas, y normas para hacer nivelaciones de tierras, aperturas de cauces y construcción de canales y riegos. A pesar del nivel elemental en que quiere mantenerse, en la obra se citan obras más amplias, como el *Compendio* del padre Tosca y la obra de Moya (*Cuatro libros de Práctica*).

De un tipo semejante puede considerarse la obra de Manuel Hinojosa *Compendio de la Geometría práctica, con un breve tratado para medir terrenos* (1784) y la de Antonio Varas *Aritmética y Geometría Práctica* (1801), realizada por encargo de la Real Academia de San Fernando y que resume en lo esencial el tomo I de la obra de Bail; este último era un libro usado también por agrimensores, como se indica en la edición de 1835, en la que se señala que está «destinado a servir de texto en la enseñanza de Agrimensores y Artesanos». Fue también una obra muy usada en el siglo XIX.

El trabajo de los agrimensores titulados no fue el único que se realizó en aquellos momentos, ya que la demanda era muy fuerte y el interés por los conocimientos de agrimensura muy amplio. Ello originó la publicación de una serie de obras elementales de divulgación que difundían esos conocimientos entre el público general. Como ejemplo de estos manuales puede citarse la obra de C. Ventura de Ávila, ex académico de la Real Academia Militar de Matemáticas de Barcelona y Geómetra de S. M., autor de obras elementales de Aritmética (1780) y Álgebra (1790), el cual publicó por aquellos años⁷¹ un libro en forma de diálogo entre maestro y discípulo cuyo largo título vale la pena reproducir por la información que facilita acerca de los objetivos y la utilidad de una obra como esta:

Regla General para medir qualquiera pieza de Tierra, Heredad, Estanque, Partida, Término o Corregimiento; Repartida en quatro Lecciones para que en quatro días qualquiera Joven de mediano entendimiento la pueda comprehender sin necesidad de explicación verbal, como sepa sumar, restar, multiplicar y partir números enteros; Ordenada de forma que no se necesita instrumento de Campaña, y de suerte que no es preciso poner estudio especial a fin de depositar en la memoria cosa alguna de la que contiene, para su perfecta inteligencia; Dirigida a los Caballeros, Labradores, y demás poseedores de tierras, y a bastantes Capellanes,

⁷¹ Siendo «Lardizabal regente», como se dice en el «Imprimase» al final de la obra.

Abogados, Notarios, Procuradores y otros que apetecen saber lo que aqui se enseña; a quienes se hace ver también en esta Obra la grande equivocación que padecen muchos (en perjuicio del Comprador) en la medición de tierras, la noticia de todas las medidas de tierras que se usan en Cataluña, lo que debe observar para aumentar o disminuir quanto convenga la figura de qualquiera pieza de tierra; Y un método general para comprar, acensar, etc., qualquiera pieza de tierra, con la seguridad de quanto permite la materia, de que sobre la compra de dicha pieza de tierra no resulte Pleyto alguno de Hecho; y esto aunque con el discurso del tiempo, el río, el arroyo, el camino, la buena fee o la malicia haya desfigurado enteramente la pieza.

Pero la difusión de conocimientos que se hacía en obras como la citada podía suponer también una amenaza para los agrimensores profesionales existentes y a la vez un motivo de litigio en transacciones y contratos, por el desacuerdo que podía surgir entre diferentes medidas de las tierras. Ello, y la creciente demanda de los servicios de los agrimensores, hizo necesario la publicación de una ordenanza en la que se regularan las normas para el ejercicio de su actividad y se establecían las «preeminencias y exenciones que las justicias de todas las Ciudades, Villas y Lugares de estos Reinos deben mandar se les guarden a los Geómetras Agrimensores que miden las heredades y términos en nombre de S. M. y su Supremo y Real Consejo de Castilla». La lectura de estas ordenanzas⁷² muestra claramente la gran importancia social que esta profesión tenía en aquellos momentos y las facultades que se les conferían, así como las exigencias de titulación.

En una sociedad predominantemente agraria y con una cifra de labradores y jornaleros que en 1787 venía a representar el 71% del total de la población activa, y en una coyuntura de aumento de las rentas agrícolas, de roturación de tierras marginales y de transferencias de propiedad, los agrimensores representaban un importante papel en el funcionamiento del orden económico y en el mantenimiento de la paz social. Conviene tener en cuenta que, además del interés que podían tener los propietarios de tierras para conocer la extensión de sus posesiones, también la administración pública estaba interesada por razones fiscales o de simple control. Así las citadas ordenanzas establecen que los gobernadores, corregidores y otros jueces tenían la obligación de medir los términos de su jurisdicción (Ordenanza VII) así como las tierras de propios de las villas (Ordenanza VIII), y se señala que esto no debía hacerse a ojo «por ser en grande perjuicio de la villa, y en utilidad co-

⁷² Incluidas en Verdejo, 1817, págs. 133-37.

nocida a los regidores y otras personas que mandan y tienen manejo en el gobierno».

La existencia de mediciones de las fincas evitaba, sin duda, muchos litigios en los contratos de compraventa, y por ello los jueces podían obligar a los vecinos a medir las tierras antes de venderlas (Ordenanza VI). Pero al mismo tiempo podían evitar graves problemas sociales en el momento de realizar las cosechas, a propósito de los jornales que debían pagarse a los trabajadores. Por ello establecía que los jueces no debían consentir «que hagan ajustes los vecinos con los segadores, a trozos o por pedazos, por ser en grave perjuicio de los segadores, y en beneficio grande a los labradores, pues como estos saben las hanegas que tienen de tierra por las que han sembrado poco más o menos, conocen a cierta ciencia las que han de segar y van seguros sobre el ajuste, y los pobres trabajadores van inciertos» (Ordenanza VI). En caso de litigios «los jueces, en vista de la declaración del geómetra, sin mas averiguación han de mandar pagar lo que se les debiese de su trabajo a los jornaleros o segadores, por razón de las hanegas de tierra que hubieren segado», disponiéndose también que si el agrimensor cometiere falta al medir las tierras podría ser reprobado para seguir ejerciendo su oficio, además de estar obligado a pagar los perjuicios producidos a los segadores (Ordenanza IX). Una vez medidas las tierras por el agrimensor, los datos obtenidos se consideraban seguros y cualquier nueva medición que los segadores reclamaran había de ser por cuenta de ellos (Ordenanza X).

La trascendencia de todas estas funciones de los agrimensores explica que la ordenanza citada disponga que «todas las cabezas de partido tengan obligación a tener un agrimensor con título despachado por el Consejo», con el fin de que «pueda él y no otro estraño, aunque tenga título, medir en la dicha jurisdicción cuanto se ofreciere así de los propios del Concejo como de sus vecinos, y pagándole por cada hanega de las que midiese a un real de vellon» (Ordenanza XI).

En estas circunstancias el agrimensor o geómetra había de tener una buena preparación técnica que evitara errores de peligrosas consecuencias. Por ello se establecía que debía ser «muy especulativo y práctico, para que las medidas que ejecutara de cualquier figura sean exactamente hechas como manda el arte»; también debería ser «estable y fiel en la medida del marco, sin aumentarle ni disminuirle una vez elegido el largo que ha de tener» (Ordenanza I). Por la función pública que ejercía tenía facultades para nombrar un escribano para que hiciera citación a las personas con fincas lindantes a las que eran objeto de medición (Ordenanza II), y sus declaraciones firmadas tenían la condición de documen-

to público sin necesidad de ser autorizadas por un notario (Ordenanza IV). Ello exigía un control en el ejercicio de esa profesión y por ello los agrimensores habían de tener título para ejercer este empleo, para lo cual «ha de acudir al Consejo Real de Castilla dando petición para que se le apruebe por el maestro de Matemáticas de los caballeros pajes de S. M., o maestro mayor de las obras reales, para que hallándole idóneo le den su aprobación; y en vista de ello le mande el Consejo despachar título, para que pueda ejercer en cualquier parte el arte de geometría con las preeminencias y exenciones que les están concedidas a las profesiones de artes liberales» (Ordenanza V). Entre estas exenciones estaba la de alcabalas y quintas, y de manera general los agrimensores tendrían «las preeminencias y exenciones que les están concedidas de tiempo inmemorial por los Señores Emperadores romanos y Reyes Católicos de España, como profesores de un arte tan noble y liberal como lo es la Geometría, una de las partes principales de las Matemáticas» (Ordenanza XI).

Con estas ordenanzas de agrimensura se afirma la estructuración de otro cuerpo profesional con un conocimiento técnico sobre el espacio y dedicado a unas actividades cartográficas a gran escala a las que por cierto no se dedicaron nunca los geógrafos de la época⁷³. Las grandes reformas administrativas y económicas que se emprendieron en la cuarta década del siglo XIX (creación de provincias y partidos judiciales, desamortización, prospecciones mineras, etc.) aumentarían aún más la demanda de estos profesionales y contribuyeron a su incremento. Vuelve a sentirse entonces la necesidad de publicar obras de agrimensura que permitan la formación técnica, lo cual —como dice el coronel Manuel Llorante en la traducción del tratado de A. L. Soulas (1835)— es absolutamente imprescindible

«cuando los Gobernadores Civiles se ocupan en ratificar el deslinde de sus provincias para que determinándose con exactitud las verdaderas circunscripciones de todas y de cada una se perfeccione la división política de la Monarquía, de tal modo que, concentrando la acción del Gobierno, se comunique y difunda con eficacia y rapidez hasta el último pueblo de ella; cuando el arreglo de los partidos judiciales y una más cómoda demarcación municipal, eclesiástica y militar com-

⁷³ La forma de trabajar de los «geógrafos» del XVIII, como Tomás López, eludió siempre, como hemos visto, los trabajos a gran escala y el contacto directo con el terreno. En 1806, Isidoro de Antillón, en sus *Leciones de Geografía* dedicaba alguna atención al levantamiento de planos topográficos (lección XII, vol. I), aunque luego consideraba que los métodos que se emplean para levantar planos sobre el terreno «pertenecen a la geometría y trigonometría», y considera más oportuno indicar «el modo con que se reúnen muchas de estas operaciones [...] en un solo plano topográfico» (vol. II, 1806, pág. 61).

pletarán luego las grandes reformas administrativas que llevando la vida y el movimiento a todas las partes de la administración pública aseguren la prosperidad y bienestar de los Españoles; cuando el Gobierno tiene mandado se proceda con celeridad a trazar las cartas particulares de las provincias, para formar el mapa general del Reino, que tanto se necesita; cuando para concluir y perfeccionar estos trabajos, plantear o consolidar estas mejoras, no solo es indispensable adquirir conocimientos prácticos del terreno, sino poseer nociones geométricas y trigonométricas, levantar planos topográficos, calcular la altura de las montañas, reconocer el curso de los rios, medir las distancias y determinar la situación de los lugares; y cuando finalmente el arte de la agrimensura, de tan util y frecuente uso, apenas es practicado por principios ni conocido entre nosotros en toda su extensión⁷⁴.»

Todo ello dio lugar a que el cuerpo de agrimensores fuera progresivamente estructurado a lo largo del siglo XIX con normas bien precisas de titulación y funcionamiento⁷⁵. Pero con ello los geógrafos perdían todo un posible campo de actividad profesional, coincidiendo con una tendencia más general hacia la separación de la geografía respecto a las matemáticas y a la cartografía. El análisis de dicho proceso será el objeto del último capítulo de este libro.

⁷⁴ Prólogo de Manuel Llorente a la obra de Soulas, 1835.

⁷⁵ El Real Decreto de 17 de febrero de 1852 simplificaba la expedición de títulos de agrimensor y trataba de cortar los abusos que se habían detectado en el ejercicio de esta profesión, a la vez que señalaba los tipos de exámenes y la forma de obtener el título. Años más tarde el título de agrimensor y sus atribuciones quedarían regulados por el Real Decreto de 4 de diciembre de 1871.

XIII. El divorcio de la geografía con las matemáticas y con la cartografía

En el último cuarto de siglo del setecientos y primer decenio del ochocientos se afirma una clara tendencia a la exclusión de la geografía del grupo de las disciplinas matemáticas, a la vez que se dibuja un proceso de constitución de nuevas corporaciones técnicas-profesionales dedicadas a la realización de trabajos cartográficos. Estos dos hechos tendrán consecuencias importantes en el desarrollo de la geografía, que pierde partes esenciales de sus tradicionales contenidos, con lo que se consolida la tendencia hacia la identificación de esta disciplina con la descripción de países.

LOS ESTUDIOS UNIVERSITARIOS DE MATEMÁTICAS Y EL ECO TARDÍO DE LOS NOVADORES VALENCIANOS

El proceso de renovación que experimentó la Universidad española en la segunda mitad del siglo XVIII, tuvo como principal objetivo permitir la entrada en ella de la ciencia experimental, lo que exigía a su vez el desarrollo de la enseñanza de las Matemáticas. La escasa presencia de esta ciencia en los centros universitarios exigía un esfuerzo en la dotación de cátedras, una fijación clara de los programas de acuerdo con las necesidades sentidas y una elaboración de textos para la docencia. Estas serán precisamente las primeras tareas emprendidas.

El estado de las enseñanzas de matemáticas en la Universidad española era muy deficiente durante la primera mitad del setecientos. Con unas pocas excepciones —entre las que cabe contar las de las universidades de Valencia y Salamanca, ya consideradas en los capítulos I y II— las cátedras de matemáticas eran inexistentes, o existían solamente sobre

el papel. Incluso en la Universidad de Valencia, tras la jubilación de Corachán en 1720, las dos cátedras de matemáticas quedaron vacantes durante varias décadas¹. Con mucha frecuencia la falta de dotación económica impidió la creación efectiva de estos estudios a pesar de los deseos de algunos centros o a pesar, incluso, de las disposiciones dadas para establecerlos. Es lo que ocurrió, por ejemplo, en la Universidad de Santiago de Compostela, donde durante toda la primera mitad del siglo no existió ninguna cátedra de matemáticas. En 1751, «deseando S. M. que en la Universidad de Santiago se establezcan todas las Facultades que sean importantes a la utilidad y salud pública», se ordena añadir a las trece cátedras de concurso que ya tenía dotadas la Universidad otras cinco (Matemáticas, Cirugía y Anatomía, Sexto de Cánones, Segunda de Instituto, y Código), señalándose en la providencia que cuatro de ellas, entre las cuales la de matemáticas, «las deseó la Universidad y dejaron de fundarse por falta de fondos para su dotación» y la de cirugía y anatomía «es de conocida utilidad para el público»².

La escasez de medios económicos es también la razón que se esgrime para justificar la ausencia de cátedras de matemáticas en la nueva universidad borbónica de Cataluña: la de Cervera. El decreto fundacional de 1717 establecía ya la creación de una cátedra de esta ciencia «buscándose para ello quien la lea con utilidad»³, lo cual quedó ratificado en los estatutos de 1726 que reglamentaba las enseñanzas de siete cátedras o facultades: Gramática Latina y Griega, Letras Humanas, Matemáticas y Astrología, Artes o Filosofía, Medicina, Cánones y Leyes, y Teología. Según dichos estatutos las enseñanzas de matemáticas se deberían realizar en dos años: en el primero de ellos debería explicarse Geometría, Perspectiva, Aritmética, Agrimensura y Astronomía —las cuatro primeras materias por Euclides y la última por el Almagesto de Tolomeo—; y en el segundo Gnomónica, Cosmografía (por «autores metódicos y breves, a juicio del Maestro»), Astrolabio, Radio Astronómico y Astrología judiciaria⁴. A pesar de todos estos decretos y reglamentos la cátedra no se creó y en 1771 el informe elevado por la Universidad al Real Consejo reconocía que de las nueve cátedras creadas por los esta-

¹ Navarro Brotons, 1976, pág. 285.

² Pedret Casadó, 1944, pág. 241.

³ Rubio y Borrás, 1915, vol. I, pág. 433.

⁴ Rubio y Borrás, 1915, vol. I, págs. 287-88. En el decreto se establecía también que en el aula de segundo año debería disponerse de todos los aparatos necesarios y se preveía que aquellos que habiendo cursado las matemáticas durante dos años en Cervera quisieran dedicarse a la milicia, podrían obtener un grado o título de aptitud que pudiera servirles para un empleo en la carrera de las armas.

tutos fundacionales, la de Matemáticas «nunca se había puesto en ejecución por falta de rentas»⁵. Naturalmente, esta ausencia de medios era solamente relativa: significaba simplemente una orientación de las dotaciones hacia otras enseñanzas que se consideraban prioritarias (Filosofía, Teología, Derecho, Medicina) respecto a las ciencias matemáticas y experimentales.

El esfuerzo para la creación de cátedras científicas y experimentales se inició ya durante el reinado de Fernando VI. Pero fue con Carlos III cuando los proyectos se multiplicaron, culminando con las leyes de reforma universitaria de 1772.⁶ Para llevar a cabo sus propósitos reformadores el gobierno trató de conseguir la participación de los hombres más lúcidos de la época. Entre ellos Mayans y Ciscar, que en 1767 elaboró, a petición del ministro Roda, secretario de Gracia y Justicia, un *Informe al Rey sobre el Método de enseñar en las Universidades de España* que ha sido considerado como la base del plan de estudios de Olavide para la Universidad de Sevilla (aprobado en agosto de 1769) y, más ampliamente, de toda la reforma de la Universidad española de época carolina⁷.

En su informe, Mayans dedica gran atención a la cátedra de matemáticas, una de las que considera fundamentales en los estudios universitarios, y estima que deberían existir al menos tres cátedras de esta ciencia en cada universidad. Según Mayans, el curso entero de matemáticas requeriría cuatro o cinco años de estudio, y como el profesor que comenzara un curso estaría obligado a acabarlo, ello suponía también la existencia de cuatro o cinco catedráticos.

Personalidad esencial de la Ilustración española, la figura de Mayans es, sin duda, un eslabón esencial en la difusión de la crítica histórica y de las corrientes reformistas en nuestro país, aunque precisamente esta actitud crítica le valdría la marginación de la vida oficial desde 1740.⁸ Cuando, en vísperas de la expulsión de los jesuitas, Roda solicita el informe de Mayans, la influencia del movimiento *novador* valenciano se deja sentir a través suyo en los planes de reforma que se preparaban. Mayans fue, en efecto, gran admirador de Corachán, del que editó alguna de sus obras, y discípulo y amigo del padre Tosca, siendo esta relación básica

⁵ Rubio y Borrás, 1915, vol. I, pág. 328.

⁶ El desarrollo y las vicisitudes de estas reformas son ya suficientemente conocidos, lo que hace innecesario insistir aquí sobre ello. Ver a este respecto Aguilar Piñal, 1969 (a); Peset, J. L. y Peset, V., 1974; Álvarez de Morales, 1971.

⁷ Mayans y Ciscar (1767), ed. 1974.

⁸ Ver Mestre, 1976.

para entender sus propuestas, que dependen esencialmente, en lo que se refiere a las matemáticas, de las ideas de estos matemáticos valencianos. El plan que propone para la enseñanza de esta ciencia sigue con gran fidelidad, incluso palabra por palabra, el plan de reformas que había elaborado Juan Bautista Corachán para la Universidad de Valencia entre 1704 y 1707 a solicitud de su Junta de Gobierno⁹. También coincide en lo esencial con la estructura y el contenido del *Compendio Matemático* del padre Tosca. Así se establece que el catedrático de Euclides debería leer en este orden: 1, Geometría elemental; 2, Aritmética; 3, Geometría práctica; 4, Mecánica; 5, Estática; 6, Hidrostática e Hidráulica; 7, Arquitectura Militar y Artillería; 8, Música especulativa; 9, Óptica, Catóptrica y Dióptrica; 10, Perspectiva. Mayans recomienda los manuscritos latinos de Corachán, que él conservaba, y considera que en el caso de que la enseñanza tuviera que impartirse en castellano, utilizando una obra impresa, entonces «por ahora no ai otro medio sino leer por el *Compendio Mathemático* del Doctor Tomás Vicente Tosca, repartiendo su lectura en tres, o quatro años, según pareciere»¹⁰. Esta dependencia respecto a las ideas de Corachán y de Tosca no debe extrañar teniendo en cuenta no sólo la relación personal antes citada, sino también el prestigio de que gozaban estos matemáticos valencianos, unido al limitado conocimiento que tenía de esta ciencia una persona de formación histórica y humanística como Mayans. Esto es lo que explica también que los textos extranjeros que se citen para el caso de que la enseñanza quisiera hacerse en latín sean obras de autores relativamente antiguos, como Dechales, aunque también cite otros más modernos, como Wolfio.

En el plan de Mayans la cosmografía y geografía están todavía presentes de forma destacada en las enseñanzas matemáticas, adjudicándose su docencia al *Cathedrático de Tolomeo*, cuyas tareas se especifican con sumo cuidado. Vale la pena detenerse en ello y ver el contenido previsto para estas enseñanzas. El citado catedrático debería leer ante todo la cosmografía,

«que es la materia que llaman de Esfera, i en ella explicará las propiedades de Esfera, i sus Círculos en Común, que son los Esféricos de Theodosio sin seguir el orden de proposiciones, sino tomando las más principales. Después explicará todos los Sistemas del Mundo, eligiendo el que le pareciere más conforme; pero no el de Tolomeo, por ser antiguado; permitiendo al arbitrio del Cathedrático elegir, si quisiere, la hipotesis del Copernicano, i semicopernicano. Tratará de la natura-

⁹ Este plan ha sido publicado por Víctor Navarro Brotons, 1976.

¹⁰ Mayans (1967), 1974, pág. 83.

leza de los Ciclos, Número, Movimiento, Distancias, etc., del modo que lo tratan los Astrónomos, i explicará todos los Círculos de las Esferas, sus propiedades y oficios, los Eclipses, Días, Noches, Crepúsculos, Nacimientos i Ocasos, i todo lo que se acostumbra a enseñar en esta Materia.»

Seguidamente debería leer la Astrología «solo en lo que toca a la Medicina, Agricultura i Navegatoria», advirtiendo Mayans que esto debería hacerlo «sin enseñar otra cosa por escrito ni en voz: sobre lo qual se encargará la conciencia del Cathedrático: como también de que quite de las tres partes de la Astrología referidas, todo lo vano e inutil i que pueda tener visos de estar prohibido». Antes de todo esto se debería haber explicado «el modo de Computar el lugar verdadero de los planetas, sus aspectos i latitud; erigir un Thema celeste, i hacer las revoluciones, i direcciones, todo según el método racional».

La tercera parte de las explicaciones del catedrático de Tolomeo debería versar sobre «la Trigonometría y Logarítmica». Aunque se reconoce que estas enseñanzas pertenecen propiamente a la cátedra de Euclides, «eso no obstante en esta tienen su principal uso».

A continuación debería explicar Geografía, «en la qual determinará el lugar, figura i magnitud de la Tierra con la explicación de sus partes integrantes, como son Continentes, Islas, Penínsulas, Procurentes, Cabos, Montes, Valles, Selvas, Cuevas, etc.: describiendo las más principales i las quatro partes de la Tierra con su división, Explicará los Círculos de la Esfera primarios: y los que a ella pertenecen: la latitud, i longitud de los lugares, dando una Tabla de ellas; las zonas i climas: diversidad de Días, habitantes, i Sombras. Ultimamente enseñará a hacer los Mapas de todo genero»¹¹. Sugiriendo, al mismo tiempo, el texto a emplear para estudiar todas estas cuestiones, Mayans añade que posee manuscrita «la primera parte de la Geografía, i la Hidrografía, o Descripción de la Tierra i del Agua que escribió el Doctor Corachán, en donde explicó también muchos Meteoros». Más adelante propone explícitamente la edición de esta obra y de la Cosmografía, la Geometría y los elementos de Euclides del mismo Corachán, a partir de los manuscritos que él poseía en su biblioteca.

La hidrografía y la navegación son las materias que el catedrático de Tolomeo debería explicar en quinto lugar, «describiendo los mares, senos, lagos i ríos más principales, con sus propiedades, confrontaciones

¹¹ Las citas proceden de la edición realizada por Isabel G. Zuloaga y León Esteban Mateo (Mayans, 1974). Las palabras de Mayans son copia literal de las de Corachán (Ver Navarro Brotons, 1976, páginas 288-89).

i movimientos. Explicará el flujo i reflujó del mar, la atmosfera, vientos, tempestades; la Carta de Navegación con su fábrica, los rumbos, loxodromias, aguja magnética, etc. Dará el modo de conocer las distancias de los lugares; la longitud i latitud; el camino del navio, con algunas noticias de los navíos, sus partes, peso, el que pueden llevar, etc.»

El carácter anticuado del programa de estudios matemáticos copiado por Mayans de Corachán aparece claramente al considerar las enseñanzas que asigna al catedrático de Tolomeo para que se impartan en sexto lugar: «la fábrica i uso del Astrolabio; assi del Universal de Gemma Frisio, i del de Rojas, como el particular que llaman de Tolomeo, cuyo plano es paralelo al equinoccial», añadiendo que el citado catedrático «explicará también el Analema y sus usos». Si se recuerda que las obras de Gemma Frisio y de Juan de Rojas se escribieron en el siglo XVI, y si se tienen en cuenta los avances experimentados en la ciencia náutica, a los que hemos aludido en capítulos anteriores, se comprenderá lo inadecuado que resultaba ahora el plan propuesto por Mayans en lo referente a matemáticas. Lo mismo cabe decir respecto a la permanencia de la gnomónica o arte de la construcción de los relojes de sol, que también se considera una tarea del catedrático, el cual debería enseñar la delineación de los «directos, reflexos, refractos i portátiles en todo género de superficies, enseñando a tomar la declinación i poner todos los Círculos de la Esfera que tuviere lugar».

El párrafo dedicado a la enseñanza de la astronomía, octava de las partes de que constaría el programa, reproduce asimismo las palabras de Corachán, escritas a principios del siglo. Tras señalar que el catedrático debería explicar todas las teóricas de los planetas, añade: «según la hipotesi que eligiere, la qual sea la más fácil; i si puede ser la más verdadera». Estas palabras, escritas por Corachán en unos años en que las tesis copernicanas eran todavía fuertemente impugnadas en España podían ser todavía toleradas en Corachán. Pero eran en cambio totalmente inaceptables en 1767, y muestran que don Gregorio no aplicó en el campo de las ciencias matemáticas ese espíritu crítico de que hizo gala en otras ocasiones.

En el plan de Corachán plagiado por Mayans las enseñanzas prácticas ocupaban su correspondiente lugar dentro del programa de astronomía. Así establece que el catedrático «enseñará el modo de observar reduciéndolo a la práctica»; para lo cual, añade, «escogerá las noches, i lugar, que le parecieren más a propósito, avisando a los Estudiantes para que acudan a verlo: i tratará de las Estrellas fijas nuevas, cometas, i diversos fenómenos celestes». Estas prácticas se extienden a la realiza-

ción de cálculos concretos. Así, en noveno lugar, el catedrático «reducirá las Theóricas de los Planetas enseñando a hacer las Tablas Astronómicas, i a computar los movimientos Celestiales, Eclipses, etc. Respecto a esto elegirá unas Tablas Astronómicas modernas de las que más satisfacción tuviere, i según ellas enseñará a buscar los lugares verdaderos de los Planetas, aspectos, Eclipses, etc., con el método de hacer Efeméridas [sic]».

Por último, en décimo lugar, «leerá la Chronología donde explicará el año Juliano i sus partes; los de las Naciones, Epocas, Eras, Periodos, Ciclos, Epactas, con el modo de computarlos: i explicará la disposición, i uso del calendario Romano: para lo qual podrá aprovecharse de las Instituciones Chronológicas de Guillermo Beveregio»¹².

Las previsiones de Mayans llegan hasta los útiles que deben existir en el aula de matemáticas: «una mesa grande, una esfera, quadrante, reglas i una tabla negra para describir las Figuras con clarion»¹³. Siguiendo a Corachán, opina también que el catedrático de Matemáticas debería ser «graduado de Maestro en Artes Liberales, i aprobado en todos los Cursos Mathemáticos» o «aver sido aprobado en todos los cursos de Filosofía y graduado en las Artes Mathemáticas». Por último, considera que los salarios deberían ser altos, porque los libros de esta materia son caros y porque «su estudio pide grande atención i meditación i una total abstracción».

LA ELIMINACIÓN DE LA GEOGRAFÍA DE LOS ESTUDIOS UNIVERSITARIOS DE MATEMÁTICAS

El detallado programa de enseñanza de las matemáticas propuesto por don Gregorio Mayans, en el que la geografía tiene una presencia importante, puede considerarse aún premoderno, en el sentido de que correspondía a una concepción más propia del siglo XVII que de los avances y de las exigencias del XVIII. Realmente las necesidades eran en

¹² En este párrafo aparece una de las escasas aportaciones personales de Mayans: la recomendación de la obra de Beveregio. Compárese con el plan de Corachán en Navarro Brotons, 1976, pág. 289.

¹³ Mayans (1767). Los textos reproducidos proceden de la edición de Isabel G. Zuloaga y León Esteban Mateo, 1974, págs. 83-88. Esta recomendación es también añadida por Mayans.

aquel momento otras, e incluso en la misma España la enseñanza de las matemáticas iba por delante de lo que proponía Mayans en algunos centros de estudios superiores, en particular los militares. Esto explica que en las decisivas medidas de reforma de 1772 no se tuviera en cuenta el plan de ese autor en lo que concierne a los estudios matemáticos, y se insistiera por el contrario en los aspectos específicos de esa ciencia, a la vez que se eliminaban los relacionados con la geografía.

Un primer atisbo de que los tiempos habían cambiado lo tenemos con el Plan de Estudios de la Universidad de Salamanca aprobado en 1772. El Plan trataba de reestructurar, entre otras, la Facultad de Artes, «baxo de cuyos terminos están comprehendidas todas las Artes liberales y mecánicas, las Matemáticas, Aritmética, Música y las partes todas que concierne la Física natural». Dicha facultad, que se considera como «el paso o escalón que primero deben pisar los que quisieren pasar a Facultad mayor»¹⁴, ocupaba en la Universidad de Salamanca tres años de estudios, y comprendía cuatro cátedras de propiedad (Súmulas, Lógica, Física natural y Filosofía moral) y siete cátedras de regencia (dos de Súmulas, dos de Lógica, dos de Física y una de Físicos).

El plan de estudios aprobado por el Consejo para dicha Universidad al tratar de la reforma de las Artes, Filosofía y otros estudios preliminares a las Ciencias y Facultades mayores¹⁵ reconoce «la inutilidad y defectos de las antiguas asignaturas de estas cátedras» y propone toda una serie de reformas que tienden, en esencia, a desarrollar el estudio de la física y las matemáticas, dotando cátedras nuevas y suprimiendo las inservibles. En este sentido se considera que pueden subsistir todas las cátedras de regencia, excepto la de físicos, que se tiene «por inútil» y en cuyo lugar «se podrá erigir una de Filosofía Natural, o Experimental, con mayor salario». Por otro lado, teniendo en cuenta que «es necesario para los Médicos el conocimiento de la Física experimental», se propone que la cátedra de propiedad de filosofía natural tome la denominación de cátedra de física experimental «quedando por lo demás con la misma renta, honores y preeminencias». De la misma manera se acuerda la sustitución de la cátedra de Súmulas por la de Geometría, «en la que se expliquen los principios de ella, de la Algebra y de la Aritmética», en consideración al hecho de que ni la medicina ni la física experimental pueden comprenderse bien sin el estudio previo de esas materias. Por esta razón se establece también que para poder matricularse en la facul-

¹⁴ *Plan de estudios*, 1772, págs. 13 y 14.

¹⁵ *Plan*, 1772, págs. 115-21.

tad de medicina sería necesario estudiar previamente, además de dos cursos de lógica y metafísica, uno de física experimental y otro de geometría, siendo además estos últimos estudios facultativos para los estudiantes de teología.

De acuerdo con estas reformas, las enseñanzas preliminares de artes y filosofía quedan constituidas por seis cátedras de regencia, dotadas con doscientos ducados y tres de propiedad (física experimental, geometría y filosofía moral), dotadas con cien florines cada una. Se suprimen con ello dos cátedras: la de propiedad de lógica por impartirse sus enseñanzas en las dos de regencia, y la de físicos, las cuales podrían eliminarse o convertirse en cátedras de otras facultades.

Con estas reformas de 1772 los estudios de matemáticas quedaban organizados dentro de la Universidad de Salamanca en dos cátedras: la de geometría, correspondiente a la facultad de artes, y la antigua de matemáticas, propia de los estudios mayores. En esta última se deberían estudiar las partes de la matemática no cursadas en la primera, de manera que «sirva para perfeccionar a los que se dediquen a las Matemáticas, o quieran hacer un estudio sólido de esta Ciencia, o porque piensen radicar en ella, para entrar, con mayores fundamentos, con los conocimientos últimos». En lo que se refiere a la asignación y preeminencias de la cátedra de matemáticas se considera en el plan que «no hay que innovar», aunque se añade una frase que muestra claramente el propósito de romper con toda una etapa dominada por la figura y la familia de don Diego de Torres: «deberá abolirse el abuso mal tolerado hasta aquí, de creer desempeñada su asignatura con formar Pronósticos y Piscatores». De igual manera, se dice después, que en la cátedra de música «se deberá proveer, no por la voz ni por la destreza y expedición en tocar instrumentos; sino por la instrucción científica en los fundamentos de esta Facultad, que, como parte de las Matemáticas, necesita de extensión de conocimientos, a modo de los del célebre Salinas».

Aunque el plan de la Universidad de Salamanca de 1772 no ofrece mayores detalles sobre el contenido concreto de las enseñanzas que han de impartirse en las dos cátedras de matemáticas, puede afirmarse sin temor a duda que en el espíritu de la reforma estaba el orientar los estudios de esta ciencia por una vía nueva, diferente a la tradicional, eliminando en particular las partes que eran ya consideradas como no científicas o no pertenecientes a las matemáticas, a saber: la astrología y la geografía.

Si la alusión que se hace en el plan de 1772 a los pronósticos y piscatores es suficientemente clara con respecto a la astrología, la exclusión

de la geografía queda patente en otra disposición del mismo año, dictada para tratar de resolver el grave problema planteado por el reducido número de candidatos que estaban en condiciones de aspirar a las cátedras de matemáticas. Con el fin de ampliar dicho número, una orden del Consejo de Castilla de 15 de septiembre de 1772 establece que en las vacantes existentes en la cátedra de matemáticas de Salamanca los edictos de convocatoria debería anunciarse «no solo en las Universidades de Reino, como está mandado, sino también en Cádiz y Barcelona, donde suele haber hábiles Matemáticos». Era este un claro reconocimiento de la superioridad alcanzada por los militares en el cultivo de las matemáticas, ya que en estas ciudades se encontraban, como sabemos, prestigiosos centros superiores de formación castrense: la Academia de Matemáticas y la Academia de Guardias Marinas. En la misma orden se fijan tres meses de plazo para que los aspirantes puedan acudir a la oposición y se establece que los ejercicios serían públicos y «que los piques para la lección de puntos se han de dar en todas las obras Matemáticas de Newton, o en las de Wolfio, excluyendo las de Ptolomeo, y el tratado particular de Astronomía», mientras que las disertaciones «se han de elegir también por piques en las mismas obras de Newton o Wolfio, *excluyendo siempre la Geografía, por ser la más fácil y trivial, aun a las personas no instruidas en las Matemáticas*»¹⁶.

El claro y decidido propósito de eliminar la geografía de las cátedras universitarias de matemáticas, reflejado en ese decreto, permite comprender que en los programas de dichas cátedras elaborados posteriormente los temas geográficos estén totalmente ausentes aunque sigan presentes otras ramas de las disciplinas matemáticas. Valga como ejemplo lo establecido en el *Plan de estudios aprobado por S. M. y mandado observar en la Universidad de Valencia* de 1787 en el que se dispone la existencia de cuatro cátedras permanentes de matemáticas (dos de Matemáticas, una de Mecánica y Física Experimental y otra de Astronomía) con el siguiente programa de enseñanzas:

«*Primer año*: El Catedrático de Matemáticas leerá en Aritmética, Álgebra hasta ecuaciones de segundo grado inclusive, Geometría elemental con nociones de Secciones cónicas, Trigonometría plana y práctica de estas ciencias en medición de líneas, superficies, sólidos y nivelación.

«*Segundo Año de Matemáticas*: Ecuaciones superiores, cálculos de series,

¹⁶ Real Orden del Consejo de 15 de septiembre de 1772, Cédula de 22 de enero de 1786 y Resolución de Carlos IV de 18 de diciembre de 1804. Incluida en *Novísima Recopilación*, Libro VIII, Título IX, Ley XVI. *Novísima*, 1805-1807 (cursivas añadidas).

senos y cosenos circulares e hiperbólicos, teoría de líneas curvas, cálculo infinitesimal con sus aplicaciones a la Geometría trascendental. Se seguirán por las *Lecciones matemáticas* de La Caille con las notas del Abate Maria, mientras en España se completan o forman Instituciones más perfectas.

El catedrático de *Mecánica y Física Experimental* enseñaría Estática, Dinámica, Hidrostática, Hidrodinámica, Óptica, Catóptrica, Dióptrica y Perspectiva, usando el primer tomo del Examen Marítimo de Jorge Juan y las lecciones de Óptica de La Caille.

El catedrático de *Astronomía* ocupará hora y media en el aula enseñando cada año la Trigonometría esférica y la Astronomía geométrica y física por las lecciones del mismo La Caille; y dos noches claras de cada semana ocupará una hora en el Observatorio, explicando el uso de los instrumentos¹⁷.»

El contraste de este plan con el propuesto por Mayans veinte años atrás es sin duda neto y no sólo atribuible al tiempo transcurrido. Es toda una nueva concepción de los estudios matemáticos lo que refleja, una nueva concepción en la que la geografía ha dejado ya de tener cabida.

Las reformas de 1772 y las medidas posteriores suponen, pues, a la vez el divorcio definitivo entre la geografía y las matemáticas en los centros de enseñanza superior y un impulso decisivo para el desarrollo de los estudios matemáticos modernos en las universidades. Pero hay que decir inmediatamente que este desarrollo fue, en último término, bastante limitado tanto por la ausencia de una política decidida de dotaciones y apoyos institucionales como por la falta de personal preparado para cubrir los puestos docentes. Aludiremos sucesivamente a cada uno de estos puntos.

En primer lugar por la ausencia de una decidida política de dotaciones. La encuesta realizada en 1789 a todas las universidades españolas para reunir informaciones con vistas a continuar la reforma universitaria permite conocer el escaso desarrollo de los estudios de matemáticas en las universidades del país. Las respuestas que se conservan de 23 de estos centros, publicadas por F. Aguilar Piñal¹⁸, dibujan un panorama universitario que en lo que se refiere a las facultades mayores es, en esencia, idéntico al del siglo XVI, con 22 Facultades de Teología, 17 de Leyes y Canones y 15 de Medicina; a ello debían sumarse las facultades preparatorias o menores, que también podían cursarse fuera de la Uni-

¹⁷ *Plan de estudios*, 1787, págs. 6-7. Los dos catedráticos de matemáticas cobrarían 4.000 reales cada uno y el de astronomía y mecánica 6.000 reales cada uno. Sobre condiciones para optar a las cátedras, pág. 37.

¹⁸ Aguilar Piñal, 1972, págs. 165-207.

CUADRO XIII.1

Cátedras de física y matemáticas existentes en las universidades españolas en 1789

<i>Universidades</i>	<i>Facultad de Artes</i>	<i>Facultad de Humanidades</i>
Alcalá	Física	Matemáticas
Huesca	Física	
Salamanca	Matemáticas	Matemáticas
	Física experimental	
Santiago	Física	Física experimental
Sevilla	Física	
Valencia		Matemáticas
		Astronomía
Valladolid	Física experimental	
	Física	

Fuente: Elaborado con datos procedentes de F. Aguilar Piñal, 1972, págs. 195-200.

Observaciones: El total de universidades que contestaron a la encuesta fue de 23 (Alcalá, Almagro, Ávila, Baeza, Cervera, Granada, Hirache, Huesca, Oñate, Orihuela, Osma, Osuna, Oviedo, Palma de Mallorca, Salamanca, San Lorenzo del Escorial, Santiago de Compostela, Sevilla, Sigüenza, Toledo, Valencia, Valladolid y Zaragoza). Faltan en las respuestas la Universidad de Jesuitas de Gandía y sobran, según Aguilar Piñal, las de Palma de Mallorca, que dejó de graduar en 1788, y la del Escorial, que algunos no admiten como centro universitario. El número de cátedras identificadas es de 451, más 72 cátedras duplicadas o triplicadas.

versidad: 16 de Artes, 15 de Humanidades y 4 de Latinidad. La escasa presencia de las cátedras especiales promovidas por las reformas ilustradas (griego, hebreo, árabe, matemáticas, música), permite hablar al citado autor de «la pervivencia de una estructura eminentemente eclesiástica en la enseñanza superior de nuestro país, a pesar de los esfuerzos ilustrados por su secularización»¹⁹. Pero si la atención se fija en las cátedras de ciencias, el panorama se hace realmente desolador. De hecho, según esta encuesta sólo 13 de las algo más de 500 cátedras existentes están dedicadas a ciencias físicas y matemáticas (cuadro XIII.1). Y una parte de ellas se encontrarían sin duda vacantes o con un reducido número de estudiantes²⁰. Todavía más; cabe suponer que las reformas a las que apuntaban las disposiciones antes citadas sobre los estudios de matemá-

¹⁹ Aguilar Piñal, 1972, pág. 184.

²⁰ Es lo que ocurría, por ejemplo, dos años antes en la Universidad de Santiago, donde la cátedra de matemáticas estaba ocupada por don Luis Pereira y la de física experimental vacante, contando una y otras seis estudiantes, según la *Guía histórica de las Universidades y demás Cuerpos Literarios de España* (Guía, 1787).

ticas sólo en muy pequeña parte se cumplirían y que las enseñanzas se seguirían realizando en la mayor parte de las universidades con los métodos y programas tradicionales. A falta de otros estudios más concretos creemos que puede interpretarse en este sentido la pervivencia en la Universidad de Granada todavía en 1787 de una cátedra de Esfera, ocupada por el P. M. Fr. Sebastián Sánchez²¹.

En segundo lugar, la falta de personal preparado. En general era en los diversos cuerpos militares, y sobre todo en la armada, en artillería y en el cuerpo de ingenieros, donde podían encontrarse los individuos con mayor cualificación, debido a la ya larga tradición de estudios matemáticos en las academias militares. Como hemos visto, la Real Orden de 1772 reconoce claramente este hecho al establecer la publicación de los concursos en Cádiz y Barcelona. Pero todavía dos decenios más tarde seguía siendo general la identificación entre el cultivador de las matemáticas y la profesión militar, incluso en una ciudad con tantos recursos humanos como la capital del reino: cuando en 1789 don Cándido María Trigueros desee fundar una *Gaceta Literaria de Madrid*, no podrá precisar en su petición quién será el colaborador de ciencias exactas de dicha publicación, «porque nuestros mejores matemáticos están ausentes, ocupados en sus profesiones militares»²². Si a ello unimos el bajo nivel de los ejercicios y memorias de las oposiciones a cátedras celebradas a fines del siglo XVIII y los precarios medios bibliográficos con que contaban las bibliotecas de estos centros²³, tendremos que reconocer la limitada incidencia que tuvieron en los estudios matemáticos universitarios las sucesivas medidas de reforma adoptadas.

MATEMÁTICAS Y GEOGRAFÍA EN CENTROS DOCENTES NO UNIVERSITARIOS

En instituciones docentes de menor rango académico y científico que la Universidad, la geografía pudo seguir formando parte todavía durante un tiempo de los estudios de matemáticas, pero incluso en estos casos se observa una tendencia a distinguirla de las materias propiamente mate-

²¹ *Guía*, 1787. En dicha Universidad existía también en esa fecha según la misma fuente una cátedra de física ocupada por el doctor Tomás Viezna.

²² Citado en Aguilar Piñal, 1969b.

²³ Cuestiones ambas estudiadas parcialmente por S. Garma (1978), el cual no duda en afirmar que a fines del XVIII «la Universidad ni enseñaba ni podía enseñar Matemáticas» (pág. 446).

máticas. Es lo que ocurre en la cátedra de matemáticas creada en 1779 por la Sociedad de Amigos del País en Zaragoza, y ocupada primeramente por el coronel ingeniero Jaime Conde y desde 1784 por el ayudante ingeniero teniente coronel Luis Rancaño. El programa aprobado en agosto de ese año incluía las materias siguientes: aritmética, álgebra, geometría, trigonometría plana y su aplicación, secciones cónicas, estática, maquinaria, hidrostática, hidráulica, arquitectura civil y un apéndice de la esfera y geografía, añadiendo que «si el tiempo y la aplicación del alumno lo permite, se enseñará cálculo diferencial e integral según el Compendio de Matemáticas de D. Benito Bails»²⁴. La expulsión de la esfera y geografía a «un apéndice» parece mostrar el comienzo de la evolución que venimos señalando.

En las escuelas de matemáticas relacionadas de alguna manera con los estudios náuticos, como la fundada en 1779 en Palma por la Sociedad Económica Mallorquina, las enseñanzas de cosmografía adquirirían gran importancia, así como las de confección de cartas y planos, aunque estas últimas podían incluirse como parte de la geometría práctica²⁵. En otros casos las matemáticas y los estudios náuticos se separaban netamente, incluyéndose la cosmografía en los segundos. Como en el Real Instituto Asturiano de Gijón inaugurado en 1794, donde la enseñanza de las ciencias se distribuyó en tres cursos distintos a cargo de tres profesores: el de matemáticas, que debería explicar durante dos años los elementos de aritmética, geometría, trigonometría, álgebra, mecánica e hidrodinámica; el de náutica, que explicaría los elementos de cosmografía, astronomía, navegación y maniobra durante un año; y el de minerología que tendría a su cargo las enseñanzas de física, química y minerología teórica y práctica durante tres años²⁶. En cambio, la geografía y la cosmografía están totalmente ausentes en el plan diseñado por don Pedro Henry para los tres cursos de los Reales Estudios de Matemáticas del Colegio de San Hermenegildo de Sevilla en 1791.²⁷

También en las academias militares se observa la tendencia a la disminución del papel relativo de la geografía en los programas de estudios y un divorcio de esta ciencia respecto a las matemáticas. Si hacia mediados del siglo la presencia de la geografía era todavía fuerte, hacia finales de él había pasado a ser una enseñanza secundaria, cuando no totalmen-

²⁴ Citado por López González, 1977, pág. 150.

