

MANUEL SILVA SUÁREZ, ed.

# TÉCNICA E INGENIERÍA EN ESPAÑA

## I

# EL RENACIMIENTO

## De la técnica imperial y la popular

Alicia Cámara Muñoz	M. <sup>a</sup> Jesús Mancho Duque
Jordi Cartaña i Pinén	Pedro Mora Piris
Fernando Cobos Guerra	Fernando Sáenz Ridruejo
Jesús Criado Mainar	Julio Sánchez Gómez
Mariano Esteban Piñeiro	Manuel Silva Suárez
Nicolás García Tapia	M. <sup>a</sup> Isabel Vicente Maroto
Miguel Á. Granada Martínez	Siro Villas Tinoco
Alexander G. Keller	

REAL ACADEMIA DE INGENIERÍA  
INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO»  
PRENSAS UNIVERSITARIAS DE ZARAGOZA

Publicación número 2.829  
de la  
Institución «Fernando el Católico»  
(Excma. Diputación de Zaragoza)  
Plaza de España, 2 • 50007 Zaragoza (España)  
Tels.: [34] 976 288878/79 • Fax [34] 976 288869  
ifc@dpz.es  
<http://ifc.dpz.es>

#### FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA SUÁREZ, Manuel  
*El Renacimiento: De la técnica imperial y la popular* / Manuel Silva Suárez. —  
Zaragoza: Real Academia de Ingeniería : Institución «Fernando el Católico» :  
Prensas Universitarias, 2008

760 p. : il. ; 24 cm. — (Técnica e Ingeniería en España ; I)  
ISBN: 978-7820-XXX-X

1. Ingeniería-Historia-S. XVI y XVII. I. SILVA SUÁREZ, Manuel, ed. II. Institución  
«Fernando el Católico», ed.

© De los textos, sus autores.

© De la presente edición, Real Academia de Ingeniería, Institución «Fernando el Católico»,  
Prensas Universitarias de Zaragoza, 2008.

Cubierta: Diversos modelos de alambiques recogidos por Miguel Agustí en el libro  
*Secrets d'Agricultura, casa rústica i pastoril* (Barcelona, 1617). El uso más  
común de estos ingenios era la destilación de licores. No obstante, con el  
objetivo de conseguir restaurativos medicinales, también se empleaba para  
conseguir extractos de flores, cortezas, frutas y raíces, e incluso de animales  
como ranas, garzas, babosas u hormigas.

Contracubierta: Para romper una pieza defectuosa de artillería se construía un peque-  
ño horno con el que se le calentaba por el lugar deseado. Una vez alcanza-  
da la temperatura adecuada se rompía con golpes de maza. Con objeto de  
avivar el fuego se solía emplear una pareja de barquines como los mostra-  
dos. (*Discurso del Capitán Cristóbal Lechuga, en que trata de la Artillería y  
de todo lo necesario a ella con un tratado de fortificación y otros adverti-  
mientos*, Milán, 1611; fig. 27).

ISBN: 978-84-7820-814-2 (obra completa)

ISBN: 978-84-7820-975-0 (2.ª edición ampliada del volumen I)

Depósito Legal: Z-XXXX-08

Corrección ortotipográfica: Marisancho Menjón y María Regina Ramón

Maquetación: Littera

Impresión: ARPI Relieve, Zaragoza

IMPRESO EN ESPAÑA - UNIÓN EUROPEA

## Instituciones para la formación de los técnicos

Mariano Esteban Piñeiro  
Universidad de Valladolid

Está generalmente admitido que el siglo xvi contempló el desarrollo de un proceso de institucionalización de la ciencia y de la técnica, es decir, de la asunción por parte de los Estados de la responsabilidad de la investigación científica y de la subsiguiente aparición de «profesionales» de la ciencia y de sus aplicaciones prácticas, aspectos que propiciaron otros dos relevantes fenómenos: la secularización de la ciencia<sup>1</sup> y la socialización de su actividad.

Estos hechos, de importancia trascendental para la conformación de la ciencia y de la técnica modernas, tuvieron como escenarios principales a España, más concretamente a Castilla, y a Portugal. Las colonizaciones en ultramar exigieron la utilización por los monarcas de un alto número de técnicos: cosmógrafos capaces de dibujar las cartas náuticas, de construir instrumentos de navegación precisos y de describir con exactitud las nuevas tierras; ingenieros y arquitectos que pudieran diseñar y levantar las nuevas ciudades, erigir modernos bastiones y fortificaciones y trazar la red de comunicaciones terrestres necesarias; técnicos que consiguieran un mayor aprovechamiento de las riquezas del suelo y del subsuelo, y ensayadores que perfeccionaran los métodos de obtención de metales cuando se agotaron los minerales de alta ley de las ricas minas de Indias. En el caso castellano-aragonés, además, el sostenimiento de su posición en Europa exigía una continua mejora del «arte militar», por lo que el Estado tuvo que recurrir a experimentados ingenieros en balística, construcción de cañones y confección de la pólvora.

La mayor parte de estas técnicas se fundamentaba en propiedades y reglas geométricas, por lo cual fueron los expertos en geometría quienes actuaron en el siglo xvi como cosmógrafos, ingenieros civiles o militares y arquitectos; de manera que frecuentemente un mismo matemático ejerció a lo largo de su vida varias de esas

---

<sup>1</sup> J. SALA CATALÁ: *La ciencia española en los siglos xv y xvi*, Madrid, Akal, 1982.

actividades, si no todas; en muchos casos, como titular de alguno de los relativamente numerosos «oficios» que la administración fue creando en esa centuria, con cargo a las haciendas reales<sup>2</sup>.

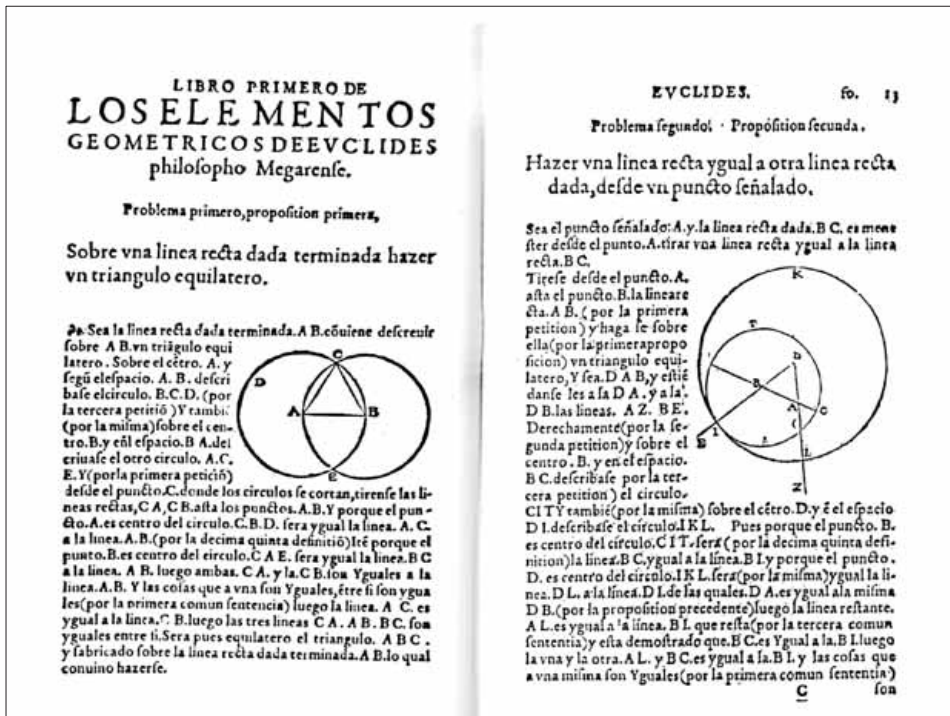
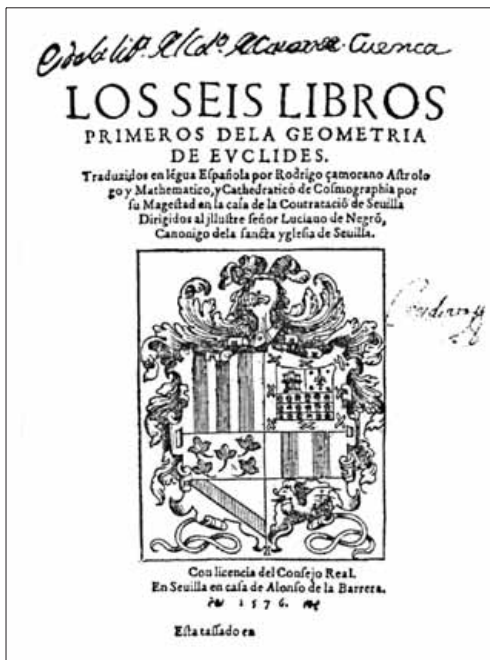
Esa especial formación que requerían estos técnicos se adquiría principalmente mediante la práctica, es decir, trabajando y aprendiendo durante años al lado de personas ya expertas, pero ya se apreciaba como conveniente que previamente se hubiera conseguido una formación teórica básica. El principal problema radicaba en este aspecto: la ausencia de instituciones capaces de proporcionar esos conocimientos, lo que se intentó resolver mediante la creación de diversos centros de enseñanza especializada. El primero de ellos, y de acuerdo con la importancia de la cosmografía y la navegación, fue la institucionalización de una cátedra de tales materias en la Casa de la Contratación sevillana, en diciembre de 1552. En la misma década se crearon en los castillos de Barcelona, Burgos y Mallorca unas «academias» para formar artilleros con una cierta base matemática; pocos años más tarde, se llevó a cabo la modificación de «las lecturas» de la cátedra de Astrología y Matemáticas de la Universidad de Salamanca para orientarla más hacia la cosmografía y la navegación, y la fundación de una cátedra de «partido» de matemáticas dirigida a los técnicos, también en esta universidad. En la Universidad de Alcalá, su cátedra de matemáticas se orientó asimismo hacia temas vinculados con el arte de navegar, lo mismo pasó con la cátedra que la Universidad de Mareantes y el Cabildo de Sevilla establecieron en los últimos años de la centuria.