²⁵ Desbruil, 1779 a y b.

²⁶ *Noticia*, 1795, págs. 116-17. El plan establecía asimismo que «para el auxilio y perfección del estudio de estas ciencias» se enseñaría también en el instituto el dibujo y las lenguas francesa e inglesa.

²⁷ Henry, 1791, págs. 40-41.

te inexistente bajo esta denominación. Ello está en relación con una tendencia a una creciente especialización y con la entrada de nuevas enseñanzas técnicas y científicas, y desde luego no supone que el conocimiento del espacio terrestre hubiera dejado de interesar a los militares: simplemente que este conocimiento era facilitado cada vez más a través de otras ciencias.

Ya hemos tenido ocasión de ver esta evolución en los planes de las escuelas de náutica. Completaremos aquí el panorama aludiendo a las academias de los ejércitos de tierra. Uno de los cuerpos de más antigua tradición técnica del ejército, la artillería, conoció importantes reformas poco después de la mitad del siglo. Fracasado el intento del conde de Aranda de fusionar otra vez a artilleros e ingenieros (ver el capítulo XII), en 1762 se dividieron definitivamente ambos cuerpos siendo nombrado inspector general de ingenieros don Maximiliano de la Croix y de artillería el conde de Gazola. Este último promulgó en ese año un nuevo reglamento (29 de enero de 1762) por el que se creaba una compañía de Caballeros Cadetes con sede en Segovia, fundando a la vez la escuela de artillería de dicha ciudad. Se disolvieron al mismo tiempo las academias de artillería de Barcelona en 1762 y de Cádiz en 1763²⁸ y se creaba un nuevo centro docente militar inaugurado en 1764,²⁹ que habría de alcanzar gran prestigio en los años posteriores.

En los primeros años la geografía siguió estando presente todavía en el programa de estudios de la academia segoviana. Según el conde de Clonard a los cadetes se les enseñaba «aritmética universal con los elementos de álgebra, geometría elemental y práctica, trigonometría, cosmografía con todo lo relativo al tiempo, perspectiva con todo lo perteneciente al conocimiento de la luz, arquitectura, maquinaria o ciencia del movimiento y equilibrio, fortificación permanente y de campaña y la artillería con todo lo que abraza esta facultad»³⁰.

²⁸ La Academia de Artillería de Cádiz había comenzado a actuar en julio de 1752. Fue su primer profesor el capitán comisario ordinario don Gabriel Martínez. Don Lorenzo Lasso de la Vega, comisario extraordinario, regentaba la segunda clase y don Pedro Varela la primera, todavía organizándose en 1756. En 1756 se celebraron certámenes públicos (*Progresos*, 1756) con una oración en favor de las matemáticas y las ciencias físico-matemáticas. La geografía no es citada en ella, aunque sí se alude a los conocimientos meteorológicos (propiedades del aire) e hidráulicos.

²⁹ La oración inaugural de este centro se pronunció en 1764 por el padre Antonio Eximeno, S. J., y versó sobre «La necesidad de la teórica para desempeñar en la práctica al Servicio de S. M.». Eximeno pregunta en ella: «¿A qué nos atendremos, pues, a la observación o al cálculo?; ¿al raciocinio o a la experiencia?; ¿a la Teórica o a la Práctica?». Según él, las discusiones entre los académicos franceses e ingleses sobre la figura de la tierra, muestra que lo que Newton había deducido «sin hacer observación alguna» se confirmó luego por la observación. A partir de ahí desarrolla la idea de la necesidad del estudio teórico.

³⁰ Clonard, 1848; citado por Vigón, 1947, vol. II, pág. 419.

Pero en los años siguientes el papel de los estudios de geografía fue cada vez menos relevante, a la vez que aumentaban la presencia de las matemáticas y de las enseñanzas especializadas. Así, en 1770 los estudios de cuatro años comprendían sobre todo cálculo, geometría, mecánica, hidráulica, hidrostática, fortificación y artillería como asignaturas principales y dibujo, francés, italiano, esgrima y ejercicios militares como enseñanzas accesorias³¹. Las matemáticas se enseñaron mediante el *Tratado de Matemáticas* que escribió el tercer profesor primario de la academia don Cipriano Vimercati, teniente de artillería y posteriormente primer maestro de matemáticas de la Academia de Guardias Marinas de El Ferrol y desde 1787 director de dicha academia naval. El tratado de Vimercati (en 8 volúmenes, y no impreso) comprendía aritmética, geometría, álgebra y su aplicación a la geometría, cálculo infinitesimal y mecánica³², pero al parecer no trataba ya de esfera y geografía, con lo que se consumaba también aquí el divorcio entre geografía y matemáticas señalado anteriormente.

Una tendencia semejante se observa en los ingenieros militares, cuerpo que con el reglamento de 1768 aparece definitivamente estructurado, y que desplegó en la segunda mitad del siglo una importante actividad. En 1774 el cuerpo se dividió en tres secciones: la de academias militares, la de fortificación y la de caminos, puentes, edificios de arquitectura civil, canales de riego y navegación; de ellos fueron nombrados directores generales Pedro Lucuze, Silvestre Abarca y Francisco Sabatini. Poco después se reorganizaban las academias de ingenieros, desapareciendo las de Orán, Ceuta y Barcelona y creándose la de Zamora. Las exigencias de la situación bélica a finales del siglo aconsejaron la reunificación (1797) de las tres secciones creadas en 1774 y obligaron a una nueva reestructuración del cuerpo, la cual encontró en el ingeniero general José de Urrutia el principal impulsor. En 1802 se crea el Cuerpo de Zapadores y Minadores³³ y al año siguiente se promulga la importante Ordenanza de 1803 y se funda la Academia de Alcalá de Henares, con lo que el cuerpo adquirió una configuración que perduraría durante buena parte del siglo XIX.³⁴

En los planes de estudios de los ingenieros la geografía va teniendo cada vez una presencia menos destacada. Esta, que era aún relativamen-

³¹ Vigón, 1947, vol. II, pág. 420.

³² Vigón, 1947, vol. II, págs. 420 y 550.

³³ *Reglamento*, 1802.

³⁴ *Compendio Histórico del Cuerpo de Ingenieros*, 1918, pág. 17.

te importante en el reglamento de 1768, es citada todavía en los planes de 1803,³⁵ pero ha desaparecido prácticamente en el plan de estudios de 1839 en beneficio de la topografía, la geodesia y la geología³⁶. También en estos centros los conocimientos que antes eran impartidos como geografía pasan ahora a serlo a través de otras ciencias.

LAS NUEVAS EXIGENCIAS DE LA CARTOGRAFÍA

La identificación entre geografía y lo que hoy llamamos cartografía —utilizando aquí anacrónicamente una expresión que sólo se inventó en el siglo XIX— fue muy corriente en la edad moderna. Con mucha frecuencia, cuando se hablaba de geografía se aludía a los mapas y «en lo relativo a la Geografía» se incluían sobre todo las descripciones y representaciones de regiones, países o continentes³⁷. Durante toda la pri-

³⁵ *Ordenanza*, 1803, Reglamento VIII, Título IV, artículos 1-17 (vol. II). El plan de estudios establecido por esta ordenanza por la Academia de Alcalá de Henares es de tres años, distribuidas las enseñanzas de esta forma: *Primer año*: Principios de álgebra y cálculo infinitesimal; dinámica e hidrodinámica; fortificación real y de campaña. *Segundo año*: artillería; ataque y defensa de plazas; táctica general y arte de acampar. *Tercer año*: principio de Óptica y perspectiva; Trigonometría esférica y astronomía «en cuanto baste para que los alumnos puedan adquirir las principales nociones de esta ciencia»; «se continuará el estudio de la geografía, e instruirá con extensión a los subtenientes en el modo de levantar planos y Mapas»; arquitectura. Se hacían también prácticas de dibujo y levantamiento de planos durante todos los estudios.

³⁶ *Reglamento*, 1839, págs. 39-52. Este plan para la Academia Especial de Ingenieros de Alcalá de Henares comprendía cuatro años con las siguientes materias: *Primer año. Primera clase*: Cálculo diferencial e integral; Geometría analítica; Trigonometría esférica y Cosmografía; la parte puramente especulativa o sublime de la Geodesia y sus aplicaciones a la construcción de toda clase de cartas. *Segunda clase*: la Geometría descriptiva; Teoría de las sombras; Perspectiva lineal; Topografía. *Segundo año. Primera clase*: Mecánica puramente especulativa; Mecánica aplicada; Máquinas. *Segunda clase*: Física general; Propiedades físicas; Química. *Tercer año. Primera clase*: Materiales; Resistencia de las piezas; Macizos formados de materias adherentes; Obras de madera; Bóvedas, Arquitectura; Caminos; Puentes; Canales; Puertos de Mar; Valuación de las obras y medios de ejecución. *Segunda clase*: Nociones generales de Geología; Corte de piedras; Corte y enlace de maderas; aplicación de máquinas a la construcción; Construcción de barcas y pontones; Útiles e instrumentos de construcción. *Cuarto año. Primera clase*: Descripción de las armas; fortificación de campaña; Fortificación permanente; Minas, Puentes militares; Táctica general; Estrategia; Reconocimientos y mejoras militares; *Segunda clase*: Dibujo relativo todo a la primera clase. Existían también prácticas de dibujo en todos los cursos, clases de ordenanzas y reglamentos tácticos, ejercicios prácticos (de topografía, geodesia, física, química, etc.). Los estudios debían acabar con un «Curso de grandes prácticas», en el que se realizarían viajes científicos a puntos cercanos y un gran viaje de final de curso por Navarra, Aragón, Cataluña, Valencia y Castilla.

³⁷ Esta identificación era ya común en el siglo XVI. Así, Alonso de Santa Cruz escribía desde Sevilla a Carlos I manifestándole que tenía acabados varios trabajos, entre ellos un borrador de un libro de Astronomía como el de Pedro Apiano, y que «en lo relativo a Geografía» tenía hechos varios mapas de España y Europa (Ver Fernández Navarrete, *Hist. Naut.*, pág. 349).

mera mitad del siglo XVIII esta identificación se hace todavía normalmente, y la geografía es la ciencia que representaba la superficie del planeta y permitía hacer presente las tierras alejadas a través de los mapas³⁸. El mapa y la descripción geográfica se consideraban equivalentes o íntimamente asociados³⁹, y la identificación entre geografía y ciencia de la confección y uso de los mapas ampliamente aceptada, incluso por los ingenieros o marinos que estaban realizando la nueva cartografía científica. Como hizo explícitamente Tofiño cuando en su *Derrotero del Mediterráneo* (1787) incluyó un capítulo dedicado a estudiar los «progresos de la Geografía», a la que considera una de las ciencias más tempranamente desarrolladas⁴⁰, y sitúa su propia obra cartográfica en la conclusión de una línea de progreso continuado de la geografía y la navegación, progreso acelerado desde el siglo XVII con los intentos de resolver el problema de la longitud y los avances científicos que permitieron realizar mapas cada vez más exactos.

No es extraño, por todo ello, que los hombres cultos de la época pudieran afirmar sin vacilación que «no se puede ser geógrafo sin haber en toda la vida levantado un plano»⁴¹. El geógrafo era, en efecto, el profesional que sabía levantar mapas o planos, y la actividad de los más prestigiosos autores que pudieron usar este título oficialmente en los

³⁸ Es lo que se opina, por ejemplo, en la reedición de la *Biblioteca Oriental y Occidental, Náutica y Geographica* de León Pinelo (1737) cuando, al explicar el sentido de cada una de las palabras que componen el título, se dice respecto a la última que «en la Geographica se comprehenden los dominios del Orbe», añadiendo: «Grandes Príncipes adoptaron por estudio esta ciencia, para tener en sus Palacios presentes sus Estados, los de sus Aliados i los de sus Enemigos, i velar diestramente a la propia seguridad i a propulsar las ofensas aun meditadas; ciencia en que la industria, la diligencia, i el Arte apuraron su desvelo para perfeccionarla, quanto pudo, el Humano cuidado, poniendo delante de los ojos a la mas ruda comprehensión, en breve lámina el Orbe i su disposición, forzando la imaginación, que se ciña a tan breves límites, sin los quales serían casi incompreensibles los términos del Mundo». Podrían aducirse numerosos testimonios de esta identificación entre geografía y ciencia de los mapas en el siglo XVIII. Aparece, por ejemplo, en Cárdenas, 1723 (Introducción, y sobre todo, párrafo 5, línea 4); Fiorez, ed. 1798, para el cual la geografía, ciencia auxiliar de la historia, es esencialmente un conocimiento de la esfera y de los mapas; Tomás López (por ejemplo en los *Principios geográficos*, vol. I, 1775, cap. VI).

³⁹ Así los capítulos de la parte descriptiva de los «rudimentos geográficos» en la obra *Rudimentos Históricos* (1793) se titulan «Mapa o Descripción geográfica de... Europa, Asia, etc. (Ver, por ejemplo, el cap. VII, vol. III). En los periódicos cultos de la época, como por ejemplo el *Memorial Literario* de Madrid, con gran frecuencia bajo la rúbrica «Geografía» se daban noticias de la publicación de mapas por los geógrafos de la corte (Ver, por ejemplo, *Menor. Lit.*, septiembre, octubre y diciembre de 1785, con noticias de mapas de Tomás López y Juan de la Cruz Cano).

⁴⁰ «Que la Geografía sea una de las Ciencias a que primero se aplica cualquier Sociedad, lo persuade —afirma— el ser de las que primero necesita», y como prueba de ello aduce el hecho de que los salvajes americanos, aunque carecen de los conocimientos más triviales, «trazan en pieles una especie de cartas itinerarias que señalan los caminos» (Tofiño, 1787, pág. VI). Tofiño presenta una historia de la geografía desde la Antigüedad, identificando sistemáticamente a aquella con el uso de mapas, afirmando, por ejemplo, que «los más antiguos vestigios que existen de la Geografía son los que contiene la Biblia en la descripción de las marchas del pueblo de Israel: y aun por algunos textos casi se puede conjeturar que alcanzaban el uso de los mapas».

⁴¹ Como el anónimo autor de los *Diálogos de Chindulza* dice (edición de Aguilar Piñal, 1967).

diversos países europeos (los Sanson, Dainville, De Fer, Delisle, Buache, Aparicio, López, etc.) así lo atestigua. Esta denominación era muy ampliamente usada, y la expresión «geógrafo para levantar mapas» se encuentra con gran frecuencia en las relaciones de profesionales que existen, o que se necesitan, en instituciones de carácter muy diferente⁴².

Pero a lo largo del siglo XVIII la realización de mapas se va convirtiendo en una tarea cada vez más compleja y que exige conocimientos altamente especializados. Como reconocía Isidoro de Antillón en 1806: «Cuando se trata de construir una carta exacta de cualquiera provincia o Reyno (cual el gobierno y los hombres de luces la desean de nuestra España) es menester en el día conducirse con otro rigor y delicadeza que en los tiempos en que no se habían hecho tan ventajosas aplicaciones como actualmente de las matemáticas y de las artes a la descripción del globo terrestre»⁴³. Ello hace que la labor erudita y crítica de los «geógrafos» oficiales sea cada vez menos aceptable y se mire con creciente desconfianza, tal como hemos tenido ocasión de comprobar en capítulos anteriores. La labor del geógrafo aislado en su gabinete sintetizando mapas o informaciones diversas es a finales del siglo claramente insuficiente, pues los levantamientos cartográficos son objeto ahora de una nueva ciencia —la geodesia— y deben basarse en medidas rigurosas de la superficie terrestre y en observaciones astronómicas muy precisas y exactas que permitan coordinar entre sí las distintas estaciones. Observaciones que, además, en el caso de proyectos de alguna ambición, no pueden realizarse por un individuo aislado, sino que exigen un trabajo en equipo y grandes apoyos técnicos y financieros.

La conciencia de esta nueva situación, en la que la labor de un individuo aislado es insuficiente para abordar adecuadamente la confección de los mapas, aparece en una figura tan significativa como la de Tofiño, el cual escribe estas lúcidas palabras:

«Como la perfección a que ha llegado la Geografía se debe a los instrumentos empleados en ella, y estos son tantos y tan costosos de adquirir, conducir y emplear, este solo obstáculo imposibilita al particular emprender trabajos de esta naturaleza, pues los executados hasta hoy día en los Atlas generales, son de más estimación por la muchedumbre de las noticias que por la exactitud de cada una de por sí, y como el logro de cualquier proyecto geográfico pende en mucha parte

⁴² Así, en una carta del conde O'Reilly a Carlos III de 1.º de octubre de 1776 a propósito de la organización de las enseñanzas militares, afirma: «Tiene la Escuela Militar de Avila cuanto necesita, menos un buen geógrafo muy acostumbrado a levantar planos, y éste se buscará» (citado en Alonso Baquer, 1972, pág. 105).

⁴³ Antillón, 1804-1806, vol. II, pág. 260.

de investigaciones materiales, hechas con prolixidad, y esto por los intereses políticos de las Potencias no se franquea recíprocamente sin mil reservas que frustran el total desempeño: de aquí nace que los Atlas en el día son obra del Ministerio de cada nación, que debe contentarse en los límites de sus dominios⁴⁴.»

Realmente la crisis del sistema tradicional de hacer mapas seguido por los geógrafos era evidente a finales del siglo XVIII. El mismo Tomás López era consciente de ello, como lo prueban sus palabras en el informe que realizó sobre el mapa de América de Juan de la Cruz Cano. Dicho informe concluye afirmando que «solamente un soberano puede hacer estas obras, o un cuerpo de letrados ricos, que los hay en pocas partes; también lo puede ejecutar el brazo eclesiástico, que es poderoso y nunca muere; pero no un particular en quien faltan las circunstancias expresadas»⁴⁵. Seguramente al escribir esto Tomás López pensaba en el proyecto que acababa de proponer a Godoy de creación de un Gabinete Geográfico. Gabinete que acabaría realizándose, pero bajo la dirección y control de los militares.

Todas estas circunstancias explican la creación de cuerpos especializados que van controlando de forma creciente la realización de la cartografía. En la España del siglo XVIII estos cuerpos son esencialmente militares: la armada y los ingenieros militares, a los que se une luego el cuerpo de Estado Mayor. De la actividad cartográfica de todos ellos se han dado ya referencias en capítulos anteriores, y no se trata de insistir aquí en el tema. Pero sí que puede ser útil resaltar que de esta nueva situación se tiene conciencia por parte de los geógrafos, y que la fuerza de los hechos les lleva a reconocer que las labores cartográficas son en realidad propias de corporaciones especializadas.

Quizás el testimonio más claro que puede aducirse sea el del más ilustre geógrafo español de comienzos del siglo XIX, Isidoro de Antillón (1778-1814). Profesor de «Astronomía, Geografía, Historia y Cronología» del Real Seminario de Nobles de Madrid desde 1800, Antillón acometió la realización de manuales para la enseñanza en dicho centro, entre los cuales destacan las *Lecciones de Geografía Astronómica, Natural y Política* (1804-1806), los *Principios de Geografía física y civil* (1807) y los *Elementos de Geografía Astronómica natural y política de España y Portugal* (1808). Desde su nombramiento para la cátedra del Seminario de Nobles procuró dotarse de una buena formación matemá-

⁴⁴ Tofiño, 1787, pág. XLVI.

⁴⁵ Tomás López en 1797. Citado en Fernández Duró, 1900-1903, vol. VII, pág. 407.

tica y astronómica y estudió ampliamente la geografía matemática y crítica de Lacroix, la *Astronomie* de Lalande, los tratados de navegación de Bezout (1769) y de Mendoza (1787) que le facilitaron la información esencial para la primera de sus grandes obras. Esto y su relación con los oficiales del Depósito Hidrográfico, con ingenieros cosmógrafos y con astrónomos le permitió adquirir una buena preparación astronómica que se refleja en los capítulos de sus *Lecciones*, en los que presta gran atención a la construcción de mapas⁴⁶. El mismo podía hacer, y de hecho realizó, observaciones astronómicas, y emprendió también la realización de mapas destinados a sus cursos de geografía. También inició en 1802 la realización de un *Atlas español*, acerca del cual escribía en sus *Lecciones*:

«En España carecíamos de una colección de cartas cartográficas, o de un Atlas Universal, correcto y circunstanciado, que manifestase los progresos y estado actual de los conocimientos en la descripción de nuestro globo; hasta que el Rey me encargó en 1802 esta obra importante como profesor de Astronomía y Geografía del Seminario de Nobles, mandando se me facilitasen en su Real Imprenta quantos auxilios necesitase para llevarla a cabo. Se han publicado ya algunas cartas y memorias de las que deben componerla y se publicarán las restantes sucesivamente. ¡Ojalá que correspondiendo el éxito al zelo y entusiasmo que me alientan en tan grande empresa, acierte a desempeñar las miras de Gobierno, satisfacer al público y levantar en España a la Geografía un monumento glorioso!⁴⁷»

En relación con este proyecto se encuentran los mapas que fue publicando a partir de 1802, como la *Carta de América septentrional desde su extremo N hasta 10° de latitud* (1803), el *Mapa esférico de Escandinavia y el Mar Báltico* (1803) y el *Mapamundi según las más modernas observaciones y descubrimientos* (1806). Pero se trataba en todos estos casos de mapas dedicados a la docencia y realizados con fines puramente pedagógicos o culturales y no de auténticos levantamientos cartográficos con todos los requisitos del momento. Una memoria suya leída en la Real Academia de la Historia en 1801, *Sobre los nuevos descubrimientos y observaciones astronómicas que pueden facilitar la construcción de*

⁴⁶ Trata de ello en el volumen I de las *Lecciones de Geografía astronómica* al discutir el problema de las escalas (cap. VI), de las latitudes y longitudes geográficas (cap. IX) y al describir el uso de la brújula para las marcaciones geográficas y levantamientos de planos topográficos (lección XII). En el vol. II (1806) dedica un largo capítulo al tema de la representación de la tierra en planos.

⁴⁷ Antillón, *Lecciones*, vol. II, 1806, pág. 61. En una nota Antillón añade que los mapas que se publicaran estarían a la venta en la Imprenta Real y en la librería de Baylo. También alude a este atlas en el vol. I, pág. 370.

una nueva y exacta carta de la América septentrional, muestra, por otra parte, que su actitud respecto a la producción de cartas no estaba muy alejada de la de Tomás López y los otros geógrafos del setecientos. Al mismo tiempo, su misma obra supone una reiterada enumeración y reconocimiento de la labor cartográfica realizada por geómetras, astrónomos, ingenieros y marinos, así como de la actividad de organismos especializados como el observatorio astronómico de San Fernando o el Depósito Hidrográfico.

De hecho Antillón se hace eco de esta situación, pues a la vez que reconoce la actividad cartográfica de estos organismos especializados se queja del escaso cultivo de la geografía en nuestro país, considerando «indudable que nunca habrá geógrafos de profesión mientras la geografía no se haga en España una ciencia como las demás carreras»⁴⁸. Pero cuando Antillón escribía estas palabras, esa profesionalización de hecho ya había comenzado, pero no para formar «geógrafos», sino para formar especialistas dedicados a la construcción de mapas. A lo largo del siglo XIX estas nuevas corporaciones de cartógrafos irían creciendo y consolidándose, a la vez que afirmando su identidad y desgajándose del antiguo tronco de la geografía.

LAS COMUNIDADES PROFESIONALES DE CARTÓGRAFOS

Las lamentaciones de Antillón sobre la falta de desarrollo geográfico y la ausencia de una «carrera» de geografía —lamentos que prueban que las quejas que hoy se oyen también en este sentido no son una novedad

⁴⁸ Antillón, *Lecciones*, vol. I, 1804, pág. 39. Vale la pena citar *in extenso* el resto de su pensamiento. Antillón añade: «pero sin grandes estímulos, sin esperanza de grandes premios se podrá propagar entre la juventud el estudio de la geografía y extender en todas las clases unos conocimientos que tanto les han de servir en la sociedad, o en los destinos a que les llevó su carrera pública. Esto se conseguirá creando muchas enseñanzas de nuestra ciencia en las universidades u establecimientos literarios del Reyno, los quales rebosando en escuelas de las ciencias que llaman *magistrales*, jamás han pensado en abrir una de geografía; y aun en estos últimos años, los autores de nuevos planes o institutos olvidaron por inexplicable ceguedad, señalar a la geografía su escuela y sus profesores, quando protegieron justamente casi todos los demás ramos de las ciencias naturales. La juventud fácilmente omite en el plan de su educación lo que no se le enseña, y fácilmente también cree ser poco útil lo que ve tan generalmente abandonado. De aquí procede la ignorancia universal aun de los mas sencillos principios de esta ciencia entre los militares y comerciantes, que son las clases que mas necesitan, ignorancia que da una idea muy poco ventajosa de nuestra cultura» (págs. 39-40).

en esta ciencia— contrastan, en efecto, con una realidad si no brillante sí al menos dinámica, en la que existen múltiples iniciativas para la creación de instituciones cartográficas y para la constitución de corporaciones profesionales de cartógrafos, tanto militares como civiles.

Todas estas iniciativas tendentes a impulsar el desarrollo y la coordinación de la cartografía española derivaban, en primer lugar, de las nuevas exigencias de la guerra y de las alteraciones políticas que se sucedieron desde el último decenio del setecientos. La guerra de la Convención, con el brusco cambio de alianzas que representaba, hizo aparecer, de pronto, al territorio metropolitano como posible campo de batalla, y planteó la necesidad de disponer de una buena cartografía de la Península para usos militares. La actividad de los ingenieros militares se intensificó a partir de aquellos años y a ellos se unieron los oficiales del Estado Mayor, creado por Godoy en marzo de 1801. Este organismo se constituyó con personal de diversa procedencia —entre ellos también ingenieros militares— y, aunque fue disuelto poco después, tuvo todavía alguna actividad durante la guerra de las Naranjas, convirtiéndose en un órgano de estudio para renovar la organización militar de España⁴⁹. Entre las funciones asignadas a este cuerpo se encuentra el levantamiento de planos topográficos y de mapas durante las campañas. Esta iniciativa culminaría en plena guerra de la Independencia con la creación por Blake del Cuerpo de Estado Mayor (1810) y del Depósito de la Guerra, organismos ambos que se convertirían en esenciales para el desarrollo de la cartografía hispana durante el siglo XIX.⁵⁰

La necesidad de coordinar la cartografía disponible se convirtió asimismo en apremiante desde la guerra de la Convención y las nuevas amenazas que poco después, con el cambio de alianzas, representó la marina inglesa para la integridad del imperio español. Sin duda hubiera sido oportuno entonces crear un gran centro que unificara la cartografía náutica y terrestre, pero las rivalidades tradicionales entre los dos ejércitos impidió —al igual que ocurrió en otros países⁵¹— esta unificación y coordinación. La marina siguió produciendo su propia cartografía, centralizándola en el Depósito Hidrográfico, del que ya hemos hablado en un capítulo anterior. Para las necesidades de la secretaría de estado y del ejército de tierra se organizó, en cambio, el Gabinete Cartográfico.

⁴⁹ Alonso Baquer, 1972, pág. 89.

⁵⁰ Ver a este respecto Alonso Baquer, 1972, págs. 146-63. En lo que se refiere a la producción cartográfica de estos oficiales puede verse el catálogo de mapas de España que posee el Servicio Geográfico del Ejército, incluido en la *Cartoteca Hispana* (Madrid, 1974).

⁵¹ Sobre lo ocurrido en Francia informa Numa Broc, 1974.

La creación de este gabinete fue en parte una iniciativa de Tomás López. En efecto, a mediados de 1795 este propuso a Godoy crear un «gabinete geográfico, anexo a su Secretaría, como lo hay en París y en Londres», y logró convertir la pensión de que gozaba su hijo Juan en un sueldo fijo de 8.000 reales, a la vez que se le encargaba la coordinación de este nuevo establecimiento, en el que él mismo actuaba con funciones de director. Tras la grave enfermedad de Tomás Mauricio López, Godoy «tuvo por conveniente que se le admitiese en los trabajos de dicho gabinete», en donde desde entonces asistió «con su hermano sin sueldo fijo alguno», según escribía Tomás López en carta a Urquijo en mayo de 1799. En esta misma carta se puede comprobar que el nuevo organismo tardaba en funcionar, ya que se firma que «entretanto que llega el tiempo de la abertura de este Gabinete y se le imponen las leyes para su mejor gobierno, sería oportuno crear las plazas de individuos que han de componer, arreglados los sueldos a los que tiene el primer Archivero del Estado, el segundo, tercer, etc. para dar con ese incentivo fuego y vigor a un establecimiento digno de la atención de V. E. [Urquijo], que por otra parte le hará mucho honor»⁵².

El Gabinete Cartográfico se fue formando teniendo como base la colección de mapas de la secretaria de estado y se engrosó con las colecciones que se ordenaron reunir a las embajadas de España en el extranjero. Entre las colecciones formadas se encuentra la enviada desde París por Fernando Magallón, siendo encargado también de acopiar fondos para el gabinete el capitán de navío José Mendoza durante su misión en Londres⁵³. Además de los López intervinieron asimismo, más tarde, en las tareas de organización y dirección del gabinete, Manuel Abella, José Narciso de Aparicio y Sebastián Miñano⁵⁴. Cuando con la invasión francesa el gobierno, las cortes y los ejércitos españoles se vieron privados de la documentación cartográfica reunida en Madrid, y ante la urgencia de contar con mapas fiables, el teniente general Joaquín Blake, primer regente del reino, propuso la creación del Depósito de la Guerra, como organismo de recopilación de datos y archivo de mapas y planos a disposición de las cortes, del gobierno y del estado mayor, depósito que

⁵² Tomás López, en carta a Urquijo, reproducida en Marcel, 1909, págs. 188-89.

⁵³ Ver sobre todo ello López Sánchez, 1926 y Reparaz, 1943, págs. 107-108. En esta empresa los López contaron con el decidido apoyo de Godoy, el cual alude en sus *Memorias* a Tomás como «mi amigo muy especial». Godoy, ed., 1956, vol. I, pág. 208.

⁵⁴ Reparaz, 1943, pág. 108. Este autor indica que en la época de Fernando VII fue cesado Miñano, quedando el Gabinete en estado de abandono. En 1844 el ministro Alejandro Mon ordenó su reorganización. Hacia 1925 los fondos pasaron a la Biblioteca Nacional.

luego se integraría con el archivo general de ingenieros cuando acabada la guerra Blake fue nombrado Ingeniero General⁵⁵.

Pero las demandas de una buena cartografía eran también fuertes fuera del ámbito militar, por razones administrativas o económicas. La necesidad de disponer de un buen mapa general de España y las críticas a la labor realizada en este sentido por el geógrafo oficial Tomás López hizo ver la necesidad de organizar un cuerpo específico de profesionales capacitados para llevar a cabo la empresa en un plazo breve. Esta idea se encuentra en la base de la creación en agosto de 1796 del Cuerpo de Ingenieros Cosmógrafos de Estado, inspirado en parte en el de Ingenieros Geógrafos de Francia⁵⁶, reformado por Napoleón para que pudieran integrarse en él los alumnos de la Escuela Politécnica. El cuerpo se constituyó para el estudio y cultivo de la astronomía y su aplicación a la geografía y estaba integrado por un director, seis profesores, cuatro sustitutos y doce aspirantes alumnos⁵⁷. Estaba constituido esencialmente por astrónomos, matemáticos y geodestas, y debía tener a su cargo el observatorio de Madrid, estableciéndose un plan de estudios que constaba de aritmética, análisis finita y geometría; cálculo infinitesimal y mecánica sublime; trigonometría plana y esférica; óptica general; astronomía sintética; astronomía práctica; formación de cartas geográficas y geométricas; meteorología y sus aplicaciones; hidrostática e hidráulica; astronomía física; diseño y formación de planos y observación astronómica. Su primer director fue Salvador Jiménez Coronado⁵⁸, sustituido más tarde por el astrónomo y matemático José Chaix (1766-1811), que intervino en 1792-98 en los trabajos que bajo la dirección de J. B. Delambre y de P. F. Mechain se realizaron para medir nuevamente el meridiano de

⁵⁵ Alonso Baquer, 1972, pág. 87. Blake estimuló desde ese último puesto la realización de un mapa de la frontera con Francia a partir de la documentación existente.

⁵⁶ Ver sobre él Taton, 1964.

⁵⁷ *Ordenanzas*, 1796. En Godoy, *Memorias*, ed. 1956, vol. I, pág. 203.

⁵⁸ Godoy, *Memorias*, ed. 1956, vol. I, pág. 203. Los astrónomos del cuerpo estaban encargados de formar efemérides astronómicas, médicas y agronómicas, en colaboración con el director de la Clínica Veterinaria y el intendente del Jardín Botánico. Godoy afirma que se les confió también «la estadística completa de la España, proyecto tantas veces concebido y malogrado entre nosotros»; la revolución de Aranjuez y la guerra «pusieron fin a estas sabias tareas, que en pocos años mas habrían bastado para formar un cuerpo luminoso de geografía física, matemática y civil de todo el reino». Godoy alude también como precedente del cuerpo a la creación en 1794 de un taller de instrumentos astronómicos y físicos agregado al Real Observatorio, con enseñanza pública de geometría, astronomía y física, de las cuales se encargó José Radón, que redactó para este fin unos *Tratados de matemáticas* (Radón, 1974-77). Las lecciones estaban «dispuestas de forma que puedan ser útiles hasta cierto punto para toda clase de personas, principalmente para aquellas que quieren saber con fundamento la geografía; pero los que hayan de continuar y se propongan seguir el estudio de la astronomía será indispensable hayan estudiado la trigonometría y la mecánica» (Godoy, ed. 1956, vol. I, págs. 207-208).

París prolongándolo hasta Barcelona y luego, bajo la dirección de Biot y Arago, hasta Baleares⁵⁹. Entre los científicos ligados al Cuerpo de Ingenieros Cosmógrafos hay que citar también a José Garriga (nacido en 1765), personaje de formación e intereses diversos que fue director de la cátedra de astronomía sintética del instituto hacia 1801 y autor de la *Uranografía o descripción del cielo* (1793)⁶⁰.

La creación de este cuerpo suponía una competencia para el de ingenieros militares⁶¹, por lo que hay que suponer que su desaparición en 1804 se debió en buena parte precisamente a presiones de estos. A pesar de todo las bases estaban ya echadas y la iniciativa de crear un cuerpo específico de profesionales dedicados a geodesia, topografía y cartografía para usos civiles se prolongaría tras la guerra de la Independencia con las diversas comisiones y organismos que se fueron fundando para la realización definitiva del mapa de España, y culminaría decenios más tarde con la creación del Instituto Geográfico y Estadístico (1870) y la organización del Cuerpo de Topógrafos y del Cuerpo de Geodestas (1877)⁶², refundidos posteriormente en el Cuerpo de Ingenieros Geógrafos (1900)⁶³. Serían estas nuevas corporaciones las que llevarían a cabo la realización del *Mapa Topográfico Nacional*, a la vez que los geólogos comenzaban a levantar sistemáticamente la cartografía geológica del territorio nacional. La evolución es parecida en otros países europeos, con matices que no podemos ahora destacar. Pero con ello los geógrafos, los que continuaban la línea tradicional, perdían una parte de sus antiguas funciones y la geografía una parte de su contenido. Cuando la

⁵⁹ Ver sobre todo ello Moreu Rey, 1956; y Vernet, 1976, págs. 165-69. Chaix fue autor de las *Instituciones del cálculo diferencial e integral, con sus aplicaciones a las matemáticas puras y mixtas* (Madrid, 1801, 264 págs.), de una *Memoria sobre un nuevo método general para transformar en series las funciones trascendentales, precedido de otro método particular para las funciones logarítmicas y exponenciales* (1807) y de *Observaciones astronómicas* publicadas en el vol. VI de los «Anales de Ciencias Naturales», 1803). Cuando Alejandro de Humboldt pasó por Barcelona en 1799 Chaix se encontraba allí, y mantuvo estrecha relación con el naturalista alemán, con el que realizó observaciones e intercambió experiencias (Beck, 1971, págs. 133, 139 y 141). Fue también profesor de la Inspección General de Caminos.

⁶⁰ Referencias en Alonso Baquer, 1972, pág. 47. Sobre sus observaciones meteorológicas, Antillón, 1804, vol. I, págs. 154 y 214. Valoración de la *Uranografía* en Gavira, 1932, pág. 33.

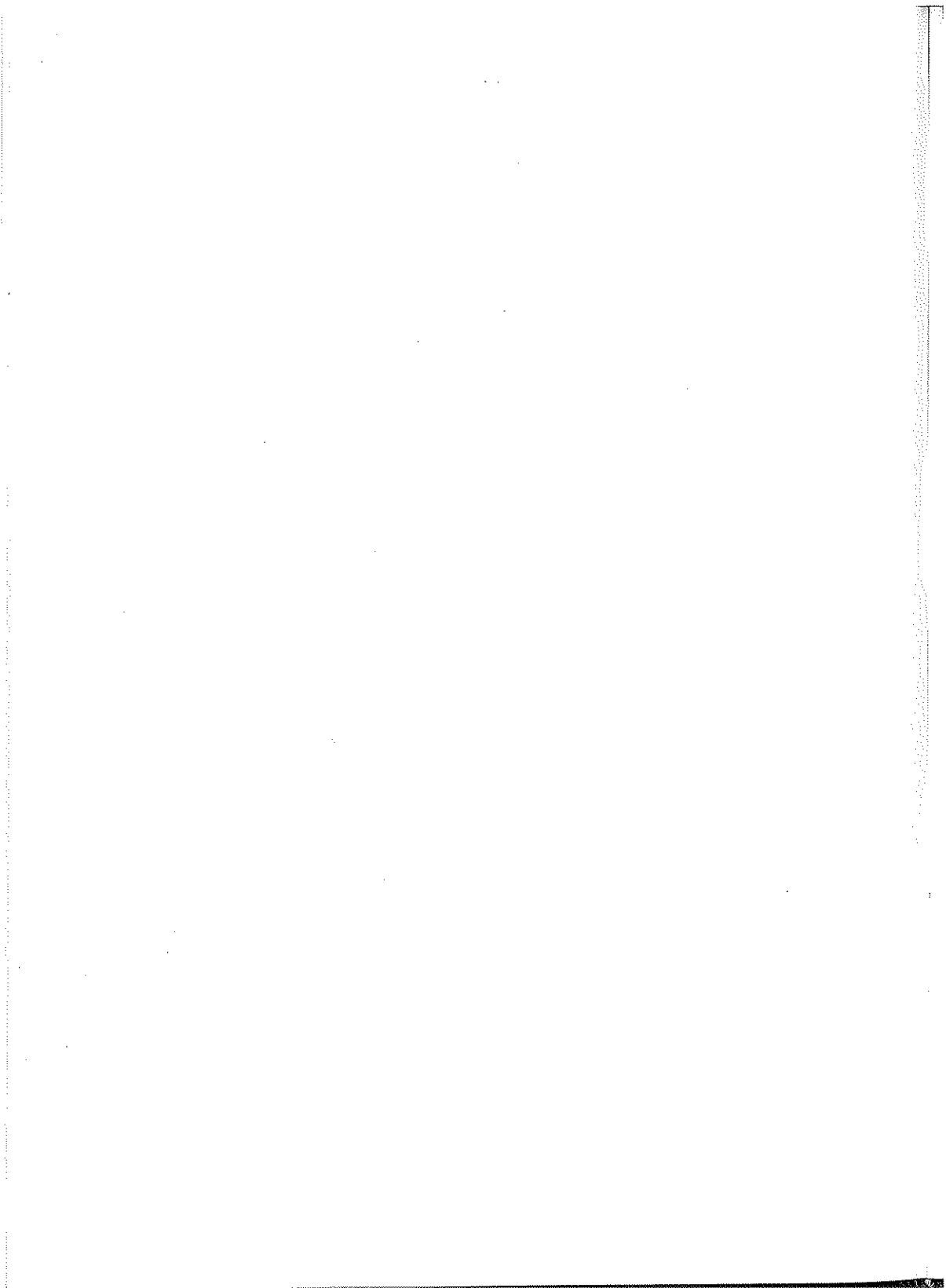
⁶¹ Alonso Baquer (1972, pág. 103) afirma que su creación «desconcertó» a los ingenieros militares.

⁶² Organizados por las disposiciones del Reglamento del Instituto Geográfico y Estadístico de 27 de abril de 1877. Eran de su competencia las triangulaciones geodésicas y tipográficas, el levantamiento de planos para la formación del Mapa de España, el catastro y su conservación; el Cuerpo de Geodestas lo constituían, en un primer momento, los funcionarios técnicos pertenecientes a los cuerpos de artillería, ingenieros y estado mayor del ejército, e ingenieros de caminos, de canales y de montes, que estaban adscritos al Instituto Geográfico y Estadístico para los trabajos geodésicos como empleados del mismo.

⁶³ Creado por Real Decreto de 9 de abril de 1900, por el que se refundían en ese nuevo cuerpo los antiguos de topógrafos y de geodestas. El decreto de organización es de 6 de octubre de 1901.

geografía contemporánea se desarrolle a partir de la segunda mitad del siglo XIX, por razones esencialmente pedagógicas⁶⁴, la cartografía será ya una ciencia independiente, con una comunidad técnica y profesional bien estructurada, y la geografía se convertirá en una disciplina nueva a partir de la definición de unos problemas-clave que sólo parcialmente coinciden con los temas que había abordado en el pasado.

⁶⁴ Capel, 1977. He realizado el estudio de dicha evolución en la obra *Filosofía y ciencia en la geografía contemporánea*, Barcanova, Barcelona, 1981.



Bibliografía

OBRAS ANTIGUAS

Citamos aquí las fuentes primarias, en general obras publicadas hasta 1814 (o posteriormente si el autor posee obras anteriores a esa fecha). Indicamos en cada caso el lugar donde se han consultado cuando se trata de bibliotecas públicas, y en el caso de obras que no se han podido consultar, la fuente de donde procede la referencia.

RELACIÓN DE BIBLIOTECAS

ACA	Archivo de la Corona de Aragón, Barcelona
AHMB	Archivo Histórico Municipal, Barcelona
BCC	Biblioteca de Cataluña, Barcelona
F.Bon	Folleros Bonsons
BJOB	Biblioteca de la Jefatura de Obras de la Comandancia de Ingenieros, Gobierno Militar, Barcelona
BDGUB	Biblioteca Departamento de Geografía Universidad de Barcelona
BMMB	Biblioteca Museo Militar, Barcelona
BMPM	Biblioteca March, Palma de Mallorca
BN	Biblioteca Nacional, Madrid
BNP	Biblioteque Nationale, Paris
BUB	Biblioteca Universidad de Barcelona
BUM	Biblioteca Universidad de Murcia
BUV	Biblioteca Universidad de Valencia
BUVA	Biblioteca Universidad de Valladolid
BRACB	Biblioteca Real Academia de Ciencias de Barcelona
SGE	Servicio Geográfico del Ejército, Madrid

- Academie Royale des Sciences, *De la Grandeur et de la Figure de la Terre, A suite des Memoires de l'Academie Royale des Sciences. Année MDCCXVIII*, A Paris, De l'Imprimerie Royale, 1720, 306 páginas, BUB.
- Aefferden, Francisco de, *El Atlas Abreviado, o compendiosa Geografía del Mundo Antiguo, y Nuevo, ilustrada con quarenta y dos Mapas. La dedica al Atlante católico D. Carlos II: El Rey Nuestro Señor, que lo es de Ambos Mundos*. D. —, Doctor en ambos Derechos, Preposito y Primera Dignidad del Obispado de Brujas, Protonotario y Juez Apostólico de esta Nunciatura, Capellan de Honor de Su Magestad. En Amberes Por Juan Duren, Año 1696, 128 págs. + 132 de tablas. BUB.
- Aguirre, Manuel, *Indagación y reflexiones sobre la geografía con algunas noticias previas e indispensables, por el Teniente Coronel D. —, Sargento Mayor del Regimiento de Caballería de Borbon e individuo B.L. de la Real Sociedad Vascongada de los Amigos del País, Madrid*. Por D. Joachim Ibarra, Impresor de Camara de S.M., 1782, 340 págs. BNM, BMMB. (Reedición, Universidad de Barcelona, 1981.)
- Alcalá-Galiano, Dionisio, *Memoria sobre el calculo de la Latitud del lugar por dos alturas del Sol*. Por D. —, Capitan de Navio de la Real Armada, Madrid. En la imprenta de la Viuda de Ibarra, 1975, 51 págs. BUB.
- Alcalá-Galiano, Dionisio, *Memoria sobre las observaciones de Latitud y Longitud en el Mar*. D. —, Capitan de Navio de la Real Armada (Madrid). En la Imprenta de la Viuda de D. Joachin Ibarra, 1796, 85 págs. BCC.
- Alcalá-Galiano, Dionisio, *Sobre el calculo trigonometrico en la altura de las montañas*. «Memorias de Depósito Hidrográfico». Madrid, núm. 2, Apéndice II, págs. 183-89. (Fernández Navarrete, 1851, I, 373.)
- Alcázar, Bartholomé, *Vida, Virtudes y Milagros de San Julian, Segundo Obispo de Cuenca*. Escriviala el Padre — de la Compañía de Jesus, de orden del Ilmo. y Rmo. Señor D. Antonio de San Martin, Obispo de Cuenca, del Consejo de Su Magestad, etc. Que la dedica a la S.C.R.M. de la Reyna Madre Nuestra Señora D. Mariana de Austria, Serenissima Reyna de las Españas. Con Privilegio. En Madrid: Por Juan Garcia Infanzon, Año de 1692, 481 págs. + Indices. BCC.
- Alcázar, Bartholomé, *Crono-Historia de la Compañía de Jesus en la Provincia de Toledo, y elogio de sus varones ilustres, fundadores, bienhechores, fautores e hijos espirituales*, Madrid, Por Juan Garcia Infanzon, 1710, 2 vols. (Palau)
- Álvarez, Gaspar, S.J., *Elementos geométricos de Euclides, dispuestos en methodo breve y fácil para mayor comodidad de los aficionados y uso del Real Seminario de Nobles*. Su autor el Padre — de la Compañía de Jesús. En Madrid: En la oficina de la Calle Angosta de San Bernardo. Año 1739, 12 h + 184 páginas, 4 láms.
- Antillón, Isidoro de, *Lecciones de Geografía Astronómica Natural y Política*, escritas por orden de S.M., para uso principalmente del Real Seminario de Nobles de Madrid por el Dr. D. —, Madrid, Imprenta Real, tomo I, 1804, 400 págs.; tomo II, 1806, 302 págs.
- Antillón, Isidoro de, *Principios de Geografía física y Civil*, Madrid, 1807, 136 págs.
- Antillón, Isidoro de, *Elementos de la Geografía Astronómica natural y política de España y Portugal*, Madrid, 1808, 254 págs.; 2.ª ed. corregida y aumentada, Valencia 1815, 485 págs. (Reparaz, 1943, 118.)
- Antillón, Isidoro de, *Elementos de la Geografía Astronómica Natural y Política de España y Portugal*. Por el Señor D. —, Tercera edición, Madrid, En la Imprenta de León Amarita, 1824, LIX + 440 págs. BUB.
- Antillón, Isidoro de, *Memoria sobre los nuevos descubrimientos y observaciones astronómicas que pueden facilitar la construcción de una nueva y exacta carta de la América septentrional, leída en la Real Academia de la Historia* por D. Isidoro de Antillón, 1801 (Fernandez Duro, 1900, VIII, 441).
- Antillón, Isidoro de, traductor de Bonne, *Idea de la esfera...*, 1806.
- Aparicio, Joseph, *Descripción y Planta del Principado de Cataluña echa por Joseph Aparicio Mercadel, cuyo Mapa está escrito aparte de su mano, habiendo visto y medido todo lo que en ella se halla trabajado*. 1708. Véase Llobet, 1946.
- Aparicio, Joseph, *Descripción del Principado de Cataluña*, por Joseph Aparicio Mercadel de Barcelona, Natural de Caldes de Monbuy (1714). Véase Llobet, 1946.
- Aparicio, Joseph, *Nueva descripción geographica del Principado de Cataluña*. Al Rey Nuestro Señor. En Barcelona en casa de Juan Pablo Marti, Libroero de la Plaza de San Jaime, 1720 (Esc. Aprox. 1:212.000 130 x 120 cm. Gravador: Antonius Sabater Barcinone) (F.C.E., II, 5).
- Aparicio, Joseph, *Nueva Descripción Geográfica del Principado de Cataluña, dedícase en 1720... al Rey Don Felipe V por el Autor D. —, Su Geografo. Dase esta vez al Público, añadidos algunos lugares el presente año de 1769*. Mapa de 1 hoja.
- Archer, Miguel, *Lecciones náuticas explicadas en el Museo Mathemático de el M.N. y M.L. Señorío de Vizcaya, Noble Villa de Bilbao y su ilustre Casa de Contratación*. Bilbao, Antonio de Egusguiza, 1756 (Fernández Navarrete, 1851, II, 484-85).

- Arias, Joseph, *Manifiesto Astrológico del verdadero Rey de España, fundado en la Constitución Universal de la presente Magna Conjunción; y en la de tres Eclipses visibles de este año 1706. Compuesto por Fr. Joseph Arias Minorita. No reconoce la Esfera constitución mas poderosa que la de una Conjunción.* Con Licencia Barcelona: Por Rafael Figueró Impresor del Rey Nuestro Señor, Año 1706, 4 h. BCC. (F. Bon, 5720.)
- Arias Miravete, Fray José, *Náutica disciplina. Plantea la navegación del oceano por su ancho golfo en seis lecciones que dedica a los que la enseñan.* Murcia, Por Felipe Diaz Cayuelas, 1748 (Fernández Navarrete, 1851, II, 47).
- Arias Miravete, Fray José, *Las más preciosas Margarita del Oceano en cuyo fondo brilla a giro un fijo punto; unión del Instituto Cosmográfico; perla verdadera que identifica el de una científica náutica, que manifiesta el uso práctico de la brujula, hasta hoy mal entendida, y la insigne chimera de la dicha brujula en la carta sobre línea paralela: delineación repugnante a la que con toda natural verdad constituye la brújula,* Madrid, Antonio Marín, 1739 (Fernández Navarrete, 1851, II, 47).
- Ávila, Ventura de, *Regla General para medir qualquiera pieza de Tierra, Heredad, Estanque, Partida, Término, o Corregimiento; repartida en quatro lecciones...* Por Don Ventura de Ávila, Ex-Académico de la Real Academia Militar de Matemáticas establecida en Barcelona y Geometra de Su Mag. En Barcelona: Por Francisco Suriá y Burgada, Impresor Calle de la Paja (s.a.) 70 págs. BCC.
- Ávila, Ventura de, *Reglas generales de la Aritmética numérica,* Zaragoza, 1780, 40 (Palau).
- Ávila, Ventura de, *Elementos de Álgebra,* Barcelona, Fco. Suriá y Burgada, 1790, 8^o, 107 págs. (Palau).
- Azara, Felix de, *Voyages dans l'Amérique Méridionale. Par D. —, Collection de Planches,* Paris, Dentu, Imprimeur-Libraire, 1809, 35 láms. (correspondientes a los 4 vols. de la Obra). BCC.
- Azara, Felix de, *Viajes por la América Meridional,* Traducidos del francés por Francisco de las Barras de Aragón, Edición revisada por J. Dantín Cereceda, Madrid, Espasa-Calpe, 1923, 2 vols.; nuevas ediciones, 1941, 2 vols.; 1969, 1 vol.
- Azara, Felix de, *Geografía Física y Esférica de las Provincias del Paraguay y Misiones Guaraníes. Compuesta por D. —, Capitán de Navío de la Real Armada en la Asunción del Paraguay. Año de MDCCXC, (Manuscrito en la Biblioteca Nacional de Montevideo),* Bibliografía, Prólogo y Anotaciones por Rodolfo R. Schuller, Anales del Museo Nacional de Montevideo, Sección Histórico-Filosófica, Tomo I, Montevideo, 1904, CXXXII + 478 págs., 10 láms., 6 mapas. BCC, BUB, BDGUB.
- Azara, Felix de, *Descripción e Historia del Paraguay y del Rio de la Plata,* Obra postuma de D. —, la publica su sobrino y heredero del Señor D. Agustín de Azara bajo la dirección de D. Basilio Sebastian Castellano de Losada, Madrid, 1847, 2 vols.
- Azara, Felix de, *Descripción e Historia del Paraguay y del Rio de la Plata,* Nota preliminar sobre Mitre y Azara por Julio César González, Buenos Aires, editorial Bajel, 1943, 384 págs. (1.^a ed. española 1847). BCC.
- Bails, Benito, *Elementos de Matemáticas.* Por D. —, Director de Matemáticas de la Real Academia de San Fernando, Individuo de las Reales Academias de la Historia y de la de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona. Madrid. Por D. Joaquín Ibarra Impresor de Cámara de S.M. y de la Real Academia 1779-1783, 10 tomos en 11 vols., 2.^a Ed. 1793-94, 3.^a Edición 1804-1816, vol. I. *Aritmética*; II, *Algebra*; III, *Secciones cónicas*; IV, *Dinámica y Estática*; V, *Hidrodinámica*; VI, *Optica*; VII, *Elementos de Astronomía*; VIII, *Astronomía física*; IX, *Arquitectura civil y Arquitectura Hidráulica* (2 vols.); X, *Tablas de logaritmos.* BCC.
- Bails, Benito, *Principios de matemáticas, donde se enseña la especulativa, con su aplicación a la dinámica, hidrodinámica, óptica, astronomía, geografía, gnómica, arquitectura, perspectiva y al calendario,* Madrid, 1776, 3 vols. BUVA.
- Bails, Benito, *Elogio de Jorge Juan, en Elementos de Matemáticas,* vol. I, págs. XLIII-LVI. BCC.
- Baillly, *Lettres sur l'origine des sciences, et sur celle des Peuples de l'Asie, Adressées a M. de Voltaire par M. de Baillly et précédés de quelques Lettres de M. de Voltaire à l'Auteur.* A Londres, Cher M. Elmesly, et Paris, chez De Bure, l'ainé 1777, 348 págs. BUB.
- Barreda, Francisco de, *Extracto en forma de diálogos, para la más pronta educación de los colegiales de San Telmo de Sevilla, sobre la Aritmética, Geometría y Trigonometría plana y esférica.* (Méndez Bejarano, 1922, I, 60).
- Barreda, Francisco de, *Conferencias náuticas sobre los Globos celeste y teraqueo.* (Méndez Bejarano, 1922, I, 60.)
- Barreda, Francisco de, *El marinero instruido en el arte de navegación especulativo, y práctico, según se enseña en el Real Seminario del Sr. San Telmo de Sevilla,* Sevilla, 1766, 411 + 43 págs. 7 láms. y 50 figs. (Palau).
- Barreda, Francisco de, *El Marinero instruido en el Arte de Navegar especulativo y práctico, que para la enseñanza de los Colegiales del Real Seminario de San Telmo,* Dispuso D. —, Colegial que fue en él y actual Maestro de la expresada Facultad, Piloto Principal de la Carrera de las Indias, y Capitular de la

- Universidad de Mareantes, con voto igual en todas las Juntas al de los Señores Diputados de ellas, y del referido Real Colegio: y dedica al Sr. San Pedro Gonzalez Telmo Singular Patron de los Navegantes, Segunda Impresión, Sevilla. En la oficina de Vazquez, Hidalgo y Compañía Impresores de dicho Real Seminario. Año de 1786, 336 págs. + tablas, índices y lams. BCC.
- Barreda, Francisco de, *El Marino instruido*. Tercera impresión. Reimpreso en Cádiz en la Imprenta de D. Josef Niel, 1796, 336 + 46 págs. (Palau).
- Barreda, Francisco de, *El Arithmético inferior, especulativo y practico, dispuesto a la enseñanza de los Colegiales del Real Seminario de San Telmo, extra-muros de la Ciudad de Sevilla*, Por D. —, Colegial que fue en dicho Real Seminario, Piloto principal examinado de la carrera de Indias, Capitul de la Universidad de Mareantes y Maestro de la Facultad Náutica y demás que se enseñan en dicho Real Colegio. Dedicado a María Santísima... (Sevilla) Año de 1770, 384 págs. BCC.
- Barreda, Francisco de, *Puntual, verídica, topographica descripción del famoso Puerto y Ciudad de San Christoval de la Havana, en la isla de Cuba, una de las de Barlovento, en que se refiere al número de vecinos que Comprehende, Parroquias, Conventos, Hospitales, y Colegios, Castillos, Fuertes, Tropa, Municiones, y otras particularidades dignas de su mayor atención*. Por D. —, Colegial que fue en el Real Seminario de San Telmo extramuros de esta Ciudad de Sevilla, Piloto Principal de Altura en la navegación de la Carrera de Indias, por el Sr. A. Francisco Cumplido, Gefe de Esquadra de la Real Armada y Comandante en Gefe del Cuerpo de Pilotos y primer Maestro de las Facultades Mathemáticas que se enseñan en dicho Real Colegio. Sevilla, Joseph Navarro y Armijo (s.a.), 20 págs. (Aguilar, 1974).
- Bauza, Felipe, *Discurso sobre el estado de la geografía de la América meridional, leído en la Real Academia de la Historia en 24 de Julio de 1807 por D. Felipe Bauzá, capitán de fragata de la real Armada, socio de mérito de la real Sociedad Económica Matritense y corresponsal de la Marítima militar y geográfica de Lisboa, con motivo de tomar posesión de su plaza de académico supernumerario*. Manuscrito original en la misma Academia. Discursos académicos, vol. III, E. 178 (Fernandez Duro, 1900-1903, VII, 414).
- Benavente, Miguel, *Elementos de toda la Arquitectura civil*, Madrid, 1765 (Palau).
- Blancas, Pedro Antonio de, *Ephemerides al Meridiano de Cordova*, Sevilla, Juan de la Puerta, 1700, 495 págs. BUMU.
- Bonne, R., *Recueil des Cartes sur la Géographie ancienne*. par Mr. —, Ingenieur hydrographe de la Marine. A Paris, Chez Latrêre Graveur ordinaire du Roy, de Mgr. le Duc d'Orleans et de la Ville, Burdeos, 1783. BCC.
- Bonne, R., *Idea de la Esfera, o principios de Geografía astronómica*, por Mr. Bonne, Traducida del francés con notas por D. Isidoro de Antillón, Madrid, Fuentenebro y Cia, 1806, 68 págs., 1 lám. (Palau).
- Bonne, R., *Idea de la Esfera o Principios de Geografía astronómica*. Por Mr. —, Obra traducida del francés, mejorada con algunas notas y arreglada al Meridiano de Madrid. Por D. Isidoro de Antillón. Segunda edición corregida y aumentada, Palma en Mallorca. Imprenta de Miguel Domingo, 1812, 76 págs. BCC.
- Bonne, R. y N. Desmarests, *Atlas Encyclopedique, contenant la Géographie ancienne, et quelques cartes sur la Géographie du Moyen age, la Géographie moderne et les cartes relatives a la Géographie Physique*. Par M. Bonne, Ingenieur-Hydrographe de la Marine; et M. Desmarests, de l'Academie Royale des Sciences, pour les Cartes de la Géographie Physique. A Paris, Hotel de Thon, rue des Poitevins, 1787-88. BCC.
- Bonne, R. y Desmarests, N., *Atlas Encyclopedique, contenant la Geographie ancienne et quelques cartes sur la Geographie du Moyen Age, la Geographie moderne et les cartes relatives à la Géographie Physique*. Par M. Bonne, Ingenieur-Hydrographe de la Marine; et par M. Desmarests, de l'Academie Royale des Sciences, pour les cartes de Geographie Physique. A. Padoue, 1789-90, 3 vols. BCC.
- Bordazar de Artazu, Antonio, *Proporción de Monedas, Pesos i Medidas, Con Principios Practicos de Arithmética, i Geometría, para su uso*. Por D. —, en Valencia. En la Imprenta del Autor, año de 1736, 176 págs. BUV.
- Bordazar de Artazu, Antonio, *Idea de una Academia Matemática dirigida al Serenísimo Señor D. Felipe Infante de España*, Valencia, 1739. Reimpresión: Madrid, 1740. (Palau.)
- Bodazar de Artazu, Antonio, *Discurso Matemático-geográfico en asunto de investigar la lengua española, o idea de medidas de longitud* (Fernandez de Navarrete, 1851, I, 112-14).
- Bordazar de Artazu, Antonio, *Parecer de un matemático valenciano sobre el cometa que se ha dejado ver en las noches de Enero y Febrero deste año* (1744) (Menéndez Pelayo, 1954, III, 227).
- Bougainville, *Voyage autour du Monde, par la Frégate du Roi La Boudause, et la Flûte L'Etoile; en 1766, 1767, 1768 et 1769*. A Paris, Chez Saillant et Nyon, Libraires, rue S. Jean-de-Beauvais. De l'Imprimerie de Le Breton, premier Imprimeur Ordinaire du Roi. MDCCLXXI. Avec Approbation et Privilège du Roi (1771). 34 + 420 págs. BUB.
- Bouguer, Pierre, *La Figure de la Terre, Déterminée par les Observations de Messieurs Bouguer, et De la Condamine, de l'Academie Royale des Sciences, envoyés par ordre du Roy au Perou, pour observer aux environs de l'Equateur, Avec una Relation abregée de ce Voyage, qui contient la description du Pays*

- dans lequel les Operations ont été faites. Par M. Bouguer. A Paris, Chez Charles Antoine Jombert, Libraire du Roy 1749, CX + 394 págs., 7 láms. BCC.
- Bouguer, Pierre, *Nouveau Traité de Navigation, contenant la Theorie et la Pratique du Pilotage*. Par M. —, de l'Academie Royale des Sciences... Revu et Abregé par M. l'Abbé De la Caille, de la même Academie Royale Nouvelle Edition, A. Paris Chez la Veuve Dessaint 1781, 350 págs. + láms. y tablas. BCC.
- Buache, Philippe, *Mémoires sur l'Amerique et sur l'Afrique, donnés au mois d'avril 1752*, (s.l. s.f.), 58 págs. BNP.
- Buache, Philippe, *Considerations géographiques et physiques sur les nouvelles decouvertes au nord de la Grande Mer appelée vulgairement la Mer du Sud, avec des cartes qui y sont relatives*. Par —, Premier Geographe de Sa Majeste et de l'Academie Royale des Sciences, Paris (Desaint et Saillant), 1753, 158 págs. BNP.
- Buache, Philippe, *Memoire sur les differentes idees qu'on a eues de la traversée de la mer glaciale arctique et sur les communications ou jonctions qu'on a supposées entre diverses rivieres*. Par M. Buache. (Memoires de Mathematique et de Physique tirées des registres de l'Academie royale des sciences de l'annee 1754), 18 págs. BNP.
- Buache, Philippe, *Considerations Geographiques et Physiques sur les Nouvelles Découvertes au Nord-Est de l'Asie et au Nord-Ouest de l'Amerique, Avec les Memoires relatifs, Presentees à l'Academie Royale des Sciences*. par Phil. Buache, Premier Géographe du Roi et de la même Academie. A Paris Chez Dezanche, sucesseur des Sieurs Del'Isle et Buache Premiers Geographes du Roi. Et chargé de l'Entrepôt General des Cartes de la Marine de Sa Majesté. Publié sous le Privilege de l'Academie Royale des Sciences et avec Privilege du Roi du 15 Novembre 1781, in fol. (Son los mapas de De l'Isle, 1752). BNP.
- Busching, *El imperio de Osman, comunmente llamado Otomano, o la Turquía Europea*, Trad. del alemán por Juan López, Madrid. En la Imprenta Real, 1785, 199 págs.
- Byron, *Viaje del Comandante Byron al rededor del Mundo, hecho ultimamente de orden del Almirantazgo de Inglaterra: en el qual se da noticia de varios Países, de las costumbres de sus Habitantes, de las Plantas, y Animales estraños que se crian en ellos, juntamente con una Descripción muy circunstanciada del Estrecho de Magallanes, y de cierta Nación de Gigantes, llamados Patagones, con una lamina fina que los representa etc. Traducido del Ingles, e ilustrado con notas sobre muchos puntos de Geographia, de Physica, de Botánica, de Historia Natural, de Comercio, etc. y con un nuevo Mapa del Estrecho. Por el Doct. Don Casimiro de Ortega, de la Sociedad Botánica de Florencia, y de la Real Academia Médica de Madrid etc. Segunda Edición, en que se añade el Resumen Histórico del Viaje emprendido por Magallanes y concluido por el capitán Español Juan Sebastian del Cano*. En Madrid: En la Imprenta Real de la Gazeta. Año de 1769, 170 + 55 págs. BUB.
- Canellas, Fr. Agustín, *Proyecto sobre una medida universal, sacada de la Naturaleza*, Barcelona, Suria y Burgada, 1803. (Palau.)
- Canellas, Fr. Agustín, *Elementos de astronomía náutica escritos para utilidad de los que se dedican al estudio de la navegación científica*, Barcelona, 1816, 2 vols. BCC.
- Cano y Olmedilla, Juan de la Cruz, *Mapa Maritimo del Estrecho de Magallanes. Dedicado al Ilmo. Sr. Don Pedro Rodriguez Campomanes, Fiscal del Consejo y Camara, Director de la Real Academia de la Historia y justissimo Apreciador de las Artes y Ciencias Utiles. Por el Doctor Don Casimiro Ortega. Promovedor de esta Obra, Que Gravó y Construyó El Geographo D. —, Pensionista de S.M.C. y Academico en la Real de S. Fernando, sirviendose de varias Memorias y Relaciones de Viajes, assi impressas como manuscritas, especialmente las de Sarmiento*. Año 1769, 1 hoja (incluido en Byron, 1769). BUB.
- Cano y Olmedilla, Juan de la Cruz, *Mapa de la Africa y especialmente de la Numidia antigua, acomodado á la guerra de Yugurta, según Salustio*. Delineado y grabado por don Juan de la Cruz, geógrafo pensionado de S.M., de la Real Academia de San Fernando. Año 1772. (Fdez. Duro, 1900, VII, 446.)
- Cano y Olmedilla, Juan de la Cruz, *Mapa Geográfico de América meridional, Dispuesto y Gravado por D. —, Geogro. Pnsndo. de S.M. individuo de la Real Academia de S. Fernando y de la Sociedad Bascongada de los Amigos del País, teniendo presentes varios Mapas y noticias originales con arreglo á observaciones astronómicas*, Año de 1775. SGE.
- Cano y Olmedilla, Juan de la Cruz, *Colección de trajes de España, tanto antiguos como modernos, que comprenden todos los de sus dominios: contiene 86 láminas dispuestas y grabadas algunas en agua fuerte*. Por D. —, Madrid, 1777 (otras ediciones poseen distinto n.º de láminas), gran fol. (Reeditada en Ediciones Turner, Madrid, 1980.)
- Capmany y Montpalau, Antonio de, *Descripción Política de las Soberanias de Europa. Contiene un Estado Geográfico, Histórico y económico de todos los Imperios, Reynos, Repúblicas y demás Estados soberanos que existen actualmente en esta parte del Mundo, con la noticia de la fundación, constitución, política, población, títulos y fuerzas de cada uno de ellos*. Por D. —, Madrid. En la oficina de D. Miguel Escribano. A costa de la Real Compañía de Impresores y Libreros, 1786, 494 págs. BUB, BCC.

- Cardenas Cano, Gabriel de, *Ensayo Cronológico, para la Historia General de la Florida. Contiene los descubrimientos y principales sucesos acaecidos en este Gran Reino a los Españoles, Franceses, Suecos, Dinamarqueses, Ingleses y otras Naciones entre si y con los Indios: cuias Costumbres, Genios, Idolatria, Gobierno, Batallas, y Astucias, se refieren: y los Viages de algunos capitanes y Pilotos, por el Mar de el Norte, a buscar Paso a Oriente, o Unión de aquella Tierra con Asia. Desde el año de 1512, que descubrió la Florida Juan Ponce de León, hasta el de 1722.* Escrito por D. —, Dedicado al Principe Nuestro Señor. En Madrid, En la oficina Real y a costa de Nicolas Rodriguez Franco, Impresor de Libros. Año de 1723, 20 + 366 + 28 págs. BUB. (Cardenas es el seudónimo de Andrés González Barcia.)
- Casas, José Santiago, *Relox Universal de pendola, y en él nueva idea de la estructura del Universo. Se declara la colocación del globo terraqueo y su movimiento de oscilación en el centro del Universo: y el movimiento del Sol al rededor del Globo en circulo perfecto, sin declinación,* Madrid, Viuda de Juan Garcia Infanzon, 1758, 84 + 192 págs., 1 lám. (Fernandez de Navarrete, 1851, II, 345, y Palau.)
- Cassani, Jose, *Escuela Militar de fortificación ofensiva y defensiva. Arte de Fuegos y de Esquadronar. Donde se enseña lo que debe saber qualquier soldado para proceder con inteligencia en las funciones de sitiar; o defender plazas, disponer fortines, uso de la artillería, y de las bombas con la theoria de los movimientos de la bala, y de la bomba, y los movimientos de un esquadron.* Dedicada al Rey Nuestro Señor (que Dios Guarde) por mano del Excelentísimo Señor Don Joseph de Solís Valderrabano y Davila... compuesta por el Padre —, de la compañía de Jesus, Maestro de Mathematicas en los Reales Estudios del Colegio Imperial de la misma Compañía. En Madrid por Antonio Gonzalez de Reyes (s.a.) (Aprobación de 1704) 14 h + 252 págs., 4 láms. (Sommervogel, 1890, II, 813).
- Cassani, Jose, *Tratado de la Naturaleza, origen y causas de los cometas. Con la Historia de todos los que se tiene noticia averse visto y de los efectos que se les han atribuido, donde se manifiesta quan sin fundamento se dice que son infaustos. Y con el methodo de observar astronómicamente sus lugares aparentes y hallar los verdaderos en el cielo: su curso, su magnitud, distancia de la tierra, y de formar las Ephemerides, con lo demás que a la Astronomía toca.* Por el Padre —, de la compañía de Jesus, Calificador del Supremo Consejo de la Santa y General Inquisición, Maestro que ha sido de Mathematicas en los Reales Estudios del Colegio Imperial de la misma Compañía. Madrid por Manuel Fernandez. Año 1737, 256 págs. (Diario de los Literatos, I, 1737, 337-355.) BUVA.
- Cassani, Jose, *Historia de la Provincia de la Compañía de Jesus del Nuevo Reyno de Granada en la América, descripción y relación exacta de sus Gloriosas Misiones en el Reyno. Llanos, Meta y Rio Orinoco, Almas y Terreno, que han conquistado sus Misioneros para Dios. Aumento de los Dominios de su Mag. Catholica.* Su Autor el Padre Joseph Cassani. Religioso de la misma Compañía. Que la dedica y ofrece a los reverendos Padres y Hermanos de la misma provincia del Nuevo Reyno. Con Licencia en Madrid: En la Imprenta y Libreria de Manuel Fernandez. Año de 1741, 618 págs. (Sommervogel, II, 815).
- Cedillo, Pedro Manuel, *Trigonometria aplicada a la Navegación, asi por el beneficio de las tablas de los senos y tangentes logarítmicas, como por el uso de las dos escalas plana y artificial.* Autor D. —, Maestro en el Real Colegio Seminario de San Telmo de la Ciudad de Sevilla, Dedicada al Sr. Don Joseph Patiño. Sevilla, Lucas Martin Hermosilla, 1718, 284 págs.
- Cedillo, Pedro Manuel, *Tratado de la Cosmografía y Náutica,* compuesto por D. —, Director, por S. M. de la Real Academia de Cavalleros Guardias Marinas de esta Ciudad de Cádiz. Dedicado al Gloriosissimo Patriarcha Sr. San Joseph... Añadido y enmendado en esta última Impression. Reimpresso en Cádiz en la Imprenta Real de Marina de Don Manuel Espinosa de los Monteros, s. a. (licencias de 1745), 240 + 80 págs., 4 láms. BCC.
- Cerda, Tomás, *Iesuitica Philosophia Theses, contentiosam, et experimentalem philosophanda Methodum complectentes quas Deus, et Immaculata Deiparæ auxiliantibus, defendet...* Cervariæ Lacetanorum (Cervera): Typ. Academia excudebat Iosephus Barber et Soc. 1753, 333 págs., 14 láms. BCC.
- Cerda, Tomás, *Lecciones de Mathematica o Elementos Generales de Geometria para el uso de la clase.* Por el P. — de la Compañía de Jesus, Professor Real de Mathematicas en Barcelona. En el Colegio de Nobles de Santiago de Cordellas. Dedicadas al Excelentissimo Señor Duque de Medina-Cœli, Barcelona. Año MDCCLX. Por Francisco Suriá Impresor de la Real Academia de Buenas Letras de dicha ciudad (1760), 264 págs. BCC.
- Cerda, Tomás, *Lecciones de Mathematica, o Elementos Generales de Arithmética, y Algebra para el uso de la Clase.* Por el P. — de la Compañía de Jesus, Professor Real de Mathematicas en Barcelona. En el Colegio de Nobles de Santiago de Cordellas. Con Privilegio del Rey Nuestro Señor, Barcelona. Por Francisco Suriá. Impresor de la Real Academia de Buenas Letras de dicha Ciudad. Año 1758, 2 vols. BCC.
- Cerda, Tomás, *Lección de Artilleria para el uso de la Classe.* Por el P. Thomas Cerda de la Compañía de Jesus, Professor de Mathematicas en Barcelona en el Colegio de Nobles de Santiago de Cordellas. Dedicada al Excmo. Señor Don Felix Gazola, Conde de Sparavara, etc. Comandante e Inspector General del

- Real Cuerpo de Artillería. Barcelona, Año MDCCLXIV. Por Francisco Suriá Impresor de la Real Academia de Buenas Letras de dicha Ciudad (1764), 7 + 174 págs., 2 láms. BCC.
- Certamen Matemático-Náutico en que los cursantes de la Escuela de Náutica, establecida con permiso de S.M. en Barcelona, Bajo la dirección y à expensas de la Real Junta de Comercio de este Principado, harán pública demostración de sus adelantamientos en la Cosmografía, Astronomía, Geografía Operaciones del Globo Celeste y Terrestre, Trigonometría Plana y Esférica, Navegación y Manobra de los Navios. Siendo Profesor de dicha Escuela Don Sinibaldo Mas, Primer Piloto de Altura de qualquier Navio. Se celebrará este Certamen en la Real Casa Lonja de esta Ciudad en los dias 21 y 22. En Junio de 1773.* Barcelona, por Francisco Suriá y Burgada. 1773, 12 págs. BCC (F. Bon, 4760).
- Certámenes Públicos de Doctrina Cristiana e Historia Sagrada, de Gramática Castellana, Latina y Francesa, de Poética y Retórica, de Astronomía, Geografía, Cronología e Historia, de Matemáticas, de Física, de Lógica y Metafísica, y de Economía Política, de Dibujo, de Música, Bayle, Esgrima y Equitación, que tendran en el Real Seminario de Nobles de Madrid algunos caballeros Seminaristas los días 12, 13, 14 y sigtes. de julio a las 5 de la Tarde.* Madrid. En la Imprenta Real. Año de 1804, 194 págs. BCC (R [3] 8.º 59). AHMB.
- Ciscar y Ciscar, Gabriel, *Discurso que en los certámenes públicos de los oficiales que han concluido el curso de estudios mayores en el departamento de Cartagena leyó el teniente de navío D.G.C. el día 11 de febrero de 1789*, Murcia, Imprenta de la viuda de Felipe Teruel, 1789, 28 págs. (Fernandez Navarrete, 1851, II, 527; y Palau.)
- Ciscar y Ciscar, Gabriel, *Tratado de cosmografía para instrucción de los guardias-marinas*. Cartagena en la imprenta de marina, 1796. (Fernandez Navarrete, 1851, II.)
- Ciscar y Ciscar, Gabriel, *Apuntes sobre medidas, pesos y monedas que pueden considerarse como una segunda parte de la memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales, fundados en la naturaleza, publicada en 1800*. Por D.G.C., teniente general de la armada nacional, y consejero de Estado, miembro de la comisión de pesos y medidas del Instituto nacional de Francia por parte de S.M.C. en los años 1798 y 1799. Madrid en la imprenta nacional, año 1821.
- Ciscar y Ciscar, Gabriel, *Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales, fundados en la naturaleza*, Madrid, En la Imprenta Real, año 1800 (62 págs.) (Fernandez Navarrete, 1851, II).
- Ciscar y Ciscar, Gabriel, *Explicación de varios métodos gráficos para corregir las distancias lunares con la aproximación necesaria para determinar las longitudes en el mar, y para resolver otros problemas de astronomía náutica*. Madrid, En la Imprenta Real, Año 1803, 454 págs.
- Ciscar y Ciscar, Gabriel, *Curso de Estudios Elementales de Marina, Escrito de orden de S. M. Por D. —, Capitán de Navio de la Real Armada*, Madrid en la Imprenta Real, Año de 1803, Tomo I: *Que contiene el Tratado de Aritmética*, 116 págs.; Tomo II, *Que contiene el Tratado de Geometría*, 136 págs.; 5 láms.; Tomo III, *Que contiene el Tratado de Cosmografía*, 132 págs., 5 láms.; Tomo IV, *Que contiene el Tratado de Pilotaje*, 184 págs. 5 láms. BCC.
- Ciscar y Ciscar, Gabriel, *Discurso sobre las longitudes*, «Almanaque Náutico», 1806 y 1810, pág. 175 (Fernandez Navarrete, 1851, II; Menéndez Pelayo, 1954, III, 233).
- Ciscar y Ciscar, Gabriel, *Consecuencias que se deducen de las observaciones con el péndulo invariable*. Por D.—, brigadier de la Real Armada, «Memorias del Deposito hidrográfico», 1807, págs. 190-212 (Fernandez Navarrete, 1851, II, 531-32).
- Ciscar y Ciscar, Gabriel, *Memoria sobre las colecciones de Tablas Astronomicas*, «Almanaque Náutico», 1810, pág. 152, (Menéndez Pelayo, 1954, III, 233 y Fernandez Navarrete, 1851).
- Ciscar y Ciscar, Gabriel, Ver también F. L. López Royo, 1798, y Jorge Juan, 1796.
- Compendio de Cosmografía para uso de la compañía de Guardias Marinas de Cartagena*, Cartagena, Pedro Ximenez Lopez, 1787, 72 págs. 4 láms. (Palau).
- Compendio de Cosmographia*, Isla de León, Imprenta de Cavalleros Guardias-Marinas, 1797, 102 págs. (Palau).
- Copia de las cédulas Reales que su Magestad el Rey Nuestro Señor D. Carlos Segundo de este nombre mandó expedir para la fundación del Colegio y Seminario que mandó hacer para la educación de niños en la Ciudad de Sevilla para la enseñanza y erudición de ellos en la Arte Marítima y Reglas de Marine-ria y Dotación y Privilegios para este fin (s.l.) (s.a.) (fines s. XVII)*, 74 hojas en Fol. (Barras, 1935, 317).
- Corachán, Juan Bautista, *Aritmética demostrada Theorico-Practica para lo Matemático y Mercantil. Explicanse las Monedas, Pesos y Medidas de los Hebreos, Griegos, y Romanos; y de estos Reynos de España, conferidas entre sí*; Compuesta por D. —, Maestro en Filosofía, Dr. en Sagrada Theologia, y Cathedrático de Matemáticas en la Universidad de Valencia su Patria... Con licencia: Barcelona. Por Juan Piferrer, Impresor, Plaza del Angel, Año 1719, 494 págs. + 7 h., índices (segunda edición corregida y enmendada, Barcelona. Por Pablo Campins, Año 1735, 494 págs. Palau cita una edición en Valencia, Por Jaime Costazar, 1699, 12 + 494 págs.) BCC.

- Corachán, Juan Bautista, *Noticias Breves de la Portentosa Vida, Martyrio, Glorias y Patrocinio del Glorioso S. Pedro Martyr, de la Orden de Predicadores, Inquisidor zelosissimo, y Apostol de la Lombardia*. Recogidas. Por D. —, Presbytero; Doctor en Sag. Teologia, Maestro de Filosofia, y catedrático jubilado de Matemáticas en la Universidad de Valencia. En la Imprenta de Antonio Bordazar, Impresor del S. Oficio, Año 1724, 472 págs. BCC.
- Corachán, Juan Bautista, *Portentosa Vida de San Francisco de Paula fundador de la Orden de los Minimos*. Compendio escrito por el Rvdo. Dr. D. —, Pbro. Catedrático de la Universidad de Valencia, Segunda Edición, Tortosa. Edit. Catolica, Correo de Tortosa, 1930, 262 págs. (1.^a ed. Valencia 1733). BCC.
- Corachán, Juan Bautista, *Avisos del Parnaso*, Su Autor el Dr. —, Presbitero, Cathedrático de Mathemáticas de la Universidad de Valencia. Los publica a expensas de la Academia Valenciana, D. Gregorio Mayans y Siscar, Censor de dicha Academia. Con licencia. En Valencia, por la Viuda de Antonio Bordazar, año 1747, 321 págs. BCC.
- Corachán, Juan Bautista, *Mathesis Sacra. Ex bibliotheca Gregorii Majansii, Valentiae Hedetanorum*, Apud Viduam Bordazar, 1757, XXIV + 252 págs. (Palau).
- Cortés, Geronymo, *Lunario Perpetuo y General y Pronostico de los tiempos, univrsal y particular para cada Reyno y Provincia: al qual se ha añadido muchas cosas notables y de Provecho; con un juicio de las enfermedades. Contiene varios y raros efectos de la Luna, Signos y demas Planetas; cõciertos avisos Astronomicos para dar principio a qualquier obra, con lo demas q̄ avia. Todo revisto y mejorado en esta última impresion por el mismo Autor —, natural de Valencia*. En Çaragoça. Por Lorenzo de Robles. Año 1604. BUB.
- Cortés, Geronymo, *Lunario Perpetuo, General y Particular, Compuesto por —; aora de nuevo Corregido. Contiene en doce Tablas Astronomicas las Conjunciones, Llenos y Quartos de Luna, los Equinoccios, y Solsticios, y los Eclipses de Sol, y Luna, desde 1763 hasta 1774. Se hallará en el fin una Chronologia de varias noticias de cosas sucedidas desde la Muerte de Christo. Expurgado por el S. Oficio de la Inquisición*. Barcelona, en la Imprenta de los Herederos de Juan Solis, Por Bernardo Pla, Impresor, 1764, 278 págs. BUB.
- Cortés, Geronymo, *El Non Plus Ultra del Lunario, y Pronostico perpetuo, general, y particular para cada Reyno, y Provincia: Compuesto por —. Agora de nuevo visto, y corregido conforme al Indice ultimo Expurgatorio de la Santa Inquisición, por el Padre Geronymo Vidal de la Compañia de Jesus Calificador del Santo Oficio en Barcelona a 22 de Julio Año 1632. Va también añadido a la postre una invención curiosa, con unos apuntamientos y reglas para que cada uno sepa hazer pronosticos, y discursos anuales acerca de la abundancia o penuria del Año*. En Barcelona. En la Imprenta administrada por Sebastian de Cormellas, Mercader y a su costa Año 1638, 219 págs. BUB.
- Cortés, Geronymo, *El Non Plus Ultra del Lunario, y Pronostico perpetuo, general y particular para cada Reyno y Provincia; Compuesto por D. —, Valenciano; Expurgado segun el Expurgatorio del Año 1707 de la Santa Inquisición; y aora nuevamente reformado y añadido por Don Pedro Enguera, Professor de Mathemáticas*. Barcelona: En la Imprenta de Maria Angela Marti Viuda, Año 1768, 312 págs. BUB.
- Churruca, Cosme, *Carta esférica de las Islas Caribes de Sotavento. Construida de Orden del Rey*, Madrid, Dirección Hidrográfica, 1793, Hoja gran folio (Palau).
- Churruca, Cosme, *Plano geométrico del Puerto capital de la Isla de Puerto Rico, levantado en 1794*, Madrid, 1794. Hoja doble folio. BUMU.
- Churruca, Cosme, *Memoria sobre la ocultación de Aldebarán, 1802*. Reproducida en el «Almanaque Náutico», 1804 (Menéndez Pelayo, 1954, III, 230).
- Churruca, Cosme, *Extracto histórico de las operaciones y acaecimientos principales de la primera división de bergantines, mandada por el capitán de fragata D. Cosme Churruca, en 1732, para corregir los inmensos errores que se hallan en las cartas hidrográficas de la América septentrional*. Manuscrito original en la Academia de Historia. Est. 27, gr. 5, E. 131 (Fernandez Duro, 1900, VI, 324).
- Dechales, Claudio Francisco Millet, *R. P. Claudii Francisci Millet Dechales Camberlensis e Societate Jesu Cursus seu Mundus Mathematicus Editio altera ex Manuscriptis Authoris aucta et emendata, opera et studio R. P. Amati Varctin, ejusdem Societatis, Lugduni, (Lyon) Apud Anissonios, Joan Posuel et Claud. Rigaud 1690, 4 vols. BUB.*
- De la Hyre, Ph., *L'Ecole des Arpenteurs, Où l'on enseigne toutes les Pratiques de Geometrie, qui sont necessaires à un Arpenteur. On y a ajoûté un abrégé du Nivellement, avec les propletez des eaux, et les manieres de les jauger ou mesurer. On y trouvera aussi une Méthode fort courte pour faire des toises, pour toiser la solidité des terres, et jauger les tonneaux; enfin l'on y rapporte les Ordonnances des Rois sur l'Arpentage*. Cinquieme edition, revue, corrigée, et augmentée. A Paris, chez Francois Montalant, 1740, 317 págs. BCC.
- Delamarche, *Les usages de la Sphere et des Globes céleste et terrestre, Selon les Hypothéses de Ptolomé et de Copernic, accompagnées de Figures analogues... Suivis de l'Analyse Historique et Geographique des*

- quatre Parties du Monde...* Deuxieme edition. Par Delamarche, Geographe et Successeur de Robert de Vaugondy. A Paris, Rue de Foin S. Jacques, au College de Me. Gervais An VII (1799), 584 págs. BCC.
- Delambre, *Base du Systeme Metrique Décimal, ou Mesure de l'arc Du Meridien compris entre les Parailèles de Dunkerke et Barcelone, exécutée en 1792 et années suivantes par MM. Mechain et Delambre*, Rédigée par M. Delambre, secrétaire perpétuel de l'Institut pour les Sciences Mathematiques... Suite des Memoires de l'Institut Paris. Baudouin, Imprimeur de l'Institut National. 1806-1810. 2 vols. BUB.
- Derrotero de las Islas Antillas, de las Costas de Tierra Firme y de las del Seno Mexicano, formado en la Dirección de Trabajos Hidrográficos para inteligencia y uso de las que ha publicado. Segunda edición, corregida y aumentada con noticias muy recientes y con un apéndice sobre las corrientes del Oceano Atlántico. De orden superior*, Madrid, En la Imprenta Nacional, 1820, 592 págs. (1.ª ed. Madrid, Imprenta Real, 1810).
- Desbrull, Antonio, *Oración que en la abertura de la Escuela de Matemáticas de esta ciudad en el día 14 de Enero de 1779. Pronunció el Señor D. —, cavallero de la Real Maestranza de Valencia, Socio de Numero de la Ilustre Sociedad de Mallorca. Su Secretario de Correspondencias, y Protector de esta Escuela. La da a Luz la Ilustre Sociedad de Amigos del País, y en su nombre el Venerando Señor Baylo de Negroponte Fr. D. Lorenzo Despuig Cavallero Gran Cruz en la Orden de San Juan su Director*. Con licencia en Mallorca. En la oficina de D. Ignacio Sarrá y Frau Impresor del Rey nuestro Señor, y de la Ilustre Sociedad (1779), XII págs. BMPM.
- Desbrull, Antonio, *Discurso que pronunció el Señor D.—, la tarde del día 4 de Julio en que se celebraron los primeros exámenes publicos de Matemáticas*, Palma, Imprenta de D. Ignacio Sarrá, 1779, BMPM.
- Descripción de las Islas Pithiusas y Baleares*. De orden Superior, Madrid. En la Imprenta de la Viuda de Ibarra, Hijos y Compañía, Año de 1787, XXIV + 158 págs. BCC.
- Despuig y Dameto, Antonio, *Mapa de Mallorca, A. S. A. R. La Serenísima Princesa de Asturias Doña María Luisa de Borbon...* Dedicada este Mapa de la Isla de Mallorca su más humilde Capellan—, quien lo levantó el año de 1784. BMPM.
- Deu y Abella, Antonio Joseph, *Euclides Geometria especulativa y practica de los planos y solidos*. Dispuesta por D.—. Natural de Castillo Aragonés, etc. En Zaragoza: Por Francisco Revilla, año 1723, 7h + 175 págs. 4 láms. (Palau, 84728).
- Diez Dextre, Dionisio Paulo, *Concepto verdadero de falibles predicciones contra el que escribió el Doctor D. Diego de Torres*, Madrid, 1760, 16 págs. (Sánchez Pérez, 1929, 93).
- Discurso sobre el Phenomeno aparecido en nuestro horizonte el día 7 de Enero de 1744*. Su Autor: El logroñés, quien lo dedica al Señor Don Francisco Isla, Presidente del Cabildo de Nalda (s.l., s.a.), 4 págs. (Var, 333), BUV.
- Echevelar, Manuel de, *Instrucción exacta y util de las Derrotas, y Navegaciones que se executan en todos tiempos en la America Septentrional de unos Puertos a otros, con las advertencias de sondas, y Notas, para ponerlas en practica*. Sacala a luz D. —, Natural de la Villa de Lequeyito... y Theniente de Fragata, y Ayudante de Piloto Mayor de la Real Armada, En Cádiz, en la Real Imprenta de Marina, Año de 1753, 44 págs. BCC.
- Espinosa y Tello, José de, *Memoria sobre las observaciones astronómicas que han servido de fundamento a las cartas de la costa NO. de América, publicadas por la dirección de trabajos hidrográficos, á continuación del viaje de las goletas Sutil y Mejicana al estrecho de Ju de Fucar*. Publicado con fecha 31 de diciembre de 1805, como Apéndice a la Relación del mismo viaje, 20 páginas. (Fernandez Navarrete, 1851, II, 65).
- Espinosa y Tello, José de, *Memorias sobre las observaciones astronómicas hechas por los navegantes españoles en distintos lugares del globo; las cuales han servido de fundamento para la formación de las cartas de marear publicadas por la Dirección de trabajos hidrográficos de Madrid*, ordenadas por D. —, jefe de escuadra de la Real Armada y primer director de dicho establecimiento, Madrid, Imprenta Real, 1809, 2 vols.
- Espinosa y Tello, José de y Bauzá, Felipe, *Observaciones de la velocidad del sonido, de latitud, longitud y variación hechas en Santiago de Chile por D. José de Espinosa y el alférez de navio D. Felipe Bausá en 1794, en Memorias sobre las observaciones astronomicas*. Madrid, 1809, vol. I, págs. 169-182 (en Memorias, 1809).
- Esciapas de Guilló, Pasqual, *Resumen Historial, de la Fundación, i Antigüedad de la Ciudad de Valencia de los Edetanos, vulgo del Cid. Sus Progressos, Ampliación, i Fábricas insignes, con notables particularidades. Por D. —, quien lo dedica a esta M.N.L. Coronada, Fideíssima e Insigne Ciudad. Va adornado con un Mapa de su Antigua, i presente situación i una Chronología de Successos memorables*. En Valencia. Por Antonio Bordazar de Artazu, año 1738, XXVIII + 174 págs. BCC.
- Estrabon, *Libro Tercero de la Geografía de Estrabon, que comprehendé un Tratado sobre España Antigua*. Traducido del Latin por Don Juan Lopez, Geógrafo Pensionista por S.M., Individuo de la Real Acade-