También en las últimas décadas del siglo xvi, diversas «escuelas de artillería naval» nacen en algunas localidades, como Málaga, Sevilla y La Coruña, una escuela de navegación aparece en San Sebastián, y en Madrid se funda la Academia Real Matemática. En torno a 1590 se produjo el intento fallido de instituir «escuelas técnicas» en las ciudades castellanas representadas en las Cortes y en los inicios del siglo xvii, por orden de Felipe III, inicia su actividad una cátedra de matemáticas y fortificación en el seno del Consejo de Guerra.

Es preciso aclarar que tras el nombre de «escuelas» o «academias» no existían complejas instituciones sino únicamente una enseñanza más o menos reglada impartida, en la mayoría de los casos, por un único profesor. El caso del italiano Julián Ferrofino es muy interesante: fue llamado en torno a 1575 para explicar «matemáticas» en la escuela de Artillería de Burgos; poco después pasó a enseñar artillería naval a Sevilla; en 1590 se frustró el proyecto de Felipe II de que impartiera conocimientos teóricos en la fábrica de munición de Málaga y regresó a Sevilla para cumplir la orden real de crear una Escuela de Artillería de tierra. Después de realizar esta misión, en 1595 pasó a ocuparse de las lecturas de la Academia Real Matemática de

---

<sup>2</sup> M. ESTEBAN PIÑEIRO: «Los oficios matemáticos en la España del siglo xvi», en *I Trobades d'Historia de la Ciencia y de la Técnica*, Barcelona, CSIC, 1993, pp. 239-251.



5.1. Rodrigo Zamorano: Los Seis Libros Primeros de la Geometría de Euclides, Sevilla, Alonso de la Barrera, 1576. Portada (a la izquierda, arriba), xilografía con retrato de Zamorano (a la derecha; sacada de su Cronología y repertorio de la razón de todos los tiempos) y los problemas primero y segundo (doble página, abajo).

Madrid, hasta su fallecimiento en 1604. En el extremo opuesto se halla el vallisoletano Rodrigo Zamorano, quien sólo enseñó en la Casa de la Contratación, en donde fue catedrático desde 1575 hasta 1613, fecha en que se jubiló.

## I

### LA FORMACIÓN TÉCNICA EN LAS UNIVERSIDADES

Se ha mantenido el tópico de que durante el Renacimiento los saberes prácticos no merecieron la atención de las universidades. Esta afirmación es en gran parte cierta pero exige algunas puntualizaciones. La primera es que muy pronto, en 1460, se crearon en las universidades de Bolonia, Cracovia y Salamanca cátedras de Matemáticas y Astrología con el objetivo de facilitar a los médicos conocimientos de astrología, necesarios al entender de la época para el tratamiento de la mayoría de las enfermedades.

Pero hubo que esperar un siglo para que esta cátedra salmantina tomara otra orientación. Así, los Estatutos de 1562 recogen un nuevo planteamiento que tenía como finalidad facilitar una amplia formación sobre las ciencias y técnicas más necesarias en ese momento, la cosmografía y la navegación. Dichas constituciones, en lo tocante a «la cátedra de Astrología», rezaban:

1. En la Cátedra de Astrología, el primer año se lea en los ocho meses Esphera y Theóricas de planetas, y unas Tablas, en la sustitución, Astrolabio.
2. El segundo año, seys libros de Euclides y Arithmética, hasta las raizes cuadradas y cúbicas, y el Almagesto de Ptolomeo, o su Epítome de Monte Regio, o Geber, o Copérnico, al voto delos oyentes; en la sustitución, la Esphera.
3. El tercer año, Cosmographía, o Geographía, un introductorio de Iudiciaria y Perspectiva, o un instrumento al voto de los oyentes; en la sustitución lo que pareciere al catedrático comunicado con el Rector.

Las materias se distribuyeron a lo largo de tres cursos y tenían como ciencia básica a la geometría —*Los Elementos* de Euclides, en concreto— y como tema central, la astronomía siguiendo los textos clásicos y habituales en todas las universidades europeas que trataban esta ciencia: *La esfera* de Sacrobosco, *Teóricas de los planetas* de Purbachio, el *Almagesto* de Ptolomeo y *Las Tablas* de Alfonso X. A fines del siglo XVI se orientaron aún más las enseñanzas hacia la navegación y la cosmografía, por iniciativa de los nuevos profesores, el doctor Zamora y el maestro Serrano, elaborándose un Plan de Estudios, en 1594, cuyo contenido era el siguiente:

[El primer año, en los ocho meses] la Geometría: los seis libros primeros de Euclides, y la perspectiva del mismo, y la aritmética con las raíces cuadradas, y cúbicas declarando la letra del séptimo, octavo y nono libro de Euclides, y la agrimensura, que es el arte de medir la área de qualquier figura plana.

En la sustitución los tres libros de triangulis sfericis de Teodosio.

El segundo año, sólo la Astronomía, comenzando por el *Almagesto* de Ptolomeo, y habiendo leído el primer libro, léase el tratado de *signis rectis*, el de *triangulis rectilineis*, y *sphereis* de Christóforo Clavio u otro moderno; después de leído el libro segundo se han de enseñar a hacer las tablas del primer móvil, como son las de las direcciones de Juan de Monte Regio, o de Erasmo Reinoldo. Acabado el libro segundo con sus adherentes, léase la teórica del sol por Puerbachio, y luego todo el libro tercero del *Almagesto*, y luego el uso de esto por las tablas del Rey Don Alonso.

El segundo cuatrienio léase a Nicolás Copérnico, y las tablas Pluténicas en la forma dada, y en el tercer cuatrienio a Ptolomeo. En la sustitución lea la *Gnómica*, que es el arte de hacer relojes solares.

El tercer año léase la *Geografía* de Ptolomeo, y la *Cosmografía* de Petro Apiano, y arte de hacer mapas, el *Astrolabio*, el *Planisferio* de Don Juan de Rojas, el *radio Astronómico*, el arte de navegar. En la sustitución el arte militar.

El cuarto año la esfera y la astrología judiciaria por el cuatripartito de Ptolomeo y Alcabisio corregidos.

En la sustitución teóricas de Planetas.

Curiosamente, este plan de estudios llega a incorporar, junto a la fabricación de relojes, la construcción de mapas y el arte de navegar, el arte militar, aunque éste se tenía que leer en verano.

Unos pocos años antes, hacia 1590, y en respuesta a los deseos de Felipe II de que se intensificara la enseñanza de las disciplinas «matemáticas», se ampliaron estas materias en la Universidad de Salamanca, dotándose un «partido» (una especie de adjuntía) de matemáticas para preparar mejor a los estudiantes en las cuestiones básicas necesarias para los estudios de astronomía, geografía y náutica. En la carta de Felipe II, en la que se concedía la dotación solicitada por la Universidad, el rey insistía en su necesidad

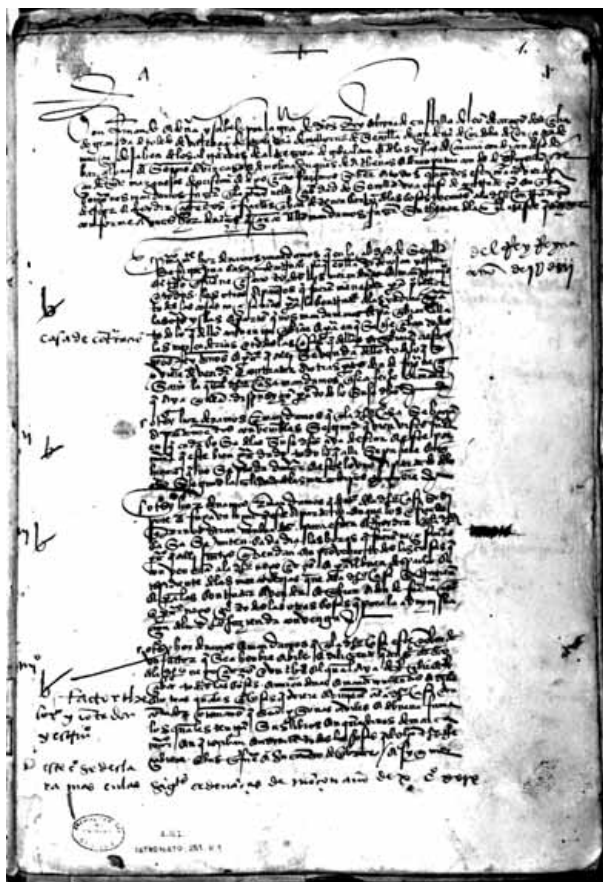
para que se criasen personas suficientes y aviles ansi para leer la dicha facultad en esa Universidad y para los tener ansi mismo en puertos de mar como en otra cualquiera parte por ser tan necesario y que dello dependía la navegación.

Parece que no es arriesgado vincular la creación de esta cátedra auxiliar con el proyecto —que se comentará más adelante— de crear «escuelas de matemáticas» en las ciudades y villas con representación en las Cortes castellanas.

El «partido» se asignó inicialmente al maestro Gabriel Serrano, hasta 1592, en que obtuvo la cátedra de Matemáticas y Astrología en propiedad, por renuncia del doctor Pérez de Mesa, que la había ganado en las oposiciones, pero que prefirió quedarse en la Universidad de Alcalá. En 1593 se asignó el «partido» al médico Antonio Núñez Zamora. El éxito de esta cátedra fue grande durante más de dos décadas, acudiendo a sus lecturas un número de alumnos sensiblemente superior al que asistía a la cátedra de Matemáticas y Astrología.

También la Universidad de Alcalá intentó dedicar cierta atención a la formación básica de los técnicos. Se sabe que al menos desde la década de los ochenta del siglo XVI existía una cátedra de Matemáticas cuyas lecturas se impartían en tres años:





5.2. *Cédula Real que crea la Casa de la Contratación*, 1503. Archivo General de Indias, Patronato, 251

- 1.º *Aritmética* de Gemma Frisio; Euclides, *Óptica* de Alacén.
- 2.º *Esfera* de Sacrobosco, *Geografía* de Ptolomeo y el Astrolabio.
- 3.º *Teórica* de Purbachio, *Tablas* de Alfonso X y de Ptolomeo.

Hacia 1586 ocupó la cátedra Diego Pérez de Mesa, que había estudiado en Salamanca y que dejó manuscritos de náutica, astrología, matemáticas y astronomía, dirigidos a sus alumnos. En 1595, al parecer por encargo o mandato del rey, se trasladó a Sevilla a ocupar una cátedra que, a petición de las Cortes en Madrid, había creado el Cabildo en colaboración con la Universidad y la Casa de la Contratación. Las enseñanzas de Pérez de Mesa, al igual que en Alcalá, versaron sobre astronomía, aritmética, geometría práctica, astrología y su aplicación a la medicina y arte de navegar. La peculiaridad es que las clases se impartieron en castellano, buscando que la audiencia fuera lo más amplia posible.



Todas estas cátedras universitarias no formaron técnicos en sentido estricto, pero sí contribuyeron a que personas con otros intereses más prioritarios, como la medicina o las leyes, poseyeran unos conocimientos básicos en geometría, astronomía, navegación o fortificación que les sirvieron para destacar en algunas de estas materias técnicas dentro de la categoría de «matemáticos-ingenieros».

## II

### LA CASA DE LA CONTRATACIÓN DE SEVILLA

Las nuevas rutas abiertas hacia poniente por los viajes de Colón, Juan de la Cosa y Bastida hicieron accesibles a los castellanos, en los inicios del siglo XVI, tierras desconocidas pero supuestamente ricas en metales preciosos, especias y otros productos valiosos. Las noticias de esas navegaciones pioneras despertaron la ambición de los europeos por colonizar y explorar esas tierras y sus mares y enriquecerse con su explotación, de manera que Los Reyes Católicos consideraron conveniente crear, en fechas muy tempranas, un organismo que regulara y controlara el tráfico de las mercancías entre las Indias y Castilla. Inicialmente se ubicó en Cádiz, pero enseguida —en febrero de 1503— una Real Cédula estableció en Sevilla la Casa de la Contratación:

[...] Para la Contratación y negociación de las Indias, y de Canarias, e de las otras Islas descubiertas e que se descubriesen; a la qual se han de traer todas las mercaderías e otras cosas que necesarias fuesen para la dicha Contratación, e las que se hubiesen de llevar a las dichas Islas, e traer dellas [...].

La importancia económica de este floreciente comercio aconsejó asegurar en lo posible el éxito de la navegación atlántica, que corría dos graves riesgos: el de la impericia, por inexperiencia, de los pilotos que tenían que surcar unos mares que desconocían y el de la lógica carencia de la correcta cartografía de unas costas que se comenzaba entonces a recorrer. Para solucionar ambos problemas, que podían ocasionar la pérdida de muchas vidas humanas y de abundantes y costosas mercaderías, la Casa de la Contratación amplió sus obligaciones, asumiendo la de expedir la licencia de piloto, previo el oportuno examen, y la de confeccionar las cartas náuticas apropiadas. De esta forma, la Casa de la Contratación se configurará a lo largo del siglo XVI como un importante centro científico —del que saldrá una producción cartográfica que marcará la futura evolución de esta técnica— y, a la vez, como la principal institución docente europea dirigida a la formación de pilotos y maestros capaces de cruzar los océanos. En lo referente a esta actividad formativa, la primera manifestación fue el establecimiento de las normas que regularon la concesión de licencias para ejercer como piloto o maestro.

Así, en 1508, la reina Juana estableció en la Casa de la Contratación el oficio de Piloto Mayor, cuya misión esencial era la de examinar a los aspirantes a pilotos de la

carrera de Indias, quienes debían demostrar una sólida formación teórica y práctica, como exigía la Real Cédula de Constitución del citado oficio:

[...] y sepan lo que es necesario saber en el cuadrante e astrolabio, para que junta la plática con la teórica se puedan aprovechar dello en los dichos viajes que hicieren [...] e que sin lo saber no puedan ir en los dichos navíos por pilotos.

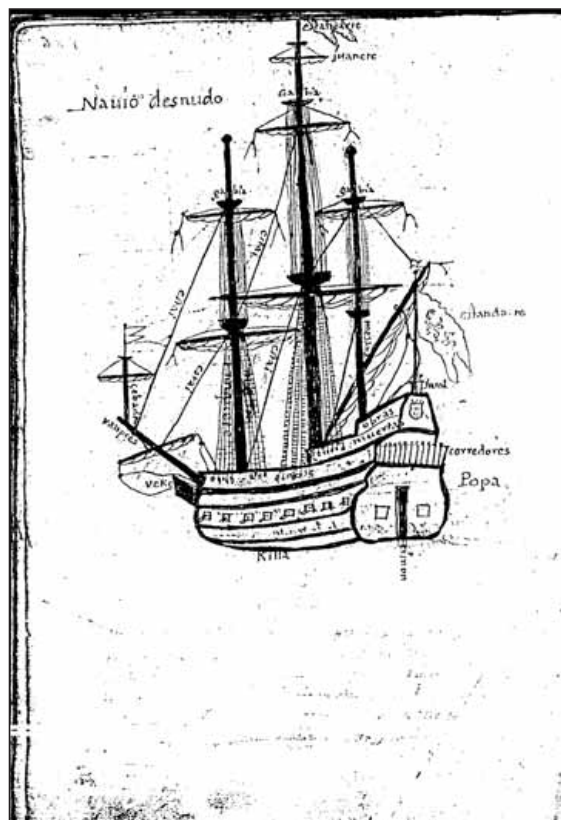
Es decir, quien no conociera suficientemente el manejo del astrolabio y del cuadrante no podía servir como piloto.