- mia de Buenas Letras de Sevilla, y de las Sociedades Vascongada y de Asturias. Madrid. Por la Viuda de Ibarra, Hijos y Compañía, 1787, 290 págs. BNP.
- Examen Teórico-Práctico, que la Real Escuela Gratuita de Náutica, de la Real Junta de Comercio de Cataluña establecida en su Casa Lonja, celebrará en los días 22 y 23 de noviembre de 1797 a las diez de la mañana siendo su Maestro y Director el Teniente de Fragata D. Simbaldo Mas, y su Segundo el Piloto de la Real Armada D. Manuel Sans...* Barcelona. Por Francisco Suria y Burgada Impresor de S.M. (s.a.) (1797), 16 págs. BCC.
- Eximeno, Antonio, *Oración que en la abertura de la Real Academia de Caballeros Cadetes del Real Cuerpo de Artillería nuevamente establecida por S.M. en el Real Alcazar de Segovia dixo el Padre —, de la Compañía de Jesus, Profesor Primario de dicha Academia, En el día 16 de Mayo de 1764.* En Madrid: En la Imprenta de Eliseo Sanchez. Año de 1764, 22 págs. BUV.
- Fages, Pedro, *The Colorado River Campaign 1781-1782.* Edited by H. I. Priestley Berkeley, Academy of Pacific Coast History, 1913 (texto inglés-castellano) (Palau).
- Fages, Pedro, *A historical, political and natural description of California (Made for the Viceroy in the year 1775).* Newley translated into English A from the original Spanish by Herbert Ingram Priestley Berkeley, 1937. (Palau.)
- Fages, Pedro, *Expedition to San Francisco Bay in 1770,* Edited by H. E. Bolton Berkeley, Academy of Pacific Coast History, 1911, (texto inglés y castellano) (Palau).
- Feyjoo y Montenegro, Benito Geronimo, *Teatro Crítico Universal, o Discursos varios en todo genero de materias para desengaño de errores comunes.* Escrito por el Muy Ilustre Señor D. Fr. —, Maestro General de la Orden de San Benito, del Consejo de S.M., etc. Nueva impresión... Madrid, Por D. Joachin Ibarra, Impresor de Camara de S.M. 1777, 8 vols. BUB.
- Feyjoo y Montenegro, Benito Geronimo, *Cartas Eruditas y curiosas, en que por la mayor parte se continua el desingio de el Teatro Crítico Universal, impugnando o reduciendo a dudosas varias opiniones comunes.* Dedicadas al Ilustrissimo y Rever. señor D. Juan Avello y Castrillon, del Consejo de su Magestad, Obispo de Oviedo, Conde de Noreña, etc.; Escritas por el Rmo. P. M. Fr. —, Maestro General de la Religión de San Benito... Segunda impresión en Madrid, En la Imprenta de los Herederos de Francisco del Hierro, Año de 1748 y 1750, 2 vols. BUB.
- Fernandez, Antonio Gabriel, *Compendio de la Geometría elemental, Aritmética superior, y Trigonometría plana y esférica. Lleva añadido en esta segunda impresión un tratado de Geometría práctica.* Sevilla, Imp. Siete Revueitas, 1735, 322 págs. (Palau).
- Fernandez, Antonio Gabriel, *Practica de Mantobras de los Navios en que se enseña el Modo de darle todos los movimientos, de que son capaces mediante el Timon, y las Velas impelidas del viento.* Dispuesta por D. —, Maestro tercero de Matemáticas en la Real Academia de Caballeros Guardias Marinas de la Ciudad de Cádiz. Reimpresa en la isla de León en la Imprenta de Pedro Segovia (s.a.) (Licencias de 1732) 252 págs. BCC.
- Fernandez, Antonio Gabriel, *Practica de maniobras de los Navios, en que se enseña el modo de darles todos los movimientos, de que son capaces, mediante el Timon y las Velas impelidas al Viento.* Dispuesta por D. —, Maestro tercero de Matemáticas en la Real Academia de Caballeros Guardias Marinas de la Ciudad de Cádiz, En Valladolid, En la Imprenta de Don Thomas de Santander, 1777, 329 págs. BCC.
- Fernández, Antonio Gabriel, *Compendio de la Geometría elemental especulativa y práctica. Forma de levantar y lavar los planos y modo de hacer las tintas para su manejo, para el uso de los caballeros Guardias marinas.* Por D. —, maestro de la Academia de Guardias Marinas. En Sevilla, en la oficina de D. Nicolas Vazquez y compañía, Año de 1778, 197 págs. y 6 láms. (Fernandez Duro, 1900, VII, 470).
- Fernández, Antonio Gabriel, *Tratado de Trigonometría plana y esférica. Continuación del compendio de matemáticas que dispuso D. —, Colegial que fue de este Real Seminario de San Telmo de Sevilla y Maestro de la Compañía de Guardias Marinas para su uso, y ahora se reimprime para el de dicho Real Seminario, agregandole un apendice que amplifica mas el conocimiento de la Trigonometría esférica: las Tablas logaritmicas de numeros naturales y las de los senos y tangentes.* Sevilla, Manuel Nicolas Vazquez, Hidalgo y Compañía, 1788, 73 págs. (Aguilar, 1974, 205).
- Fernández, Antonio Gabriel, *Compendio de la Aritmética inferior, Geometría elemental, especulativa y práctica, forma de levantar y lavar planos y Trigonometría plana y esférica, dividido en dos tomos.* Tomo I. Reimpreso en Málaga, Imp. de esta M.I. Ciudad de la Dignidad Episcopal, 1788, 221 págs. (Palau).
- Fernández de Medrano, Sebastián, *Geographia o Moderna Descripción del Mundo, y sus partes, dividido, en dos tomos, y compuesta por D. —, General de Batalla y Director de la Academia Real y Militar del Exercito de los Payses Baxos. Enriquezida de cartas Geográficas y otras Estampas.* Amberes. Por Henrico y Cornelio Verdussen, Mercaderes de Libros. Año 1709, 2 vols., 278 + 304 págs. BUB.
- Fernández de Navarrete, Martín, *Discurso histórico sobre los progresos que ha tenido en España el arte de*

- navegar, leído en la Real Academia de la Historia á 10 de Octubre de 1800.* Por D. —, Madrid. Imprenta Real, 1802, (Fernandez Duro, 1900, VIII, 450).
- Fernández de Navarrete, Martín, *Colección de los viajes que hicieron por mar los españoles desde fines del siglo XV.* Edición y estudio de D. Carlos Seco Serrano, Biblioteca de Autores Españoles, 4 vols. Madrid, Ediciones Atlas, 1964 (1.ª ed. Madrid, Imprenta Real, 1825-1837, 5 vols.).
- Fernández de Navarrete, Martín, *Recherches sur les Progres de l'Astronomie et des Sciences Nautiques en Espagne Extraites des Ouvrages Espagnols de D. —, Directeur du Dépôt Hydrographique de Madrid.* Par M. Duflot Mofras, Attaché à l'Ambassade de France en Espagne. Paris Imprimerie Royale, 1839, 45 págs. BCC.
- Fernández de Navarrete, Martín, *Disertación sobre la Historia de la Náutica, y de las Ciencias Matemáticas que han contribuido a sus progresos entre los españoles. Obra Postuma del Excmo. Sr. D. —, La Publica la Real Academia de la Historia,* Madrid, Imprenta de la Viuda de Calero, 1846, 422 págs. BCC.
- Fernández de Navarrete, Martín, *Disertación sobre la historia de la náutica y de las ciencias matemáticas que han contribuido a sus progresos entre los españoles.* Madrid. Academia de la Historia, Edición y estudio Preliminar de D. Carlos Seco Serrano. Biblioteca de Autores Españoles, vol. 77. Madrid, Atlas 1964, págs. 281-433.
- Fernández de Navarrete, Martín, *Biblioteca Marítima Española. Obra Postuma del Excmo. Sr. D. —, Director que fue del Depósito Hidrográfico y de la Academia de la Historia etc.* Impresa de Real Orden, Madrid, Imprenta de la Viuda de Calero, 1851, 2 vols., 671 + 784 págs. BCC.
- Fernández Romero, José, *Instrucción exacta y útil de las derrotas y navegaciones de ida y vuelta desde la gran bahía de Cádiz hasta la boca del gran río de la Plata. Se hallan también las derrotas y navegaciones de dicha boca hasta Montevideo, y de esta á la boca del mencionado río, costas, islas, bajos, fondos, variedad de corrientes, con las advertencias y precauciones que en sus navegaciones se deben practicar; y asimismo las islas y bajos peligrosos que hay al Norte y Sur de la equinocial, latitud y longitud de sus situaciones,* Impresa en Cádiz por Gerónimo Peralta, año de 1730 (Fernandez Navarrete, 1851, II, 67).
- Ferraz, Vicente, *Tratado de Castramentación, o Arte de Campar, dispuesto para el uso de las Reales Escuelas Militares del Cargo del Real Cuerpo de Ingenieros.* Por D. —, Teniente Coronel e Ingeniero ordinario del Exército. Segunda Edición. De Orden Superior, Madrid. En la Imprenta Real. Por D. Pedro Pereyra, Impresor de Camara de S.M. Año 1801, 479 págs. BMMB.
- Ferrer, Leonardo, *Astronomica curiosa, y Descripción del Mundo superior e inferior. Contiene la especulación de los Orbes, y Globos de entrambas esferas, con admirable artificio: Obra hecha de la poderosa mano de Dios, provechosa, para qualquier estudioso curioso.* Escriviola el M. Fr. —, Valenciano, Agustino Observante, Maestro en Filosofía, Doctor en Theologia, Cathedrático y Examinador de Matemáticas en la célebre Universidad de Valencia. Presentala a la muy Ilustre, Noble, Leal y Coronada Ciudad de Valencia, Patrona de la Universidad Regida por los muy ilustres Señores... con Licencia, en Valencia, por los herederos de Geronimo Vilagrasa, junto al molino de Rovella, Año 1677, 228 págs. BUB.
- Ferrer, Leonardo, *Cielo favorable para la Invicta y Gran Monarquía de España, manifestado por los dos Superiores y mas Elevados Planetas, Saturno y Jupiter, en su Magna Conjunção que se celebrará en el Cielo el Año 1682 a 30 del mes de octubre, a las 10 horas y cinquenta quatro minutos del día en el signo del Coronado León.* En Valencia. Por Francisco Mestre, 1681, 4.º (Rodríguez, 1747) (Otra edición en Barcelona, Joseph Lopez, 1681, Según Palau).
- Flórez, Henrique, *Clave Geographica para aprender Geographia los que no tienen maestro.* Por el R. P. Mro. Fr.—, del Orden de S. Agustín, Barcelona, En la Imprenta de Antonio Sastres, 1798, 308 págs. (1.ª Ed. 1747).
- Frezier, *Relation du voyage de la Mer du Sud aux cotes du Chili, du Perou et du Bresil, Fait pendant les années 1712, 1713 et 1714.* Par M.—, Ingenieur Ordinaire du Roi. Ouvrage enrichi de quantite de Planches en Taille douce. A Amsterdam, Chez Pierre Humbert, 1717, 2 vols. BUB.
- García Berruguilla, Juan, *Verdadera practica de las Resoluciones de la Geometría, sobre las tres dimensiones para un perfecto Architecto, con una total resolución para medir y dividir la Planimetría para los Agrimensores.* Dedicado a Nuestra Señora de Belen. Su autor el Maestro—, el Peregrino. En Madrid en la Imprenta de Lorenzo Francisco Mojados, 1747, 132 págs. BCC.
- García Sevillano, Joseph, *Nuevo régimen de la Navegación,* por el capitán D. —, Piloto del Mar Oceano, Madrid, Joaquin Sanchez, 1736 (Gavira, 1932, 24, nota 35).
- Garriga, Joseph, *Uranografía o descripción del Cielo,* por D. —, Profesor de Botánica de la Real Academia de Ciencias Naturales de Barcelona, etc. De orden Superior. Madrid, Imp. Real 1793.
- Gaztañeta Iturrizalaga, Antonio de, *Proporciones de las medidas más esenciales dadas por el Teniente General de la Armada Real del Mar Oceano... para la Fábrica de Navios y Fragata de Guerra que pueden montar desde ochenta cañones hasta diez... Madrid, Alonso 1720 (Palau).*

- Gaztañeta Iturrivalzaga, Antonio de, *Norte de la Navegación hallado por el cuadrante de reducción*, que ofrece, y dedica a el Señor Dor D. Andrés de Ybarburu y Galdona... El Capitán D. Antonio de Gaztañeta (sic) Yturivalzaga, Piloto Mayor de la Real Armada del Mar Oceano. Sevilla, Juan Francisco de Blas Impresor, 1692, 185 fols. (Palau).
- Gaztañeta Iturrivalzaga, Antonio de, *Cuadrante geométrico universal para la conversión esférica a la plana, aplicado al Arte de Navegar*. 1693 (Palau).
- González Cabrera Bueno, José, *Navegación especulativa y práctica, con la explicación de algunos instrumentos...* Manila, Imprenta del Convento de San Francisco, 1734 (Fernandez Navarrete, 1851, II, 77).
- González de Uruëña, Juan, *Dilineación de lo tocante al conocimiento del punto de longitud del globo de tierra y agua, y de la causa de las crecientes y menguantes del mar, que consagra a los Reales pies de nuestro rey y señor Don Phelipe Quinto (que Dios guarde)*, D. —, Contador de Resultas en el Real Tribunal y Audiencia de Quentas de México y de las de la Armada de Barlovento. Con privilegio. En Madrid por Diego Miguel de Peralta 1740, 86 págs. (Fernandez Navarrete, 1851, II, 236).
- Græf, Juan Enrique, *Discursos Mercuriales Memorias sobre la Agricultura, Marina, Comercio, y Artes Liberales y Mecánicas*. Su Autor D.—. En Madrid. En la Oficina de Don Gabriel Ramirez. (Otros numeros: En la Imprenta de Música por Juan de San Miguel; En la imprenta de los Herederos de Lorenzo Mojados...) 1755-1756 (18 números). BUB.
- Guerra y Peña, Lope Antonio de la, *Memorias (Tenerife en la segunda mitad del siglo XVIII)*. 1750-1791. Edición del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Las Palmas, El Museo Canario 1955-1959, 4 vols.
- Guía Historica de las Universidades y demás Cuerpos Literarios de España. Curso de 1786 á 1787*, Madrid: En la Imprenta Real, 1787, 262 págs. BCC.
- Hamilton Moore, John, *The Practical Navigator and Seaman's New Daily Assistant Being A complet System of Practical Navigation improved and rendered easy to any common capacity...* by —, The Eighth Edition, Londres, Printed and Sold by B. Law 1784. BCC.
- Henry, Pedro, *Discurso de abertura para los Reales Estudios de Matemáticas del Colegio de San Hermenegildo de esta Ciudad de Sevilla leído a 9 de Septiembre del año de 1790*. Por D.—, primer catedrático de estos Estudios. En Cladera: *Espíritu de los Mejores Diarios Literarios que se publican en Europa*. Madrid, núm. 267, 10 de Enero de 1791, págs. 33-45. BUB.
- Hurtado de Mendoza, Pedro, *Espejo Geographico en el qual se descubre, breve y claramente, assi lo científico de la Geographia, como lo Histórico, que pertenece a este tan gustosa como noble y necessaria ciencia. Contiene el Tratado de la Esphera, y el modo de valerse de los Globos, con las más modernas observaciones, y algunas experiencias Physico-Mathemáticas en lo mas curioso de la Philosophia*. Dedicado al Excelentísimo Señor Don Gregorio de Silva, Mendoza, etc. Duque del Infantado, Pastrana y Lerma, etc. Por D. Pedro Hurtado de Mendoza, Cavallero de la Orden de Calatrava, Su Secretario de Cartas. Con Licencia en Madrid Por Juan Garcia Infanzon. Año 1690, 11 + 263 págs. + 6 h. de indices. BNM.
- Hurtado de Mendoza, Pedro, *Espejo Geographico. Segunda y tercera parte. Contiene la Descripción del Globo Terraqueo assi por las divisiones que tiene en él señaladas la Naturaleza, como por las civiles, y arbitrarias, en Imperios, Reynos, Republicas y otros Estados*. Dedicado al Excelentísimo Señor Don Gregorio de Silva, Mendoza. Duque del Infantado, Pastrana y Lerma. Por D. —, cavallero de la Orden de Calatrava, su Secretario de Cartas, con Licencia. En Madrid Por Juan Garcia Infanzon, Año 1691, 392 págs. + 12 h. tablas de Cosas notables. BNM.
- Jovellanos, Gaspar Melchor de, *Representación al Consejo para la ejecución de los mapas geográficos del territorio de las Ordenes*, 1786. En *Obras de D. Gaspar Melchor de Jovellanos*, tomo V, Biblioteca de Autores Españoles, vol. 87, Madrid, Ediciones Atlas, 1956, págs. 138-45.
- Jovellanos, Gaspar Melchor de, *Instrucción u Ordenanza para la nueva Escuela de Matemáticas, Física, Química, Mineralogía y Náutica*, 1793, en *Obras*, tomo II, Biblioteca de Autores Españoles, vol. 50, Madrid, Ediciones Atlas, 1952, pág. 399.
- Jovellanos, Gaspar Melchor de, *Oración inaugural en la apertura del Real Instituto Asturiano*, 1794. En *Obras*, tomo I, Biblioteca de Autores Españoles, vol. 46, Madrid, Ediciones Atlas, 1951, pág. 318.
- Jovellanos, Gaspar Melchor de, *Plan para la educación de la Nobleza y clases pudientes españolas*, 1798. En *Obras*, tomo V, Biblioteca de Autores Españoles. Tomo 87, Ediciones Atlas, Madrid, 1956, págs. 296-330.
- Jovellanos, Gaspar Melchor de, *Plan para arreglar los estudios de las Universidades*, 1798. En *Obras*, tomo V, Biblioteca de Autores Españoles, vol. 87, Madrid, Ediciones Atlas, 1956, págs. 294-96.
- Jovellanos, Gaspar Melchor de, *Oración pronunciada en el Instituto Asturiano sobre el estudio de las Ciencias Naturales*, 1799. En *Obras*, tomo I, Biblioteca de Autores Españoles, vol. 46, Madrid Ediciones Atlas, 1951, pág. 335.

- Juan, Jorge, *Observaciones astronómicas y físicas hechas de Orden de S.M. en los Reynos del Peru. Por D. Jorge Juan, Comendador de Aliaga en el Orden de S. Juan, socio correspondiente de la R. Academia de Ciencias de Paris y D. Antonio Ulloa de la R. Sociedad de Londres, ambos Capitanes de Fragata de la R. Armada, de las quales se deduce la figura y magnitud de la Tierra y se aplica a la Navegación.* Impreso de Orden del Rey Nuestro Señor, En Madrid, Por Juan de Zúñiga, Año 1748, 396 págs. + fig. e índices. BCC. (Segunda Edición, Corregidas y enmendadas por el Author. En Madrid. En la Imprenta Real de la Gazeta. Año de 1773. BUB.)
- Juan, Jorge, *Compendio de navegación para el uso de los cavalleros guardias marinas.* Por D. —, Cádiz, Imp. Academia de los Mismos Cavalleros, 1757, 195 págs., 32 tablas, 12 láms. BUMU.
- Juan, Jorge, *Examen Marítimo Theórico Práctico, o Tratado de Mechanica aplicado a la construcción, conocimiento y manejo de los Navios y demás Embarcaciones.* Por D. —. En Madrid, En la Imprenta de D. Francisco Manuel de Mena, 1771, 2 vols. BCC, BUMU (Segunda edición, aumentada con una exposición de los principios del calculo, notas al texto y adiciones, por D. Gabriel Ciscar, Madrid en la Imprenta Real, 1793).
- Juan, Jorge, *Estado de la Astronomía en Europa y juicio de los fundamentos sobre que se erigieron los Sistemas del Mundo, para que sirva de guía al método en que debe recibirlos la Nación, sin riesgo de su opinión y de su religiosidad.* Por D. —. En Madrid, imprenta de la Gazeta, año de 1774, 15 págs. (Fernandez Duro, 1900, VII, 424). (Incluido también como introducción a la 2.ª edición de las *Observaciones...*, 1773. BUB.)
- Juan, Jorge, *Método de levantar o dirigir el Mapa o Plano general de España, por medio de triangulos observados por buenos cuartos de circulo y Reflexiones sobre las dificultades que pueden ofrecerse* (1751) «Memorias del Deposito Hidrografico», Madrid, vol. I, 1809, págs. 143-145.
- Juan, Jorge, *Reflexiones sobre la fabrica y uso del cuarto de circulo.* Memorias de la Dirección General de Hidrografía, núm. 4, 1809.
- Juan, Jorge y Ulloa, Antonio, *Disertación historica, y Geográfica sobre el Meridiano de Demarcación entre los Dominios de España y Portugal, y los parages por donde passa en América Meridional, conforme a los Tratados y derechos de cada Estado, y las mas seguras, y modernas observaciones.* Por D. —, comendador de Aliaga, en el orden de San Juan, y D. —, capitanes de Navio de la Real Armada... Impresa de orden del Rey Nuestro Señor. En Madrid, en la imprenta de Antonio Marin, Año de 1749, 175 págs.
- Juan, Jorge y Ulloa, Antonio, *Noticias Secretas de América, sobre el estado naval, militar y político de los Reynos del Peru y Provincias de Quito, Costas de Nueva Granada y Chile: Gobierno y régimen particular de los pueblos de Indios: Cruel opresión y extorsiones de sus corregidores y curas: abusos escandalosos introducidos entre estos habitantes por los misioneros: Causas de su origen y motivo de su continuación por el espacio de tres siglos. Escritas fielmente según las instrucciones del Excelentísimo Señor Marques de Ensenada. Primer Secretario de Estado y presentadas en informe secreto a S.M.C. Don Fernando V por D. —. Sacadas a luz para el verdadero conocimiento del gobierno de los españoles en la América meridional.* Por Don David Barry. Londres, En la imprenta de R. Taylor, 1826, 2 vols. 224 + 707 págs. BCC.
- Juizio del cometa del año de 1680. Que observó el Gran Piscatore de Sarraval y sacó a luz en el de 1681 intitulos Trompeta celeste contra el Turco, (s.l.), (1681), 24 págs. BUV. (Var 252.)*
- Juzyio muy Probable y fundado en Buena Astrologia, sobre el Cometa, o celeste impresion, que en nuestro Emispherio apareció a los ultimos de febrero 1702, (S.l.s.i.), (1702), 4 págs. BCC. (F. Bon 9512.)*
- Juicio sobre el celeste señal, que sucedió en ei día 23 del mes de Noviembre deste presente Año 1705, que es la confirmación de aquel prodigioso señal que se vio en 25 de Deziembre de 1704, día de la Natividad de Jesus-Christo Nuestro Señor, que tanto ha dado que discurrir a los curiosos; y otras influencias celestes, que ha bien observado, todas favorables a la Casa de Austria y en particular a nuestro Grande Monarca Carlos Tercero... Compuesto por el Doctor en Medicina Juan Solar... Impreso en Barcelona, por Bartholome Giralt, año 1705, 2 h. BCC. (F. Bon 5670.)*
- Labaña, Juan Bautista, *Itinerario do Reyno de Aragao a donde andou os ultimos meses do Anno de 1610, e os primeyros do seguinte de 1611.* Edición castellana: *Itinerario del Reino de Aragón*, Zaragoza, Biblioteca de Escritores Aragoneses, (s.a.), (1895-96), LXXI + 214 págs.
- La Condamine, Cesar Marie, *Relation abregée d'un voyage fait dans l'interieur de l'Amérique meridionale depuis la côte de la mer du Sud, jusqu'aux cotes du Bresil et de la Guyanne, en descendant la riviere des Amazones... Années de 1743 et 1744.* Paris, Veuve Pissot 1745, 216 págs. (British Museum General Catalogue of Printed Books; y Palau).
- La Condamine, Cesar Marie, *Extracto del diario de observaciones hechas en el viaje de la provincia de Quito al Para (sic) por el rio de las Amazonas y del Para a Cayana, Sariman, etc.* Por —, uno de los tres enviados de la misma Academia a la línea equinoccial, para la medida de los grados terrestres. Trad. del francés al castellano. Amsterdam, Imp. Joan Catuffe, 1745, (Palau).

- La Condamine, Cesar Marie, *Lettre a Madame * * * sur l'emeute populaire excitée en la ville de Cuenca au Peru, le 29 d'Août 1739 contre les Academiciens des Sciences, Envoyés pour la mesure de la Terre*, (s.l.), 1746, 112 págs. BCC.
- La Condamine, Cesar Marie, *Journal du voyage fait par ordre du Roi à l'Equateur servant d'introduction à la mesure des trois premiers degres du Meridien*. Par M. —, Paris, Imp. Royale, 1751. BUMU.
- La Condamine, Cesar Marie, *Mesure des trois premieres Degrés du Méridien dans l'Hemisphere Austral. Tirée des Observations de Mrs. de l'Academie Royale des Sciences, Envoyés par le Roi sous l'Equateur*. Par M. de La Condamine. A Paris, De l'imprimerie Royale, 1751, 266 + X págs. BCC.
- La Condamine Cesar Marie, *Relación abreviada de un Viaje hecho por el interior de la América Meridional desde la Costa del Mar del Sur hasta la costa del Brasil y de la Guayana, siguiendo el curso del Rio Amazonas. Por M. de La Condamine de la Academia de Ciencias. Con un Mapa del Marañon, o Rio de las Amazonas, y una lamina. Nueva Edición Aumentada con la Relación del Motin Popular de Cuenca, en el Peru, y con una carta de M. Godin des Odenais, conteniendo la Relación del Viaje de Madame Godin, su esposa, etc.* Versión Castellana de Federico Ruiz Morcuende, Madrid, Calpe, 1921, 229 págs. BCC.
- Lalande, Jerome, *Abregé de Navigation, Historique, Theorique et Pratique, où l'on trouve les principes de la Manoeuvre et ceux du Pilotage, les méthodes les plus simples pour se conduire sur mer para longitudes et latitudes, avec des Tables horaires pour connoître le tems vrai par la hauteur du soleil et des Etoiles dans tous les tems de l'année, et a toutes les latitudes jusqu'a 61°*. Par —, de l'Academie des Sciences, de celles de Londres, Berlin... inspecteur du College de France et Directeur de L'Observatoire de l'Ecole Militaire. A Paris, chez l'auteur, au College de France, et chez Dezanche, Geographe de la Marine, 1793, 308 págs. BCC.
- Larrando de Mauleon, Francisco, *Los seys primeros Libros de Euclides explicados y demostrados*. Por D. —, capitan de Infanteria Española. Barcelona. Por Tomas Loriente, Vendese en Casa de J. Pablo Marti Mercader de libros (1698), 8 h. + 368 págs. (Palau, 84726).
- Larrando de Mauleon, Francisco, *Estoque de las guerras, y arte militar, primera y segunda parte, repartiendo y dividiendo en cada una cuatro tratados militares y matemáticas que comprenden varios argumentos de estas ciencias, asi en la teorica como en la practica, con los modelos planos y diseños correspondientes*, Barcelona, Thomas Loriente, 1699, 2 vols.
- La Serna, Juan de, *Diccionario geográfico... escrita primeramente en ingles por Lorenzo Echard; Traducida al frances por M. Vosgien... y ahora nuevamente al castellano de la ultima impresión de Paris...* por D. —. Madrid, Viuda de Peralta y Angel Corradi, 1760, 583 págs. BUB.
- La Serna, Juan de, *Diccionario geográfico o Descripción de todos los Reynos, Provincias, Islas, Patriarcados, Obispados, Ducados, Condados, Marquesados, Ciudades, Puertos, Fortalezas, Ciudadelas y otros lugares considerables de las quatro partes del Mundo, Escrito en Ingles y traducido del Francés al castellano*. Por D. —, 2.ª edición corregida y aumentada, Madrid, Joachim Ibarra, 1763, 3 vols. BUB.
- Le-Blond, *Elementos de Fortificación, en que se explican los principios, y metodo de delinear las obras de la fortificación regular e irregular, los sistemas de los más celebres Ingenieros etc.* Traducidos al castellano sobre la sexta edición que escribió en Frances el Señor —, Maestro de Matemáticas del Señor Delfín, y de los Señores Condes de Provenza y de Artois, etc. Madrid, Por Joachim Ibarra, Impresor de Camara de S.M. 1786, 382 págs. 22 láms. BUB.
- Lezaun, Tomas Fermin de, *Mapa del reino de Aragón de Juan Bautista Labaña, cosmografo mayor del Señor Rey D. Felipe II, con la declaración sumaria de la historia de Aragón para su inteligencia, hecha por Luperco Leonardo de Argensola, cronista de S.M. y del mismo reino, dada a luz en el año 1619 y publicada ahora con la división correspondiente de las tierras de que se compone; corregido, aumentado y adornado con diferentes iluminaciones y una explicación en sus margenes*, Zaragoza, 1778. (Fernandez de Navarrete, 1851, II, 726.)
- López, Juan, *Disertación o Memoria geografico-historica sobre la Bastitania y Contestania*, Madrid. En la Imp. de la Viuda Ibarra, 1795, 26 págs. (Palau).
- López, Juan, Traductor de Busching, y Estrabon.
- López, Tomás, *Atlas abreviado de Bohemia, para la inteligencia de la Guerra presente entre la Emperatriz y el Rey de Prusia*. Por D. —, pensionista de S.M. en la Corte de Paris. Dedicado al M.I.S.D.J. Francisco Gaona y Portocarrero. Se hallara en la Plazuela de la Paz, en casa de D. Antonio Sanz. Año de 1757. BUB.
- López, Tomás, *Atlas Geographico del Reyno de España, e Islas adjacentes con una breve descripción de sus Provincias. Dispuesto para la utilidad publica*. Por Thomas Lopez, Pensionista de S. M. en la Corte de Paris. Dedicado al Excmo. Sr. D. Jaime Massones de Lima y Soto Mayor, etc. Año de 1757. BUB.

- López, Tomás, *Atlas geográfico de la América septentrional y meridional. Dedicado a la católica Magestad de el Rey Nuestro Señor Don Fernando VI por su mas humilde vasallo Thomas Lopez*. Pensionista de S. M. en la corte de Paris, Año de 1758, XII + 116 págs. (Marcel, 1909, 200; según Palau existe también una edición en París, 1758).
- López, Tomás, *Descripción de la Provincia de Madrid*. Por D.—, Pensionista de S. M. y de la Real Academia de S. Fernando, Madrid, Por Joachin Ibarra, Año de 1763, 208 págs., 1 mapa, BNP.
- López, Tomás, *Principios geográficos aplicados al uso de los mapas*. Por D.—, Geografo de los Dominios de S. M., Madrid, por Joachin Ibarra, Tomo I, 1785 (1775), 240 págs.; Tomo II, 1783, 334 págs. BDGUB.
- López, Tomás, *Cosmografía abreviada: uso del globo celeste y del terrestre*, Tomo I, Madrid, viuda de Ibarra, 1786, 464 págs. (Fernandez Navarrete, 1851, II, 728; Palau indica 364 págs).
- López, Tomás, *Geografía histórica de España. Provincia de Madrid*. Madrid, Vda. Ibarra, 1788, 2 vols. (Palau).
- López, Tomás, *Atlas Elemental moderno o Colección de mapas para enseñar a los niños Geografía; con una idea de la Esfera*. Por D. —, Geografo de los Dominios de S.M., de varias Academias, Madrid, 1792 (Ruiz Berrio, 1970, 328) (*Idem*. Madrid, 1801. Palau).
- López, Tomás, *Razón circunstanciada que dio en la Junta de la Academia de la Historia de 14 de Julio de 1797 D. —, academico de número, del Mapa de la América meridional que compuso y grabó por orden del Ministerio de Estado D. Juan de la Cruz en 1765* (1797). Publicado en Fernandez Duro, 1900-1903, vol. VII, págs. 399-407.
- López, Tomás, *Atlas elemental antiguo para enseñar a los niños geografía, con un índice alfabético de las ciudades, villas, etc...* Por D. —, Geografo de los Dominios de S.M., de varias Academias, Madrid, Año de 1801, 26 mapas, BNM.
- López, Tomás, *Atlas geografico de España que comprehende el Mapa General de la Peninsula, todos los particulares de nuestras Provincias, y el del Reyno de Portugal*. Por D. —, Geografo que fue de los Dominios de S.M. e individuo de varias Academias y Sociedades. Año 1810. (2.ª ed. corregida por sus hijos, 1830; 3.ª ed. revisada por D. Tomas Beltran Soler) (Marcel, 1909, 213).
- López, Tomás Mauricio, *Geografía moderna*, Madrid, Viuda de Ibarra, 1796, 3 vols.
- López Royo, Francisco, *Memoria sobre los metodos de hallar la longitud en la Mar por las observaciones lunares*. Por el Alferez de Navio D. —, de la Orden de San Juan. De orden Superior, Madrid. En la Imp. Real, 1798, 91 págs. + láms. (Incluye un apéndice en que se explica un método gráfico para corregir las distancias de la Luna a otro astro, por D. Gabriel Císcar, págs. 51-91).
- López de Velasco, Juan, *Geografía y Descripción Universal de las Indias, recopilada por el Cosmografo-Cronista D. —, desde el año de 1571 al de 1574*, publicada por primera vez en el Boletín de la Sociedad Geográfica de Madrid con adiciones e ilustraciones por D. Justo Zaragoza, Madrid, Establecimiento Tipográfico de Fortanet, 1894, 808 págs. BDGUB.
- Lucuze, Pedro de, *Principios de Fortificación, que contienen las definiciones de los términos principales de las Obras de Plaza y de Campaña, con una idea de la conducta regularmente observada en el Ataque, y Defensa de las Fortalezas. Dispuestos para la Instrucción de la Juventud Militar*. Por D. —, Mariscal de Campo de los Reales Exercitos y Director de la Real Academia Militar de Matemáticas establecida en Barcelona. Con las Licencias Necesarias. En Barcelona: Por Thomas Piferrer, Impresor del Rey nuestro Señor. Año 1772, 318 págs. BCC, BUMU.
- Luyando, Josef, *Tablas Lineales para resolver los Problemas del Pilotaje Astronómico con exactitud y facilidad, inventadas y delineadas*. Por el Teniente de Fragata D. —, y dedicadas al Excmo. Sr. Principe de la Paz, Generalísimo de Mar y Tierra, Madrid, 1803. BCC.
- Luyando, Josef, *Memoria en que se manifiestan las operaciones practicadas para levantar fundamentalmente la costa del Estrecho de Gibraltar*. Madrid, Imp. Real, 1826, 39 págs. (Palau).
- Macarte y Diaz, Dionisio, *Lecciones de Navegación, o Principios necesarios a la ciencia del Piloto*. Por D.—, de la Orden de San Juan, Teniente de Fragata graduado de la Armada, y primer Maestro de la Academia de Pilotos de ella en el Departamento del Ferrol. En Madrid. En la Imp. de Sancha, 1801, 580 págs. + láms. y apéndices. BCC.
- Macias, José Damian, *El discípulo de los astrologos. Anuncio del eclipse de luna que se vera en la madrugada del día ocho de Mayo que es de 1762, de la Circuncisión, y 1763, de la Encarnación. Efectos que prometen las Conjunciones de Saturno y Jupiter... Todo al meridiano de la siempre Noble y leal Ciudad de Sevilla*. Por D. —, Philomatemático y Médico titular de la Villa de Manzanilla, Sevilla, Manuel Nicolas Vazquez (1762), 12 págs. (Con aprobación de Fco. Barreda) (Aguilar, 1974).
- Macias, José Damían, *El discípulo de los astrologos. Prognostico de los dos primeros eclipses que se vieron en la Muy Noble y Muy Leal Ciudad de Sevilla en este año de la Circuncisión del Señor de 1760... Observación de los Cometas que se han dexado ver sobre nuestro orizonte uno en Abril de 1759 y otro en Enero de este año*. Por D. —, Philo-Matemático y médico en la villa de Castilleja de la Cuesta. Sevilla, Geronymo Castilla (1760), 35 págs. (Aguilar, 1974).

- Malaspina, Alejandro, *Viaje político-científico alrededor del mundo por las corbetas «Descubierta» y «Atrevida», al mando de los capitanes de navío D. Alejandro Malaspina y D. José de Bustamante y Guerra, desde 1789 a 1794*. Edición de D. Pedro Novo y Colsson, Madrid, Imp. de la Viuda e Hijos de Abienzo, 1885, XXXII + 681 págs.
- Malaspina, Alejandro, *Viaje al Río de la Plata en el siglo XVIII. Reedición de los Documentos relativos al Viaje de las corbetas Descubierta y Atrevida e Informes de sus oficiales sobre el virreinato, extraídos de la Obra de Novo y Colson*. Con Prólogo y Notas del Capitán de Fragata (R.) Hector R. Ratto. Buenos Aires, Librería y Editorial «La Facultad» Bernabe y Cia., 1938, 390 págs. BCC.
- Malaspina, Alejandro, *Tablas de Latitudes y Longitudes de los principales puntos del Río de la Plata, nuevamente arregladas al Meridiano que pasa por la mas occidental de la Isla de Ferro*. Primera edición, Buenos Aires, Imp. del Estado, 1837, 10 págs. (Palau).
- Maldonado, Pedro, *Carta de la Provincia de Quito y de sus adyacentes. Obra Posthuma de D. —, Gentilhombre de la Cámara de S.M. y Gobernador de la Provincia de Esmeraldas. Hecha sobre las Observaciones Astronómicas y Geográficas de los Academicos Reales de las Ciencias de Paris y de los Guardias Marinas de Cádiz y también de los RR.PP. Misioneros de Maynas. En que la costa desde la Boca de Esmeraldas hasta Tionaco con la Derrota de Quito al Marañon, por una senda de a pie de Baños a Canelos y el curso de los Ríos Bobonaça y Pastaça van delineados sobre las propias demarcaciones del difunto Autor*. Por el S. D'Anville, Geógrafo de S.M. Chrstma. de la Acad., Imp. de Petersburgo. Sacado a la luz por D.C.D.L.D., Paris, 1750. BNP.
- March, Joseph Ignacio de, *Nociones Militares, ó Suplemento a los Principios de Fortificación del Excmo. Señor Don Pedro de Lucuze, Escrito para la instrucción de los Caballeros Cadetes del Regimiento de Instrucción de segundo*. Por D. —, Capitan del mismo Regimiento. Barcelona, Por Bernardo Pla, Impresor, 1781, 391 págs. BCC.
- Maupertuis, *Elements de Geographie*, en *Oeuvres de Mr. de Maupertuis. Nouvelle Edition corrigée et augmentée*, Tome Troisième, A Lyon, Chez Jean Marie Bryset, 1756, págs. 1-67 (1.ª ed. Paris 1742). BCC.
- Maupertuis, *Relation du voyage fait par ordre du Roi au cercle Potaire pour determiner la figure de la Terre*, en *Oeuvres...* tomo III, págs. 70-175 (1.ª ed. Paris, 1738). BCC.
- Mayans y Siscar, Gregorio, *Informe al Rei sobre el metodo de enseñar en las Universidades de España, 1767*. Presentación, Transcripción y notas por Isabel G. Zuloaga y León Esteban Mateo, Valencia, Editorial Bonaire, 1974, 266 págs.
- Mayans y Siscar, Gregorio, *Vida de Tomás Vicente Tosca*. Incluida en *Organum Rhetoricum et Oratorium*, Trad. cast. incluida en la edición de Mayans, 1974, pág. 235-251.
- Mazarredo, José, *Colección de Tablas para los usos más necesarios de la navegación*, Madrid en la Imp. Real de la Gaceta, año de 1779 (sin nombre de autor) (Fdez. Navarrete, 1851, II, 90).
- Mazarredo, José, *Lecciones de Navegación para el uso de las Compañías de Guardias Marinas*, Isla de León, Imp. de Su Academia, 1790, 188 págs. (Antillon, 1804, pág. 239 y vol. II, 1806, 293, las atribuye a Mazarredo) BCC.
- Mazarredo, José, *Lecciones de navegación para el uso de las Compañías de Guardias Marinas*, Isla de León, En la Imprenta de la Academia, Año de 1798. BCC.
- Memorias sobre las observaciones astronómicas hechas por los navegantes españoles en distintos lugares del globo, las cuales han servido de fundamento para la formación de las cartas de marear publicadas por la Dirección de Trabajos Hidrográficos de Madrid*, Madrid, en la Imprenta Real, año de 1809; 2 tomos.
- Mendoza y Ríos, Josef de, *Tratado de Navegación*. Por D. —, Teniente de Navio de la Real Armada. De Orden Superior, Madrid: En la Imprenta Real. Año de 1787, 2 vols., 508 + 477 págs. BCC.
- Mendoza y Ríos, Josef de, *Memoria sobre algunos métodos nuevos de calcular la longitud por las distancias lunares y aplicación teórica a la solución de otros problemas de Navegación*. Por D. —, Capitán de Navio de la Real Armada, individuo de la Real Sociedad de Londres y correspondiente de las Reales Academias de ciencias de Paris y Lisboa, De Orden Superior, Madrid. En la Imp. Real, Año de 1795, 22 págs. BCC.
- Mendoza y Ríos, Josef de, *Colección de Tablas para varios usos de la navegación*. Por D. —, Capitán de Navio de la Real Armada, Miembro de la Real Sociedad de Londres, C. De Orden Superior. Madrid. En la Imp. Real. Por don Pedro Julian Pereyra, Impresor de Camara de S.M. Año de 1800, XXII-410-73 págs. BCC.
- Mendoza y Ríos, Josef de, *Colección de tablas para varios usos de la navegación, con un Apéndice que comprende otras tablas para despejar de la paralage y refracción las distancias aparentes de la luna al sol, ó á una estrella*. Madrid, en la Imprenta Real, año de 1801 (Fernandez Navarrete, 1851, II, 93).
- Mendoza y Ríos, Josef de, *A complete Collection of Tables for Navigation and Nautical Astronomy...* by —, Esq. FRS., Second edition improved, Londres Printed by T. Bensley, 1809, 604 + 58 págs. (Obra dedicada a sir Joseph Banks, Presidente de la Royal Society; dedicatoria, Portman-place 1804). BCC.