Durante casi cincuenta años los futuros pilotos se formaron asistiendo a clases impartidas en Sevilla por cosmógrafos y matemáticos, dedicados casi exclusivamente a esa tarea, que leían algún texto escrito expresamente con esa finalidad y que, después, auxiliaba al piloto durante toda su vida profesional (el *Arte de Navegar*, de Pedro de Medina, fue desde su aparición, en 1545, el más seguido por la mayoría de los estudiantes, por su claridad y sencillez). Aprendían a manejar los instrumentos de navegación imprescindibles, como la ballestilla, el astrolabio, el cuadrante o la aguja de marear, y a utilizar las cartas de marear. Todos esos instrumentos los adquirían habitualmente los estudiantes a sus profesores, pero, con frecuencia, la escasa preparación de éstos ocasionó que los citados instrumentos carecieran de la mínima calidad en su fábrica y de la necesaria exactitud en su graduación. Esta grave situación aconsejó a Carlos I establecer unos controles que aseguraran que los instrumentos eran los idóneos tanto para el aprendizaje como para el gobierno de los navíos de la carrera de Indias. Para ello estableció en la Casa de la Contratación, en 1523, un nuevo tipo de oficial, el «Cosmógrafo y maestro de hazer cartas e astrolavios e otros ingenios para la navegación», el único autorizado para construir y vender los instrumentos y las cartas náuticas. También tenía la obligación de asistir al piloto mayor en los exámenes.

El portugués Diego Ribeiro fue el primer titular, pero la demanda de instrumentos y cartas era tan grande que pronto, en 1528, hubo que duplicar el oficio y nombrar otro cosmógrafo con las mismas obligaciones, en este caso un extremeño llamado Alonso de Chaves.

Durante la mayor parte del siglo XVI hubo en la Casa de la Contratación dos cosmógrafos, aunque en algún momento llegaron a existir cuatro. Más aún, en los años centrales de la centuria aumentó tanto la demanda de instrumentos que se concedió autorización para construir y vender las cartas e instrumentos de navegación a otros tres matemáticos, con la consideración de «cosmógrafos de honor», ya que no eran oficiales ni recibían salario alguno de la institución sevillana.

El que se dispusiera de varios cosmógrafos no sirvió para que los pilotos de la carrera de Indias tuvieran la preparación adecuada. Las repetidas quejas sobre su impericia motivadas por los frecuentes naufragios padecidos por los navíos pedían encontrar soluciones urgentes. Entre las denuncias destacan las realizadas por Alonso de Chaves en 1545, quien, en su *Parecer sobre lo errados que estaban los instrumentos contruidos por Diego Gutiérrez y sus dos hijos*, había indicado la conve-



5.3. Navío. Biblioteca Nacional, Ms. 5817. Anónimo, h. 1590.

nencia de establecer las enseñanzas en la propia Casa de la Contratación a cargo de un oficial de ella:

Asimismo hay necesidad de un hombre docto en la astrología, cosmografía y carta de navegar que lea cada día una lección pública en esta casa para que los pilotos y otras personas se instruyan en las dichas artes y sean generales en lo que tratan e haya hombres que entiendan y de quien S. M. se pueda servir en los semejantes negocios y cargos.

Esta solución también la expresó en 1549 el visitador real Hernán Pérez cuando informaba al Consejo de Indias sobre la dificultad que existía para encontrar una persona capacitada para desempeñar el oficio de piloto mayor, vacante por ausencia de su titular Sebastián Caboto.

En esta ciudad, al presente, yo no sé de persona en quien estuviese bien proveído el oficio, porque para él se requiere ser muy buen cosmógrafo.

Y concluía con la recomendación de suprimir el citado oficio y crear una cátedra de naturaleza teórico-práctica sobre el arte de navegar:

De mi parecer, del salario del piloto mayor se podría fundar una cátedra, que se diesen dos licciones, una de ciencia y otra de los instrumentos y del arte de navegar, porque es grandísima falta la que en este pueblo hay desto.

En esas mismas fechas, Carlos I otorgó unas nuevas Ordenanzas para la Casa de la Contratación en donde no se creó ninguna cátedra, pero sí se intentó corregir una serie de abusos tan graves como el de que el piloto mayor impartiese clases remuneradas en su residencia a los aspirantes a pilotos y maestros. Estos alumnos, a los que también vendía los instrumentos y cartas, tenían prácticamente asegurado el pasar con éxito el examen, que tenía lugar —en los casos en que se realizaba— en la propia casa del piloto mayor. Las Ordenanzas prohibieron terminantemente estas prácticas. Si se contravenía esta disposición, el alumno no podía volver a examinarse hasta pasados dos años y el piloto mayor pagaba una multa de diez ducados más el doble de lo que hubiera percibido por la venta de los instrumentos. Al mismo tiempo, se le exigía que examinase en las dependencias de la Casa de la Contratación y se le prohibía también recibir remuneración de ninguna de especie:

Otrossi que el dicho Piloto Mayor no pueda rescebir oro ni plata, ni moneda, ni otra cosa, ni convite, ni cosa de comer por sí ni por ynterposita persona, ni por otra via exquisita de ninguno que pretenda ser maestre ni piloto, ni aceptar obligación o promessa sobrello, so pena que lo pagara con las setenas lo que ansí llevare.

También se explicitó en las Ordenanzas el contenido del examen:

Otrossi, que el dicho sea examinado en la carta y punto y en el altura del sol y norte y ansí mismo en cómo sabe usar del astrolabio, quadrante y ballestilla, los quales instrumentos aya siempre presentes al dicho examen.

Se fijó, por otro lado, el procedimiento, por votación del tribunal —constituido por el piloto mayor y los cosmógrafos—, para juzgar los conocimientos del aspirante, de forma que se garantizaba la transparencia y equidad del examen:

Item, porque en el botar aya más libertad y secreto y se haga más presto y mejor, mandamos que el dicho Piloto Mayor y Cosmographos boten por hava y atramuz, y el que tubiere mas habas salga aprobado y el que más atramuzes reprobado, y en caso de paridad no le admitan.

Se estableció, por último, que el aspirante suspendido no pudiera volver a examinarse hasta que no hubiera realizado un viaje a las Indias como aprendizaje práctico.

Muy pronto estas disposiciones se mostraron insuficientes para resolver el problema de la deficiente formación de los pilotos, pues se limitaban a eliminar las posibles corrupciones en el procedimiento examinador. Fue necesario, pues, modificar el sistema de formación, oficializando la enseñanza y fijando el contenido de los conocimientos exigibles.

Así, el entonces regente, el príncipe don Felipe, por Real Cédula de 4 de diciembre de 1552, creó la Cátedra de Cosmografía y del Arte de Navegar de la Casa de la Contratación, justificándola en la notoria falta de conocimientos, tanto teóri-

cos como prácticos, de los maestros y pilotos de la carrera de Indias, lo cual, según sus propias palabras, acarrearba «el perderse el navío que llevan a cargo y perecer mucha gente».

Se exigió que, a partir de esa fecha, nadie pudiera presentarse a los exámenes para piloto o maestro, ni recibir el título correspondiente, sin haber acudido un año a las lecturas del catedrático. Con la nueva disposición se pretendía que la enseñanza dejara de ser privada para encomendarla a un nuevo oficial real, buscando un mayor control y calidad y, consecuentemente, una mejor formación de los técnicos.