- Millau, Francisco, *Descripción de la provincia del Rio de la Plata*, 1772. Edición y estudio preliminar de Richard Konetzke, Buenos Aires, Espasa Calpe, 1947, 149 págs.
- Moreno, Joseph, *Viaje a Constantinopla en el año de 1784*, escrito de Orden Superior, Madrid, en la Imprenta Real, 1790, 360 págs.
- Moreno y Zabala, Blas, *Practica de la Navegación, uso y conocimiento de los instrumentos más precisos en ella con las reglas para saber si estan bien contruidos*. Compuesto por D. —, alférez de Fragata de la Real Armada, Madrid, Manuel Roman, 1732, 208 págs. (Sanchez Perez, 1929, 206).
- Muller, Juan, *Tratado de Fortificación, o Arte de Construir los Edificios Militares, y Civiles, Escrito en Ingles por —. Traducido en Castellano, dividido en dos tomos, y aumentado con Notas, Adiciones y 22 laminas finas sobre las 26 que ilustran el Original*. Por D. Miguel Sanchez Taramas, Capitán de infantería e Ingeniero Ordinario de los Exercitos de S.M., actualmente empleado en la enseñanza de la Real Academia Militar de Matemáticas establecida en Barcelona. Tomo Primero. Con Superior Permiso. Barcelona: Por Thomas Piferrer, Impresor del Rey Nuestro Señor, Año de 1769, 430 págs. BCC.
- Nodal, Hermanos, *Relación del Viage, que por orden de S.M., y acuerdo de el Real Consejo de Indias, hicieron los Capitanes Bartholomeo Garcia de Nodal, y Gonzalo de Nodal, Hermanos, naturales de Pontevedra al descubrimiento del Estrecho Nuevo de San Vicente, que hoy es nombrado de Maire, y Reconocimiento del de Magallanes*. Reimpreso de orden del Sr. D. Joachin Manuel de Villena y Guadalaxara, Marqués del Real Thesoro, Cavallero del Orden de S. Juan, del Consejo de S.M. Gefé de Esquadra de la Real Armada, y Presidente de la Real Audiencia, y Casa de la Contratación á las Indias: En utilidad del Hospicio de la Santa Charidad de la ciudad de Cádiz. Lleva añadido las derrotas de la América Occidental de unos Puertos a otros, que dió a luz el Theniente de Navio de la Real Armada Don Manuel de Echavelar. Con Licencia en Madrid, y Reimpreso en Cádiz, Manuel Espinosa de los Monteros, Impresor de la Real Marina, (s.a.) (1753). 1 mapa plegado. 164 + 44 págs. BCC.
- Noticia del Real Instituto Asturiano*. Dedicada al Principe Nuestro Señor por Mano del Exc. Señor D. Antonio Valdes Oviedo, Por Don Francisco Diaz Pedregal, Año 1795, 197 págs. BUB.
- Novisima Recopilación de las Leyes de España. Dividida en XII libros. En que se reforma la Recopilación publicada por el Señor D. Felipe II en el año de 1567, reimpresa ultimamente en el de 1775; y se incorporan las pragmáticas, cédulas, decretos, ordenes y resoluciones Reales y otras providencias hasta el de 1804. Mandada formar por el Señor don Carlos IV*, Impresa en Madrid, Año 1805-1807, 6 vols. BCC, BN.
- Olmo, Joseph Vicente del, *Lithologia o explicación de las piedras y otras Antigüedades halladas en las granjas que se abrieron para los fundamentos de la Capilla de nuestra Señora de los Desamparados de Valencia*. Dedicada a la muy Noble, Antigua, Leal, Insigne y Coronada ciudad de Valencia. Por D. —, Secretario del Santo Oficio de la Inquisición. Valencia. Por Bernardo Nogues, Año 1653, 215 págs. + 64 índices. BCC.
- Olmo, Joseph Vicente del, *Nueva descripción del orbe de la tierra. En que se trata de todas sus partes interiores, y exteriores, y circulos de la esfera, y de la inteligencia, uso, y fabrica de los mapas, y tablas geographicas, así universales y generales, como particulares. Explicanse sus diferencias, se corrigen los errores, y imperfecciones de las antiguas, y se añaden otras modernas. Con la fábrica, y uso del globo terrestre artificial, y de las cartas de navegar. Tocanse muchas y varias curiosidades de philosophía natural, y de historia sagrada, y profana, con las noticias, y fundamentos de la chronología, y origen y principio de las más principales Eras y Epochas del Mundo*. Dedicado al Rey Nuestro Señor D. Carlos Segundo Monarca de España. Por D. —, Secretario del Santo Oficio de la Inquisición de Valencia, En Valencia Por Joan Lorenço Cabrera, Año 1681, 589 págs. + 14 h. índices. BCC.
- Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Sevilla*, Madrid, Imprenta de la Viuda de Ibarra, 1786.
- Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Málaga*, Madrid, Imprenta de la Viuda de Ibarra, 1787. (Fernandez Duro, 1900, VII, 456.)
- Ordenanza de S. M. para los Reales Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga*, Madrid, Imp. Benito Cano, 1794, 163 págs. (Palau).
- Ordenanzas del Cuerpo de Ingenieros cosmógrafos de 19 de Agosto de 1796*, Madrid, 1796 (Palau). En *Memorias del Principe de la Paz*. Edición de C. Seco Serrano, Madrid, tomo I, pág. 202.
- Ordenanza e Instrucción para la enseñanza de las Mathemáticas en la Real y Militar Academia que se ha establecido en Barcelona*, Barcelona, 1739, 18 págs.
- Ordenanza que S. M. manda observar en el servicio del Real Cuerpo de Ingenieros*. De Orden Superior. Madrid en la Imp. Real, Año 1803, 2 vols. BCC, BMMB.
- Ordenanza que S. M. manda observar en el Servicio del Real Cuerpo de Ingenieros. Ilustrada por artículos con las Reales Ordenes expedidas hasta la fecha de esta edición*. Por Don Antonio Valleçillo, Madrid, Imprenta de Don Pedro Montero, 1853, 422 págs. BMMB.
- Ordinations e nou redreç fet per Instauratio, reformatio, e reparatio, de la Universitat del Studi General de la Ciutat de Barcelona, en lo any Mil sinc cents nouranta y sis*. En Barcelona, Ab llicentia del ordinari,

- En la Estampa de Gabriel Graells y Giraldo Dotil (1596), 140 págs. (Ed. Facsimil Univ. Barcelona, 1973).
- Ortiz Gallardo de Villarroel, Isidoro Francisco, *Lecciones entretenidas y curiosas physico-astrologico-meteorologicas sobre la generación, causas, señales de los terremotos y especialmente de las causas, señales y varios efectos del sucedido en España en el día 1.º de Noviembre de 1755*. Sevilla, V. da. de Diego de Haro, 1755 (Palau).
- Ortiz Gallardo de Villarroel, Isidoro Francisco, *Lecciones entretenidas, y curiosas, physico-astrologico-meteorologicas, sobre la generación, causas y señales de los terremotos, y especialmente de las causas, señales y varios efectos del sucedido en España en el día 1 de Noviembre del año pasado de 1755*, Salamanca, 1756, 30 págs. (Sanchez Perez, 1929, 220).
- Ortiz Gallardo de Villarroel, Isidoro Francisco, *Los clásicos. Pronostico diario, para el año de 1760*, Madrid, 1759 (Palau).
- Ortiz Gallardo de Villarroel, Isidoro Francisco, *El Puente de Barcas y Venta de San Pelayo. Pronostico diario de quartos de Luna, en los sucesos Elementales, Aulicos y Políticos de la Europa, para el año de 1763*. Madrid, 1762, 48 págs. (Palau).
- Ortiz Gallardo de Villarroel, Isidoro Francisco, *El decano de los tunos, y rector de los sopistas Pronostico diario de quartos de luna, y juicio de los acontecimientos naturales y políticos de la Europa, para el año de 1766*. Madrid, 1765 (Palau).
- Ortiz Gallardo de Villarroel, Isidoro Francisco, *Embajada de los astros, sueño astronomico, Pronostico diario de quartos de Luna con los sucesos elementales y políticos de la Europa para el año 1767 por el Pequeño Piscator de Salamanca*, el Dr. D. —, Madrid, 1766 (Sanchez Perez, 1929, 220).
- Ortiz Gallardo y Villarroel, Judas Thadeo, *Almanak y Kalendario General, Diario de Quartos de Luna...* Calculado por D. —. Barcelona, Por Pablo Campins, Año 1770 (y también 1774, 1775, 1776, 1778). Barcelona, Por Francisco Suria Bergada, 1781 (y también 1783, 1786, 1789, 1790, 1791, 1792, 1793, 1794, 1795). BCC.
- Ortiz Gallardo y Villarroel, Judas Thadeo, *Puntual Noticia y fiel demostración del grande futuro eclipse de Sol para el día 24 de junio de este presente año de 1778. Según el Meridiano y altura de Madrid. Con Razon de todas sus circunstancias y muchas cosas mas. Todo lo ofrece en obsequio de el público. El Cathedrático de Prima de Matemáticas de la Universidad de Salamanca Don —. Con Licencia, Barcelona: En la Imp. de Raymundo Marti, Impressor (1778) 16 h. BCC. (F. Bon, 6766.)*
- Padilla y Arcos, Pedro, *Curso Militar de Matemáticas sobre las partes de estas Ciencias, pertenecientes al Arte de la Guerra, para el uso de la Real Academia, establecida en el Quartel de Guardias de Corps: Su Autor D. —, Capitán e Ingeniero ordinario de los Exercitos de S.M. etc...* En Madrid, en la Imprenta de Antonio Marin, año de 1753, 2 vols. 181 + 303 págs., 23 láms. (Nueva edición Madrid 1807) (Torres Villarroel, Pronostico 1758; y Palau).
- Pérez de Moya, Juan, *Aritmética práctica y especulativa de Bachiller —. Ahora nuevamente corregida, y añadidas por el mismo Autor muchas cosas, con otros dos Libros, y una Tabla muy copiosa de las cosas más notables de todo lo que en este libro se contiene. Decima quarta impresión. En Madrid en la imp. de Joseph Otero. Año de 1784, 448 págs. (1.ª ed. 1593). BUV.*
- Pérez de Sarrió y Paravinsino, Ignacio (Marqués de Algorfa), *Resolución de las dudas que ocurren entre los sabios de la Europa sobre la gravedad de los cuerpos en varios climas, valor de la hora, figura y magnitud de la Tierra, navegación y eclipses y cartas geográficas, en que con nuevos principios de astronomía se arregla el cronometro al Sol y se deducen prácticamente las longitudes en el mar. Alicante, Ms. (El autor murió en 1806) (Fernandez Navarrete, 1851, I, 656, citando a Fuster, Bibliot. Valenciana, II, 274).*
- Pinkerton, John, *Modern Geography A Description of the Empires, Kingdoms, states, and Colonies, with the Oceans, Seas, and isles; in all parts of the world: Including the most recent discoveries and political alterations. Digested on a new plan by —. The Astronomical introduction by the Rev. S. Vince...* London, T. Cadell and W. Davies, Strand and T. N. Longman and O. Rees, 1803, LXVIII + 641 págs. BUB.
- Plan de Estudios de la Universidad de Salamanca, aprobado por el Consejo*, Madrid, En la Imprenta de Don Antonio de Sancha, Año de 1772, 196 págs. BUB.
- Plan de Estudios aprobado por S.M. y mandado observar en la Universidad de Valencia*, Madrid, En la Imprenta de la Viuda de Ibarra. Año MDCLXXXVII (1787), 52 Págs. BUB.
- Plo y Camin, Antonio, *El Arquitecto Práctico, Civil, Militar y Agrimensor, dividido en tres libros. El I contiene la Delineación, transformación, medidas, particiones de Planos, y uso de la Pantometra. El II, la práctica de hacer y medir todo genero de Bobedas; Y Edificios de Arquitectura. El III, el uso de la Plancheta y otros instrumentos simples, para medir por el ayre con facilidad, y exactitud, y nibelar regadíos para fertilizar los campos. Compuesto por D. —, Profesor de esta Ciencia. Quien lo dedica al M. II. Señor Fr. Don Antonio Maria Bucarelli, En Madrid, en la Imprenta de Pantaleon Aznar, Año de 1767, 560 págs. BCC.*

- Porras, José Ignacio de, *Náutica lacónica o régimen de hallar la longitud en el mar por los rumbos y variación de la aguja, cuyo método facilita por la observación de un astro en cualquiera instante del día o de la noche, la altura del polo, variación de la aguja, hora astronómica, ángulo del mundo, punto horizontal de donde fluye el viento, lo que abate a la nave una corriente en un tiempo dado y otras importantes utilidades que excusan la pensión de la corredera y demás laberintos de la actual navegación.* Por D. —, Madrid, por Miguel Escribano, Año de 1765, 74 págs. (Fernandez Navarrete, 1851, II, pág. 111).
- Prieto, Diego, *Colección de tablas invariables, que sirven para hallar en el Mar con la mayor brevedad la longitud, latitud, y variación.* Murcia. Imp. Antonio Ramirez, 1791, 122 págs. (Palau).
- Pronostico Astrologico. Por el Señor Matheo Questier Professor en Paris, el qual pronosticó el día de su muerte, y del Conde de San Pol. Este pronostico se halló dentro del Bolsillo de su Autor después de su muerte...* Con Licencia, Impreso en Barcelona. Vendese en Casa de Bartholomé Giralt, Impressor à la Calle de San Cayetano, Año 1705, 2h. BCC (F. Bon 5668).
- Radon, José, *Tratados de Matemáticas necesarios a los artifices para la perfecta construcción de instrumentos astronomicos y fisicos...* Madrid, Imprenta Real, 1794-97, 2 vols. (Palau).
- Radon, José, *Apuntes para un proyecto de Arreglo de Medidas, Pesos y Monedas*, Madrid, 1835, 24 págs. (Palau).
- Ramos, Antonio, *Exercicios literarios de los alumnos del Real Colegio de San Telmo de Sevilla que principiarán el día 20 de Febrero de este año de MDCCXCVI con asistencia de su catedrático y maestro y presididos por su director D. Antonio Ramos, presbítero*, Sevilla. Manuel Nicolas Vazquez (1796), 55 págs. (Aguilar, 1974).
- Reglamento de S.M. para la creación y organización de un Cuerpo de zapadores y minadores en Alcalá de Henares.* De orden Superior, Madrid. En la Imprenta Real Año de 1802, 22 págs. BJOB.
- Reglamento para el colegio General Militar que ahora se establece en el Real Alcázar de Segovia.* De Orden Superior, Madrid, En la Imprenta Real, Año de 1824, 92 págs. BJOB.
- Reglamento para la Academia Especial de Ingenieros*, Madrid: En la Imprenta Nacional, 1839, 52 págs. BJOB.
- Relación del último viaje al Estrecho de Magallanes de la Fragata de S.M. Santa María de la Cabeza en los Años de 1785 y 1786. Extracto de todos los anteriores desde su descubrimiento impresos y Mss. y Noticia de los Habitantes, Suelo, Clima, y Producciones del Estrecho.* Trabajada por orden del Rey, Madrid, Por la Viuda de Ibarra, Hijos y Compañía, 1788, 359 págs. BCC.
- Apéndice a la Relacion del Viage al Magallanes de la Fragata de Guerra Santa Maria de la Cabeza, que contiene el de los Paquebotes Santa Casilda y Santa Eulalia, para completar el reconocimiento del Estrecho en los Años de 1788 y 1789.* Trabajado de orden Superior. Madrid, En la Imp. de la Viuda de D. Joachin Ibarra, 1793, 128 págs. BCC.
- Relación del viaje hecho por las goletas Sutíl y Mejicana en el año de 1792 para reconocer el estrecho de Fuca. Con una introducción en que se da noticia de las expediciones ejecutadas anteriormente por los españoles en busca del paso del Noroeste de la América.* Impresa de orden del Rey en Madrid. En la Imprenta Real, año de 1802, 1 vol. + 1 atlas de 17 láms. (La introducción fue redactada por Martin Fernandez de Navarrete.)
- Relation des voyages entrepris par ordre de Sa Majesté Britannique et successivement exécutés par le Commodore Byron, le Capitaine Carteret, le Capitaine Wallis et le Capitaine Cook, dans les Vaisseaux le Dauphin, le Swalow et l'Endeavour; Traduite de l'Anglois. A Paris, Chez Saillant et Nyon, rue Saint-Jean de Beauvais (et) Planckoucke, Hôtel de Thon, rue des Poitevins, MDCCLXXIV, Avec Approbation et Privilège du Roi (1774), 7 vols. BUB.*
- Ribera, Fray Manuel Bernardo de, *Dictamen que sobre erección de Academias de Matemáticas, expresó primero en Junta particular, y reproduxo después en el claustro pleno de la Universidad de Salamanca el M. Fr. —, Dr. Teólogo de la misma Universidad, y su Catedrático de S. Anselmo.* En Salamanca, en la Imprenta de la Santa Cruz, año de 1758, 60 págs. (Sempere y Guarinos, 1785, V, 12).
- Ribera, Fray Manuel Bernardo de, *Dictamen que dá la Universidad de Salamanca al Real Consejo de Castilla, sobre la Academia universal de Ciencias y Artes, cuya erección con el título de Buen Gusto, pretenden varios particulares de la Ciudad de Zaragoza.* Formóle, por órden de la misma Universidad, su menor hijo, el Mtro. Fr. —, Trinitario Calzado, Catedrático de Teología Moral. En Salamanca, en la Imprenta nueva de Nicolas Joseph Villagordo y Alcaraz. Año de 1760 (Sempere y Guarinos, 1785, vol. V, págs. 13-16).
- Rivera Márquez, Pedro, *Directorio marítimo, instrucción y práctica de la navegación, noticia de los puertos de España desde Cantabria a Gibraltar, y los de Nueva España, Tierra Firme e islas adyacentes*, Madrid, 1728. (Fernandez de Navarrete, 1851, II, 609.)
- Rodriguez, José, *Biblioteca valentina, compuesta por el M.R.P.M. Fr. Josef Rodriguez Ministro del Real Convento del Remedio de Valencia, Cronista General del Orden de la SS. Trinidad en la Provincia de*

- Aragón. Por su muerte, interrumpida su impresión, aora continuada y aumentada con el prólogo y originales del mismo Autor. Añadidas algunas enmiendas y correcciones como las dexó el Autor entre sus Originales, con que se mejoran muchos lugares de su Obra. Juntase la continuación de la misma obra, hecha por el M.R.P.M. Fr. Ignacio de Savalls, del mismo Orden, Provincial, y nombrado Cronista de la Provincia de Aragón. Dedicado a la M.I. Ciudad de Valencia. Con licencia. En la misma, por Joseph Tomas Lucas, Impresor del Ilmo. Sr. Ob. Ing. Gen. Año 1747. BUB.
- Rollin, Rolin Abreviado, o Compendio de la Historia Antigua del Señor Rolin, Rector que fue de la Universidad de Paris, Profesor de Eloquencia en el Colegio Real, y Asociado a la Academia Real de Inscripciones y Bellas Letras, Reducido y Traducido, del Francés en lengua castellana por el Abad de San Martín de Chassonvila. En Amberes. A costa de Marc-Miguel Bousquet y compañía, 1745, 6 vols. BUB.
- Rovira, Francisco, *Compendio de Matemáticas dispuesto para las Escuelas del Real Cuerpo de Artillería de Marina* (Isla de León), Imprenta de la Academia de Cavalleros Guardias Marinas, 1781-91, 6 vols. (Palau).
- Rovira, Francisco, *Compendio de Matemáticas dispuesto para las Escuelas del Real Cuerpo de Artillería de Marina*, baxo la dirección de D. —, cavallero de Justicia de la Religión de San Juan, Xefe de Esquadra de la Real Armada, Comisario General de la Artillería de ella y Comandante principal de las Brigadas del Real Cuerpo de Artillería de Marina, con exercicio de Inspector del mismo. Tomo segundo *De la Geometria Elemental*, Reimpreso. En la Imprenta de la Academia de Cavalleros Guardias Marinas, Año de 1798, 130 págs. BUV.
- Ruiz Gallirgos, German, *El Sarrabal burgales historico, genealogico y cronológico, Diario de quartos de Luna*, Madrid, 1735, 136 págs. (Sánchez Pérez, 1929, 265).
- Ruiz Gallirgos, German, *El Sarrabal burgales, político, geométrico y cronológico, Diarto de quartos de Luna*, Madrid, 1737, 55 págs. (Sánchez Pérez, 1929, 265).
- Ruiz Gallirgos, German, *El Sarrabal burgalés, genealógico, político, geométrico y militar. Diario de Quartos de Luna cosecha de frutos y acontecimientos políticos, expresando diariamente el signo y grados que tiene la Luna. Compendio del Universo, especialmente de la Europa, y mas por extenso de la España, con expresión del número y nombres de los Regimientos que hai: Navios que sirven y donde fue la construcción*. Compuesto por D. — (Sevilla Imp. de los Gomez s.a.), 125 págs. (Aguilar, 1974, 286).
- Rustant, Joseph Vicente de, *Decadas de la Guerra de Alemania, e Inglaterra, Francia, España, y Portugal: Con Reflexiones Politico-Militares sobre sus acontecimientos*. Segunda Impresión, corregida. Su autor D. —. En Madrid, por Andres Ortega, Año de 1765, 10 vols. BUB.
- Sala, Pascasio, *De Veteri Hebraeorum Ponderibus et Mensuris Ad Sacrae Scripturae Intelligentiam. Commentarius Posthumus*. Auctore —, In Academiâ Valentina Sacrarum Litterarum Interprete. Matri-ti, Apud Juachimum Ibarra C.R.M. Typographum. 1772, 192 págs. BUV.
- Salazar, Luis Maria, *Discurso sobre los progresos y estado actual de la hidrografía en España*, en Espinosa y Tello, 1809, 170 págs.
- Sales, Assensio, *Oración a la Divina Sabiduria Patrona de la Academia Valenciana, que en el día VII de Enero del Año MDCCXLVI Dijo el Dr. D. —*, Presbitero Cathedrático que ha sido de filosofia (dos veces) en la Universidad de Valencia, i prefecto de Estudios en el Real Colegio de Corpus Christi. Examinador actual i Cathedrático de Theologia. Rector del Colegio de los Santos Reyes i Pavordre de la Iglesia Metropolitana de Valencia. En Valencia: En la Imprenta de la Viuda de Antonio Bordazar. Año 1746, 16 págs. BUV.
- San Martin Suarez, Josef de, *Tablas modernas, de la situación que tienen en Latitud, y Longitud todas las Costas de Tierra Firme, e Islas de Barlovento con sus adyacentes. Sondas, Viriles, Baxos, Arrecifes, Canales, Puertos, Ensenadas y lo mas notable del Seno Mexicano*. Recopiladas en este puerto de La Havana por D. —, Teniente de Navio de la Real Armada, Ayudante y Piloto mayor de Derrotas... Barcelona, En la Imprenta de Bernardo Pla, (s.a.) (1784), 80 + 32 págs. (1.ª ed. La Habana, 1781). BCC.
- Sanchez Reciente, Juan, *Tratado de Artilleria Theorica y práctica en donde se da entera noticia y conocimiento de todas las Piezas antiguas y juntamente de los Modernos de la Nueva Ordenanza del año de 1716 según el methodo que se enseña en el Real Seminario de San Telmo extramuros en la Ciudad de Sevilla*, dispuesto por D. —, Año 1733, 224 págs. (Palau).
- Sanchez Reciente, Juan, *Tratado de Trigonometría náutica, y de la construcción y uso de las escalas plana, artificial, y de la tabla de partes meridionales, y algunos problemas curiosos que para la educación de los colegiales del Real Seminario de Señor S. Telmo extra muros de la ciudad de Sevilla*. Sevilla, Imp. de los Recientes, 1742, 243 págs. (Palau).
- Sanchez Reciente, Juan, *Tratado de Navegación theorica y practica, según el orden y methodo con que se enseña en el Real Colegio Seminario del Señor San Telmo, extramuros de la ciudad de Sevilla*. Escrip-to por D. —, presbytero, cathedrático de Mathematicas de dicho Real Colegio. Con licencia, en Sevilla, Imp. de Francisco Sanchez Reciente (s.a.) (1749), (Fernandez Duro, 1900, VI, 428).

- Sanchez Villajos, Matheo, *Estadal de agricultura o practica del primer libro de Euclides, preciso para medir, aprear, tasar y conservar las heredades del campo*. Madrid, Antonio Marin, 1744 (Palau).
- Sanchez Villajos, Matheo, *Reglas y estadas de medir tierras para aviso a los agrimensores que miden tierras y términos de villas y lugares de estos reinos, para que conozcan sus equivocaciones, de lo que nadie ha escrito y mucho importa. Y para saber aprear, amojonar, deslindar, medir, acotarlas y tasarlas y también las reglas practicas de aforar el vino de don Teodoro de Ardemans, que han sido aprobadas de todos en tierras de Madrid*. Lo escribe D. —, maestro de Obras y alarife de los electos por los Señores del Real y Supremo Consejo de Castilla para tasar casas en Madrid, etc. y agrimensor de términos y heredades; natural de la Muy Noble y Leal Villa de Manzanares. Le dedica al excelentísimo Señor Duque de Osuna, etc. Segunda impresión Con Privilegio. En Madrid, Por Juan de Zuñiga. Año de 1752, 22 + 223 págs. (Castañeda y Alcover, 1955).
- Sanchez Villajos, Matheo, *Primera y precisa geometria o Reglas y estadal de medir tierras para gobierno de los Agrimensores y Labradores que las mesuran, deslinda, acotan, amojonan, y tasan y para aforar el vino y otras cosas*. Lo escribe D. —, maestro de obras y alarife de los electos por los señores del Real y Supremo Consejo de Castilla, con acuerdo del su fiscal, para las tasaciones de casas, obras y reparos de Madrid, agrimensor de términos y heredades por especial nombramiento de S.M. que Dios guarde; natural de la muy noble y leal villa de Manzanares. Madrid, Blas Román, 1784, 197 págs. (Palau).
- Sans, Manuel, *Recopilación de varias Tablas propias de la Navegación y Astronomía...* Barcelona, Por Juan Francisco Piferrer (1795), 159 págs. (Palau).
- Sans, Manuel, *Ver Examen*, 1797.
- Sanz, Miguel, *Breve Noticia de la vida del Excmo. Sr. D. Jorge Juan, reducida a los hechos de sus comisiones, Obras y Virtudes, que a instancia de sus Apasionados, presenta al Publico su secretario Don —, Oficial Segundo de la Contaduria principal de la Marina*. Incluido en Juan, Jorge, *Observaciones...*, Madrid, 1773.
- Sarmiento de Gamboa, Pedro, *Viage al Estrecho de Magallanes Por el Capitan —, en los años de 1579 y 1580 y Noticia de la Expedición que después hizo para poblarle*. En Madrid, en la Imprenta Real de la Gazeta, Año de 1768, LXXXIV + 402 + XXXII págs. BCC.
- Seixas y Lovera, Francisco de, *Theatro naval hydrographico de los fluxos y refluxos, y de las corrientes de los mares, estrechos, archipiélagos, y passages aquales del mundo, y de las diferencias de las variaciones de la aguja de marear, y efectos de la Luna, con los vientos generales, y particulares que reynan en las quatro regiones marítimas del orbe*. Dirigido al rey nuestro señor, en su Real Consejo de Indias, siendo presidente en él el... Marqués de los Vélez, etc. Compuesto por el capitan Francisco de Seixas y Lovera, Madrid, Antonio Zafra, 1688, 104, hojas (Palau).
- Seixas y Lovera, Francisco de, *Descripción Geographica, y Derrotero de la Región Austral Magallanica. Que se dirige al Rey Nuestro Señor, Gran Monarca de España, y sus Dominios en Europa, Emperador del Nuevo Mundo Americano, y Rey de los Reynos de las Filipinas y Malucas*. Por mano del Excmo. Sr. Marqués de los Vélez, Gentilhombre de Camara de S.M., de sus Consejos de Estado y Guerra y Presidente del Real y Supremo Consejo de Indias... Compuesto por el Capitán Don —, Natural de la Diocesis de la ciudad y Obispado de Mondoñedo, en el Antiguo y Noble Reyno de Galicia. Con Privilegio en Madrid: Por Antonio de Zafra, Criado de S.M. Año de 1690, 90 hojas. BUB.
- Sempere y Guarinos, Juan, *Ensayo de una Biblioteca de los mejores escritores del reynado de Carlos III*. Por D. —, Abogado de los Reales Consejos, Socio de Mérito de la Real Sociedad Económica de Madrid y Secretario de la Casa y Estados del Excmo. Sr. Marqués de Villena, En Madrid, En la Imp. Real, 1785-1789, 6 vols. BUB.
- Serrano, Gonzalo Antonio, *Opusculo medico chyrurgico, y defensa apologetica de la verdad, que prueba que todos los corbuncos son malignos respecto de la essencia, y causa eficiente contra el Manifiesto Médico, que sacó a luz D. Francisco Antonio de la Oliva, dignissimo Médico de la Real Familia de S.M. etc. Autor el Lic. D.—, Philomathematico y Cirujano Mayor de los Reales Hospitales de la Plaza de Zeuta por S.M. (que Dios guarde)*. Cordova, Imp. de su Eminencia, 1702, 71 págs. (Palau).
- Serrano, Gonzalo Antonio, *Almanac y pronostico sobre el Año del Señor de 1727. Con las Ferias y Feriados de la Real Audiencia, los quales van señalados con esta señal*. Barcelona por Joseph Teixido Impresor del Rey, Año 1727. BCC.
- Serrano, Gonzalo Antonio, *Astronomia universal theorica y practica, conforme a la doctrina de antiguos y modernos astronomicos*. Por el Dr. D. —, philomathematico y médico de Cordoba, Cordoba, Imp. del Autor, 1735.
- Serrano, Gonzalo Antonio, *Tablas philipicas, catholicas o generales de los movimientos celestes que con el nombre de Tablas astronómicas novo-almagesticas escribió y dió al publico el R.P. Juan Bautista Ricciolo, de laC. de J., aora nuevamente traducidas del idioma Latino al castellano*. Por el Dr. D. —, maestro de Matemáticas y médico de Cordoba, Cordoba, Imp. del Autor, 1744 (Gavira, 1932).

- Serrano, Gonzalo Antonio, *Almanak y pronostico universal, Diario de Quartos de Luna, para este Año de 1753...* Compuesto por el Gran Astrologo Andaluz D. —, Philo-Mathemático y Médico en Cordova con Privilegio del Rey nuestro Sr., que tiene Antonio Sanz, su impressor. Barcelona: Por Pablo Campins Impressor à la calle de Amargós, año 1753. BCC.
- Serrano Palacios, Ignacio de, *Lunario y Calendario General, con las conjunciones, llenos, quartos menguantes y crecientes de la Luna...* Valencia: Imp. de Benito Monfort, 1776-97 (15 tomos en 1 vol.). BMV.
- Serrano, Thomas, *De Prima Academiæ Valentiniæ Gloria Oratio Habita in eadem Academia A. P. Thomas Serrano (Soc. Jesu.) XV Kal. Nov. MDCCXLVII.* Valentiniæ: Ex officina Joseph, Stephani Dolz. S. Inquis. Typogr. 1747, 14 págs. BUV.
- Soulas, A. L., *Método facil de levantar planos y de Agrimensura. Precedido de nociones elementales de Trigonometria rectilinea para uso de los empleados del Catastro de Francia.* Por —, contralor de contribuciones directas. Traducida al español por D. Manuel Llorente, coronel y primer comandante del Primer Batallon del Primer Regimiento de Cazadores de la Guardia Real provincial y procurador a Cortes por la Prov. de Pontevedra, Madrid, Imprenta de Don Miguel Burgos, 1835, 164 págs. BCC.
- Tofiño de San Miguel, Vicente, *Compendio de geometria elemental y trigonometria rectilinea para el uso de los caballeros guardias marinas en su academia.* Cádiz, 1770 (2.ª ed. Isla de León, 1799) (Fernandez Navarrete, 1851, II, 775).
- Tofiño de San Miguel, Vicente, *Atlas del Mediterráneo*, Madrid, Depósito de la Guerra, 1786.
- Tofiño de San Miguel, Vicente, *Derrotero de las costas de España en el Mediterraneo y su correspondiente de Africa para inteligencia y uso de las Cartas Esféricas presentadas al Rey Nuestro Sr. Por el Excelentísimo Sr. Baylio Fr. Don Antonio Valdes, Gefe de Esquadra y Secretario de Estado y del Despacho Universal y construidas de Orden de S.M.* Por el Brigadier de la Real Armada D. —, Director de la Compañía de Guardias Marinas, de la Real Academia de la Historia. Corresponsiente de la de Ciencias de Paris... De orden Superior. Madrid. En la Imprenta de la Viuda de Ibarra, Hijos y Compañía, 1787, LVIII + 228 págs. BCC, BUMU.
- Tofiño de San Miguel, Vicente, *Derrotero de las costas de España en el Oceano Atlantico, y de las islas Azores o Terceras para inteligencia y uso de las Cartas Esféricas presentadas al Rey Ntro. Sr. por el Excmo. Sr. Baylio Fr. D. Antonio Valdes... y construidas de Orden de S.M.* Por el Brigadier de la Real Armada D. —, De orden superior, Madrid, por la Viuda de Ibarra, Hijos y Compañía, 1789, XVII + 248 págs. BCC, BUVA.
- Tofiño de San Miguel, Vicente, *Atlas Marítimo de España*, Madrid, Deposito de la Guerra, 1789 (Alonso Baquer, 1792, 284).
- Tofiño de San Miguel, Vicente, *Derrotero de las costas de España, de Portugal y de las Islas Azores o Terceras, en el Oceano Atlántico, para inteligencia y uso de las cartas esféricas que las comprenden.* Redactado por el Brigadier de la Armada D. —, en 1789, Corregido y aumentado por la Dirección de Hidrografía año de 1849. Segunda Edición, Madrid. En la Imp. Nacional 1849, 282 págs. BCC.
- Tofiño de San Miguel, Vicente y Varela, José, *Observaciones astronómicas hechas en Cádiz en el observatorio de la Compañía de Guardias Marinas.* Por el capitán de navio D. —, director de la Academia de guardias marinas y por D. —, capitán de fragata de la Real Armada, y maestro de Matemáticas en la misma Academia etc. Impreso de orden de S.M. en la Imprenta de Caballeros guardias marinas, Cádiz, vol. I, 1776, vol. II, 1777.
- Torres Villarroel, Diego de, *Viaje Fantástico del Gran Piscator de Salamanca. Jornadas por uno y otro Mundo. Descubrimiento de sus substancias, generaciones y producciones.* Ciencia Juizio y Congetura de el eclipse de el día 22 de Mayo de este presente año de 1724 (de el qual han escrito los Astrologos del Norte) las reglas generales para judiciar de todos los eclipses, que puedan suceder hasta la fin del Mundo. Dedicado al Sr. D. Alexandro Navarrete... Por su Autor D. —, Professor de Filosofia y Mathemáticas, substituto a la Catedra de Astronomia de Salamanca etc. Impreso en dicha Ciudad con las licencias necesarias, (1724), 110 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *Correo de el otro Mundo al Gran Piscator de Salamanca. Cartas respondidas a los muertos por el mismo Piscator D. Diego de Torres Villarroel, Professor de Philosophia y Mathemáticas, etc.* y este las dedica a la Excmo. Sra. Dña. Luisa Centurion Fernandez de Cordova y Coloma, Marquesa de Almarza y Flores de Avila, etc. Impressas en Salamanca. Por Eugenio Garcia de Honorato y S. Miguel (1725), 96 págs. BCC.
- Torres y Villarroel, Diego de, *Ocios Políticos, en poesias de varios metros de el Gran Piscator de Salamanca D. —: Las recogio y saca a luz su mayor amigo D. Isidro Lopez del Hoyo; y este las dedica a al Sr. don Agustín Fernandez Portocarrero Moscoso, Hijo de los Sres. Condes de Palma y Arcediano de la Santa Iglesia de Toledo.* En Madrid. Vendese en la Libreria de Juan de Moya. Año de 1726, 198 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *Anatomia de todo lo visible, e invisible: Compendio Universal de ambos mundos: Viaje Fantastico: Jornadas por una y otra Esphera: Descubrimiento de sus Entes, Substancias, Genera-*

- ciones y Producciones. Noticia de los Movimientos y Naturaleza de los Cuerpos Terrestres, y Celestiales, y Ciencia de los Influxos de los Eclipses de Sol, y Luna, hasta el fin del Mundo.* Dedicada al Emmo. señor D. Fray Gaspar de Molina, y Oviedo, Cardenal de la Santa Iglesia Apostólica Romana, Ex-Genel de la Orden de San Agustín, Comisario General de la Santa Cruzada, Presidente del Real y Supremo Consejo de Castilla, Obispo de Málaga, etc. Por su Autor el Doct. D. —, del Gremio y Claustro de la Universidad de Salamanca, y su Cathedrático de Prima de Mathemáticas, etc. En Salamanca: Por Antonio Villarroel (1738), 232 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *El Astrologo Fantasma y Gran Piscator, curioso, y entretenido: Almanak, Pronostico, y Diario de Quartos de Luna para el Año Bisiesto de 1740. Juicio de los Sucessos Elementares, y Politicos de la Europa: contiene diverso número de curiosidades.* Dedicado a la Muy ilustre Sra. Dña. Maria Piñateli y Rubi, Sra. de las Varonias de Ayerbe, la Peña etc. En Zaragoza: En casa de Antonio Lafuente (1739), 43 + 24 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *La Junta de Médicos, Prognostico, y Diario de Quartos de Luna, y Juizio de los acontecimientos naturales, y Politicos de toda la Europa para este presente año de 1740. Sale también con este Pronostico un Pronostico de Burlas en Esdrújulos. Y un Juizio de los Eclipses, que pueden suceder hasta la fin del Mundo, en un Romance castellano...* Dedicado al Excmo. Sr. D. Francisco de Paula, Silva, Alvarez de Toledo, Haro, y Guzman, Marques de Coria, Hijo Unico del Excmo. Sr. Duque de Guescar, Conde de Galvez, etc. Por el Gran Piscator de Salamanca. El Doct. D. —, del Gremio y Claustro de la Universidad de Salamanca, y su cathedrático de Prima de Mathemáticas, etc. Barcelona: Por Joseph Giralt, Impressor, a la Plateria (1740) 53 + 40 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *La Libreria de el Rey y los Corbatones. Pronostico y Diario de Quartos de Luna, Juicio de los acontecimientos Naturales, y Politicos de toda la Europa para este presente año de 1742.* Dedicado al Excmo. Sr. Don Fernando de Silva y Toledo, Duque de Guescar... Por el Gran Piscator de Salamanca el Doct. D. —, del Gremio y Claustro de la Universidad de Salamanca, y su Cathedrático de Mathemáticas etc. En Salamanca en la Imp. de la Santa Cruz, por Antonio Villarroel y Torres (1742), 48 págs. BCC (Otra edición Barcelona, Por Joseph Giralt. BCC).
- Torres Villarroel, Diego de, *Los Mayoriales de el Ganado de la Mesta. Pronostico y Diario de Quartos de Luna, con los Sucessos Elementares, y politicos de la Europa, para este año de 1745.* Dedicado al Excmo. Sr. D. Zenon de Somodevilla, Marqués de la Ensenada... Por el Gran Piscator de Salamanca, el Doctor D. —, Cathedrático de Mathemáticas en la Universidad de Salamanca. Con Privilegio del Rey Ntro. Sr., que queda en poder del Author. Se hallará en Barcelona en casa de Juan Piferrer (1745), 56 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *La Gran Casa de oficios de el Monasterio de Guadalupe. Prognostico, y Diario de Quartos de Luna, con los Sucessos Elementares, y Politicos para este año de 1747.* Dedicado al Rey Ntro. Sr. D. Fernando Sexto (que Dios Guarde). Por el Gran Piscator de Salamanca el Doctor D. —, Cathedrático de Mathemáticas en la Universidad de Salamanca. Con las Licencias necessarias. Se hallará en Barcelona. En Casa de Juan Piferrer (1747), 48 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *Los Desamparados de Madrid. Prognostico, y Diario de quartos de luna, con los sucessos Elementares, y Politicos de la Europa, para este año de 1748.* Dedicado al Excmo. Sr. Don Francisco Paula Sylva y Toledo, Marques de Coria, etc. Por el Gran Piscator de Salamanca. El doctor D. —, del Gremio, y Claustro de la Universidad de Salamanca, y su Cathedrático de Mathemáticas, etc. Con las Licencias necessarias. Se hallará en Barcelona, en casa Juan Piferrer (1748) 48 + 16 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *La nueva ciudad de San Fernando. Pronostico y Diario de Quartos de Luna, con los sucessos Elementares, y Politicos, para este año de 1749.* Dedicado al Excmo. Sr. D. Nicolas de Carvajal y Lancaster, Comendador de Valdepeñas en la Orden de Calatrava, Theniente General de los Reales Exercitos de su Magestad, y coronel del Regimiento de Guardias de Infantería Española. Por el Gran Piscator de Salamanca el Dr. D. —, de el Gremio y Claustro de la Universidad de Salamanca, y Cathedrático de Prima de Mathemáticas, Jubilado por el tiempo, y actual por su gusto, y su estravagancia. Se hallará en Barcelona en casa Juan Piferrer... (1749), 44 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *Aventuras de la Abadia de el Duque de Alba. Prognostico y Diario de Quartos de Luna, con los sucessos elementales, y politicos de la Europa, para este año de 1751, con las edades de los príncipes de toda la Europa, que van a la fin.* Dedicado al Ilustrissimo Sr. D. Francisco Diaz Santos Bullon, de el Consejo de S.M., Gobernador del Real Consejo de Castilla, Obispo de Sigüenza etc. Por el Gran Piscator de Salamanca, el Dr. D. —, del Gremio y Claustro de la Universidad de Salamanca y Su Cathedrático de Mathemáticas etc. Se hallará en Barcelona en casa de Teresa Piferrer, Viuda de Juan Piferrer, a la plaza del Angel (1751), 56 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *Tratados Physicos y Médicos de los Temblores y otros movimientos de la Tierra llamados vulgarmente Terremotos. De sus causas, señales, Auxilios, Pronósticos e Historias.* Dedicado al Sr. D. Vicente Pasqual Vazquez Coronado, marques de Coquilla, Conde de Montalvo y Gramedo etc. Por el Dr. D. Diego de Torres y Villarroel, del Gremio y Claustro de la Universidad de Salamanca, Cate-

- drático de Prima de Matemáticas etc. Salamanca, Imp. de Antonio Josef Villagordo y Alcaraz, 1751 (otra edición Madrid. En la Imp. de la Viuda de Ibarra, 1794, 12 + 35 págs.). BUMU.
- Torres Villarroel, Diego de, *Prevenções que le parecen precisas a D. Diego de Torres, antes de entrar a la Narración de las observaciones, con que se intenta persuadir, que es Elipsoides la figura de la Tierra, y dificultades que se le ofrecen para no consentir en negarle su demostrada redondez*. Incluido en *Libros en que estan reatados...*, 1752, vol. IV, págs. 303-312.
- Torres Villarroel, Diego de, *Libros en que estan reatados diferentes quadernos Phisicos, Morales y Mysticos, que años passados dio al Público en producciones pequeñas el Dr. D. —*, de el Gremio y Claustro de la Universidad de Salamanca, y su Cathedrático de Matemáticas, jubilado por el Rei Ntro. Señor, Impressos en Salamanca En la Imprenta de Antonio Villagordo y en la de Pedro Ortiz Gomez. En el año de 1752, 14 vols. BUB.
- Torres Villarroel, Diego de, *Los enfermos de la fuente de el Toro. Pronostico y Diario de quartos de Luna, con los sucessos elementales, y políticos de la Europa en Refranes Castellanos, para este año de 1753, y con las edades de los Principes de toda la Europa, que van a la fin*. Dedicado al Sr. D. Domingo Hernandez Griñon, Presbytero en la Villa y Encomienda de San Juan de Torrecilla de la Orden etc. Por el Gran Piscator Dr. D. —, del Gremio y Claustro de la Universidad de Salamanca y su Cathedrático de Matemáticas, jubilado por el Rei Ntro. Sr. Con las Licencias necesarias. Se hallará en Barcelona en casa de Teresa Piferer. Viuda de Juan Piferer, à la Piza. del Angel (1753), 8 h. + 50 págs. BCC (F. Bon 6764).
- Torres Villarroel, Diego de, *La Casa del Ensayo de las Comedias. Pronostico y Diario de Quartos de Luna, con los sucessos elementares, y políticos de la Europa, para este año de 1755, y con las edades de los principes de toda la Europa; y los días en que se viste la Corte de Gala, que van a la fin*. Dedicado al Sr. D. Juan Francisco Gaona y Portocarrero, Vizconde de la Toba, Conde de Valdeparayso, etc. Por el Gran Piscator de Salamanca el Dr. D. —, Cathedrático de Prima de Matemáticas en la Universidad de Salamanca, Jubilado por el Rey Ntro. Sr. En la Imp. de Teresa Piferer Viuda, administrada por Thomas Piferer, (1755), 52 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *Los Malos Ingenios. Pronostico, y Diario de Quartos de Luna, y Juicio de los acontecimientos naturales, y políticos de la Europa, para este año de 1756, y con las edades de los Principes de toda la Europa; y los días en que se viste la corte de Gala, que van a la fin*. Dedicado al Sr. don Francisco Xavier de Torres, de el Consejo de S.M., y Alcalde de Comptos en el Real, y Supremo de Navarra. Por el Gran Piscator de Salamanca el Dr. D. —, del Gremio y Claustro de la Universidad de Salamanca, y su cathedrático de Matemáticas, Jubilado por el Rei nuestro Sr. (Barcelona). En la Imp. de Teresa Piferer Viuda, administrada por Thomas Piferer (1756), 52 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *La Casa de los Linages. Pronostico y Diario de Quartos de Luna, y Juicio de los acontecimientos naturales y políticos de la Europa para este año de 1757: y los días en que se viste la corte de Gala, que van a la fin*. Escrito por el Gran Piscator de Salamanca el Dr. D. —, del Gremio y Claustro de la Universidad de Salamanca y su Cathedrático de Matemáticas Jubilado por el Rei Ntro. Sr. El que lo dedica a Dña. Josepha Ariño y Torres, su sobrina. Con las Licencias necesarias (Barcelona). En la Imp. de Teresa Piferer Viuda, administrada por Thomas Piferer (1757), 59 páginas BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *Los Peones de la Obra de el Real Palacio. Pronostico y Diario de Quartos de Luna, y Juicio de los acontecimientos naturales y políticos de la Europa, para este año de 1758, y con la edad de los Principes de toda la Europa; y los días en que se viste la Corte de Gala, que van a la fin*. Dedicado a la mui Incliyta Sra. Dña. Maria Manuela Motezuma, Nieto de Silva, Torres y Guzman, Marquesa de Cerralbo de Almarza, y Floresdabila, y Condasa de Alba, etc. Escrito por el Gran Piscator de Salamanca el Dr. D. —, del Gremio y Claustro de la Universidad de Salamanca, y su Cathedrático de Matemáticas Jubilado por el Rei Ntro. Sr., Barcelona: En la Imp. de Teresa Piferer, (1758), 56 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *Los Manchegos de la Carcel de Villa. Pronostico y Diario de Quartos de Luna con los Sucessos Elementales, y Políticos de toda la Europa, para este año de 1759, y con las edades de los Principes de toda Europa; y los días en que se viste la Corte de Gala, que van a la fin*. Dedicado a la Excmo. Sra. Dña. Mariana de Silva, Meneses, Sarmiento de Soto Mayor, Duquesa de Huescar, Marquesa de la ciudad de Coria, de Heliche, y Tarazona, Cndesa de Morente y de Fuentes, etc. Por el Gran Piscator de Salamanca el Dr. D. — del Gremio y Claustro de la Universidad de Salamanca y su cathedrático de Matemáticas, jubilado por el Rey Ntro. Sr. Barcelona. En la Imp. de Teresa Piferer (1759), 48 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *Aviso seguro, Perfil puntual; y Conjetura con sus Intercadencias y Trompicones del Eclypse visible del sol en el Día 13 de Junio de 1760...* Impresso en Madrid y Reimpresso en Barcelona. Se hallará en casa de Miguel Rubio Librero (s.a.) (1760), 12 págs. BUB.
- Torres Villarroel, Diego de, *Los Carboneros de la calle de la Paloma. Pronostico y Diario de Quartos de Luna, con los Sucessos Elementares, y Políticos de toda la Europa, para este año de 1761, y con las eda-*

- des de los Principes de toda Europa; y los días en que se viste la Corte de Gaia, que van a la fin.* Dedicado al Eminentísimo Sr. D. Francisco de Solís y Gante, Cardenal Presbytero de la Santa Romana Iglesia, Arzobispo de Sevilla, del Consejo de S.M. etc. Por el Gran Piscator de Salamanca el Dr. D. —, del Gremio y Claustro de la Universidad de Salamanca, su Cathedrático de Matemáticas, Jubilado por el Rey N.S., Capellan Mayor de las Venerables Madres Agustinas Recoletas de dicha Ciudad: Administrador de las siete Villas del Estado de Monterrey por el Excmo. Sr. Duque de Alva; y de los Estados de Azevedo, propios del Excmo. Sr. Conde de Miranda etc. Barcelona. En la Imprenta de Teresa Piferrer (1761), 54 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *El campillo de Manuela. Pronostico y Diario de Quartos de Luna con los Sucessos Elementares y Políticos de toda la Europa, para este año de 1762, y con las edades de los Principales de toda la Europa; y los días en que se viste la Corte de Gala, que van a la fin.* Dedicado al Ilustrísimo Sr. D. Joseph de Franquis Laso de Castilla, del Consejo de S.M. y Obispo de Malaga. Por el Gran Piscator de Salamanca el Dr. D. —, del Gremio y Claustro de la Universidad de Salamanca, su Cathedrático de Matemáticas, jubilado por el Rey N.S., Capellan Mayor de las Venerables Madres Agustinas Recoletas de dicha Ciudad: Administrador de las siete Villas del Estado de Monterrey por el Excmo. Sr. Duque de Alva; y de los Estados de Azevedo, propios del Excmo. Sr. Conde de Miranda etc. Barcelona. En la Imprenta de Teresa Piferrer (1762), 60 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *Aviso cierto y prevención puntual que del Eclipse de Sol hace al Público el Dr. D. —, Cathedrático de Matemáticas de la Universidad de Salamanca, Jubilado por el Rey N.S., Barcelona; Por Thomas Piferrer, Impresor del Rey N.S. (s.a.) (1764), 14 págs. BUB.*
- Torres Villarroel, Diego de, *Las Ferias de Madrid. Pronostico y Diario de Quartos de Luna, con los sucessos Elementares, y Políticos de toda la Europa, para este año de 1765, y con las edades de los Principes de toda la Europa; y los días en que se viste la Corte de Gala, que van a la fin.* Dedicado al Excelentísimo Sr. Marqués de Villadarias, Inspector de la Caballería, etc. Por el Gran Piscator de Salamanca el Dr. D.—, del Gremio y Claustro de la Universidad de Salamanca y su Cathedrático de Matemáticas, Jubilado por el Rey N.S. Barcelona. Por Thomas Piferrer, Impresor del Rey N.S. (1765), 58 págs. BBC.
- Torres Villarroel, Diego de, *El Santero de Majadahonda, y el Sopista Perdurario. Pronostico, y Diario de Quartos de Luna, con los sucessos elementares y políticos de toda la Europa, para este año de 1766, y con las edades de los Principes de toda la Europa; y los días en que se viste la Corte de Gala, que van a la fin.* Dedicado a la Excmo. Sra. Dña. Mariana de Sylva y Toledo, Duquesa de Medina Sydonia, etcétera. Por el Gran Piscator de Salamanca el Dr. D. —, del Gremio y Claustro de la Universidad de Salamanca, y su Cathedrático de Prima de Matemáticas, Jubilado por el Rey N.S. Barcelona, Por Thomas Piferrer. Impresor del Rey N.S. Plza. del Angel (1766), 58 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *Plan Geographico del Eclypse de el Sol del día 5 de Agosto de 1766. Con un Mapa.* Se hallará para su venta en la Librería de D. Manuel Ferrara (Cádiz), Y en Sevilla en la de D. Jacobo Dherbe, frente de Gradas (1766) (Cit. por Torres Villarroel, 1767, pág. 4).
- Torres Villarroel, Diego de, *La Tía, y la Sobrina. Pronostico y Diario de Quartos de Luna, y Juicio de los acontecimientos Naturales, y Políticos de la Europa, para este año de 1767.* Por el Gran Piscator de Salamanca, el Dr. D. —, del Gremio, y Claustro de la Universidad de Salamanca y su Cathedrático de Matemáticos, Jubilado por el Rey N.S. Dedicado a el Excmo. Sr. Marqués de la Mina, etc. Con las licencias necessarias y con permiso del Author. En Cádiz, en la Imp. Real de Marina (1767), 62 págs. BCC.
- Torres Villarroel, Diego de, *Vida, ascendencia, nacimiento, crianza y aventuras del Dr. D. Diego de Torres Villarroel, catedrático de Prima de Matemáticas en la Universidad de Salamanca.* Escrita por el mismo D. Diego de Torres Villarroel. Barcelona. Por Juan Francisco Piferrer, Impresor de S.M. (s.a.), 399 págs. BCC.
- Torrubia, *I Moscoviti nella California, o Sia Dimostrazione della verità del Passo all'America settentrionale Nuovamente Scoperto dai Russi, e di quello anticamente praticato dalli Popolatori, che vi trasmigrarono dell'Asia. Dissertazione Storico-Geografica* del Padre F. Giuseppe Torrubia Minore Osservante di S. Francesco, Cronologo di Tutto l'ordine, e commissario Generale della Curia Ultramontana, 1759 (Separata de Nuova Raccolta d'opuscoli scientifici e filologici, editado por Angelo Calogera. Venecia S. Occhi, 1760, vol. VII, pág. 473-536). NBP.
- Tosca, Thomas Vicente, *Compendio Mathemático en que se contienen todas las Materias mas principales de las Ciencias que tratan de la Cantidad.* Que compuso el Dr. —, Presbitero de la Congregación de Oratorio de San Felipe Neri de Valencia. Y dedicada al Sr. D. Felipe Quinto el Animoso, Rey de las Españas. En Valencia por Antonio Bordazar, 1707, 9 vols. BCC.
- Tosca, Thomas Vicente, *Vida y Virtudes de la Venerable Madre Sor Josepha Maria de Santa Ines (en el siglo Josepha de Albiñana) Religiosa Descalça de el exemplarissimo Convento de la Purissima Concepción de Ntra. Sra. de la Villa de Beniganim.* Compuesta por el Dr. —, Presbitero de la Congregación de Oratorio de San Felipe Neri de Valencia. Dedicada a la Siempre Virgen Maria Purissima en su Inmacu-

- lada Concepción y a su Castísimo Esposo San Joseph. Con Licencia En Valencia. En la Imprenta de Antonio Bordazar. Año 1715, 421 págs. BUB.
- Tosca, Thomas Vicente, *Compendium philosophicum præcipuas Philosophiæ partes complectens, nempe Rationalem, Naturalem et Transnaturalem, sive Logicam, Physicam et Metaphysicam*, Valentini. Ex Typ. Antonii Balle. Anno 1721, 5 vols. BUB.
- Tosca, Thomas Vicente, *Compendio Matemático en que se contienen todas las materias mas principales de las Ciencias que tratan de la Cantidad, que compuso el Dr. —, Presbitero de la Congregación del Oratorio de San Felipe Neri de Valencia. Tercera Impression Corregida, y enmendada de muchos yerros de Impression y Laminas, como lo vera el curioso*. Con Privilegio, en Valencia en la Imprenta de Joseph Garcia. Año 1757, 9 vols. BUB.
- Tosca, Thomas Vicente, *Compendium Philosophicum Præcipuas Philosophiæ Partes Complectens Nempe Rationalem, Naturalem et Transnaturalem: sive Logicam Physicam et Metaphysicam*. Auctore Thoma Valentio Tosca, Valentino Sacræ Theologiæ Doctore. Archiepiscopatus Synodali Examinatore et Congregationis Oratorii S. Philippi Nerii Presbytero. Valentini Hedetanorum Apud Viduam Hyeronymi Conijos Ann. MDCCLIV (1754), 7 vols.
- Tosca, Thomas Vicente, *Tratados de Arquitectura Civil, Montea y Canteria, y Reloxes*, que compuso el Dr. —, Presbitero de la Congregación del Oratorio de San Felipe Neri de Valencia. En Valencia. En la Oficina de los Hermanos de Orga, 1794, 261 + 252 págs. (Corresponde a los tratados XIV y XXVI del *Compendio Matemático*). BCC.
- Ulloa, Antonio de, *Relación Historia del Viage a la América meridional hecho de Orden de S.M. para medir algunos grados de Meridiano Terrestre y venir por ellos en conocimientos de la verdadera Figura, y Magnitud de la Tierra, con otras varias Observaciones Astronomicas, y Phisicas. Por D. Jorge Juan, Comendador de Aliaga en el Orden de San Juan, Socio correspondiente de la Real Academia de las Ciencias de Paris y D. Antonio Ulloa, de la Real Sociedad de Londres, ambos Capitanes de Fragata de la Real Armada*. Impresa de Orden del Rey Ntro. Sr. En Madrid, Por Antonio Marin. Año de 1748, 4 vols. 404 + 279 + 379 + 222 págs. BCC.
- Ulloa, Antonio de, *Noticias americanas: Entretenimientos Phisico-Historicos, sobre la América Meridional y la Septentrional Oriental. Comparación general de los Territorios, Climas, y Producciones en las tres especies, Vegetales, Animales, y Minerales: Con relación particular de las Petrificaciones de Cuerpos Marinos de los Indios naturales de aquellos Países, sus costumbres, y usos: De las Antigüedades: Discurso sobre la lengua y sobre el modo en que pasaron los primeros Pobladores*. Su autor D. —, Comendador de Ocaña, en el Orden de Santiago, Gefe de Esquadra de la Real Armada, de la Real Sociedad de Londres, y de las Reales Academias de las Ciencias de Stokolmo, Berlin, etc. En Madrid, En la Imp. de D. Francisco Manuel de Mena, 1772, 410 págs. BCC. (Segunda edición Madrid, Imp. Real, 1792, 342 págs.)
- Ulloa, Antonio de, *El Eclipse de sol con el anillo refractario de sus rayos, la luz de este astro vista del través del cuerpo de la luna, o antorcha solar en su disco, observado en el oceano en el navio El España, capitana de la flota de Nueva España, mandada por el gefe de esquadra D. — y practicada la observación por el mismo general con asistencia de otros oficiales del navio, el veinte y quatro de junio de mil setecientos setenta y ocho*. Madrid, Imp. de Antonio de Sancha, 1779, 40 págs. 2 lás.
- Ulloa, Antonio de, *Conversaciones de Ulloa con sus tres hijos en servicio de la Marina, instructivas y curiosas sobre las navegaciones y modo de hacerlas, el pilotaje, y la maniobra: Noticia de vientos, mares, corrientes, pajaros, pescados y anfibios y de los fenomenos que se observan en los mares en la redondez del Globo*, En Madrid, en la Imprenta de Sancha, 1795, 263 págs.
- Ulloa, Bernardo, *Restablecimiento de las fábricas y comercio marítimo español; errores que se padecen en las caudales de su decadencia, cuales son los legítimos obstáculos que le destruyen y los medios eficaces de que florezca*, Madrid, 1740, 2 vols.
- Ulloa, Bernardo, *Del comercio y trafico marítimo que tiene España en las naciones y en la América*, Madrid, 1741.
- Vallejo, José Mariano, *Tratado elemental de Matemáticas*, Madrid (Segunda edición, Madrid, 1817, 5 vols.).
- Varela y Ulloa, José, Véase Tofiño, y Varela, 1776.
- Varas, Antonio de, *Aritmética y Geometría practica de la Real Academia de San Fernando*, Madrid, Imp. de la Viuda de Ibarra, 1801, XII + 216 págs. 4.º (Palau).
- Varas, Antonio de, *Aritmética y geometría práctica, extractadas de las obras de Benito Bails por — y destinadas a servir de texto en la enseñanza de Agrimensores y Artesanos*, Tercera edición corregida y aumentada, Madrid Real Academia de Bellas Artes de S. Fernando 1835, VIII + 256 págs. (Palau).
- Vargas Ponce, José de, *Importancia de la Historia de la Marina Española, precisión de que se confie a un marino y plan y miras con que de orden superior la emprende el Capitán de Fragata Don Josef de Vargas y Ponce. Discurso presentado al Serenísimo Sr. Principe Generalísimo Almirante e impreso de Orden de S.M.*, Madrid, Imp. Real, 1807, 107 págs.

- Vargas Ponce, José de, Redactó la Introducción al Derrotero de las costas de España en el Mediterráneo (Tofiño de San Miguel, 1787). La Descripción de las islas Pithiusas y Baleares (Descripción, 1787); la Relación del último viaje al Estrecho de Magallanes de la fragata de S.M. Santa María de la Cabeza (Relación, 1788); y del Apéndice a la relación del viaje al Magallanes (Relación, 1793).
- Vaugondi, Robert, *Uso de los Globos y la Sphera escrito por M. —, Traducido del frances en castellano, extractado y aumentado por los Cathedráticos de Matemáticas de la Universidad de Salamanca. El Dr. D. Diego de Torres Villarreal, y el Dr. D. Isidoro Ortiz Gallardo, y Villarreal quienes, lo dedican al Claustro pleno de la Mayor Universidad de las Universidades, Salamanca.* Impreso con Licencia: Por Eugenio Garcia de Honorato y S. Miguel Impresor de dicha Universidad, (s.f.) (1758), 100 + 16 páginas. BCC.
- Venegas, Miguel, *Noticia de la California, y de su conquista temporal, y espiritual hasta el tiempo presente. Sacada de la Historia Manuscrita, formada en Mexico, año de 1739. Por el P. —, de la Compañía de Jesus; y de otras Noticias y Relaciones antiguas, y Modernas. Añadida de algunos Mapas Particulares y uno general de la América Septentrional, Assia Oriental, y Mar del Sur intermedio, formados sobre las Memorias más recientes, y exactas que se publican juntamente.* Dedicada al Rey Ntro. Sr. por la Provincia de Nueva España, de la Compañía de Jesús... En Madrid: En la Imp. de la Viuda de Manuel Fernandez, y del Supremo Consejo de la Inquisición. Año de 1757, 3 vols. 240 + 564 + 436 págs. BUVA.
- Venegas, Miguel, *Histoire Naturelle et Civile de la Californie, contenant une description exacte de ce Pays, de son Sol, de ses Montagnes, Lacs, Rivieres et Mers. de ses Animaux, Vegetaux, Mineraux, et de sa fameuse Pêcherie des Perles; les Moeurs de ses Habitans, leur Religion, leur Gouvernement, et leur façon de vivre avant leur conversion au Christianisme; un detail des differens Voyages, et Tentative qu'on a faites pour s'y etablir et reconnoitre son Golfe et la Côte de la Mer du Sud. Enrichie de la Carte du Pays et des Mers adjacentes.* Traduite de l'Anglais par M.E. A Paris, chez Durand, 1767. 3 vols. BUB.
- Verdejo Gonzalez, Francisco, *Compendio de Aritmética teorica y práctica para comerciantes, artesanos y negociantes*, Madrid, Viuda de Ibarra, 1795, 134 págs.
- Verdejo Gonzalez, Francisco, *Compendio de Matemáticas puras y mixtas para la instrucción de la juventud*, Madrid, Imp. de la Viuda de Ibarra, Tomo I, 1794, 250 págs. Tomo II, 1802, 370 págs. (Sanchez Perez, 1929, 316).
- Verdejo Gonzalez, Francisco, *Adiciones al primer tomo del Compendio Matemático de —, Catedrático de Matemáticas de los Reales Estudios de esta Corte...* Madrid 1801, 49 págs. (Palau).
- Verdejo Paez, Francisco, *Tratado de Agrimensura, o Arte de aforar líquidos, para el uso de agrimensores y labradores, dividido en dos partes; de las cuales la primera comprehende un tratado elemental de Aritmética, y la segunda, además de unas breves nociones de Geometría, da reglas para la medida y partición de qualquier terreno, para los plantíos de viñas, apeos, deslindes y aforos, y otras muchas cuestiones curiosas, concluyendo con el modo de nivelar, levantar y lavar el plano de un terreno qualquiera.* Segunda edición, aumentada con la Ordenanza de Agrimensores. Su Autor D. —, profesor de dibujo militar de la Academia de Caballeros Cadetes de Reales Guardias Españolas y maestro de Matemáticas que ha sido en varios establecimientos de esta Corte. Madrid: En la Imprenta de la Viuda de Aznar, 1817, 138 págs. BDGUB.
- Verdejo Paez, Francisco, *Guía práctico de Agrimensores y labradores o Tratado completo de Agrimensores y Aforage, en el que después de los principios indispensables de Aritmética y Geometría, se trata con toda estension de la medida, tasación repartimiento, nivelación y apeo de cualquier terreno, con las reglas para levantar su plano por varios metodos; igualmente que el modo de aforar por reglas sencillas y exactas cualquier vasija; concluyendo con unas breves nociones de Mecánica aplicada a los usos mas comunes de la Agricultura.* Segunda edición. Notablemente aumentada y corregida por su Autor D. —, profesor de Matemáticas que fue en los Estudios Reales de San Isidoro de esta Corte, y en otros varios establecimientos publicos, Madrid, Imprenta de Repullés, 1833, 240 págs. + cuadros. BCC.
- Vimercati, Cipriano, *Prolusion academica. Discurso sobre el origen y progresos de la astronomia hasta nuestra edad: en abertura a los certámenes de matemáticas superiores, que tuvieron los oficiales agregados para su estudio a la compañía de guardias-marinas de Ferrol en los días primeros del mes de marzo*, Madrid, Por D. José Urrutia, 1790, 78 págs. (Fernandez Navarrete, 1851, I, 278).
- Wendingen, Juan, *Elementos de la Mathemática, Escritos para la utilidad de los Principiantes.* Por el Padre —, de la Compañía de Jesus, cosmographo Mayor del Real y Supremo Consejo de Indias, y Maestro de Matemáticas en el Colegio Imperial de la misma compañía. Con Privilegio, En Madrid En la Oficina de Joachin Ibarra Calle de las Urosas. Año de 1753-56, Tomo I *Arithmética*, 1753, 210 págs.; Tomo II *Geometría*, 1753, 321 págs; Tomo III *Logarithmica, Trigonometría Plana, Secciones de la Sphera y Trigonometría Espherica*, 1755, 305 págs. Tomo IV, 1756. BCC.

- Witte, Carlos, *Prerrogativas de la Geometría sobre las demás ciencias y artes Naturales*. Por el coronel de los Reales Ejércitos D. —, primer ayudante mayor de Reales Guardias Walonas, Barcelona, Carlos Gilbert y Tutó, 1762, 79 págs. (Castañeda, 1955, 602).
- Wolffio, *Christiani Wolffii, Potentissimo Suecorum Regis, Hassiæ Landgravii Consiliarii Regiminis, Mathematicum ac Philosophiæ Professoris Primarii in Academia Marbugensi, Professoris Petropolitani Honorarii, Academiæ Regiæ Scientiarum Parisinæ Societatumque Regiarum Britannicæ atque Borussiae Membri Elementa Matheseos Universæ, Tomus quartus Qui Geographiam Cum Hydrographia, Chronologiam, Gnomonicam, Pyrotechniam, Architecturam militarem atque Civilem complectitur. Editio Nova Priori Multo Auctior et Correctior*, Genevæ, Apud Henricum-Albertum Gosse et Socios, 1740. BMMB.
- Ximeno, Vicente, *Escritores del Reyno de Valencia chronologicamente ordenados desde el año MCCXXXVIII de la Christiana Conquista de la misma Ciudad hasta el de MDCCXLVII*. Por —, Valencia, Joseph Estevan Dolz, 1747-49, 2 vols. BCC.
- Zaragoza, Joseph, *España en Comun, Celeste y Terráquea*, Autor el M.R.P. Joseph Zaragoza de la Compañía de Jesus, Calificador de la Inquisición Suprema, Catedrático de Theologia Escolastica en los Colegios de Mallorca, Barcelona y Valencia, y agora de Matemáticas en los Estudios Reales del Colegio Imperial de Madrid. Consagrada a la Excelentísima Sra. Condesa de Villa Umbrosa y de Castro Nuevo, Marquesa de Quintana. Con Licencia. En Madrid Por Juan Martin del Barrio. Año de 1675, 256 págs. BUB.
- Zaragoza, Joseph, *Fábrica y uso de varios instrumentos Mathematicos con que sirvió al Rey N.S. D. Carlos Segundo, en el día de sus catorze años, el Excelentísimo Sr. D. Juan Francisco de la Cerda Duque de Medinaceli, Segorve, Cardona y Alcalá, Sumiller de Corps de S.M. etc.* Dispuestos y explicados por el Rmo. P. Joseph Zaragoza De la Compañía de Iesus, Calificador de la Suprema, Catedrático de Theologia en los colegios de Mallorca, Barcelona y Valencia, y de Matemáticas en el Imperial de Madrid: y en la mesma Facultad Maestro del Rey Ntro. Sr. En Madrid: Por Francisco de Zafra, día 5 de Noviembre de 1675, 222 págs. BCC.
- Zavala y Auñón, Miguel de, *Representación al Rey Ntro. Sr. D. Phelipe V (que Dios Guarde)*. Dirigida al mas seguro aumento del Real Erario y conseguir la felicidad, mayor alivio, riqueza y abundancia de Su Monarquía... Hecha Por D. —, Regidor Perpetuo y preeminente de la Ciudad de Badajoz, del Consejo de S.M. y Superintendente General de la Pagaduría General de Juros y Mercedes (Madrid), Año de 1732, 180 págs. BCC.

OBRAS RECIENTES

- Aguilar Piñal, Francisco, *La Sevilla de Olavide 1767-1778*, Sevilla, Excmo. Ayuntamiento, 1966, 255 págs.
- Aguilar Piñal, Francisco, «Dialogos de Chindulza (Fragmentos sobre Madrid)», *Anales Instituto de Estudios Madrileños*, II, 1967, págs. 483-506.
- Aguilar Piñal, Francisco, «La Universidad de Sevilla en el Siglo XVIII. Estudio sobre la primera reforma universitaria moderna», *Anales de la Universidad Hispalense*, Sevilla, n.º 1, 1969, 562 págs. (a).
- Aguilar Piñal, Francisco, «Trigueros y su proyecto de una 'Gaceta Literaria de Madrid'», *Anales Instituto de Estudios Madrileños*, IV, 1969, págs. 23340 (b).
- Aguilar Piñal, Francisco, *Bibliografía de la Real Sociedad Vascongada de los Amigos del Pais en el Siglo XVIII*, San Sebastián, 1971, 32 págs.
- Aguilar Piñal, Francisco, «La encuesta universitaria de 1789», *Hispania*, Madrid, vol. XXXII, n.º 120, 1972, págs. 165-207.
- Aguilar Piñal, Francisco, *Impresos sevillanos del Siglo XVIII. Adiciones a Tipografía Hispalense*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1974, 423 págs.
- Almirante, José, *Bibliografía Militar de España*, Madrid, M. Tello, 1876, CXXX + 988 págs.
- Alonso Baquer, Miguel, *Aportación militar a la Cartografía española en la Historia Contemporánea*, Madrid, Patronato Alonso de Herrera-Instituto de Geografía Aplicada, C.S.I.C., 1972, 366 págs.
- Alos Moner, Ramon d', «Joseph Aparici en l'Academia dels Desconfiats», *Boletín Real Academia de Buenas Letras de Barcelona*, XIII, 1928, págs. 241-43.
- Álvarez López, Enrique, «Comentarios y anotaciones acerca de la Obra de D. Félix de Azara», *Miscelánea Americanista*, Madrid, vol. III, 1952, págs. 9-62.

- Álvarez de Morales, Antonio, *La «Ilustración» y la reforma de la Universidad en la España del Siglo XVIII*, Madrid, Instituto de Estudios Administrativos, 1971, 210 págs.
- Aizola Minondo, *Las obras públicas en España*, Reedición Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, Madrid, 1979.
- Anes, Gonzalo, *El Antiguo Régimen: Los Borbones*, en *Historia de España* Alfaguara, Madrid, Alianza Universidad, 1975, 516 págs.
- Anes, Gonzalo, *Economía e «Ilustración» en la España del Siglo XVIII*, Barcelona, Ariel, 1969, 216 págs.
- Bachelard, Gaston, *La formation de l'esprit scientifique*, Paris Urin. Trad. castellana *La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo*, Buenos Aires, Siglo XXI, 1972, 304 págs.
- Bagrow, Leo, *History of Cartography*, Revised and enlarged by R. A. Skeiton, London, C. A. Watts and Co. Ltd., 1964, 312 págs.
- Baker, J. N. L., *A history of geographical discovery*, Londres, 1937. Traducción francesa *Histoire des Decouvertes géographiques et des explorations*, Nouvelle Edition révisée, traduction française de Maurice Planiol, Paris, Payot, 1949, 455 págs.
- Balari y Jovany, José, *Historia de la Real Academia de Ciencias y Artes. Memoria inaugural del Año Académico de 1893 a 1894*, por el Dr. D. —, Catedrático de la Universidad de Barcelona, Presidente de la Real Academia de Buenas Letras, Academia de número de las de Ciencias y Artes, etc. Barcelona, Tip. «L'Avenç», 1895, 205 págs.
- Ballesteros Beretta, Antonio, *Historia de España y de su influencia en la Historia Universal*, Barcelona, Editorial Labor, 1932, vol. VI.
- Barras de Aragón, Francisco de las, «Circunstancias que motivaron la fundación del Colegio de San Telmo de Sevilla», en *Estudios sobre la Ciencia española del siglo XVII*, Madrid, 1935, págs. 279-31.
- Barreiro, Agustín, *La expedición de D. Alejandro Malaspina, 1789-95*, Madrid, 1923.
- Barreiro, Agustín, «El Observatorio Astronómico de Madrid. Su fundación y desarrollo», *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid*, vol. 29, págs. 173-90.
- Barrio Gutiérrez, Juan, «La Enseñanza de la Artillería en España hasta el Colegio de Segovia», *Revista de Historia Militar*, Madrid, XIV, n.º 28, 1970, págs. 39-66.
- Bayle, C., *Historia de los descubrimientos y colonización de los padres de la Compañía de Jesús en la Baja California*, Madrid, 1933.
- Beck, Hanno, *Alexander von Humboldt*. Trad. castellana de Carlos Gerhard, México, Fondo de Cultura Económica, 1971, 492 págs.
- Beltrán y Rozpide, Ricardo, *Isidoro de Antillon, geógrafo, historiador y político*, (Discurso leído ante la Academia de la Historia en la recepción pública de — el día 31 de mayo de 1903), Madrid, Imp. y Litografía del Depósito de Guerra, 190EB; 182 págs.
- Ben-David, Joseph; Zloczower, Awraham; Halsey, A. H.; Aron, Raymond; Trow, Martin y Dahrendorf, Ralf, *La Universidad en transformación*, Barcelona, Editorial Seix y Barral, 1966, 246 págs. (Ed. original, Paris, 1962).
- Bernard, G., «La casa de Contratación de Sevilla, luego de Cádiz, en el siglo XVIII», *Anuario de Estudios Americanos*, Sevilla, XII, 1955.
- Bigourdan, G., «La conference des longitudes», *Comptes-rendus de l'Academie des Sciences*, Paris, volumen CLXIII, 1916, págs. 229-33, 319-33.
- Blázquez, Antonio, «Descripción de las costas y puertos de España de Pedro Teixeira Albernas», *Boletín de la Sociedad Geográfica*, Madrid, 1910, págs. 36-138 y 180-283.
- Blázquez, Antonio, «Noticias de mapas de España de los siglos XVI al XVII», *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, Madrid, vol. 20, 1923, págs. 96-109.
- Boas, Marie, *The Scientific Renaissance 1450-1630*, Londres, William Collins Sons, 1962. Trad. italiana, *Il Rinascimento scientifico 1450-1630*, Milán, Feltrinelli, 1973, 327 págs.
- Bogoliúbov, Aleksel, *Agustín de Betancourt*, Madrid, 1973.
- Bover de Rosselló, Joaquim Maria, *Memoria Biográfica de los Mallorquines que se han distinguido en la Antigua y Moderna Literatura*, Palma, Imp. Nacional a cargo de D. Juan Guasp y Pascual, 1842, 504 págs.
- Bover de Rosselló, Joaquim Maria, *Biblioteca de Escritores Baleares*, Palma, Imp. de P. J. Gelabert, Impresor de S.M., 1868, 2 vols.
- Broc, Numa, «Un Musée de Géographie en 1795», *Revue d'Histoire des Sciences et de leurs Applications*, Paris, PUF, vol. 27, n.º 1, 1974, págs. 37-43.
- Broc, Numa, *La Géographie des Philosophes Géographies et voyageurs français au XVIII^e siècle*, Paris, Editions Ophrys, 1975, 596 págs.
- Burzio, Humberto F., «Noticias biográficas de los alumnos de la Escuela de Náutica del Real Consulado de Buenos Aires», *Investigaciones y Ensayos*, Buenos Aires, n.º 9, 1970, págs. 163-75.

- Calderón Quijano, José Antonio, *Historia de las fortificaciones en Nueva España*. Prólogo del Excmo. Señor D. Diego Angulo Íñiguez, Sevilla, Escuela de Estudios hispano-Americanos, 1953, 334 págs.
- Calderón Quijano, José Antonio, «El ingeniero Simon Desnoux y su proyecto de Academias Militares en América», *Revista de Indias*, Madrid, n.º 22, 1946, págs. 635-50.
- Calderón Quijano, José Antonio, «Noticias de Ingenieros Militares en Nueva España en los siglos XVII y XVIII», *Anuario de Estudios Americanos*, Sevilla, vol. VI, 1950, págs. 1-72.
- Callot, Emile, *Maupertuis Le Savant et le Philosophe*, Presentation et extraits. Preface de Jean Rostand de l'Academie Française, Paris, Bibliothèque Philosophique Marcel Rivière et Cie, 1964, 178 págs.
- Callot, Emile, *Institutionalization of Geography and Strategies of Change*, en David Stoddard, ed., *Geography, Ideology and Social Concern*, Cambridge, Basil Blakwell, 1981, págs. 37-69.
- Capel, Horacio, «La personalidad geográfica de Varenius», en Varenius, *Geografía General* (1650), Ediciones Universidad de Barcelona, 1974, págs. 9-84.
- Capel, Horacio, «Institucionalización de la Geografía y estrategias de la Comunidad científica de los geógrafos», *Geo-Crítica*, Universidad de Barcelona, núms. 8 y 9, 1977, 31 + 27 págs.
- Capel, Horacio, *Valor didáctico de la Historia de la Geografía*, Comunicación al simposio sobre «Historia de la Ciencia y Enseñanza», Universidad de Valencia, abril de 1980, págs. 115-21.
- Capel, Horacio, «Organicismo, fuego interior y terremotos, en la ciencia española del siglo XVIII», *Geo-Crítica*, Universidad de Barcelona, núms. 27-28, mayo-julio de 1980, 95 págs.
- Capel, Horacio, «La geografía como ciencia matemática mixta. La aportación del círculo jesuítico madrileño en el siglo XVIII», *Geo-Crítica*, Universidad de Barcelona, n.º 30, noviembre de 1980, 34 págs.
- Capel, Horacio, *Sobre clasificaciones, paradigmas y cambio conceptual en Geografía. Reflexiones introductorias a la Ponencia de Pensamiento Geográfico*, II Coloquio Ibérico de Geografía, Lisboa, 13-17 de octubre de 1980. «El Basilisco», núm. 11, Oviedo, 1981.
- Capel, Horacio, «La Geografía Española en los Países Bajos a fines del siglo XVII», *Tarraco Revista de Geografía*, Departamento de Geografía de la Universidad de Barcelona en Tarragona, vol. II, páginas 7-34, 1981.
- Capel, Horacio, «La Geografía en los exámenes públicos y el proceso de diferenciación entre Geografía y Matemáticas en la enseñanza durante el siglo XVIII», *Areas, Revista de Ciencias Sociales*, Murcia, Consejo Regional Murciano, vol. I, págs. 98-111, 1981.
- Capel, Horacio, «Los diccionarios geográficos de la Ilustración española», *Geo-Crítica*, núm. 31, enero de 1981. 51 págs.
- Capel, Horacio, *Manuel de Aguirre y la nueva geografía española del siglo XVIII*, en Aguirre, M., *Indagaciones y reflexiones previas sobre geografía (1782)*, págs. 5-78, Universidad de Barcelona, 1981.
- Capel, Horacio, *El epitome de León Pinelo y la continuidad de la ciencia geográfica española del siglo XVIII*, introducción a la edición facsimil del *Epitome* (edición de 1737), Universidad de Barcelona (en publicación).
- Capel, H.; García-Lanceta, L.; Moncada, O.; Olivé, F.; Quesada, S.; Rodríguez, A.; Sánchez, J. E. y Tello, R., *Análisis de una corporación científico-técnica. La formación y la actividad científica de los Ingenieros militares en España durante el siglo XVIII*. (En preparación.)
- Capp, Bernard, *English Almanacs, 1500-1800. Astrology and the Popular Press*, Ithaca, Nueva York, Cornell University Press, 1979, 452 págs.
- Carrera Pujal, Jaime, *La Barcelona del Siglo XVIII*, Barcelona, Bosch, 1951, 2 vols.
- Carrera Pujal, Jaime, *La Universidad, el Instituto, los Colegios y las Escuelas de Barcelona, en los siglos XVIII y XIX*, Barcelona, Casa Editorial Bosch, 1957, 215 págs.
- Carril, B. del, *La expedición Malaspina en los mares americanos del Sur*, Buenos Aires, 1961.
- Cartes et figures de la Terre*, Paris, Centre Georges Pompidou, 1980, 480 págs.
- Castañeda y Alcover, Vicente, «Relaciones geográficas, topográficas e históricas del Reino de Valencia, hechas en el siglo XVIII a ruego de D. Tomás López», *Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos*, Madrid, vols. 35-45, 1916-24.
- Castañeda y Alcover, Vicente, *Ensayo de una bibliografía comentada de manuales de artes, ciencias, oficios, costumbres públicas y privadas de España (Siglos XVI al XIX)*, Madrid, Real Academia de la Historia, 1955, 620 págs.
- Colomer, Ignasi M.º, *Cartografía Peninsular*, Granollers, Edit. Montblanc, 1969.
- Corominas, Juan, *Suplemento a las Memorias para ayudar a formar un Diccionario Crítico de los Escritores Catalanes publicadas por el Excmo. e Ilmo. Sr. D. Félix Torres Amat*, Por el Dr. D. —, Presbitero Canónigo de Burgos, Burgos, Timoteo Arnaiz, 1849, 370 págs. (Reimpresión Ed. Curial, Barcelona, Sueca, 1973.)
- Cotarelo Valledor, Armando, «El P. José Zaragoza y la Astronomía de su tiempo», en *Estudios sobre la Ciencia española en el Siglo XVII*, Madrid, 1935, págs. 65-223.

- Crane, D., *Invisible colleges: diffusion of Knowledge in scientific communities*, University of Chicago Press, 1972.
- Dainville, François de, *La Géographie des Humanistes*, Paris, Beauchesne et ses Fils, Editeurs, 1940, 562 págs.
- Dainville, François de, *De la profondeur à l'altitude. Des origines marines de l'expression cartographique du relief terrestre par cotes et courbes de niveaux, en le Navire et l'Economie maritime du moyen Age au XVIII^e siècle*, Paris, 1957 (1959), págs. 202-208.
- Dainville, François de, *Enseignement des «Géographes» et des «Géomètres»*, en Taton, 1964, págs. 480-91.
- Dainville, François de, *Le langage des géographes. Termes, signes, couleurs des Cartes anciennes 1500-1800*, Paris, A. et J. Picard, 1964.
- Demerson, Jorge, *La Real Sociedad Económica de Valladolid (1784-1808). Notas para su historia*. Universidad de Valladolid, Facultad de Filosofía y Letras (Estudios y Documentos N.º 28), 1969, 49 págs.
- Demerson, Paula de; Demerson, Jorge y Aguilar Piñal, Francisco, *Las sociedades Económicas de Amigos del País en el siglo XVIII. Guía de Investigador*, San Sebastián, CSIC, Patronato José M.ª Quadrado, 1974, 410 págs.
- Dezobry, Ch. y Bachelet, Th., *Dictionnaire général de Biographie et d'Histoire, Mythologie, Géographie, Antiquités et Institutions*, 14 edition refondue et augmentée par E. Darsy, Paris, Librairie Delagrave (1919), 2 vols.
- Diez Trechuelo, L., «Dos nuevos derroteros del galeón de Manila (1730-1773)», *Anuario de Estudios Americanos*, Sevilla, XII, 1956.
- Domergue, L., «El fondo náutico de la biblioteca del Real Instituto Asturiano de Gijón en 1796», *Revista General de Marina*, Madrid, núm. 179, 1970, págs. 23-27.
- Dominguez Ortiz, Antonio, *Sociedad y Estado en el Siglo XVIII español*, Barcelona, Editorial Ariel, 1976, 532.
- Escartín, Eduardo, «La intendencia de Cataluña en el siglo XVIII», *Cuadernos de Historia*, CSIC, vol. IX, 1978, págs. 39-112.
- Esteve Barba, Francisco, *Historiografía Indiana*, Madrid, Editorial Gredos, 1964, 737 págs.
- Estudio Histórico del Cuerpo de Ingenieros*, Madrid, Rivadeneyra, 1921, 2 vols.
- Estudios sobre la Ciencia española del siglo XVII*. Prólogo de S.E. D. Niceto Alcalá Zamora, Madrid, Asociación Nacional de Historiadores de la Ciencia Española, 1935, 671 págs.
- Fernández Duro, Cesáreo, «Los orígenes de la carta o mapa geográfico de España», *Boletín de la Real Academia de la Historia*, Madrid, vol. 35, diciembre de 1899, págs. 502-525.
- Fernández Díaz, Roberto, *Educación profesional y desarrollo económico: la Escuela de Náutica de Barcelona en la segunda mitad del siglo XVIII* (inédito).
- Fernández Duro, Cesáreo, *Disquisiciones náuticas*, Madrid, 1877-81, 6 vols.
- Fernández Duro, Cesáreo, *Armada Española desde la unión de los Reinos de Castilla y Aragón*, Madrid, Sucesores de Rivadeneyra, 1900-1903, vols. VI, VII y VIII.
- Fernández de Navarrete, Eustaquio, *Memoria sobre las tentativas hechas y premios ofrecidos en España al que resolviera el problema de la longitud en el mar*, «Colección de Documentos Inéditos», vol. XXI, Madrid, 1851 (redactada a partir de materiales de Martín Fernández de Navarrete).
- Foucault, Michel, *Les mots et les choses*, Paris, Gallimard, 1966. Trad. castellana *Las palabras y las cosas*, México, 3.ª ed., 1971, 375 págs.
- Fuentes cartográficas españolas*. Archivo de Planos del Servicio Geográfico del Ejército. Catálogo de Mapas, Madrid, Consejo superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Geografía Aplicada. Vol. I, *Castilla la Nueva. Mapas Generales. Madrid, Capital y Provincias siglos XVII a XIX*, 1972, Vol. II, *Cataluña: Mapas Generales Provincia de Barcelona, siglos XVI a XIX*, 1973.
- Furlong, S.J. Guillermo, «Apuntamiento sobre Félix de Azara», *Boletín de la Academia Nacional de la Historia*, Buenos Aires, XLIV, 1971, págs. 377-83.
- Furlong, S.I. Guillermo, *Cartografía Histórica Argentina. Mapas, planos y diseños que se conservan en el Archivo General de la Nación*. Publicación hecha bajo el Auspicio de la Comisión Nacional Ejecutiva de Homenaje al 150º Aniversario de la Revolución de Mayo, Buenos Aires, 1964, 391 págs.
- Gallardo, Bartolomé José, *Ensayo de una Biblioteca Española de Libros raros y curiosos, formado con los apuntamientos de D.—*, coordinados y aumentados por D. M. R. Zarco del Valle y D. J. Sancho Rayon. Obra premiada por la Biblioteca Nacional... Madrid, Imprenta y Estereotipia de M. Rivadeneyra, 1863, 4 vols.
- Gallego Gallego, Antonio, *Historia del grabado en España*, Madrid, Ediciones Cátedra, 1979, 540 págs.
- García Frías, Juan, «Razón histórica del "Examen marítimo"», *Revista General de Marina*, Madrid, núm. 184, 1973, págs. 613-53.

- García López, Santiago y Ortega Lamadrid, Paulino, *Fiesta del Libro XV Exposición. Obras Físico-Químicas, Matemáticas y Naturales. Manuscritos, Incunables y Raros e Impresos (Siglos XV-XVIII), Catálogo (23-IV-1959)*, Universidad de Valladolid, 1959.
- García López, Santiago y Ortega Lamadrid, Paulino, *Fiesta del Libro XVI Exposición. Obras de Geografía, manuscritos incunables y raros e impresos (Siglo XVI-XVIII). Catálogo*, Valladolid, Sever Cuesta, s.a., 1960, 82 págs. + 4 láms.
- Garma Pons, Santiago, «Producción matemática y cambios en el sistema productivo en la España de finales del siglo XVIII», en *Homenaje a Julio Caro Baroja*, Madrid, Centro de Investigaciones Sociológicas, 1978, págs. 431-47.
- Gavira, José, *Aportaciones para la geografía Española del siglo XVIII*, Madrid, Blass, S. A., 1932, 71 págs.
- Godoy, Manuel, *Memorias del Príncipe de la Paz*, Edición y Estudio Preliminar de D. Carlos Seco Serrano, Biblioteca de Autores Españoles, vol. 88, Madrid, Atlas, 1956.
- González Ruiz, Felipe, «La medición del meridiano terrestre 1735-1935», *Revista de las Españas*, vol. X, 1935, págs. 153-60.
- Guillén, Julio F., *La Náutica española en el siglo XVII*, Asociación Nacional de Historiadores de la Náutica Española, Madrid, Gráfica Universal, 1935, 45 págs.
- Guillén, Julio F., *Los Tenientes de Navío Jorge Juan y Santacilia y Antonio de Ulloa y de la Torre-Guiral y la medición del Meridiano*, Madrid, Imprenta de Galo Sáez, 1936, 275 págs.
- Guillén, Julio F., *Monumenta chartographica*, Madrid, 1942.
- Guillén, Julio F., «Juan y Ulloa y los precedentes del XVIII de la Real Academia de Ciencias de Madrid», *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid*, vol. 34, págs. 440-61.
- Guillén, Julio F., «Algunas preeminencias de los caballeros guardias marinas», *Revista General de Marina*, Madrid, núm. 180, 1971, págs. 379-83.
- Hahn, Roger, *L'Enseignement scientifique des Gardes de la Marine au XVIII^e siècle*, en Taton, 1964, págs. 548-58.
- Hall, D. H., *History of the Earth Sciences during the Scientific and Industrial Revolutions, with special emphasis on the Physical Geosciences*, Elsevier scientific Pub., Co., 298 págs., Amsterdam, 1976.
- Hernández Sánchez-Barba, Mario, *La última expansión española en América*, Madrid, Instituto de Estudios Políticos, 1957.
- Herr, Richard, *España y la Revolución del Siglo XVIII*, Aguilar, 418 págs., Madrid, 1964.
- Herrero García, A., *Estudio Histórico sobre el Real Colegio Seminario de San Telmo*, Archivo Hispalense, XXVIII, págs. 233-66 y XXIX, págs. 47-76, 1958.
- Hoyos Ruiz, Antonio de., *Notas a la vida y obra de D. Gregorio Mayans y Siscar*, Publicaciones de la Universidad de Murcia, Murcia, 1956.
- Iglesies, Josep, *L'obra cultural de la Junta de Comerç (1760-1847)*, Rafael Dalmau Editor, 64 págs., Barcelona, 1969.
- Ingenieros del Ejército, *Catálogo de la Biblioteca publicado al cumplirse el segundo centenario de la Creación del Cuerpo*, Imp. del Memorial de Ingenieros del Ejército, 1.216 págs., Madrid, 1911.
- Jiménez Catalán, M., *Ensayo de una Tipografía Zaragozana del siglo XVIII*, Tipografía «La Académica», 496 págs., Zaragoza, 1929.
- Jiménez de Gregorio, F., «Fuente para el conocimiento histórico-geográfico de algunos pueblos de la Provincia de Madrid en el último cuarto de siglo XVIII», *Anales del Instituto de Estudios Madrileños*, I, págs. 263-77, y vols. siguientes hasta el XI, 1976.
- Jiménez de la Espada, Marcos, «Una causa de Estado», *Revista Contemporánea*, Madrid, núm. 126, 28 de febrero de 1881, págs. 401-39, y núm. 129, 15 de abril de 1881, págs. 279-305.
- Jiménez de la Espada, M., «El mapa del padre Samuel Fritz. Reproducción del río Marañón o de las Amazonas grabado en 1707», *Revista General de Marina*, vol. XXXI, Madrid, 1892.
- Kamimoto Hokama, M., «Bibliografía de Matemáticas en el Perú durante los siglos XVIII y XIX», *Boletín de la Biblioteca Nacional*, núms. 63-64, págs. 5-46, Lima, 1972.
- Kamen, H., «El establecimiento de los intendentes en la administración española», *Hispania*, XXIV, Madrid, 1964.
- Kelly, Celsus, *Calendar of Documents. Spanish voyages in the South Pacific from Alvaro de Mendaña to Alejandro Malaspina (1567-1794)*, Madrid, 1965. 470 págs.
- Lamb, U., «La nueva ciencia geográfica. (Una víctima del sistema de concursos. Premios españoles para la solución de los problemas de longitud)», *Revista de Occidente* 37, págs. 162-83, 1971.
- Landín Carrasco, A., *Mouelle de la Rua, explorador del Pacífico*. Ediciones de Cultura Hispánica, 368 págs., Madrid, 1978.
- Latassa, *Bibliotecas Antigua y Nueva de Escritores Aragoneses de Latassa*, Aumentada y refundidas en forma de Diccionario Bibliográfico biográfico por D. Miguel Gómez Uriel, 3 vols., Zaragoza, 1886.

- Lehmann-Nitsche, R., *Noticias Etnológicas sobre los antiguos patagones recogidas por la expedición de Malaspina en 1789*, Publicadas por —, Separata del «Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba», Imp. de Coni Hermanos, 12 págs., Buenos Aires, 1914.
- León Teilo, Pilar, *Mapas, planos y dibujos de la Sección de Estado del Archivo Histórico Nacional*, Madrid, Dirección General de Archivos y Bibliotecas, 1969, 205 págs.
- López González, Juan-Jaime, *Zaragoza a finales del XVIII (1782-1792)*, Zaragoza, Diputación Provincial, Institución Fernando el Católico, 1977, 329 págs.
- López Piñero, José M.^a, *La introducción de la Ciencia moderna en España*, Barcelona, Ariel, 1969, 172 págs.
- López Piñero, José M.^a, *Ciencia y Técnica en España de los siglos XVI y XVII*, Barcelona, Editorial Labor, 1979.
- Marco Cuellar, Roberto, «El Compendio Matemático del Padre Tosca y al introducción de la Ciencia moderna en España», en *Actas del 2.º Congreso de Historia de la Medicina Española*, vol. I, Salamanca, 1965, págs. 325-57.
- Marcel, Gabriel, «Les origines de la Carte d'Espagne», *Revue Hispanique*, París, 1899, págs. 163-93. Trad. de J. García Fernández, *Estudios Geográficos*, Madrid, 1951, págs. 317-37.
- Marcel, Gabriel, «Le géographe Tomas Lopez. Essai de biographie et de cartographie», *Revue Hispanique*, París, vol. 16, 1907, págs. 137-43.
- Martínez Barbeito, Carlos, «Bernardo del Río describe la Coruña de fines del siglo XVIII», *Revista*, La Coruña, vol. II, núm. 2, 1966, págs. 39-58.
- Matilla Tascón, A., *La única contribución y el Catastro de Ensenada*, Madrid, Servicio de Estudios de la Inspección General del Ministerio de Hacienda, 1947, 602 págs.
- Mauro, Frédéric, *L'expansion européenne (1600-1870)*, París, PUF. Trad. castellana *La expansión europea*, Barcelona, Editorial Labor, 1968, 364 págs.
- Medina, José Toribio, *Biblioteca Hispano-Americana*, Reprint, Amsterdam N. Israel (Publishing Department), 1962.
- Melón y Ruiz de Gordejuela, Amando, «Las exploraciones españolas en América del Norte alentadas por la obra misionera de Fray Junipero Serra», *Estudios Geográficos*, VII, núm. 22, febrero de 1946, págs. 29-46.
- Mena García, Carmen, «La enseñanza en el Colegio de San Telmo a través de las Ordenanzas de 1786», en *Actas I Congreso Historia de Andalucía, diciembre 1976. Andalucía Moderna (siglo XVIII)*, tomo II, Córdoba, Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba, 1978, págs. 21-31.
- Méndez Bejarano, Mario, *Diccionario de escritores, maestros y oradores naturales de Sevilla y su actual Provincia*, Sevilla, Tipografía Gironés, 1922-25, 3 vols.
- Menéndez Pelayo, Marcelino, *La ciencia española*, Edición preparada por Enrique Sánchez Reyes, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1953-54, 3 vols. (1.ª edición 1876, 1.ª edición en 3 vols., 1887-1888.)
- Mercader Riba, Juan, «Nuevos datos sobre la personalidad del geógrafo José Aparicio», *Estudios Geográficos*, Madrid, 43, págs. 351-57.
- Mercader Riba, Juan, «L'establiment del Reial cadastre a Catalunya i la seva fonamentació econòmica i social», en *Miscel·lania Fontserè*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1961, págs. 295-303.
- Mercader Riba, Juan, *Felip V i Catalunya*, Barcelona, Edicions 62, 1968, 451 págs.
- Merino, Luis, *Estudio crítico sobre las «Noticias Secretas de América» y el Clero Colonial (1720-1765)*, por el P. —, O.S.A., Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1956, 256 págs.
- Mestre, Antonio, *Despotismo e Ilustración en España*, Barcelona, Editorial Ariel, 1976, 220 págs.
- Michaud, *Biographie Universelle (Michaud) Ancienne et Moderne...*, Nouvelle édition, París, Leipzig (s.a.), 45 vols.
- Miralles de Imperial, Claudio, «Don Jorge Juan y Santacilia (1725, 1730, 1746, 1747): Breve aportación documental», *Revista de Indias*, vol. VIII, 1947, págs. 128-42.
- Mofras, Duflot de, *Mendoza et Navarrete, Noticias biographiques*, París, Imprimerie Royale, 1845, 72 págs.
- Morales Hernández, José Luis, «Jorge Juan en Londres», *Revista General de Marina*, Madrid, núm. 184, 1973, págs. 663-70.
- Moreu-Rey, Enric, *El naixement del metre*, Palma de Mallorca, Editorial Moll, 1956, 136 págs.
- Moreu-Rey, Enric, *El pensament il·lustrat a Catalunya*, Barcelona, Edicions 62, 1966, 128 págs.
- Muriel, Andrés, *Historia de Carlos IV*, edición y estudio preliminar de D. Carlos Seco Serrano, Biblioteca de Autores Españoles, vols. 114-15, Madrid, Ediciones Atlas, 1959, 2 vols.
- Nadal Farreras, Joaquin, *La introducción del Catastro en Gerona. Contribución al estudio del régimen fiscal de Cataluña en tiempos de Felipe V*. Prólogo de Carlos Seco Serrano, Universidad de Barcelona, Cátedra de Historia General Moderna, 164 págs. Barcelona, 1971.