Al mismo tiempo, la Cédula Real delimitó y precisó las materias y conocimientos que debían exigirse a los futuros pilotos y que, por lo tanto, tenían que ser objeto de las lecturas del catedrático: la *Esfera*, o al menos sus dos primeros libros, los *Regimientos* —el de hallar la altura del Polo y el de hallar la altura del Sol—, el uso de las cartas de marear y cómo determinar la posición del navío en ellas, la fábrica y el manejo de los instrumentos de navegación (astrolabio, cuadrante y ballestilla) para poder obtener la posición de la nave en el mar o la ubicación de los puertos. Asimismo, la utilización de la aguja de marear, con la determinación, incluso, de su noroeste o nordeste en cada lugar y, por último, el uso de un reloj general diurno y nocturno y el conocimiento de las fases de la luna y de las mareas.

Las lecturas no se restringían a quienes pensaran dedicarse al gobierno de las naves de Indias pues, siguiendo los consejos de los expertos, se permitía que el catedrático enseñara la cosmografía y el arte de navegar a todos aquellos que «las quisieren deprender, con que no sean extranjeros sino naturales destos Reynos de la Corona de Castilla y Aragón», es decir, la única limitación que se imponía a los oyentes era no ser extranjero.

Se eligió como primer catedrático al bachiller Jerónimo de Chaves, hijo del piloto mayor Alonso de Chaves, pues en opinión del propio príncipe Felipe «es persona hábil y suficiente y el que conviene para ello». Además, a Chaves se debía la elaboración del plan de estudios que se acaba de reseñar, que tenía el inconveniente de ser demasiado amplio para poder desarrollarlo en un año. Lo extraño, no obstante, es que tres más tarde, ante las protestas de los estudiantes, que argumentaban que no podían sustentarse durante un año en Sevilla por ser pobres, y con el apoyo del propio Chaves, se redujo la obligación de asistencia a las clases a tres meses; en 1567 se limitó a dos meses la duración del curso y al año siguiente se permitió que para el cómputo de esos sesenta días se contabilizaran todas las fiestas que cayeran dentro del periodo. El motivo de la transigencia real ante las presiones de los estudiantes era la dificultad de encontrar aspirantes a pilotos, dada la escasez de los sueldos de éstos, de tan sólo 10 ducados al mes. La brevedad del curso implicó que los pilotos que hacían la carrera de Indias carecieran de los conocimientos necesarios, por lo que continuaron durante muchos años las pérdidas de navíos y vidas humanas.

Prueba de la insuficiente formación de los pilotos la encontramos cuando, entre 1596 a 1598, se llevó a cabo la reforma de los instrumentos para la navegación

y de las cartas de marear por los cosmógrafos del Consejo de Indias, Ondériz y García de Céspedes. La práctica totalidad de los pilotos no supo contestar los formularios que sobre cuestiones técnicas se les presentaron. Por último, en 1603, tras un Informe<sup>3</sup> del Cosmógrafo Mayor de Indias, el burgalés García de Céspedes, y del catedrático de Madrid Julián Ferrofino sobre la provisión del oficio de piloto mayor, en el que se decía que no era posible encontrar a nadie con conocimientos suficientes, el Consejo de Indias volvió a exigir que los aspirantes a pilotos acudiesen a las lecturas del catedrático un año completo, como establecía la Real Cédula de Felipe II de 1552.

Si el objetivo preparar adecuadamente a los pilotos de Indias no se cumplió siempre de manera satisfactoria, la otra actividad, la de carácter técnico de la Casa de la Contratación, concretamente la de elaborar cartas e instrumentos adecuados para la navegación de Indias, aunque también sufrió diversos avatares alcanzó un incuestionable altísimo nivel.

### III

#### LA ACADEMIA REAL MATEMÁTICA

A pesar de la reforma de los estudios de la universidad salmantina, la patente carencia de técnicos y científicos, sobre todo cosmógrafos, hizo que desde la segunda mitad del siglo se planteara la conveniencia de establecer en la Corte un centro de formación científico-técnica. Las primeras manifestaciones en este sentido parece que corresponden al prestigioso cosmógrafo y contino de palacio Alonso de Santa Cruz, quien en un Memorial<sup>4</sup> dirigido a Felipe II en febrero de 1557 proponía la creación de una cátedra de Cosmografía, vinculada al Consejo de Indias, dirigida a formar en cosmografía y navegación a los propios miembros del Consejo, para que pudieran aconsejar con acierto al monarca. En 1575, el cosmógrafo napolitano Juan Bautista Gesio propuso a Felipe II la creación de una cátedra en palacio como la que existía en Lisboa, que él mismo podría ocupar «leyendo geografía y cosmografía» a los cortesanos españoles para que tuvieran la misma formación que los portugueses. Por diversos motivos, principalmente económicos, ninguna de las dos propuestas fue atendida.

Por fin, a lo que parece, el aposentador mayor y arquitecto real Juan de Herrera consiguió convencer al rey para que creara en la Corte un centro para la formación

---

<sup>3</sup> Reproducido en M. ESTEBAN PIÑEIRO: «Los Cosmógrafos al servicio de Felipe II», *Mare Liberum*, n.º 10. Comissão Nacional para as Commemorações dos Descobrimentos Portugueses, Lisboa, 1995.

<sup>4</sup> I. VICENTE MAROTO: «Alonso de Santa Cruz y el oficio de Cosmógrafo Mayor del Consejo de Indias», *Mare Liberum*, n.º 10. Comissão Nacional para as Commemorações..., Lisboa, 1995.



#### 5.4. Juan de Herrera.

Boceto de José Maea,  
h. 1575. Biblioteca  
Nacional, Madrid

de técnicos<sup>5</sup>. El principal obstáculo radicaba en la carencia de profesorado cualificado, que no podía encontrarse en las universidades —tan alejadas de los saberes prácticos— ni en ninguna otra institución salvo en la Casa de la Contratación de Sevilla, pero esta solución no era oportuna por el perjuicio que se causaría en la preparación de los pilotos si se la privaba de sus docentes más expertos. El recurrir a extranjeros no era tampoco deseable, tanto por motivos de seguridad como porque se dudaba de su interés, como Herrera había manifestado en numerosas ocasiones.

El reconocimiento de Felipe II como soberano de Portugal en 1581 propició que se resolviera alguno de los problemas planteados. El contacto con los cosmógrafos portugueses, nuevos súbditos y por tanto ya no extranjeros, y la asistencia a las actividades de la Academia de Cosmografía lisboeta influyeron decisivamente. El 25 de diciembre de 1582, en Lisboa, Felipe II expidió dos cédulas; en la primera —en la que toma a su servicio a un joven cosmógrafo portugués, Juan Bautista Lavanha, miembro de la Academia lusitana y formado en matemáticas en Italia— instituye el monarca una «academia de matemáticas, arte de arquitectura y otras ciencias»:

[...] deseando el provecho de nuestros vasallos y que en mis reynos haya hombres expertos y que entiendan bien las matemáticas y el arte de la arquitectura y las otras

<sup>5</sup> Sobre la historia de esta Academia, I. VICENTE MAROTO y M. ESTEBAN PIÑEIRO: *Aspectos de la Ciencia Aplicada en la España del Siglo de Oro*, Valladolid, Junta de Castilla y León, 1991.



ciencias y facultades a ellas anejas, y habiendo aprovada Relación de la abilidad y suficiencia de Juan Bautista de Labaña, avemos acordado reçivirle en nuestro servicio para que se ocupe y entienda en mi corte y donde se le ordenare en cosas de cosmografía, geografía y topografía, y en leer matemáticas en la forma y lugar que se le mandare.

En la segunda cédula nombra al ayudante de Labaña: Pedro Ambrosio Ondériz, discípulo del humanista Pedro Simón Abril. Tenía el encargo adicional de traducir al castellano los textos necesarios para las enseñanzas, pues —de manera semejante a lo que se hacía en la institución portuguesa— se decidió que las lecturas se realizasen en castellano, eliminado el obstáculo que suponía para muchos posibles interesados el desconocimiento del latín.

La importancia que se dio a estos cargos, y por tanto a la futura Academia, se pone en evidencia al constatar que en los respectivos nombramientos se otorga a sus titulares la calidad de criados del rey, lo que suponía, entre otros derechos y privilegios, los de aposento y botica y depender de la jurisdicción real exclusivamente. Por otro lado, estaban sujetos a una serie de obligaciones como, por ejemplo, residir en la corte o donde mandara el monarca.

Además, se establecía que las lecturas y las funciones de ambos profesores estarían controladas por Juan de Herrera, a quien correspondía firmar unos certificados sobre las actividades de los dos profesores, cuya presentación era indispensable para que pudieran percibir su remuneración. La elevada cuantía de ésta (Labaña tenía estipulados 400 ducados anuales, y 200 su ayudante Ondériz) es otra prueba de la importancia concedida a la Academia. Basta recordar que un catedrático de Prima tenía escasamente 200 ó 250 ducados anuales, tanto en la universidad de Valladolid como en la de Salamanca.