- Navarro Brotons, Víctor, «La renovación de las ciencias físico-matemáticas en la Valencia preilustrada», *Asclepio. Archivo Iberoamericano de Historia de la Medicina y Antropología médica*, 24, 1972, págs. 367-79.
- Navarro Brotons, Víctor, *Inventario de los manuscritos científicos que figuran en la Biblioteca Mayansiana*, I Congreso de Historia del País Valenciano, Valencia, 1973, vol. I, págs. 591-606.
- Navarro Brotons, Víctor, «Contribución a la historia del copernicanismo en España», *Cuadernos Hispanoamericanos*, núm. 28, enero de 1974, págs. 1-21.
- Navarro Brotons, Víctor, «Noticia acerca de Antonio Bordazar y la fundación de una Academia Matemática en Valencia», en *Primer Congreso de Historia del País Valenciano*, Universidad de Valencia, 1976, vol. III, págs. 589-95.
- Navarro Brotons, Víctor, «Juan Bautista Corachán y la enseñanza universitaria», en *Estudios de Historia de Valencia*, Universidad de Valencia, Facultad de Derecho, 1978, págs. 279-92.
- Navarro Brotons, Víctor, «L'Ensenyament de la ciència a la Universitat de València en els segles de la "Revolució Científica" (XVI-XVII)», en *III Jornades d'Història de l'Educació als Països Catalans*, Girona, 1979, págs. 55-58.
- Navarro Brotons, Víctor, «Física y Astronomía modernas en la obra de Vicente Mut», *Llull. Boletín de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias*, Madrid, vol. 2, núm. 4, diciembre de 1979, págs. 43-62.
- Nielsen, Niels, *Géometres Français du Dix-Huitième Siècle*. Par —, Professeur à l'Université de Copenhague. Ouvrage posthume publié par les soins de N. E. Nordlund, Copenhague, Levin et Munksgaard, 1935, 437 págs.
- Novo y Colson, Pedro, *Viaje político-científico alrededor del mundo por las corbetas «Descubierta» y «Atrevida»*, Madrid, 1885. (Ver Malaspina.)
- Novo y Colson, Pedro, *Viajes apócrifos de Juan de Fuca y de Lorenzo Ferrer Maldonado*, 4.º congreso de americanistas.
- Novo y Colson, Pedro, *Historia de las exploraciones árticas hechas en busca del paso del Nordeste*.
- Novo, Pedro de y Chicarro, F., *La Ingeniería*, en *Estudios sobre la ciencia española del siglo XVII*, Madrid, 1935, págs. 649-69.
- O'Dogherty, Pascual, «Jorge Juan y la ciencia española en el siglo XVIII», *Revista General de Marina*, Madrid, núm. 184, 1973, págs. 671-89.
- Oriol Moncanut, Ana M.ª, *La enseñanza en Barcelona a fines del siglo XVIII*, Madrid, CSIC, Instituto San José de Calasanz de Pedagogía, 1959, 63 págs.
- Oyarzun Iraña, Javier, *Expediciones españolas al estrecho de Magallanes y Tierra de Fuego*, Madrid, Ediciones de Cultura Hispánica, 1976, 293 págs.
- Palau y Dulcet, Antonio, *Manual del Librero Hispanoamericano*, Segunda edición corregida y aumentada por el Autor, Barcelona, A. Palau Dulcet, 1948-77, 28 vols.
- Parias, L. H., *Historia Universal de las Exploraciones*, publicado bajo la dirección de —, Prefacio de Lucien Febre, Madrid, Espasa-Calpe, 1968, 4 vols.
- Pastor Fuster, Justo, *Biblioteca Valenciana de los Escritores que florecieron hasta nuestros días y de los que aún viven*. Con adiciones y enmiendas a la de D. Vicente Ximeno. Por D. —, Socio de Mérito de la Real Sociedad Económica de Valencia y su Reino, Valencia, Imprenta y Librería de Idefonso Mompie, años 1827-30, 2 vols.
- Pastoureaux, Mireille, *L'Édition cartographique en France avant 1700*, Comunicación a la «VIII Internationale Konferenz zur Geschichte der Kartographie», Berlín, 17-20 septiembre de 1979. (Inédito.)
- Pedret Casado, P., «Las cátedras de la Universidad de Santiago hasta el Plan de Estudios de 1772», *Cuadernos de Estudios Gallegos*, Santiago de Compostela, I, 1944, fasc. II, págs. 237-46.
- Peeter-Fontainas, Jean, *Bibliographie des Impressions espagnoles des Pays-Bas méridionaux*, Nienwkoop, B. de Graef, 1965, 2 vols.
- Pereyra, Carlos, «Las Noticias Secretas de América y el enigma de su publicación», *Revista de Indias*, Madrid, I, núm. 2, 1940, págs. 5-33.
- Pereyra, Carlos, «La comprobación del fraude cometido por el editor de las "Noticias Secretas"», *Revista de Indias*, Madrid, II, 1941, núm. 4, págs. 107-133.
- Pereyra, Carlos, «La mita peruana en el calumnioso prólogo de las "Noticias Secretas"», *Revista de Indias*, Madrid, II, 1941, núm. 6, págs. 5-37.
- Peset, V., «La Universidad de Valencia y la renovación científica española (1687-1727)», *Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura*, Castellón de la Plana, tomo XLII, 1966, págs. 70-99.
- Peset, J. L. y M., *La Universidad española (siglos XVIII y XIX). Despotismo ilustrado y revolución liberal*, Madrid, Taurus, 1974.
- Peset, J. L.; Garna, S. y Pérez Garzón, J. S., *Ciencia y enseñanza en la revolución burguesa*, Madrid, Siglo XXI de España Editores, S.A., 1978, 244 págs.

- Pieltain de la Peña, Ricardo, «II Centenario de la fundación del colegio de Artillería en el Alcázar de Segovia», *Revista de Historia Militar*, núm. 16, 1964, págs. 95-131.
- Planos de Ciudades Iberoamericanas y Filipinas existentes en el Archivo de Indias, Introducción por Fernando Chueca Goitia y Leopoldo Torres Balbas, Madrid, Instituto de Estudios de Administración Local, 1951, 2 vols.
- Pou Muntaner, Juan, «La Marina en Mallorca», en Mascaró Pasarins, J., *Historia de Mallorca*, Palma de Mallorca, 1970.
- Price, D. J. de Solla, *Little Science, Big Science*, Nueva York, Columbia University Press, 1963. Traducción castellana *Hacia una ciencia de la ciencia*, Barcelona, Ediciones Ariel, 1973, 182 págs.
- Priegue, Celia Nancy, *La información etnográfica de los patagones del siglo XVIII en tres documentos de la expedición Malaspina (1789-1794)*, Bahía Blanca, 1971, 139 págs.
- Prudent, F., «La Cartographie de l'Espagne», *Annales de Géographie*, Paris, XIII, 1904, págs. 401-19.
- Pulido Rubio, José, *El Piloto Mayor de la Casa de la Contratación de Sevilla. Pilotos Mayores, Catedráticos de Cosmografía y cosmógrafos*, Sevilla, Escuela de Estudios Hispano-Americanos, 1950, 984 págs.
- Ramírez de Arellano, Rafael, «Ensayo de un Catálogo biográfico de escritores de Provincia y diócesis de Córdoba, con descripción de sus obras», Madrid, Tip. de la *Revista de Archivos y Bibliotecas*, 1922, 2 vols.
- Ramos Pérez, Demetrio, *El Tratado de Límites de 1750 y la expedición de Iturriaga al Orinoco*. Prólogo del Dr. Amando Melón y Ruiz de Gordejuela, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1946, 525 págs.
- Reparaz, Gonzalo de, «Historia de la Geografía de España», en J. Gavira, director, *España, La Tierra, el Hombre, el Arte*, Barcelona, Editorial Alberto Martín, vol. I, 1943, págs. 9-134.
- Reparaz, Gonzalo de, «Les études scientifiques et la géographie en Espagne au XVIII^e siècle», *Bulletin Hispanique*, 1943, pág. 17.
- Rodríguez Villa, Antonio, *Don Cenón de Somodevilla, Marqués de la Ensenada. Ensayo biográfico formado con documentos en su mayor parte originales, inéditos y desconocidos*, Madrid, Librería de M. Murillo, 1878, 545 págs.
- Romaña, Antonio, «Difusión del Sistema de Copérnico en el mundo», *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Madrid, vol. LXVII, núm. 2, 1973, págs. 253-87.
- Romero Aznar, Mariano, «La construcción naval en España», *Revista General de Marina*, Madrid, núm. 186, 1974, págs. 287-95.
- Rubio y Borrás, Manuel, *Historia de la Real y Pontificia Universidad de Cervera*, Obra Patrocinada por la Universidad de Barcelona, Primera Parte, Barcelona, 1915, 500 págs.; Segunda Parte, Barcelona, 1916, 392 págs.
- Ruiz Berrio, Julio, *Política escolar de España, 1808-1833*, Madrid, C. S. I. C., Instituto San José de Calasanz, 1970, 492 págs.
- Ruiz y Pablo, Ángel, *Historia de la Real Junta Particular de Comercio de Barcelona (1758 á 1847)*, Barcelona, Cámara de Comercio y Navegación de Barcelona, 1919, 447 págs.
- Russo, François, «L'Hidrographie en France aux XVII^e et XVIII^e siècle. Ecoles et Ouvrages d'Enseignement», en *Taton*, 1964, págs. 419-40.
- Sánchez Pérez, José A., *Las Matemáticas en la Biblioteca del Escorial*, Por D. —, Catedrático de Matemáticas. Obra premiada por la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, Madrid, Imprenta de Estanislao Maestre, 1929, 368 págs.
- Sánchez Pérez, José A., *La matemática*, en *Estudios sobre la Ciencia española del siglo XVII*, Madrid, 1935, págs. 597-633.
- Santalo Rodríguez de Viguri, José Luis, *Don José Solano y Bote, primer Marqués del Socorro, capitán general de la Armada*, Madrid, Instituto Social de la Marina, 1973, 177 págs.
- Sarrailh, Jean, *L'Espagne éclairée de la seconde moitié du XVIII^e siècle*, Paris, 1954. Trad. castellana *La España Ilustrada de la segunda mitad del siglo XVIII*, Madrid, Fondo de Cultura Económica, 1974.
- Servicio Geográfico del Ejército, *Cartoteca Histórica. Índice de Mapas y Planos Históricos de Asia*, Madrid, SGE, Sección de Documentación, 1976, 48 págs.
- Servicio Geográfico del Ejército, *Cartoteca Histórica. Índice de Atlas Universales y Mapas y Planos Históricos de España*, Madrid, SGE, Sección de Documentación, 1974, 268 págs.
- Servicio Geográfico del Ejército, *Cartoteca Histórica. Índice de Mapas y Atlas Históricos de América*, Madrid, SGE, Sección de Documentación, 1974, 106 págs.
- Servicio Geográfico del Ejército, *Cartografía de Ultramar, Carpeta I, América en General*, Madrid, Imprenta del Servicio Geográfico del Ejército, 1949, carpeta con 88 láms. y texto con toponimia.
- Sklair, Leslie, *Organized Knowledge*, Londres, Hart-Davis, Mac Gibbon Ltd., 1973. Trad. castellana, *El conocimiento organizado*, Barcelona, Editorial Labor, 1977, 304 págs.

- Simón Díaz, José, *Historia del Colegio Imperial de Madrid*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Estudios Madrileños, 1952, tomo I, 620 págs.
- Simón Díaz, José, *Impresos del siglo XVII. Bibliografía selectiva por materias de 3.500 ediciones príncipes en lengua castellana*, Madrid, Instituto Miguel de Cervantes, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1972, 921 págs.
- Sommervogel, Carlos, *Bibliothèque de la Compagnie de Jesus. Première Partie: Bibliographie par les Pères Augustin et Aloys de Backer. Seconde Partie: Histoire*, par le Pere Auguste Carayon, Nouvelle Edition par —, S. J., straburgeois publiée par la Province de Belgique, Bruxelles, Oscar Schepens et Paris, Alphonse Picard, 1890-1900.
- Spiegel-Rosing, Ina y Price, Derek de Solia, *Science, Technology and Society A Cross Disciplinary Perspective*, Edited by —, under the aegis of the International Council for Science Policy Studies, London and Beverly Hills, Sage Publications, 1977, 607 págs.
- Suárez Inclán, Julián, *El Teniente General D. Pedro de Lucuce*, Madrid, 1903.
- Taton, Rene, director, *Historia General de las Ciencias*, publicada bajo la dirección de —, vol. II. La ciencia moderna (de 1450 a 1800). Trad. castellana, Barcelona, Ediciones Destino, 1971, 909 págs.
- Taton, Rene, *Enseignement et diffusion des sciences au XVIII^e siècle*, Sous la direction de —, Paris, Hermann, 1964, 780 págs.
- Thrower, Norman J. W., *Maps and Man. An examination of Cartography in relation to Culture and Civilization*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1972, 184 págs.
- Toda i Guell, Eduard, *Bibliografía española d'Italia. Dels orogens de la impremta fins a l'any 1900*, Castell de Sant Miquel d'Escornalbou, 1927-31, 5 vols.
- Tooley, Ronald V., *Tooley's Dictionary of Mapmakers*, Compiled by —, with a preface by Helen Wallis, Tring, Map Collector publications Limited, 1979, 648 págs.
- Torner, Eusebio, «Datos para la historia de la Real y militar Academia de Matemáticas de Barcelona desde 1694 hasta 1748», *Memorial de Ingenieros*, Madrid, 3.^a época, tomo VIII, 1891, págs. 5-9 y 24-29.
- Torres Amat, Félix, *Memorias para ayudar a formar un Diccionario Crítico de los Escritores catalanes y dar alguna idea de la antigua y moderna literatura de Cataluña*, Escribiólas el Ilmo. Sr. D. —, Obispo de Astorga... Barcelona, Imprenta de J. Verdagner, 1836, 720 págs. (Reimpresión, Editorial Curial, Barcelona, Sueca, 1973.)
- Toulmin, Stephen, *Human Understanding, Volume I, The collective use and Evolution of concepts*, Princeton University Press, 1972. Trad. castellana *La comprensión humana. I, El uso colectivo y la evolución de los conceptos*, Madrid, Alianza Editorial, 1977, 524 págs.
- Trystram, Florence, *Le proces des etoiles. Recit de la prestigieuse expedition de trois savants français en Amérique du Sud et des mésaventures qui s'ensuivirent (1735-1771)*, Paris, Seghers, 1979, 270 págs.
- Vallés i Sanchis, Ismael, *Cartografía Histórica Valenciana*, València, Institut de Geografia, 1979, 219 págs.
- Vayssiere, Bruno-Henri, «A propos d'une nouvelle Economie politique sous l'Ancien Regime. Formation du territoire national et travaux de la Carte de France», *Bulletin Association des Geographes Français*, Paris, núm. 463, 1979, págs. 249-56.
- Vayssiere, Bruno-Henri, «La Carte de France», en *Cartes et figures de la Terre*, Paris, Centre Georges Pompidou, 1980, págs. 252-65.
- Vayssiere, Bruno-Henri, «Des cartes en Espagne», en *Cartes et figures de la Terre*, Paris, Centre George Pompidou, 1980, págs. 167-77.
- Vela, V. V., «Expedición de Malaspina. Epistolario referente a su organización», *Revista de Indias*, vol. XI, núm. 43-44, págs. 193-218, Madrid, 1951.
- Vernet, Juan, «Copernicus in Spain», *Colloquia Copernicana*, Varsovia, Ossolineum, 1972, vol. I, V.
- Vernet, Juan, *Astrología y Astronomía en el Renacimiento. La Revolución Copernicana*, Barcelona, Ariel, 1974, 150 págs.
- Vernet, Juan, *Historia de la ciencia española*, Madrid, Instituto de España, 1975, 312 págs.
- Vigón, Jorge, *Historia de la Artillería Española*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1947, 3 vols.
- Villoslada, Ricardo G., *Manual de Historia de la Compañía de Jesús*, Madrid, Editorial Aldecoa, 1941.
- Vosters, Simon A., «Más fuerte que la guerra. Intercambio cultural entre Países Bajos y España en la Edad de Oro», *Historia 16*, Madrid, núm. 51, julio de 1980, págs. 39-54.
- Walker, Geoffrey, *Política española y comercio colonial, 1700-1789*, Barcelona, Ariel, 1979, 354 págs.
- Watters, D. W., «The Cook Bicentenary Reflexions upon some of the effects of the three voyages of captain James Cook to the Pacific between 1768, and 1780», *The British Journal for the History of Science*, vol. IV, núm. 14, diciembre de 1968, págs. 160-65.
- Zandvliet, Kees, «Les livres et les murs», en *Cartes et figures de la Terre*, Paris, Centre Georges Pompidou, 1980, págs. 436-41.
- Zavala, Iris M., *Clandestinidad y libertinaje erudito en los albores del siglo XVIII*, Barcelona, Ariel, 1978.

Índice onomástico

- Abarca, S., 330
Abella, M., 338
Abraham, 19
Adricomio, Ch., 24
Aefferden, F. de, 126, 126n
Afro, D., 47
Aguilar, M., 263
Aguilar Piñal, F., 105n, 121, 122n, 200n, 201n, 317n, 325, 325n, 326, 326n, 327n, 332n
Aguirre, J. F., 286, 286n, 303n
Aguirre, M., 81n, 99, 99n, 220, 221n
Alba, duques de, 157
Alberoni, 112
Alcalá-Galiano, D., 238, 249, 253n, 258, 266, 272, 274, 274n, 277, 283, 283n, 284
Alcántara, duques de, 157
Alcántara Espinosa, P., 243
Alcázar, B., 120, 120n
Alcedo y Herrera, D., 86n
Alcudia, conde de, 20
Alejandro VI, 40
Alemán, padre, 122
Alfragano, 19
Aliponzoni, F., 272, 284
Almada, A. de, 224
Alonso, J., 173
Alós y Ferrer, J., 138
Alós Moner, R. d', 139n
Alstedio, H., 24
Alvarado, E., 245
Álvarez, F., 243, 299n
Álvarez, G., 121n, 122, 122n, 123, 123n
Álvarez del Fierro, E., 182
Álvarez de Morales, A., 317n
Álvarez de Sotomayor, A., 303n
Alvear, D., 303n
Alzate y Ramirez, 228
Alzola Minondo, 143, 143n, 144n
Amat de Tortosa, A., 300n
Andosilla, padre, 120n
Anes, G., 112n, 137
Anglés, señor des, 227
Anselmo, san, 58
Anson, almirante, 88, 228, 249
Antillón, I. de, 44, 44n, 99, 133, 133n, 146, 146n, 147, 149n, 203, 203n, 206, 206n, 221, 221n, 233, 233n, 234n, 236n, 237n, 240n, 275n, 282, 282n, 284, 284n, 285, 285n, 286, 286n, 313n, 333, 333n, 334, 335n, 336, 336n, 340n
Antonio, 179
Antonio, N., 47
Antonio, san, 51
Añavete, marqués de, 156
Aparicio, J., 137, 138, 139, 140, 145, 172, 184, 196, 225, 333
Apiano, P., 23, 132, 236, 331n
Apolo, 30
Aranda, conde de, 184, 279, 289, 295, 296, 297
Arcos, duque de, 157
Arellano, R., 115n
Arévalo, A., 296
Argollo, A., 21, 25, 50, 71
Arias Miravete, J., 220, 234
Aristizábal, G., 245n, 271
Aristóteles, 26, 54
Arnold, 230n
Arnoldo, 24
Arriaga, J. de, 246
Arrowsmith, A., 284n
Arteaga, I., 265
Artola, 307n
Ascensión, A., 260
Avieno, 47
Azara, F. de, 301, 301n, 302, 302n, 303, 303n, 304
Bagrow, L., 260n
Bails, B., 35, 35n, 43, 90, 90n, 201, 310, 328
Bailléul, 225
Baker, J. N. L., 259n
Ballesta, J., 284n
Ballester, J., 252, 252n
Ballester y Julián, J., 252n
Banks, J., 272
Banús, A., 214n

- Baquer, A., 191n, 294n, 296n, 297n, 333n,
 337n, 339n, 340n
 Barals, J., 214n
 Barba, E., 286n
 Barbaro, 41
 Barleta, C., 244
 Barocio, F., 24
 Barras de Aragón, F. de las, 115n
 Barreda y Acebedo, F., 103, 103n, 104, 104n,
 105, 107, 108, 108n, 109, 109n, 110n,
 111, 111n, 199, 235, 235n
 Barrientos, D. A., 22, 28, 307n
 Barrio Gutiérrez, J., 293n
 Barry, 95, 96n
 Baudrand, 155
 Baulny, 301n
 Bauzá, F., 272, 275, 275n, 278, 283, 283n,
 284n, 285, 285n
 Baylo, 335n
 Beck, H., 280n, 283n, 240n
 Behring, 261, 263
 Belesar, 192
 Belmonte, A., 249, 258
 Bellin, M., 175, 182, 225, 227, 228, 265, 265n
 Benavente, M., 122, 123n
 Beneyto, C., 43
 Bercio, I., 24
 Bercio, P., 24
 Bergeyck, 112, 136
 Berlinguero, A., 244
 Bernouilli, 118n, 209n
 Beron, 281
 Berthoud, 236, 249, 274, 274n
 Betancourt, A., 272n
 Beveregio, G., 321, 321n
 Bezout, 208, 335
 Bigourdan, G., 231n
 Biot y Arago, 340
 Blaeu, G., 24, 232
 Blaew, 134, 260n
 Blake, J., 337, 338, 339n
 Blancano, I., 24
 Biancanus, 222
 Blanco, J., 246n
 Blázquez, A., 133n
 Blois, P., 129
 Blondeau, 209n
 Bobadilla, 246n
 Bodega, J. F., 265
 Boenechea, D., 244
 Bogoliúbov, A., 272n
 Bois, A. du, 192
 Boneo, M., 303n
 Bonne, R., 223, 224, 224n, 225n, 226n, 227,
 227n, 228n, 229
 Borda, caballero de, 225, 227, 249, 251, 274n
 Bordazar de Artazu, A., 45, 45n, 46, 47, 48,
 146, 291n
 Bory, señor de, 225, 226
 Bosswell, 182
 Botero, I., 24
 Boturini, 263
 Bougainville, 228, 255, 257, 257n, 259, 267n,
 270, 275
 Bouguer, P., 83, 84, 84n, 86, 87, 88, 90, 91n,
 92, 92n, 98, 107n, 118, 118n, 209, 209n,
 230n, 238n
 Bover de Roselló, J. M., 252n
 Boyle, 30
 Brahe, T., 31, 56, 88n, 221, 222
 Brambila, F., 273, 277
 Bramieri, E., 122
 Breguel, 236
 Briecio, P., 24
 Briet, 27
 Brisontio, 27
 Broc, N., 81n, 83n, 84n, 131, 149n, 166n, 223n,
 260n, 263n, 264n, 270n, 275n, 281n, 337n
 Buache, Ph., 179, 228, 262, 263, 264, 333
 Buache de Neuville, 264
 Bucareli, A. M., 309
 Bucarely y Ursua, F. de P., 244, 246, 246n,
 265
 Bueno, C., 227, 227n
 Bueno, J., 262
 Bufon, 303n
 Burriel, padre, 93n
 Büsching, 185, 185n, 192
 Bustamante y Guerra, J., 267, 268, 272
 Busto, padre, 120n
 Byron, 190n, 228, 255, 257, 267, 269, 269n
 Caballero, F., 292
 Cabeo, N., 24
 Cabrerros, A., 245
 Cachero, J., 105n
 Calabro, M., 290, 291, 291n, 292
 Calatayud, C., 245
 Calderón Quijano, J. A., 296n
 Calvet, P., 214n
 Callejas, J., 244
 Camor, F., 173
 Campillo, J., 141, 142, 143
 Campomanes, 157
 Camus, 83
 Canel, S., 244
 Canelas, A., 198
 Cano y Olmedilla, J. de la C., 152, 153, 154,
 158, 181, 186, 187, 188, 189, 189n, 190,
 190n, 191, 192, 193n, 228, 228n, 242,
 246n, 257, 332n, 334
 Canton, C. de, 182
 Canton, 209n
 Cañelas, J., 249
 Capac, M., 94
 Capel, C., 20n, 35n, 36n, 38n, 42n, 44n, 52n,
 59n, 70n, 99n, 119n, 121n, 126n, 129n,
 130n, 171n, 213n, 222n, 288n, 289n, 299n,
 341n
 Capela, M., 56

- Capmany y Montpalau, A. de, 202n, 290n
 Capp, B., 59, 62
 Caramuel, 41, 74n, 107n
 Carballo, M. J., 104, 107
 Carbonell, P., 214n
 Cardano, F., 284n
 Cárdenas Cano, G. de, 129, 130, 130n, 131, 332n
 Carlos I, 331n
 Carlos II, 21n, 120n, 256
 Carlos III, 66, 157, 189, 248, 255, 287, 296, 317, 333n
 Carlos IV, 203n, 238, 253, 253n, 278, 324
 Carlos V, 132
 Carmona, M., 251
 Carneades, 54
 Carrera Pujal, J., 196n, 198n, 202n, 285n
 Carteret, 259, 267
 Cartesio, 54
 Carvajal, J. de, 108, 143, 245, 246
 Casas, J. de las, 243
 Casaubon, I., 184n
 Cassaus, A., 134, 173
 Cassani, J., 119, 120n, 123n
 Cassini, 88n, 107, 149, 149n, 150
 Cassini, D., 221
 Cassini, J., 81, 82
 Cassini, M., 82
 Cassini de Thury, 92, 149, 153
 Castaldo, I., 27, 24
 Castañeda y Alcover, V., 169n, 170, 173n
 Castel Rodrigo, marqués de, 134
 Castellanos de Losada y Torres, A., 283, 301n
 Castera, I. de, 183
 Castro, J. B., 225
 Cavantús, J., 243, 299n
 Cayetano Soler, M., 96n
 Ceballos, P., 181, 190, 192
 Cedillo, P. M., 105, 106, 106n, 107, 108, 109, 113, 117, 220n
 Celario, C., 185
 Celsius, 83
 Cerda, T., 120, 120n
 Cerviño, P., 303n
 César, J., 190
 Céspedes, G., 107n
 Cevallos, C., 273, 274, 277
 Cicerón, 23
 Císcar y Císcar, G., 203, 204, 205, 205n, 206n, 209, 211, 212, 212n, 213n, 238, 242, 274, 274n, 317, 317n
 Clairaut, 82, 83, 236
 Clausell, J., 214n
 Clavijo y Faxardo, J., 176
 Clavio, 21, 27, 30
 Clemente, F., 283
 Clonard, conde de, 329, 329n
 Cluverio, F., 24, 185
 Colbert, 115, 247
 Colgan O'Higgins, T., 96n
 Colin Mac Laurin, 209n
 Collazo, J. A., 307n
 Conde, J., 328
 Concha, J. de la, 275
 Consag (o Konsag), padre, 260, 261
 Constansó, M., 155, 182
 Cook, 228, 237, 249, 255, 264, 267, 267n, 268, 270, 270n, 274n, 275
 Copérnico, 25, 37, 38, 56, 57
 Copieters, F. M., 214n
 Corachán, J. B., 29, 30, 30n, 31, 45, 46, 47, 48n, 108, 316, 317, 318, 319, 319n, 320, 321, 321n
 Córdoba de Castro, 272
 Córdoba Laso, A. de, 258, 276
 Cornide, J., 155, 174n
 Coronelli, 260n
 Cortés, J., 62, 63, 64, 64n, 65, 65n, 110
 Cosino, 27
 Costillares, 190
 Cot, J. A., 214n
 Cotarelo Valledor, A., 21n
 Couplet, 81
 Covarrubias, 26
 Crane, J., 144
 Croix, M., 329
 Cruz, J. de la, 174n
 Cruzado, A., 152
 Cuéllar, M., 33n
 Chabert, marqués de, 249
 Chaix, J., 339, 340n
 Chafrión, J., 29
 Chazelles, 81
 Chevigni, 135n
 Chileno, P., 189, 190n
 Churruca, C., 282, 282n, 284
 Dainville, F. de, 333
 Dante, 25
 D'Anville, M., 154, 155, 166, 171, 174, 176, 180, 185, 223, 225
 Darnius, conde, 145, 172
 Dairymple, A., 272
 Dávila y Heredia, A., 308
 Davity, P., 24
 De Cesaris, padre, 272
 Dechales, C. F., 26, 34, 34n, 35n, 36, 36n, 37n, 38, 39, 39n, 40, 40n, 41, 42, 43, 44, 74n, 318
 De la Hyre, Ph., 178n
 Delambre, J. B., 339
 Delgado, J., 272, 275
 De la Vega, C., 146, 147, 155
 Delhaye, G., 154
 De l'Isle, C., 263
 De l'Isle, G., 84, 107, 135, 135n, 176, 179, 223, 224, 260, 263, 264, 333
 De Mairan, 82
 Des-aiguilliers, 82

- Desbrull, A., 201, 201n, 328n
 Desmarets, N., 223, 224, 224n, 225n, 226n,
 227, 227n, 228n, 229
 Desnay, C., 173
 Desnos, L. C., 188
 Despuig y Dameto, A., 252
 Deu y Abella, A. J., 307n
 Devesa, J., 214n
 D'Heuland, 115, 151
 Diana, 75
 Diaz, 120n, 121n, 122n
 Diaz del Valle, D., 173
 Díez Dextre, D. P., 72n
 Díez de la Fuente, 246n
 Domínguez Zamudio, C., 243
 Dooson, J., 85n
 Doral, A., 251
 Douvves, C., 216
 Douwes, 274
 Doz, V., 228, 245
 Drouet, S., 284n
 Du Val, 120n
 Dudle, 222
 Durand, 228
 Dutour, 209n
 Echevarría, R., 307n
 Eidous, M. A., 261n
 Eleta, P. de, 243
 Elixio de la Puente, J. J., 244
 Eliza, F. de 265, 266n
 Emparan, J., 244
 Enguera, P., 63
 Enríqui, 115
 Ensenada, marqués de la, 105, 113, 114, 115,
 116, 125, 137, 141, 143, 143n, 144, 146,
 147, 147n, 149, 150, 150n, 151, 152, 152n,
 153, 178, 187, 248, 264, 294, 305, 307
 Entrecasteaux, 272
 Eratóstenes, 231
 Escardó, F., 214n
 Escartin, E., 137n
 Esclapés y Guilló, P., 44, 44n
 Escobar y Llamas, C., 260
 Escoto, A., 185
 Escoto, G., 41, 74n
 Espinosa y Tello, J. de, 249, 251, 253n, 273, 275,
 283, 284, 284n, 285
 Esquivel, 132, 133
 Estrabón, 184n
 Estrañ, J. A., 47
 Euclides, 30, 316, 318, 319
 Euler, 118n, 209n, 237
 Eveux, 176
 Fabri, 30
 Faden, M., 192
 Fages, P., 264, 264n
 Falcó de Belaochaga, F., 20, 32
 Fannio, R., 47
 Faquineto, F., 201, 202
 Feyjoo y Montenegro, B. J., 43n, 74, 74n, 82, 82n
 Felipe II, 125, 132, 133, 146, 173, 219
 Felipe III, 133
 Felipe IV, 121, 133
 Felipe V, 60, 84, 85, 90, 101, 112, 120, 120n, 129,
 136, 139, 140, 142, 146, 149, 220n, 234,
 287, 289
 Felipe Neri, san, 32
 Fer, N. de, 39, 130, 139, 157, 260, 260n, 333
 Fernández, A. G., 108, 241, 241n
 Fernández, F. J., 104, 107
 Fernández, J. A., 173
 Fernández Dávila, L., 235
 Fernández Díaz, 197n
 Fernández Duro, C., 103n, 108n, 112n, 113n,
 133, 133n, 146n, 151, 151n, 182n, 184n,
 187n, 190n, 191n, 193n, 235n, 243n, 244n,
 282n, 284n, 334n
 Fernández Flórez, I., 251
 Fernández de Medrano, S., 135, 135n, 182, 232,
 232n, 288, 289, 289n
 Fernández de Navarrete, M., 32n, 43, 43n, 84n,
 85n, 90n, 91n, 112n, 114n, 116n, 117n,
 126n, 132n, 184n, 198, 198n, 203n, 204n,
 205, 205n, 230n, 237, 237n, 238n, 243n,
 248n, 275, 281n, 282n, 283n, 285n, 331n
 Fernández Romero, J., 243
 Fernando VI, 94, 101, 113, 121, 122, 142, 154,
 156, 294, 317
 Fernando VII, 338n
 Ferrari, L., 152n
 Ferraz, V., 300n, 304n
 Ferrer, B., 172
 Ferrer, J., 284n
 Ferrer, L., 18, 19, 19n, 20, 20n, 60
 Ferrer de Maidonado, L., 266
 Ferrer y Fuca, 266n
 Festo Avieno, R., 47
 Feuillée, padre, 227
 Feuille, padre, 175, 176
 Fevillée, 85
 Fidalgo, J. F., 284
 Fidalgo, S., 265, 266n
 Figueroa, L., 103
 Fillol, T., 307n
 Fischer, N., 231n
 Fita, F., 147
 Fleuri, 176
 Fleurieu, caballero de, 225, 227
 Fleurieux, 209n
 Flórez, H., 99, 126, 126n, 127, 127n, 133n, 134,
 134n, 145n, 155, 185, 332n
 Flórez Moreno, F., 277
 Floridablanca, conde de, 157, 166, 184, 185, 190,
 192, 297
 Folkes, 90
 Fonseca, 186n, 220
 Fonte o Fuente, 263, 264
 Fontenelle, 98
 Fortea, J., 44n

- Foucault, 29
 Fournier, G., 24
 Fournier, 43n, 107n
 Franco, J. J., 284n
 Fresneda, P., 120
 Frexier, 228
 Frezier, A. F., 257, 257n
 Frisio, G., 23, 27, 222, 320
 Fuca, J. de, 263
 Fuente, V., 243
 Fuente o Fonte, 263, 264
 Fuentes, J., 71n
 Furlong, G., 307n
 Fuster, P., 21n
- Gabriel Fernández, A., 108
 Gaetano de Lima, L., 225
 Gafarello, 25
 Galileo, 19, 79, 219
 Gallego Gallego, A., 191n
 Gallucio, 21
 Gamboya, M., 228
 Gaona y Portocarrero, F., 156
 García, F. J., 308
 García, P., 246
 García Berruguilla, J., 308
 García Martínez, J., 172
 García Sevillano, J., 117
 Garcilaso de la Vega, 131
 Garma, F., 172
 Garma Pons, S., 327n
 Garma y Durán, J., 155
 Garriga, J., 340
 Gaugioti, P. M., 284n
 Gavira, J., 60n, 235n, 340n
 Gazola, F., 120n, 329
 Gaztañeta Iturrizalza, A., 112, 112n
 Gerard, H., 224
 Gil, padre, 276, 280
 Gil y Lemos, F., 244
 Gilberto, 25, 38
 Giraldo, J., 172, 292
 Girava, G., 23
 Giareano, H., 23
 Godin, L., 83, 84, 84n, 86, 87, 88, 91, 91n, 116, 116n, 117, 117n, 150n
 Godoy, M., 157, 186n, 253n, 278, 283, 283n, 334, 337, 338, 338n, 339n
 Gohnitz, A., 24
 Gómez Ortega, C., 257
 González, C., 301n
 González, M., 156n
 González, P. M., 272, 277
 González, T., 284n
 González Cepeda, J., 201, 202
 González de Barcia, A., 130n, 204n
 González Dedios, J., 53
 González de Uruña, 234
 González Muñoz, M. del C., 221n
 González Ortiz, J., 285
- Graef, J. E., 115n
 Graells, J., 140
 Grandam, J., 39n
 Graustame, 192
 Gregori, 250
 Grimaldi, Marqués de, 187, 264
 Grimaldo, 30
 Guerra y Peña, L. A. de, 175, 176n, 300n
 Guerrero, N., 246
 Guevara, D. de, 132
 Guevara, F. de, 132
 Guido, J., 272
 Guillén, J. F., 91n, 93n, 97n, 113n, 114n, 115n, 116n, 123n, 189n, 241, 241n
 Guitarte, F., 173
 Gumilla, padre, 120
 Gutiérrez, F., 173
 Gutiérrez de la Concha, J., 272, 284
 Guzmán, fray F. de, 175
 Guzmán de Lara y Luzón, F., 308
- Hadley, J., 86, 236
 Haenke, T., 272, 274, 277
 Halley, 80, 85, 107, 209
 Hahn, R., 113n
 Haro, G. de, 265, 266n
 Harrison, J., 236, 274, 274n
 Hearne, S., 264
 Heceta, B., 265
 Henay, G., 116
 Henry, P., 237n, 328, 328n
 Heras, R. de las, 307n
 Herigonio, P., 24, 222
 Hermosilla, J., 183
 Hernández Sánchez-Barba, M., 176, 264
 Herrera, 132, 220
 Herrero García, A., 103n, 200n
 Hevelius, 222
 Hinojosa, M., 310
 Hipócrates, 74
 Homman, Herederos de, 225
 Hondio, H., 24
 Hontero, I., 23
 Horta, J. de, 172
 Hoste, P., 43n, 107
 Hugot, 88, 91
 Humboldt, A., 95, 280, 283, 340n
 Hurtado, J., 272
 Hurtado de Mendoza, P., 42, 221, 221n, 222, 222n, 232n
 Huyghens, 80, 81, 118n
- Ianssonio, G., 24
 Ianssonio, I., 24
 Ibarra, Vda. de, 200n, 201n
 Inciarte, J., 272, 275
 Inciarte, L., 303n
 Infelín, C., 225
 Iñigo, B., 20, 29, 30, 32, 45, 191
 Iriarte, B. de, 175

- Isaci, padre, 28
 Iturriaga, J., 192, 245
 Iudeis, C., 27
- Jaillot, 224
 Janson, J., 134, 231
 Janvier, 263
 Jasson, 260n
 Jeffery, T., 184
 Jefferys, J., 225, 227
 Jenofonte, 183
 Jiménez, padre, 272
 Jiménez Coronado, S., 339
 Jiménez de la Espada, M., 280n
 Jiménez de Gregorio, F., 173n
 Joducus Hondius, 231n
 Jovellanos, G. M. de, 156n, 297
 Juan, J., 79, 80, 80n, 81n, 82, 82n, 83n, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 90n, 91, 92, 92n, 93, 93n, 95, 96, 96n, 97, 101, 114, 115n, 116, 116n, 117, 118, 118n, 119, 149, 150, 151, 152, 178, 189, 189n, 198n, 201, 205, 206n, 207, 207n, 209, 228, 231n, 236, 237n, 239, 239n, 240n, 241, 245, 248, 264, 264n, 281, 325
 Judas Cañizares, S., 307n
 Juntino, F., 21, 71
 Jussieu, J., 84, 85, 91
- Kamen, H., 136n
 Kelly, C., 273n
 Kepler, 221
 Kino, padre, 260
 Kircher, A., 25, 27, 30, 69, 74n, 262
 Kircherio, A., 24
 Konetzke, R., 227n, 246n, 247n
 Konsag o Consag, padre, 260, 261
 Kresa, padre, 290
- Labaña, J. B., 126n, 133, 133n, 171, 220
 Labat, 228
 La Caille, 92, 153, 208, 208n, 209, 236, 238, 325
 La Condamine, C. M., 83, 84, 86, 87, 88, 90, 91n, 97n, 98
 Lacroix, 335
 Lacy, Conde de, 264
 La Grange, 237
 La Hire, 81, 149, 249, 309
 Lalande, J., 118, 119, 119n, 208n, 209, 236, 238, 271, 335
 Lamb, U., 220n
 La Martinière, 139, 175, 176
 Landaeta, J. de, 172
 Landin, Carrasco, A., 113n, 265n, 266n, 273n
 Lángara, J. de, 237, 271, 282, 284n
 Langer, J. de, 209n
 Langio, I., 24
 Langreno, M. F., 24
 Lanz, J. de, 249
 La Prouse, 255, 264, 267, 267n, 270, 272, 275
- Laplace, 237
 Larumbe, F. R. de, 156, 173
 Larrando de Mauleón, F., 290, 290n
 La Sale, F., 290, 291
 La Serna, J. de., 97n, 148n
 Lasso de Vega, L., 329n
 Lasquiti, L., 283
 Latassa, 145, 308n
 Laval, 85
 Laynaz, M., 142
 Lazcano, P., 186n
 Leandro de Viana, F., 183
 Lechmann-Nitsche, R., 274n
 Le-Maur, C., 115, 144
 Le Monnier, 83
 Lerma, duque de, 157
 Le Roy, J., 235, 274n
 Lhoriente, T., 290n
 Linneo, 245
 Lobato, N., 284
 Loeffling, P., 245
 Longchamp, 263
 Longomontano, 25
 López, G., 172
 López, J., 165n, 183n, 184, 185, 185n
 López, T., 131, 132n, 146, 152, 153, 154, 154n, 155, 156, 156n, 157, 158, 166, 166n, 167, 167n, 168, 168n, 169n, 170, 170n, 171, 171n, 173, 173n, 174, 174n, 175, 175n, 176, 176n, 177, 177n, 178, 178n, 179, 179n, 180, 180n, 181, 182, 182n, 183, 183n, 184n, 186, 187, 187n, 188, 189, 190, 192, 225, 227, 231, 231n, 232, 232n, 233n, 239, 240n, 242, 313n, 332n, 333, 334, 334n, 336, 338, 338n, 339
- López, T., M., 165n, 183, 184, 186, 338
 López Casariego, J., 243
 López de Velasco, J., 221, 221n
 López Enguidanos, T., 183n
 López González, J. J., 328n
 López Lerena, P., 157
 López Llanos, J., 155
 López Piñero, J. M., 17n, 20, 20n, 30n, 32n, 33n, 34n, 132n
 López Royo, F., 238
 López Sánchez, 338n
 Lorenzana, F., 157, 173
 Losada, L., 120n
 Lucuze, P. de, 291, 292, 292n, 330
 Luis XIV, 297
 Luis XV, 149
 Luis Antonio Jaime, Infante, 156
 Luyando, J., 238
- Lllobet, F., 139n, 155, 196n, 225
 Llorente, M., 313, 314n
 Lloret, 30

- Macias, J. D., 73n
 Macarte y Diaz, D., 199n, 202, 202n, 203, 204,
 204n, 205, 209, 210, 210n, 211, 212, 212n,
 242
 Machado y Fiesco, F. X., 175, 176
 Madariaga, J. I. de, 244
 Magallanes, 250, 302
 Magallón, F., 157, 338
 Magino, I. A., 24, 221
 Maillard, 219
 Maillebois, mariscal de, 182
 Malaspina, A., 231, 255, 265, 265n, 266, 266n,
 267, 267n, 268, 268n, 269, 269n, 270, 270n,
 271, 271n, 272, 272n, 273, 273n, 274n, 275,
 275n, 276, 276n, 277n, 278, 278n, 279,
 279n, 280, 280n, 283, 283n, 284, 285n
 Maldonado, P., 97n, 284
 Manillo, 24
 Maqueda, J., 272, 275
 Maraldi, 81
 Maraval, M., 187n
 Marco Burriel, A., 260n
 Marcel, G., 132n, 133, 133n, 146, 146n, 147n,
 150n, 152, 152n, 154n, 165, 165n, 169n,
 170n, 171n, 184n, 187n, 338n
 Mari, marqués de, 113
 María Luisa, 278
 Mariotte, 118n
 Martel, C., 292
 Martí, 29
 Martín, J., 113, 115n
 Martín, J. S., 198
 Martinengo, A., 24
 Martínez, C., 146, 147, 155
 Martínez, E., 115n
 Martínez, E. J., 265
 Martínez, G., 329n
 Martínez, M., 73
 Martínez, P., 173
 Martínez Barbeito, C., 171n
 Martínez y Zayas, J., 265n
 Martinio, M., 262
 Marrón, J., 246
 Mas, S., 196, 197, 198, 198n, 214, 233n
 Massertie, 131
 Massones, J., 156
 Mateo, L. E., 319n, 321n
 Mateos Murillo, A., 156n
 Mateu y Sanz, L., 61
 Matilla Tascón, A., 140n, 141n, 142n, 305n,
 306n, 307
 Maupertuis, 81n, 83, 92, 98, 98n
 Maurepas, conde de, 83
 Mauricio, T., 154
 Mauro, F., 234n
 Mayans y Siscar, G., 30, 44, 44n, 45, 46, 46n,
 47, 47n, 48, 48n, 146n, 317, 317n, 318, 319,
 319n, 320, 321, 321n, 322, 325
 Mayer, J., 237
 Mayer, T., 154
 Mazarredo, J. de, 198, 198n, 199, 199n, 203,
 207n, 230, 237, 237n, 238, 239n, 240n, 271,
 282, 286, 286n
 Mecio, A., 24
 Mechain, P. F., 339
 Medina, J. A. de, 54n, 55n
 Medina, S. de, 228
 Medrano, F., 92n, 129
 Medrano, P., 173
 Meléndez, J., 275
 Memije, V., 231n
 Mena García, C., 200n
 Mendaña, 260
 Méndez Bejarano, M., 105n, 109n
 Méndez Silva, R., 224
 Mendoza y Rios, J., 203, 208, 208n, 209, 209n,
 212, 212n, 238, 238n, 242, 282, 335, 338
 Mercader Riba, J., 136n, 137n, 138, 139n, 140n,
 306n
 Mercator, G., 21, 23, 27, 179, 231n, 240
 Mercator, R., 23
 Mestre, 17n, 46n, 317n
 Miera, F., 258
 Millau y Maravai, F., 187, 228, 242, 242n, 246,
 247n
 Millet Dechaies, C. F., 34
 Miñano, S., 338, 338n
 Miranda, E., 20
 Mitre, 301n
 Molina, J. I., 189n
 Moll, H., 260n
 Mon, A., 338n
 Montes, 283
 Molesio, I., 23
 Mondéjar, marqués de, 47
 Moraleda, J. de, 284n
 Morata, J., 284n
 Moreno, J., 245n
 Moreno, M., 284n
 Moreno Tejada, J., 284n
 Moreu, F., 214n
 Moreu Rey, 340n
 Morin, J. B., 219, 220
 Mora, P., 114
 Morales Hernández, J. L., 114n
 Moreno y Zabala, B., 117
 Moreri, 176
 Mountaine, W., 85n
 Mourelle de la Rúa, F., 113n, 265, 265n, 266n,
 273n
 Moya, 310
 Muller, J., 154
 Mullerio, 25
 Muntaner, J., 252
 Muñoz, G., 244
 Muñoz, J., 19
 Muñoz, J. A., 244
 Muñoz, J. B., 201n
 Muñoz, T., 270
 Muriel, A., 202n, 266, 266n, 273, 273n, 280n,
 282