Las lecciones, una al día, matinal, leída por Labaña, no pudieron comenzar hasta octubre de 1583 por falta de un lugar apropiado próximo al Alcázar Real. En principio, se pensó en impartirlas en un aula de los Estudios de la Villa<sup>6</sup>, para lo cual se pidió licencia al Ayuntamiento de Madrid, que el 23 de abril de 1583 tomó el siguiente acuerdo:

[...] el sr. corregidor dice que de horden de su magd. se le ha mandado proponga a este Ayto., como ha sido servido por hazer beneficio a estos reynos, de mandar dar orden en las republicas principales dellos se lea y enseñe el arte de la arquitectura y los demás que son necesarias para el arte del buen fabricar para los alarifes y personas que en las fábricas han de juzgar tengan la ciencia que se requiere, y que manda que la primera y principal donde se enseñen y lean estas ciencias sean en esta billa, y por lo que entienda y probea y de orden donde se ponga el estudio della, dando traslado dello a sus señorías para que con su autoridad e ynstrucción se haga y se cumpla y execute lo que sobresto su magestad tiene ordenado.

Y por los dichos señores vista la dicha propusieron y acordaron que los señores Barne Belázquez de la Canal y don Gabriel de Múxica juntamente con el sr.

<sup>6</sup> A. PORTABALES: *Maestros mayores, Arquitectos y aparejadores de El Escorial*, Madrid, 1952.



**5.5. Institución de la Academia Real Mathematica,**  
*Juan de Herrera, Madrid, 1584.*

Corregidor entienda de Juan de Herrera, arquitecto de su magd., lo que con esto tiene probeydo y mandado, y den orden como en el estudio de esta billa se dispusiese una aula y lo demás que fuere necesario para ayase hecho lo que su magd. manda.

A pesar de este acuerdo, las lecturas se impartieron en una casa, delante del Alcázar Real de Madrid, que había formado parte del antiguo convento de Santa Catalina de Sena —lindando con la muralla de la villa, en las proximidades de la ya entonces desaparecida Puerta de Balnadú—. La finca fue inicialmente arrendada a las religiosas, pero en marzo de 1584 el veedor de las obras del Alcázar, Luis Hurtado, la compró en nombre del rey y durante treinta años fue la sede de la *Academia Real Mathematica*.

En las mismas fechas en que comienzan las lecturas, Juan de Herrera escribió las *Instituciones* o estatutos<sup>7</sup> de la institución palaciega, que publicó a finales de 1584. En sus páginas Herrera denuncia la falta de expertos en matemáticas que padecía España y la necesidad de establecer un centro en el que esas ciencias se explicasen en castellano. Al mismo tiempo, detalla la finalidad última de la creación de la *Cathedra de Mathematicas*: «ennoblecimiento de la Corte y bien universal [...] de tanto provecho que será para la juventud noble que en esta Corte de S. M. se cría».

<sup>7</sup> La *Institución de la Academia Real Mathematica* de Juan de Herrera ha sido publicada en facsímil por el Instituto de Estudios Madrileños, Madrid, 1995.

Establece claramente que la Academia estaba dirigida a la formación científico-técnica de los jóvenes cortesanos y remarcaba la circunstancia de que a pesar de que las universidades tenían instituidas cátedras de matemáticas, éstas contaban con tan pocos alumnos que en todo el reino existían muy pocas personas con unos mínimos conocimientos científicos, de manera que «ay falta en la república de artífices entendidos y perfectos para muchos usos y ministerios necesarios a la vida política». Por tal motivo, señala Herrera,

[...] el rey ha dispuesto que en su Corte haya una lección pública de Mathematicas, trayendo para ello personas eminentes que las lean y enseñen pública y graciosamente.

Se precisa, de esta manera, que las lecturas están abiertas gratuitamente a cuantas personas lo deseen. Y, en concreto, a todos aquellos a quienes interesen determinadas profesiones, relacionadas con distintas artes, ciencias y técnicas que Herrera detalla: aritméticos teóricos y prácticos, geómetras diestros en mediciones, astrónomos expertos en el movimiento y curso de los cielos, músicos diestros en teórica, cosmógrafos científicos capaces de describir y situar tierras y provincias, pilotos diestros que sepan navegar y guiar las grandes flotas y poderosas armadas, arquitectos y fortificadores que sepan diseñar ciudades y fortalezas, ingenieros y maquinarios capaces de construir todo tipo de ingenios, artilleros y maestros en aparatos bélicos y fuegos artificiales para los usos de la guerra; fontaneros y niveladores de aguas para los acueductos y regadíos, así como para desaguar y beneficiar las minas de Indias, horologiógrafos capaces de construir relojes de sol y, por último, pintores y escultores. Y, además, recalca:

[...] para los hijos de los nobles que en la Corte y palacio de Su Magestad se crían, y se instruyen en el lenguaje y trato cortesano, tengan entretanto que salen a la guerra y cargos del gobierno, ocupación loable y virtuosa en que gastar el tiempo honradamente, sin que por falta de conversación larga y de gusto hayan de dar en entretenimientos derramados y otras faltas que siguen a la juventud desocupada.

Se refleja aquí, pues, la verdadera naturaleza de esta cátedra, la de servir de instrucción científica a todos los posibles técnicos y a los cortesanos. Consiste, pues, en una actualización y «generalización» de las escuelas de palacio, establecidas en la Corte castellana desde épocas muy anteriores.

También dedica Herrera unas páginas a los libros y textos que debieran leerse en la Academia, precisándolos en función del interés del alumno. Así, por ejemplo, indica que los que deseen ser aritméticos deben saber «los nueve libros de Euclides, alguna otra aritmética theorica como la de Iordano o Boecio y la parte practica sacarla en el de frate Luca o los de Tartaglia»; los que intenten ser geómetras y mensuradores «han de saber los primeros libros de Euclides, la doctrina de triángulos de Monte Regio, los últimos cinco libros de Euclides, con el 10, los esféricos de Theodosio, los Cónicos de Apolonio Pergeo, la obras de Archimedes de sphaera y cilindro».

Añade que tanto los que deseen dedicarse a las mecánicas como los astrólogos, los gnomónicos, los perspectivistas, los músicos, los arquitectos, los fortificadores, los

niveladores y los artilleros deben conocer sobre todo, además de ciertas obras específicas que detalla en cada caso, la *Geometría* de Euclides. Resalta el caso de los cosmógrafos y de los pilotos, para los que considera indispensable el conocimiento de la *Esfera* y de las *Teóricas de los planetas* y «entender muy de rayz la Geographia de Ptolomeo» junto con el uso y fundamento de las cartas de marear, del astrolabio, de la ballestilla y de la aguja.

Finalmente recoge Herrera en esta *Institución* el que las lecturas se realicen en «vulgar», no en latín, y que

los que en esta escuela quisieren aprovecharse y salir examinados della, se les den sus cartas de aprobación y títulos en forma, conforme a la facultad que profesaren. Con todas las honras, prerrogativas y preheminiencias que las Universidades aprobadas suelen dar, y algunas más, proveyendo (si conviniese) por ley y público decreto, que ninguno sin ser examinado por las personas que para ello se nombrare, use públicamente, ni exercite profesión alguna de las arriba nombradas.

Este último párrafo del documento tiene particular importancia, pues plantea la posibilidad de que la Academia emitiese títulos con todas esas «especialidades técnicas», previo el examen correspondiente, pero lo que es aún más relevante y novedoso: Herrera defiende la necesidad de poseer ese título para desempeñar cualesquiera de todas esas profesiones. Se propone de manera clara la «institucionalización» estricta del ejercicio profesional de los técnicos y de los científicos en España.

El éxito inicial de la Academia Real debió de ser grande, pues desde octubre de 1584 se duplicaron las horas de clase: a la matinal diaria impartida por Labaña, quien se encargó de leer las materias más estrictamente relacionadas con la náutica (siguiendo, posiblemente, dos textos elaborados por él mismo —que se conservan manuscritos— titulados *Tratado del arte de navegar* y *Tratado de Arquitectura naval*), se agregó otra, también diaria, leída por las tardes por Ondériz, sobre temas de geometría, preferentemente la esférica, siguiendo un tratado que éste escribió al efecto denominado *Uso de los Globos*.

Durante sus ocho primeros años de vida la Academia siguió dependiendo administrativamente de Palacio, y el control de sus actividades docentes estuvo a cargo de Herrera, quien cumplía con su obligación de expedir los certificados al final de cada cuatrimestre sobre el grado de cumplimiento de los dos profesores.

Posiblemente con la intención de aliviar la deteriorada economía de Palacio, en septiembre de 1591 la Academia pasó a depender del Consejo de Indias pero sin perder Herrera el control de su actividad. El traslado de Labaña en esas fechas a Lisboa como nuevo Cosmógrafo Mayor de Portugal y el desdoblamiento del oficio de Cosmógrafo-Cronista Mayor del citado Real Consejo de Indias, aconsejado por la diferente naturaleza de ambas funciones, facilitaron esa medida: se nombró Cronista Mayor de Indias al licenciado Juan Arias de Loyola, con la obligación adicional de impartir la clase matinal de la Academia Real, la que había leído hasta ese momento Labaña; el nuevo oficio de Cosmógrafo Mayor de Indias fue otorgado a

Ondériz, quien mantuvo sus obligaciones docentes y traductoras en la Academia junto a las propias de su nuevo cargo, entre las que destacó la tarea de enmendar el Padrón Real y las cartas y los instrumentos de navegación de la Casa de la Contratación de Sevilla, según un plan de trabajo contenido en una Instrucción también de Juan de Herrera.

Cuatro cursos se mantuvo esta situación en la Academia, durante los cuales Arias leyó los temas de cosmografía, como lo atestigua su *Compendio de Cosmografía y de Esfera*, que recoge parte de sus lecturas. Por otro lado, la actividad docente de Ondériz se vio afectada por sus continuas ausencias de la Corte, al tener que desplazarse a Sevilla con motivo de sus trabajos en la citada Enmienda, de tal manera que, ante la imperiosa necesidad de concluirla, el Consejo de Indias solicitó del rey, en julio de 1595, que se concediera licencia a Ondériz para que se trasladase durante al menos un año a Sevilla y abandonara la Academia; pero antes de que el monarca resolviera Ondériz enfermó gravemente, falleciendo en la Corte en los primeros días de 1596.

Con el fin de nombrar al profesor que debía reemplazar a Ondériz, Herrera aconsejó, en un Informe<sup>8</sup> fechado el 8 de enero de ese año, que el sustituto fuese el licenciado Andrés García de Céspedes, pero el Consejo de Indias decidió que, debido a sus grandes conocimientos y a su experiencia, debía ser el nuevo Cosmógrafo Mayor y dedicarse únicamente a concluir la reforma del Padrón y de los instrumentos, por ser asunto más grave y de mayor importancia.

Herrera sugirió entonces acudir al milanés Julián Ferrofino, quien estaba al servicio de Felipe II desde 1575, y que en esos momentos se hallaba en la Corte después de haber concluido la misión de formar artilleros en Sevilla. El monarca, que tenía noticias de diversos incumplimientos de Arias de Loyola en sus obligaciones como cronista, aunque no de las docentes, aprovechó para cesarle y nombrar a un único matemático como profesor de la Academia Real, ahorrándose así un salario.

El 30 de septiembre de 1595 se designó a Ferrofino para Catedrático de Matemáticas de Palacio, con la obligación de leer las dos lecciones diarias y de traducir las obras que necesitasen los oyentes, manteniendo su relación administrativa con el Consejo de Indias, aunque sin el ostentar el cargo de cosmógrafo mayor, y respondiendo de su actividad docente ante Herrera. Las materias leídas fueron las mismas que las realizadas por sus antecesores, los *Elementos* de Euclides y la *Esfera*, pero también incidió en los temas en que era especialista, que recogió en su *Descripción y tratado muy breve de Artillería*.

Dos años después, ya fallecidos sus dos creadores, se dio una orientación más amplia a la Academia y, por tanto, más de acuerdo con la *Institución* del arquitecto real: por iniciativa del Conde de Puñonrostro, general de la Artillería y máximo responsable

---

<sup>8</sup> Instituto Valencia de Don Juan, Envío 45 (Junta de Madrid).

de ella en el Consejo de Guerra, se impartieron nuevas materias relacionadas con el arte militar y con la ingeniería, que complementaban las dadas por Ferrofino.

Durante dos cursos se desarrolló un conjunto de enseñanzas que hicieron de la cátedra, por primera y única vez, una auténtica academia, con varios profesores además de Ferrofino: dos matemáticos, Juan Cedillo Díaz y Juan Ángel, y dos ingenieros militares, el capitán Cristóbal de Rojas y el alférez Rodríguez de Muñiz, aunque ninguno de los cuatro llegó a tener nombramiento real como profesor de la Academia. En esa época, la existencia de la Academia y la actividad de los titulares de la cátedra eran bien conocidas en Europa, como lo demuestran diversas correspondencias de algunos jesuitas españoles con el catedrático del Colegio de Roma, el prestigioso matemático Clavio. Pero debido a la marcha del conde de Puñonrostro a Sevilla y al traslado de la Corte a Valladolid, se truncó este amplio enfoque. Más aún, ciertas circunstancias, además de la falta de un local apropiado, impidieron que la docencia se desarrollase en la capital castellana con regularidad.

La muerte de Ferrofino en 1604 y la imposibilidad de buscarle un sucesor a pesar de los edictos mandados poner por el Consejo de Indias en las Universidades —prueba de que se seguía sufriendo en España carencia de matemáticos suficientes y de prestigio— determinaron la paralización de toda actividad de la Academia hasta 1607, fecha en que, aprovechando el regreso de la Corte a Madrid, se impulsó la reanudación de las lecturas. Se recurrió al Cosmógrafo Mayor de Indias, el citado Andrés García de Céspedes, a quien se nombró también catedrático de matemáticas y que se comprometió a leer el curso completo de las «matemáticas» en tres años, como así hizo desde el día de su nombramiento, 3 de septiembre de 1607, hasta el de su jubilación, 4 de febrero de 1611, con salario muy elevado para su época, 800 ducados anuales.

«El curso completo de las matemáticas» era en muchos aspectos análogo al plan de estudios vigente entonces en la Cátedra de Matemáticas de Salamanca: en el primer año, la *Esfera*, *Theóricas de los Planetas* y las *Tablas* del rey don Alonso; en el segundo, los *Seis Libros Primeros de Euclides*, y «lo que faltare del año», el *Almagesto* de Ptolomeo; y en el último, cosmografía, navegación y algunos instrumentos.

De esta forma se retomó la primitiva orientación de la cátedra, esencialmente cosmográfica y dirigida hacia la navegación, y que se mantuvo hasta la extinción del oficio, como pone de relieve la denominación que recibió desde entonces su titular, «Catedrático de Matemáticas y Cosmógrafo Mayor del Consejo de Indias», y como lo confirman las versiones que el doctor García de Céspedes elaboró de diferentes textos y que utilizó para sus lecturas, principalmente el *Regimiento de tomar la altura del Polo*, *Las Teóricas de los Planetas* y el *Regimiento de navegación*.

El 5 de febrero de 1611 fue nombrado para suceder a Céspedes, que había solicitado su jubilación, el doctor Juan Cedillo Díaz, deán de la catedral de Pastrana y capellán del influyente Marqués de Moya. El clérigo toledano mantuvo su oficio y desarrolló su labor docente hasta su muerte, el 24 de julio de 1625.



De estos quince años de actividad de la cátedra tenemos amplios conocimientos gracias a un conjunto de manuscritos dejados por Cedillo<sup>9</sup> que nos informan tanto de las materias por él leídas —el mismo curso de matemáticas de su antecesor— como del resto de las actividades, consistentes en múltiples observaciones astronómicas realizadas en compañía de sus discípulos. En relación con sus tareas docentes e investigadoras redactó numerosos trabajos; así, por ejemplo, *La calamita, brújula y del noroeste y nordeste de las agujas*, *Dianoia de los aspectos de los planetas*, *Tratado de la carta de marear*, las traducciones de *Los dos libros del Arte de Navegar* de Pedro Núñez de Saa, del *Flujo y del reflujio mar* de Galileo, de los *Seis primeros Libros* de Euclides, del *Tratado de Artillería de Tartaglia* y, sobre todo, destaca su *Ydea astronómica de la fábrica del mundo y movimiento de los cuerpos celestiales*, título tras el que se esconde la segunda versión en una lengua romance, aunque incompleta, del *De Revolutionibus Orbium Caelestium* de Copérnico. Estos escritos y traducciones, dirigidos a los alumnos, no dejan lugar a dudas sobre el



5.6. *Perspectiva y Especularia, de Euclides*. Traducida por Pedro Ambrosio de Ondérez, 1585.