- Murillo Velarde, 120n, 123n
 Murphy, J., 272
 Mut, V., 26, 39
 Múrquiz, M., 157
- Nadal Ferreras, J., 138
 Nairne, 250
 Nande, F., 144n
 Nangle, F., 144, 144n
 Napoleón, 281, 339
 Narborough, J., 190n, 228
 Narciso de Aparicio, J., 338
 Navarro Brotóns, V., 17n, 30n, 31, 33n, 34n, 37n,
 45n, 46n, 146n, 291n, 316n, 318n, 319n,
 321n
 Navarro De Viana, J. J., 20, 31, 108, 113
 Nebot y Sans, J., 45, 45n, 46, 48
 Nee, L., 272, 274, 276, 277
 Neoburgo, M. de, 18
 Newton, I., 35, 79, 80, 81, 82, 83, 118n, 324, 329
 Nicolosio, I. B., 24, 260n
 Nielsen, N., 116n
 Nodal, hermanos, 190n, 256
 Noguera, C., 284n
 Nolin, J. B., 130, 135n, 155, 173, 224, 225
 Noronha, F., 89
 Navales, M., 272
 Novo y Coisson, P., 270, 270n
 Nunell, J., 214
 Nuñez, P. J., 47, 107n
- Obando, F., 58
 O'Dogherty, P., 115n
 O'Higgins, D., 96n
 Ojea, F. F., 134
 Olavide, M., 111, 272
 Oldenburg, H., 222n
 Olmo, J. V., 20, 21, 21n, 22, 23, 23n, 24, 24n, 25,
 25n, 26, 28, 29, 39, 41n
 Ollé, J., 214n
 Onofre Danvila, V., 172
 Orbe, F., 117
 O'Reilly, conde de, 333n
 Orignano, D., 25, 50, 71
 Oroncio, 221
 Orry, P., 112, 136, 149
 Ortega, C., 190, 190n, 269
 Ortega y Monroi, J., 201
 Ortello, A., 21, 23, 179
 Ortiz Canelas, J., 285, 285n
 Ortiz Gallardo y Villarroel, I., 54, 56n, 57, 72
 Ortiz Gallardo y Villarroel, J. T., 72, 72n, 76n
 Osorno, marqués de, 96n
 Outhier, abate, 83
 Ovidio, 23, 24
 Oyarvide, A. de, 284, 303n
 Oyarzun Iraña, J., 256n
 Ozanan, 107n
- Pabón, P. P., 307n
 Palau y Ducet, A., 18n, 63n, 66n, 120n, 165,
 165n, 185n, 186n, 189n, 191n, 201n, 260n,
 261n, 309n
 Papiano, 74
 Pardies, padre, 118n
 Paredes, F. de, 291
 Parias, L. H., 259n
 Patiño, J., 103, 112, 113, 136, 137, 138, 139,
 140, 141, 143, 290
 Pavón, 255
 Pazos, I., 303n
 Pedret Casado, P., 316n
 Peña, I., 261
 Peña, J. de la, 275
 Peralta, P., 91, 228
 Pereira, L., 326
 Pereyra, C., 96n
 Pérez, J., 265
 Pérez de Montalván, 58n
 Pérez Manxón, P., 133
 Peset, J. L., 317n
 Peset, V., 17n, 29n, 32n, 317n
 Peutin Ger, 179
 Phinn, T., 182
 Phips, 230n, 259, 268
 Phirron, 54
 Picard, J. B., 80, 81, 149, 249
 Pimental, M., 107n
 Pineda, A., 272, 274, 276, 277
 Pinelo, L., 130n, 204n, 332n
 Pingré, 225, 227, 238, 274
 Pinkerton, J., 174n, 192, 192n
 Plinio, 185
 Piquer, A., 46
 Pizarro, J., 88, 90
 Pizenas, 107n
 Plo y Camín, A., 309
 Pluche, 122n
 Porcacchi, T., 24
 Portocarrero, L. M., 134
 Porras, J. I. de, 235, 235n
 Postello, G., 23, 27
 Pou Muntaner, J., 202n
 Pozo, J. del, 272
 Pro, J., 284n
 Prudent, F., 165, 177
 Priegue, C. N., 274n
 Prisciliano, 47
 Ptolomeo, 21, 23, 27, 30, 31, 56, 132, 179, 231,
 316, 318, 319, 320, 324
 Puebla, barón de, 285
 Pujol y Vilademás, J., 307n
 Puig, 108
 Puysegur, señor de, 227
- Quimper, M., 266n
 Quintano, F., 272

- Rávago, padre, 121, 122
 Rabasa, J., 214n
 Rada, J. F., 59
 Rajas, P., 133
 Radón, J., 339n
 Ramírez de Arellano, R., 60n
 Ramos, D., 201n, 245, 245n, 246n, 285n
 Ramsden, 250
 Rancaño, L., 328
 Rangone, G., 272
 Ratto, H. R., 270
 Ravenet, J., 273
 Reaumur, M., 93
 Reguera, C., 120
 Reparaz, G. de, 126n, 133n, 134n, 146n, 147n,
 150n, 154n, 169n, 176n, 247n, 339
 Requena, F., 192, 193
 Revillagigedo, 266n
 Ribera, M. B. de, 57, 58
 Riccio, M., 24
 Riccioli, J. B., 24, 25, 27, 43, 46n, 59, 74n, 80,
 107n, 231, 232
 Richelieu, 220
 Richer, 80, 81
 Río, B. del, 171n
 Río Cosa, J. del, 284
 Rivière, A. de la, 175
 Rizzi-Zannoni, 225
 Robert, 182
 Robredo, J., 272, 283
 Rocamora, G., 21
 Rodríguez, J., 18n, 21n
 Rodríguez, A., 105
 Rodríguez, A. J., 74
 Rodríguez, M., 261
 Rodríguez, V., 145, 155
 Rodríguez Campomanes, P., 166n, 225
 Rodríguez de Almodóvar, 234
 Rodríguez Villa, A., 90n, 114n, 116, 141, 142n,
 143n, 144n, 150n, 151n, 152n, 294
 Rojas, J. de, 320
 Rolin, 185, 234, 234n
 Romero, P., 190
 Rosell, A., 184, 201
 Rossi, 73n
 Roussel, M., 171, 172
 Roxas, 178n
 Rubio y Borrás, M., 316n, 317n
 Ruiz, 255
 Ruiz Gallirgos, G., 72, 72n, 76
 Ruiz y Pabio, A., 196n, 197n, 202n, 214n
 Rustant, J. V. de, 127, 128
 Russo, F., 113n
- Sabater, A., 139
 Sabatini, F., 330
 Sáenz de Baruaga, J., 156
 Salamanca, S., 266, 272
 Salazar, L. M., 284n
 Sales, A., 47, 47n, 48n
- Salinas, 323
 Salvador Carmona, M., 152
 Salvaresa, J., 271
 Salvatierra, padre, 260
 Sánchez, J., 272
 Sánchez, N., 244
 Sánchez de Valencia, B. F., 142
 Sánchez Pérez, J., 58, 72, 92n, 117n, 120n, 308n
 Sánchez Reciente, J., 105, 105n, 108
 Sánchez Vilajos, M., 308
 Sanchis, V., 44n
 San Martín, A. de, 236n
 San Martín, J. de, 230, 231n
 San Martín Suárez, J. de, 233n
 Sans, M., 198
 Sansón, I., 129, 179, 260n, 333
 Sansón, N., 24, 129, 185
 Santa Ana, G., 133
 Santacilia, 84
 Santa Cruz, A. de, 331n
 Santesteban, M. de, 291
 Santiago, J., 284
 Sanuto, L., 24
 Sanz, A., 155
 Sarmiento de Gamboa, P., 82, 82n, 190n, 236n,
 256, 257, 257n
 Scheiner, 24, 30
 Schonero, I., 23
 Schuller, R. R., 303n
 Sebastián Sánchez, fray, 327
 Secus, 225
 Seixas y Lobera, F., 128, 129, 129n, 256, 256n
 Selma, F., 284n
 Sempere y Guarinos, J., 58n, 151n, 165, 248n,
 249n
 Sempilio, H., 24
 Senense, S., 24
 Seniergues, 91
 Senry, S., 126n
 Serrano, G. A., 59, 60, 72, 75, 76
 Serrano Palacios, J. I., 76n
 Severcio, I., 23
 Sesse, 255
 Seutter, M., 260n
 Sevilla, G., 173
 Seyra, P., 171
 Seyra y Ferrer, J., 145
 Simlero, S., 185
 Snellio, W., 80, 240
 Solano y Bote, J., 114, 184, 189, 233, 245
 Solís, 183
 Sommervogel, C., 120n, 121n, 122n
 Somodevilla, C., 141
 Soulas, A. L., 313, 314n
 Spallanzani, abate, 272
 Stanop, conde de, 90
 Suárez, M., 198n
 Suárez Inclán, J., 292n
 Surbille, J. de, 291
 Suria, T., 273
 Surville, L. de, 187

- Taton, R., 339n
 Tavalosos, marqués de, 300n
 Tavernier, 129
 Teixeira, padre, 173
 Terreros, E., 92n, 122
 Terry Lacy, J., 284
 Teixeira, P. de, 126n, 133, 133n, 190, 225, 247
 Teixeiras de Albornoz, P., 134
 Thevecio, A., 23, 27
 Thornton, 260n
 Thrower, N. J. W., 240n
 Tillemont, 155
 Tofiño de San Miguel, V., 201, 230n, 247, 248, 248n, 249, 249n, 250, 250n, 251, 251n, 252, 252n, 253, 258, 273, 275, 277, 284, 332, 332n, 334n
 Toledo, M. de, 290
 Tolosa y Grimaldi, J. de, 300n
 Torbe, P., 290, 291
 Torner, E., 290n, 291n, 292n, 293n
 Torre, A. de la, 184
 Torre y Cuebas, F. M. de la, 172
 Torrens, 301n
 Torres, A., 58
 Torres, D. de, 323
 Torres y Villarreal, D., 49, 49n, 50, 50n, 51, 51n, 52, 52n, 53, 53n, 54, 54n, 55, 56n, 57, 58, 58n, 60, 65, 65n, 66, 66n, 67, 67n, 68, 68n, 69, 69n, 70, 70n, 71, 71n, 72, 73, 74, 74n, 75, 75n, 77, 77n, 78n
 Torrezar Pimienta, J., 184
 Torrubia, J., 261, 261n, 262, 262n, 263, 263n
 Tosca, T. V., 29, 32, 33, 33n, 34, 35, 36, 36n, 37, 37n, 38, 38n, 39, 40, 41, 41n, 42, 42n, 43, 44, 44n, 45, 45n, 46, 47, 48, 60, 60n, 61, 61n, 74n, 75, 108, 310, 317, 318
 Tosca de los Ares, C., 32
 Toulmin, S., 11
 Tova y Arredondo, A., 272
 Tramuelles, F., 198
 Tramuelles, M., 198
 Tramujas, J., 214n
 Trigueros, C. M., 327
 Trinchería, B. de, 292
 Trystram, F., 91n
 T'Ser Steven, M., 290
 Tutzó, J., 198
 Ulloa, A. de, 79, 84, 84n, 85, 86, 86n, 87, 88, 88n, 89n, 90, 90n, 91, 91n, 93n, 94, 95, 95n, 96, 96n, 97, 97n, 115, 116, 116n, 120n, 131, 143, 149, 150, 151, 151n, 152, 152n, 189, 189n, 228, 231, 260, 264, 264n, 265, 265n, 271, 275n
 Ulloa, B., 85, 85n, 143, 143n
 Ureña, marqués de, 271
 Urquijo, 183, 338, 338n
 Urrutia, A., 191, 245
 Urrutia, J. de, 330
 Ustariz, J., 143
 Valdeirios, marqués de, 189, 246
 Valdés, A., 201n, 247, 248, 281, 282
 Valdés, B., 204n
 Valdés, C., 266, 267, 272, 284
 Vallés y Sanchis, I., 134n, 165
 Van Langren, 219, 222
 Van Veerle, J. y J., 126n
 Varas, A., 310
 Varela, J., 237, 248, 251, 273, 277
 Varela, P., 329n
 Varenito, 12, 35, 36, 39, 42, 43, 211
 Vargas Machuca, 152
 Vargas Ponce, J. de, 249, 252, 258
 Vasseur, 27
 Vaugondy, R. de, 54, 54n, 55, 55n, 56, 57, 57n, 58, 69, 70, 74, 127, 185, 264
 Vayssière, B. H., 149n, 169n
 Vayrac, abate, 225
 Vázquez, A., 284n
 Vázquez, B., 251, 284n
 Vázquez, J., 284n
 Velamazán, marqués de, 157
 Velázquez, L. J., 172
 Venegas, L., 172
 Venegas, M., 260, 260n, 261n
 Ventura de Ávila, C., 310
 Verboom, P. de, 289, 291, 291n
 Verdejo, 305n, 311
 Verдум de la Creuve, 225, 227
 Vergennes, 191
 Verguin, 86, 87, 91
 Vernacci, J., 253n, 266, 272
 Vernet, J., 120, 203n, 340n
 Viana, F. J., 272
 Vibero, J. M., 104, 107
 Vicente Tosca, T., 318
 Victoria, marqués de la, 108, 113
 Vidal y Pinilla, F., 172
 Viera, J. de, 176, 300n
 Viezna, T., 327n
 Vigón, P., 288n, 289n, 290n, 293n, 329n, 330n
 Vila, J., 214n
 Vila, P., 214n
 Villagarcía, marqués de, 85, 87
 Villagutierre, J., 131
 Villalpando, 191
 Villarias, marqués de, 157
 Villarreal, A., 65, 67
 Villaseñor, J. A., 263
 Villatorcas, marqués de, 20, 29
 Villena, marqués de, 157
 Vimercati, C., 208, 208n, 212n, 330
 Vischer, N., 232
 Vizcaino, 115n, 260
 Vogt, I., 182
 Vopellio, C., 27, 28
 Waickenaer, C. A., 301n, 303n
 Walker, G., 112n
 Wallis, 255, 259, 267

- Wankeulen, 227
Ward, 144
Warren, P., 90
Wendlingen, J., 120, 121n, 122n, 123n, 153
Wesseling, P., 185
Wolfio, 318, 324
Wright, 240
Wynthuysen, F., 202, 204, 204n, 209
- Xilandro, G., 24
Ximeno, V., 21n
- Yáñez, P., 129, 130n
- Zandvliet, K., 126n
Zaragoza, J., 17, 20, 20n, 21, 25, 27, 28, 29, 37,
39, 107n, 108, 119, 120, 120n
Zaumel y Luna, F., 145
Zavala, I. M., 66, 66n, 72n, 73, 73n
Zavala y Auñón, M., 140, 140n, 141, 141n
Zizur, P., 303n
Zuloaga, 246n
Zuloaga, I. G., 319n, 321n
Zurita, G., 185

Ediciones OIKOS-TAU tiene seguramente la obra que Ud. necesita Escriba al Apdo. 5347 de Barcelona y le enviaremos información

AGRICULTURA
Arboles de jardín - Pañella
Enemigos animales de las plantas cultivadas y forestales - Bonnemaison
Enfermedades de las hortalizas - Messiaen y Lafon
Fruticultura - Coutanceau
La agrología - Bouvaine
La lechuga - García Palacios
Los herbicidas y su empleo - Detroux y Gostinchar
Los insecticidas - Dajoz
Los virus de los vegetales - Sommereyns
Malas hierbas (Diccionario) - Güell
Materia orgánica del suelo - Kononova
Plagas de las flores y de las plantas ornamentales - Pape
Pleguicidas: toxicología, sintomatología y terapia - Kilmmer
Reguladores de crecimiento - ACTA
Silos y graneros - Cotton
Variedades americanas de manzana - Flavell d'Esclopou
Vegetación acuática - Bernardi y Diani

ARQUITECTURA
Kilian Ignaz Dientzenhofer y el barroco bohemio - Norberg Schulz
La arquitectura de los 70 - Muntañola
Rudolf Schindler - Gebhard
Topogénesis Uno - Muntañola
Topogénesis Dos - Muntañola
Topogénesis Tres - Muntañola

ASTRONOMÍA Y ASTRONÁUTICA
Iniciación a la astronomía - Muirden
Iniciación a la astronáutica - Sancho

BELLAS ARTES
El cubismo - Sérulaz
El surrealismo - Duplessis
El vestido antiguo y medieval - Beaulieu
Historia de la fotografía - Keim
Introducción a la música pop - Torque
La egiptología - Sauneron
La estética industrial - Huisman y Patrix
La simbología - Beigbeder
Matará retrospectiu - Casanovas i Terri
Viñassar de Mar documental i históric - Casanovas

BIOGRAFÍA
Carlos Quinto - Lapeyre
Confesiones de un publicitario - Ogilvy
Homenaje a Bertrand Russell - Schoenman
Mao y la revolución china - Chrén
Seis testimonios de la medicina ibérica - Cid

BIOLOGÍA
Biogeografía - Lacoste y Salanon
Biología social - Bouthoul
Cibernética y biología - Goudot y Perrot
La fecundación - Carles
La genética de las poblaciones - Binder
La química de los seres vivos - Javillier y Lavieley
La vida sexual - Cheuchard
Los oligoelementos - Goudot y Bertrand
Mecanismos de control de los seres vivos - Bayliss

BOTÁNICA
Alcaloides y plantas alcaloideas - Moreau
Arboles de jardín - Pañella
Los virus de los vegetales - Sommereyns
Malas hierbas (Diccionario) - Güell
Plagas de las plantas ornamentales - Pape
Reguladores de crecimiento - ACTA
Vegetación acuática - Bernardi y Diani

CARTOGRAFÍA
La topografía - Merlin
Mapas y diagramas - Monkhouse y Wilkinson

CIENCIAS ECONÓMICAS
¿Adónde va el capitalismo? - Tsuru
Capitalismo, crecimiento económico y subdesarrollo - Dobb
Comercio interregional e internacional - Ohlin
Comportamiento político y política económica - Lindbeck
Crisis y recesiones económicas - Flamant y Singer
Curso de economía política - Napoleoni
Desigualdad y política redistributiva - Lindbeck

Diccionario de economía - Seldon y Pennance
Economía y problemas económicos - Nicholson
Economía e historia - Carmagnani y Vercelli
Economía política comparada - Kirschen
Economía regional - Nourse
Economía y sociología de la industria - Sargent
El Capital en la Teoría de la Distribución - Garegnani
El capitalismo - Parroux
El control de gestión - Meyer
El cooperativismo - Lasserre
El funcionamiento de la economía socialista - Brus
El hambre - Cépède y Gournelle
El IVA (Impuesto sobre el valor añadido) - Egret
El nuevo socialismo - Dobb
El pensamiento económico en el siglo XX - Napoleoni
El problema de los salarios en España - Jané Solá
Ensayos - Schumpeter
Fisiocracia, Smith, Ricardo, Marx-Napoleoni
Geografía del consumo - George
Geografía económica del petróleo - Odell
Geografía y economía - Chisholm
Geografía y economía urbanas en los países subdesarrollados - Santos
Hábitat, economía y sociedad - Forde
Hacia una economía mundial - Tinbergen
Historia económica de España - Martí y Bonafé
Inflación y revolución y contrarrevolución
keynesiana y monetarista - Johnson
Introducción a la economía - Walters
Introducción a la economía empresarial - Small
Introducción al análisis económico - Fleming
Introducción a los recursos mundiales - Hunker
Investigación sobre la naturaleza y las causas de la riqueza de las naciones - Adam Smith
La ayuda de los países subdesarrollados - Luchaire
La dinámica de la revolución industrial - Thompson
La economía de la información - Toussaint
La empresa en la vida económica - Romeuf
La industrialización en España - Donges - La inflación - Flamant
La publicidad - De Plas y Verdier
Las doctrinas económicas - Lajugie
La teoría de la política económica cuantitativa - Fox, Sengupta y Thorbecke
La transición socialista. La política económica de la izquierda - Kolm
La vida económica de la empresa - Suavet
Lecturas de historia económica de España - Aracil Martí y García Bonafé
Los costes del desarrollo económico - Mishan
Los costes sociales de la empresa privada - Kapp
Los Pirineos - Viers
Los sistemas fiscales - Beltrame
Manual de política económica - Forte
Más allá de la planificación capitalista - Holland
Oligopolio y progreso técnico - Sylos Labini
Planificación del socialismo - Liberman
Población mundial y recursos naturales - Dudley Stamp
Política económica contemporánea - Kirschen y Bernard
Principales corrientes de la ciencia económica moderna - Seligman
Producción de mercancías por medio de mercancías - Sraffa
Renta nacional, contabilidad social y modelos económicos - Stone
Schumpeter, científico social - Harris
Síntesis de la evolución de la ciencia económica y sus métodos - Schumpeter
Sistemas económicos y política asignativa - Lindbeck
Teoría de la planificación económica - Horvat
Teoría del capital - Harcourt
Teoría económica heterodoxa - Pérez y Jiménez
Trece economistas españoles ante la economía española - Ros Hombravella
Valor, explotación y crecimiento - Morishima y Cateforas
CIENCIAS EMPRESARIALES
El impuesto sobre la renta de las personas físicas - Servicio Estudios BPME

Guía para la gestión empresarial de la pequeña y mediana empresa - Servicio Estudios BPME
La pequeña y mediana empresa en el proceso de desarrollo - Jané Solá

CIENCIAS POLÍTICAS
Cuba - Lamore
«El Capital de Karl Marx (Síntesis) - Cafiero
El capitalismo - Cotta
El comunismo y los intelectuales franceses - Cauté
El conflicto chino-soviético - Lévesques
El Frente Popular - Lefranc
El izquierdismo - Arvon
El maoísmo - Marmor
El nazismo - Thornton
El nuevo socialismo - Dobb
El sindicalismo en el mundo - Lefranc
El socialismo reformista - Lefranc
Gobierno y administración en la Unión Soviética - Schapiro
Introducción a las diferentes interpretaciones del marxismo - Fages
La autoridad - Marsal
La guerra - Bouthoul
La información - Ferrou
La opinión pública - Sauvy
La publicidad política - Izquierdo
La Revolución Francesa - Soboul
Las instituciones políticas del África negra - Deschamps
Los movimientos clandestinos en Europa - Michel
Los negros en EE.UU. - Fohlen
Los sistemas electorales - Cotteret
Los sistemas fiscales - Beltrame
Marx, el Derecho y el Estado - Cerroni, Miliband y Poulantzas
Mussolini y el fascismo - Guichonnet
Política internacional - Bonanate
Política y sociedad - Farneti
Política vaticana - Bulli
Proudhon y Marx: una confrontación - Gurchiv
Técnica del periodismo - Gaillard

DEMOGRAFÍA
Diccionario de demografía - Pressat
Las migraciones humanas - Dollot
Las probabilidades y la vida - Borel
Límites de la vida humana - Sauvy
Los Pirineos - Viers
Población mundial y recursos naturales - Dudley Stamp

DEPORTE
Historia del deporte - Gillet
La conducción de automóviles - Rives
La espeleología - Trombe
Técnica de los deportes - Dauven

DERECHO
El Derecho en Estados Unidos - Tunc
El Islam - Sourdel
La antropología criminal - Grapin
La criminología - Ceccaldi
Los derechos naturales - Marquiset
Marx, el Derecho y el Estado - Miliband

DICCIONARIOS
Diccionario dels sants - Rouillard
Diccionario de ciencias de la educación - Mialaret
Diccionario de demografía - Pressat
Diccionario de economía - Seldon y Pennance
Diccionario de la evaluación y de la investigación educativas - De Landsheere
Diccionario de los santos - Rouillard
Diccionario de management - Johanssen, Robertson y Brech
Diccionario de pedagogía - Fouqué
Diccionario de psicopedagogía y psiquiatría del niño - Lafon
Diccionario de términos geográficos - F. J. Monkhouse
Malas hierbas (Diccionario) - Güell

DOCUMENTOS Y REPORTAJES
Abd el-Krim y la guerra del Rif - Woolman
Auschwitz - Poliakov
El nazismo - Thornton
El primer descubrimiento de América - Jones
El racismo - Fontette

La esclavitud en los EE.UU. - Stampo
La insurrección del ghetto de Varsovia - Borwicz
La Revolución Francesa - Soboul
Los negros en Estados Unidos - Fohlen
Mussolini y el fascismo - Guichonnet
Política vaticana - Buit

ELECTRÓNICA

La electrónica cuántica - Launis
La televisión en color - Guillien

ENSAYO

El feminismo ibérico - Capmany
Ensayos - Schumpeter
Seis pensadores existencialistas - Blackham
Seis testimonios de la medicina ibérica - Cid

FILOSOFÍA

Descartes y el racionalismo - Rodis Lewis
El estructuralismo - Piaget
El existencialismo - Fouquié
El pensamiento cristiano - Rousseau
Homenaje a Bertrand Russell - Schoenman
La dialéctica - Fouquié
La epistemología - Blanché
La estética industrial - Huisman y Patrix
La filosofía alemana - Dupuy
La filosofía y las técnicas - Auzias
La objeción de conciencia - Cattelain
La prospectiva - Decoufflé
Las filosofías de Ludwig Wittgenstein - Ferrater y Henrik
Marx, el Derecho y el Estado - Cerroni, Miliband y Poulantzas
Marx y la pedagogía moderna - Alighiero Sartre y el marxismo - Chiodi
Seis pensadores existencialistas - Blackham
Seis testimonios de la medicina ibérica - Cid

FÍSICA

La resistencia de los materiales - Delachet
Las partículas elementales - Kahan
Materia y antimateria - Duquesne

GEOGRAFÍA

Biogeografía - Lacoste
Climatología - Viers
Cuba - Lamore
Diccionario de términos geográficos - F. J. Monkhouse
Economía regional - Nourse
El análisis geográfico - Dollfus
El espacio geográfico - Dollfus
El fondo de los océanos - Pichon y Patout
El medio ambiente - George
Estadística para geógrafos - Ebdon
Evolución de la geografía humana - Claval
Geografía de la Península Ibérica - Drain
Geografía de la población - George
Geografía de la utilización de las aguas continentales - Bathemont
Geografía de las actividades terciarias - Baavon
Geografía de las lenguas - Breton
Geografía del consumo - George
Geografía económica - Claval
Geografía económica del petróleo - Odell
Geografía general, física y humana - Lacoste y Shirardi
Geografía humana - Smith
Geografía política - Sanguin
Geografía rural - Clout
Geografía social del mundo - George
Geografía urbana - Johnson
Geografía y economía - Chisholm
Geografía y economía urbanas en los países subdesarrollados - Milton Santos
Hábitat, economía y sociedad - Forde
Historia de las exploraciones - Deschamps
Introducción a los recursos mundiales - Hunker
Ideología, ciencia y geografía humana - Gregory
Introducción a la climatología - Pagney
La antropología - Ferrer
La construcción de la geografía humana - Quaini
La meteorología - Viaut
La nueva geografía - Claval
La tierra, el mar y la atmósfera - Fraser
La topografía - Merlin
Los métodos de la geografía - George
Los Pirineos - Viers
Mapas y diagramas - Monkhouse
Marxismo y geografía - Quaini
Métodos y conceptos en geografía rural - García Ramón
Población mundial y recursos naturales - Dudley Stamp
Prácticas de geografía física
Sociedad y medio en la tradición geográfica francesa - Buttmer

GEOLOGÍA

Geomorfología - Viers
La espeleología - Trombe
La formación de las cavernas - Renault
La agrología - Boulaïne
La pedología - Aubert y Boulaïne
Las aguas subterráneas - Trombe
Las montañas - Fouet y Pomerel
Los Pirineos - Viers
Sismos y volcanes - Rothé

HISTORIA

Abd el-Krim y la guerra del Rif - Woolman
América Latina de 1880 a nuestros días - Carmagnani
Auschwitz - Poliakov
Carlos Quinto - Lapeyre
Cuba - Lamore
Economía e Historia - Carmagnani y Vercelli
El comunismo y los intelectuales franceses - Cauté
El conflicto chino-soviético - Lévesque
El Frente Popular - Lefranc
El imperio romano - Engel
El nazismo - Thornton
El primer descubrimiento de América - Jones
El racismo - Fontette
El vestido antiguo y medieval - Beaulieu
Gueadalajara. La primera derrota del fascismo - Conforti
Historia de África y Oriente Medio - Triutzi y Valabrega
Historia de América Latina - Carmagnani
Historia de Asia - Collotti Pischel
Historia de Catalunya - Nadal i Ferreras
Historia de la cirugía - D'Alhaines
Historia de la civilización europea - Delmas
Historia de la fotografía - Keim
Historia de las exploraciones - Deschamps
Historia de la sociología - Bouthoul
Historia de las universidades - Bayen
Historia del deporte - Gillet
Historia de los conchillos - Metz
Historia de Norteamérica - Bairati
Historia de Vietnam - Masson
Historia económica de España - Martí y Bonafé

La egiptología - Sauneron
La esclavitud - Lenggellé
La Inquisición - Testas
La insurrección del ghetto de Varsovia - Borwicz
La primera guerra mundial - Renouvin
La Revolución Francesa - Soboul
La segunda guerra mundial - Michel
Las guerras de religión - Livet
La simbología - Beigbeder
Las instituciones políticas del África negra - Deschamps
La vida soviética - Froment
Los incas - Favre
Los instrumentos de la investigación - De Luna, Revelli y Tranfaglia
Los jesuitas - Guillermou
Los mayas - Gendrop
Los movimientos clandestinos en Europa - Michel
Los Pirineos - Viers
Mataró retrospectivo - Casanovas i Terri
Mao y la revolución China - Ch'ên
Mussolini y el fascismo - Guichonnet
Política internacional - Bonanate
Política y sociedad - Farneti
Una aproximación histórica a la conquista de la América española - Mahn-Lot
Vilassar de Mar documental i històric - Casanovas

INFANTILES

El último espartano - Martin
La casa bajo la arena - Carbó y Madorell
La garra negra - Martin
La tiera de Oribai - Martin
La tumba etrusca - Martin
Las lagunas perdidas - Martin
Los 4 ases y el aerodeslizador - François y Georges
Los 4 ases y el curucú - François y Georges
Los 4 ases y el dragón de las nieves - François y Georges
Los 4 ases y el fantasma - François y Georges
Los 4 ases y el rally olímpico - François y Georges
Los 4 ases y la copa de oro - François y Georges
Los 4 ases y la isla del Robinson - François y Georges
Los 4 ases y la serpiente de mar - François y Georges
Los 4 ases y la vaca sagrada - François y Georges
Los López y la herencia - Coquard y Benajem
Operación relámpago - Devos
Steve contra Dr. Yes - Devos

INGENIERÍA Y MECÁNICA

Carpintería - McKay
Construya su propia casa - Cater y Crabtree
La conducción de automóviles - Rives
La estética industrial - Huisman y Patrix
La resistencia de los materiales - Delachet

LINGÜÍSTICA

Inglés para empresarios - Murlin
El Esperanto - Janton
Geografía de las lenguas - Breton
La lingüística - Perrot
Las lenguas románicas - Camproux
Sintaxis del francés - Guiraud

LITERATURA

La literatura hispanoamericana - Joset
Literatura de la literatura - Escarpit

MANAGEMENT

Diccionario de management - Johannsen, Robertson y Brech
Economía y sociología de la industria - Sargant
Hacerlo bien y hacerlo saber - Revilla
Inglés para empresarios - Murlin
Introducción a la economía empresarial - Small
La filosofía del management - Sheldon
La historia del management - Urwick y Brech
La informática - Herrmitte
La vida económica de la empresa - Suavet
Management científico - Winston
Management de la fusión de empresas - Mace y Montgomery
Management: su naturaleza y significado - Brech
Matemáticas para la empresa - Battersby
Módulos matemáticos y management del marketing - Buzzell
Organización de empresas - O'Shaughnessy
Organización y management - Yuill
Perspectivas empresariales y beneficio - Shackle
Planificación de la empresa - Argenti
Técnicas del management - Argenti

MÁRKETING

Análisis de los canales de distribución - Napveu-Nivelle
El marketing - Dayan
El servicio y la post-venta - Napveu-Nivelle
El vendedor silencioso - Pilditch
España vende mal - Izquierdo
Estrategia del producto - Underwood
La creatividad en la empresa - Aznar
La nueva publicidad - Watts
La tercera sociedad - Izquierdo
La venta a presión - Spillard
Lanzamiento de productos - Napveu-Nivelle
Modelos matemáticos y management del marketing - Buzzell

MEDICINA, PSICOLOGÍA

Y PSIQUIATRÍA
Alcaloides y plantas alcaloides - Moreau
El amor - Burney
El control del dolor - Prescott
El hambre - Cépède y Gounelle
El inconsciente - Filloux
Freud, Antología sistemática - Dierkens
Hipnosis y sugestión - Chauchard
Historia de la cirugía - D'Alhaines
Iniciación a la psicología moderna - Castellán
La adolescencia - Debesse
La alergia - Halpern
La alimentación humana - Lalanne
La ansiedad y la angustia - Le Gall
La antropología criminal - Grapin
La autoridad - Marsal
La droga - Péllicer y Thuillier
La fatiga - Chauchard
La fecundación - Carles
La grafología - Hertz
La hipnosis - Baruk
La inteligencia - Diáron
La memoria - Florès
La piel - Blum
La contaminación atmosférica - Chovin y Rousset
La psicología de los adolescentes - Perrin
La psicología experimental - Fraisee
La psicoterapia - Palmade
La psiquiatría del niño - Duché
La psiquiatría social - Baruk
La pubertad - Laplane
La salud en el mundo - Morichau-Beauchant
Las enfermedades de la nutrición - Dérot y Goury
Las enfermedades venéreas - Graclansky
Las epidemias - Harant
Las intersexualidades - Gilbert-Dreyfus
Las mentalidades - Bouthouli

Las psicoterapias del niño - Chazaud
 Las toxicomanías - Porot
 Las vitaminas - Gallot
 La toxicología - Fabre
 La vida sexual - Chauchard
 La voluntad - Fouliqué
 Límites de la vida humana - Sauvy
 Los complejos - Mucchielli
 Los niños inadaptados - Perron
 Los sentimientos - Maisonneuve
 Mecanismos de control de los seres vivos - Bayliss
 Naturaleza del cáncer - Sutton
 Plaguicidas: Toxicología, sintomatología y terapia - Klimmer
 Psicoanálisis y educación - Richard
 Psicología de la educación - Debesse y Mialaret
 Psicosis y neurosis - Baruk
 Seis testimonios de la medicina ibérica - Cid

MEDIO AMBIENTE

Adolescencia (12 a 17 años) - Muntañola
 Antropología del territorio
 Didáctica medioambiental: Fundamentos y posibilidades - Muntañola
 Didáctica medioambiental: Utopías y realidades - Muntañola
 Ecología - Saura
 El mundo romano y la Edad Media - Saura
 Geografía - Capel
 Hasta el mundo griego - Saura
 Infancia (5 a 8 años)
 La ecología humana - Olivier
 La primera infancia (2 a 5 años) - Morales
 Orientación profesional - Vinardell
 Preadolescencia (8 a 12 años) - Muntañola
 Psicología medioambiental - Pol y Muntañola
 Siglos XVI y XVII - Saura
 Siglos XVIII y XIX - Saura
 Siglo XX - Saura
 Sociología medioambiental

PEDAGOGÍA

Adquisición del lenguaje y desarrollo de la mente - Sinclair de Zwart
 Animación sociocultural - Debesse y Mialaret
 Aspectos sociales de la educación - Debesse y Mialaret
 Ciencias de la educación - Mialaret
 Cómo elegir carrera y profesión - Bordas
 Cómo estudiar - Maddox
 Diccionario de ciencias de la educación - Mialaret
 Diccionario de la evaluación y de la investigación educativa - De Landshere
 Diccionario de pedagogía - Fouliqué
 Diccionario de psicopedagogía y psiquiatría del niño - Lafon
 Educación permanente - Debesse y Mialaret
 El dibujo de la figura humana - Miiil Dworetzky
 Elección de carrera y profesión - Bordas
 El juego infantil (Organización de las ludotecas) - Solá
 El orientador y su práctica profesional - Rodríguez Espinar
 El problema del rendimiento escolar - Gilly
 El test estadístico de Bender - Koppitz
 Estrategias para una enseñanza creativa - Logan y Logan
 Factores de rendimiento escolar - Rodríguez Espinar
 Fundamentos neurológicos del comportamiento - Corominas Beret
 Guía para la redacción y presentación de trabajos científicos, informes técnicos y tesis - Comes
 Historia de la pedagogía - Debesse y Mialaret
 Historia de las Universidades - Bayen
 Inglés para empresarios - Murin
 Innovación e innovación en la escuela - Avanzini
 Inteligencia y proceso educativo - López Román
 Introducción a la pedagogía - Debesse y Mialaret
 La creatividad verbal en los niños-Desrosiers
 La educación permanente - Besnard y Liétard
 La formación de los enseñantes - Debesse y Mialaret
 La función docente - Debesse y Mialaret
 La investigación histórico-pedagógica - Fornaca
 La nueva gramática - Comes y Montaner
 La orientación escolar y profesional-Reuchlin
 La práctica de la orientación escolar - Newsome, Thorne y Wyld
 Las relaciones profesor-alumno - Stubbs y Delamont
 La tecnología en la enseñanza de la historia - Poinssac Niel
 Los exámenes - Allen

Los métodos de lectura - Bellenger
 Los niños inadaptados - Perron
 Los tests de instrucción - De Landshere
 Los trastornos del lenguaje - Porot
 Marx y la pedagogía moderna - Alighiero
 Métodos de comunicación oral y escrita - Comes
 Métodos de investigación educativa - Nisbet y Entwistle
 Modelos didácticos. Planificación sistemática y autogestión educativa - Escudero
 Niños y adolescentes Eklind
 Nuevas técnicas en la formación de profesores - Hayson y Sutton
 Objetivos de la educación - De Landshere
 Objetivos didácticos y programación - D'Hainaut
 Orientación escolar y profesional de los niños - Cailly
 Orientación vocacional - Hayes y Hapson
 Pedagogía comparada - Debesse y Mialaret
 Pedagogía y didáctica de la enseñanza universitaria - Beard
 Psicoanálisis y educación - Richard
 Psicología de la educación - Debesse y Mialaret
 Psicología genética y aprendizajes escolares - Coll
 Psicología genética y educación - Coll
 Reflexiones en torno a la orientación educativa - Forns y Rodríguez
 Sociología de la educación y teoría general de sistemas - Colom
 Técnicas de asesoramiento en orientación profesional - Tolbert
 Técnicas de expresión - Comes
 Técnicas y recursos audiovisuales - Mallas
 Teoría y práctica de la enseñanza - Hayson y Sutton
 Teoría y práctica de la lengua española-Solé
 Test de la familia - Lluís Font

POESÍA

37 poemas de Mao Tse-tung - Ch'én

PROFESIONES Y OFICIOS

Cómo elegir carrera y profesión - Bordas
 Cómo elegir profesión - Bordas
 Elección de carrera y profesión - Bordas
 Técnicas de asesoramiento en orientación profesional - Tolbert

PUBLICIDAD Y RELACIONES PÚBLICAS

Confesiones de un publicitario - Ogilvy
 Establecimiento y control del presupuesto de publicidad - Contini
 Hacerlo bien y hacerlo saber - Revilla
 La industria de la persuasión - Pearson y Turner
 La nueva publicidad - Watts
 La publicidad - De Plas y Verdier
 La publicidad política - Izquierdo
 La tercera sociedad - Izquierdo
 Píldoras publicitarias - Stebbins

QUÍMICA

Alcaloides y plantas alcaloides - Moreau
 Análisis químico cualitativo - Duval
 La química de los seres vivos - Javillier y Lavollay
 La química del vino - Carles
 Los herbicidas y su empleo - Detroux y Gostinchar
 Los insecticidas - Dajoz
 Plaguicidas: toxicología, sintomatología y terapia - Klimmer
 Reguladores de crecimiento - ACTA

RELIGIONES Y MITOS

Dictionari dels sants - Rouillard
 Diccionario de los santos - Rouillard
 El espiritismo - Castellan
 El Islam - Sourdau
 El pensamiento cristiano - Rousseau
 Historia de los concilios - Metz
 La brujería - Palou
 La Inquisición - Testas
 La Reforma - Stauffer
 Las guerras de religión - Livet
 La simbología - Belgbeder
 Los jesuitas - Guillerrou
 Política vaticana - Bull

SOCIOLOGÍA

Aspectos sociales de la educación - Debesse y Mialaret
 Biología social - Bouthoul
 Economía y sociología de la industria-Sargant
 El feminismo ibérico - Capmany
 El hambre - Cépède y Gounelle
 El izquierdismo - Arvon
 El nuevo socialismo - Dobb

El racismo - Fontette
 El sindicalismo en el mundo - Lefranc
 España ¿adónde vas? - Izquierdo
 España erótica - Izquierdo
 España vende mal - Izquierdo
 Evolución de la geografía humana - Clavel
 Geografía de la población - George
 Geografía social del mundo - George
 Geografía y economía urbanas en los países subdesarrollados - Santos
 Hábitat, economía y sociedad - Forde
 Historia de la sociología - Bouthoul
 La antropología criminal - Grapin
 La droga - Pélicier y Thuillier
 La ecología humana - Olivier
 La economía de la información - Toussaint
 La esclavitud - Lenglé
 La esclavitud en los EE.UU. - Stamp
 La estética industrial - Huismán y Patric
 La fatiga - Chauchard
 La genética de las poblaciones - Binder
 La guerra - Bouthoul
 La información - Terrou
 La objeción de conciencia - Cattelain
 La opinión pública - Sauvy
 La orientación escolar y profesional-Reuchlin
 La contaminación atmosférica - Chovin y Roussel
 La promoción social - Thuillier
 La Revolución Francesa - Soboul
 Las clases sociales - Laroque
 Las intersexualidades - Drayfus
 Las mentalidades - Bouthoul
 Las migraciones humanas - Dollot
 La sociología industrial - Mottez
 Las toxicomanías - Porot
 La tercera sociedad - Izquierdo
 La vida sexual - Chauchard
 La vida soviética - Froment-Meurice
 Límites de la vida humana - Sauvy
 Los costes sociales de la empresa privada - Kapp
 Los derechos naturales - Marquiset
 Los negros en EE.UU. - Fohlen
 Los niños inadaptados - Perron
 Los Primeros - Viers
 Política y sociedad - Farneti
 Schumpeter, científico social - Harris
 Sociología de la literatura - Escarpit
 Sociología de las revoluciones - Decouffé
 Sociología de la vejez - Palliat

TEATRO

El teatro nuevo - Corvin
 La técnica teatral de Bertolt Brecht-Desuché

URBANISMO

Centros urbanos peatonales - Brambilla y Longo
 Ciudades y espacio - Lowdon Wingo
 El espacio colectivo de la ciudad - Cerasi
 Formas urbanas - Castex, Depaule y Panerai
 Geografía urbana - Johnson
 Geografía y economía urbanas en los países subdesarrollados - Santos
 Geografía y planeamiento urbano y regional - Wilson
 La calidad del medio ambiente urbano-Perloff
 La construcción del urbanismo en Alemania (1871-1914) - Piccinato
 Modelos de análisis territorial - Hall
 Modelos de desarrollo urbano - Harris
 Nuevas ciudades y sistemas metropolitanos en Francia - Bracco
 Objetivos y metodología de un plan metropolitano - Serratosa
 Planificación del uso del suelo urbano-Chapin
 Poder y planificación urbanística - Ceccarelli
 Principios y práctica del urbanismo - Keeble
 Transporte y suelo urbano - Lowdon Wingo

VARIOS

Carpintería - McKay
 Construya su propia casa - Cater y Crabtree
 Oxígeno(s) (Confrontaciones baconianas) - Puig Muset

VIAJES Y EXPLORACIONES

El primer descubrimiento de América-Jones
 Historia de las exploraciones - Deschamps

ZOOLOGÍA Y ZOOTECNIA

Animales de América - Ishida
 Animales de Asia y Oceanía - Ishida
 Animales de Europa y África - Ishida
 El hombre contra el animal - Flasson
 Enemigos animales de las plantas cultivadas y forestales - Bonnemaison
 La fundación - Carles
 Los monos antropoides - Goustart
 Pájaros de América, Oceanía y la Antártida - Ishida
 Pájaros de Europa, Asia y África - Ishida