<sup>9</sup> Sobre las obras manuscritas de Cedillo, ver I. VICENTE MAROTO y M. ESTEBAN PIÑEIRO, 1991. Un análisis de esta traducción del texto copernicano se encuentra en M. ESTEBAN PIÑEIRO y F. GÓMEZ CRESPO: «La primera versión castellana de *De Revolutionibus Orbium Caelestium*: Juan Cedillo Díaz (1620-1625)», *Asclepio*, vol. XLIII, 1, 1991.



carácter de la academia ni sobre su actualización, fundamentalmente en lo referente a los temas astronómicos y técnicos aplicados a la navegación.

Tras el fallecimiento de Cedillo, ningún científico con suficiente formación y prestigio acudió a la llamada de los edictos para ocupar la cátedra vacante de la Academia Real, hecho que llevó al Consejo de Indias a encargarse de su desempeño, de forma provisional y en las mismas dependencias de la Academia, a miembros de la Compañía de Jesús de Madrid elegidos por el director del recién creado Colegio Imperial de San Isidro.

Cuatro años más tarde, en 1629, se produjo el traslado de las clases a los locales de citado colegio, con lo que la Academia abandonó para siempre su casa de la puerta de Balnadú y la cátedra quedó definitivamente encomendada a matemáticos jesuitas. Los nuevos catedráticos, durante los siguientes ciento cincuenta años, seguían obligados por sus nombramientos —realizados por el monarca, a propuesta del director del Colegio y previo informe del Consejo de Indias, institución que continuó sufragando sus salarios y los gastos de funcionamiento de la cátedra— a impartir las mismas materias y el mismo «plan de estudios» que había establecido Juan de Herrera, aunque el análisis de sus actividades revela una gran actualización de las lecturas, de forma que la «cátedra herreriana» fue el principal centro difusor de los progresos científicos europeos en España durante los siglos XVII y XVIII. Lo que resulta evidente si se comprueba que ocuparon la cátedra jesuitas, españoles y extranjeros, del nivel científico de, por ejemplo, Claudio Ricardo, Carlos de la Faille, Jacobo Kresa, Pedro de Ulloa, Alexandro Berneto, Nicasio Gramatici, Manuel de Campos, Carlos de la Reguera, Pedro de Fresneda, Juan Wendlingen, Cristiano Riegen y Tomás de la Cerda.

El conjunto de las lecturas que tuvieron que impartir figura recogido en las Ordenanzas del Consejo de Indias que dictó Felipe IV en 1636 y que en la Recopilación de 1661 corresponde al título trece del capítulo II. Más concretamente, la Ley V regula hasta el mínimo detalle el contenido de las actividades de la cátedra:

El Cosmógrafo que como catedrático leyere la Cátedra de Matemáticas. Mandamos que la lea en la parte que le fuere señalada o señalase en nuestra Casa y Palacio, y cerca del Consejo de las Indias, todos los días que le huviere, una hora entera a la mañana, en el invierno desde nueve a diez; y en verano de ocho a nueve, mudando las horas quando el dicho Consejo las mudare, y gozando de vacaciones los dos meses de julio y agosto, y las de la Pascua que gozare el Consejo y no pueda tener ni tenga otras más, y en lo que toca a las lecturas guarde el orden siguiente:

El primer año, que comenzará por septiembre, desde principio dél hasta Navidad ha de leer la Sfera de Sacrobosco, y las quatro reglas de aritmética, regla de tres, y sacar raíz cuadrada y cúbica, y algunas reglas de quebrado; y desde Navidad hasta fin de abril, las Teoricas de Purbachio; y desde principios de mayo hasta las vacaciones, las Tablas del Señor Rey Don Alonso.

El segundo año desde principio dél hasta fin de febrero, ha de leer los seis primeros libros de Euclides; y desde primero de marzo hasta fin de abril, lea arcos y cuerdas, senos rectos, tangentes y secantes; y hasta fin de abril el libro quarto de los Triángulos

Esferales de Juan de Monte Regio y desde principio de Mayo hasta las vacaciones, lo que alcançare del Almagesto de Ptolomeo.

El año tercero, desde principio dél hasta la Navidad, ha de leer Cosmografía y navegación; y desde Navidad a Pascua de Resurrección, el uso del astrolabio, declarando primero su fábrica; y desde esta Pascua hasta las vacaciones, el modo que se debe tener en hazer observaciones de los movimientos del Sol y Luna, y los demás Planetas. Y demás desto, en este dicho tiempo ha de enseñar el uso del Radio Globo, y algunos otros instrumentos matemáticos, y con esto se acabará este curso; y en los de adelante, cada tres años bolverá a leer lo mismo.

En los meses de vacaciones podrá leer materias de relojes, y mecánicas, con algunas máquinas, y dar a entender en qué consiste la fuerza dellas, y otras cosas a este propósito.

La expulsión de los jesuitas conllevó la desaparición de los estudios del Colegio Imperial, pero no la extinción de la «cátedra herreriana» creada por Felipe II, al ser extraña a ellos. Carlos III, deseando mantenerla, nombró como nuevo catedrático-cosmógrafo al valenciano Juan Bautista Muñoz, el 28 de octubre de 1770, quien abandonó la Universidad de su tierra para trasladarse a Madrid, aunque no consiguió reanudar las actividades docentes de la Academia por falta de locales. Trece años después se extinguió por resolución real la cátedra y a Muñoz se le encargó redactar la Historia de las Indias.

La comparación entre los contenidos de la *Institución*, es decir, entre las características de la Academia deseada por Herrera y las de la Academia que realmente existió muestra que en muy pocos aspectos se alcanzó lo pretendido. Ante todo, no se lograron los objetivos esenciales. Así, la Academia no tuvo el amplio alcance pretendido por Herrera, pues apenas sus enseñanzas salieron del ámbito de la cosmografía y de la navegación, salvo los dos años en que se orientó hacia la ingeniería militar. Aparte de la crónica falta de disponibilidad de fondos, la explicación de esta reducción puede encontrarse en la especial relevancia que la navegación y la cosmografía tenían en ese momento para la Corona y, entrando en una circunstancia más coyuntural, en la necesidad de facilitar a los cortesanos una formación en esas materias, dentro de los planes de invasión de Inglaterra, ya en los proyectos del Felipe II.

Esta dedicación casi exclusiva de la Academia hacia las materias cosmográficas y náuticas se patentizó desde los primeros días de su actividad. Una prueba la tenemos en un conocido memorial de Herrera de 1584, citado anteriormente. En él, escrito unos pocos meses después que la *Institución*, el Aposentador Mayor ya se lamentaba de que seguía sin existir en la Corte un lugar donde se formarían los técnicos, en particular los arquitectos e ingenieros, cuando en esos momentos la Academia llevaba casi un año funcionando.

Nos consta que nunca se realizaran exámenes ni pruebas que mostraran los conocimientos adquiridos por los alumnos; tampoco se expidieron certificados ni títulos. Cuando se quiso justificar la asistencia a las lecturas para alegarlas como

méritos hubo que recurrir a testimonios de testigos ante escribano público. Así, tenemos el ejemplo del licenciado en leyes Jerónimo Sánchez de Carranza, quien deseando justificar méritos para conseguir un alto cargo en la administración real inicia, en abril de 1589, un expediente<sup>10</sup> para «averiguar la calidad de mi persona y lo que he servido a S. M.». Atestiguan ante escribano público sobre sus conocimientos y cualidades diversas autoridades, entre ellas el capitán Cristóbal de Rojas, quien afirma que don Jerónimo es «experto en Matemáticas». Pero quien da más detalles es Juan de Castañeda, conocido escribano sevillano, quien después de señalar diversos méritos del peticionario considera como el de más relieve que «se va a oír algunos ratos por las mañanas desde el patio del Palacio, la lición de matemáticas, y aunque él es muy perito en ellas, le huelga de oír, así por su contento como porque se lo piden amigos para que después se le recorra como hombre que tanto sabe y entiende della».

Don Jerónimo, en ese mismo año, fue nombrado por Felipe II gobernador de Honduras.

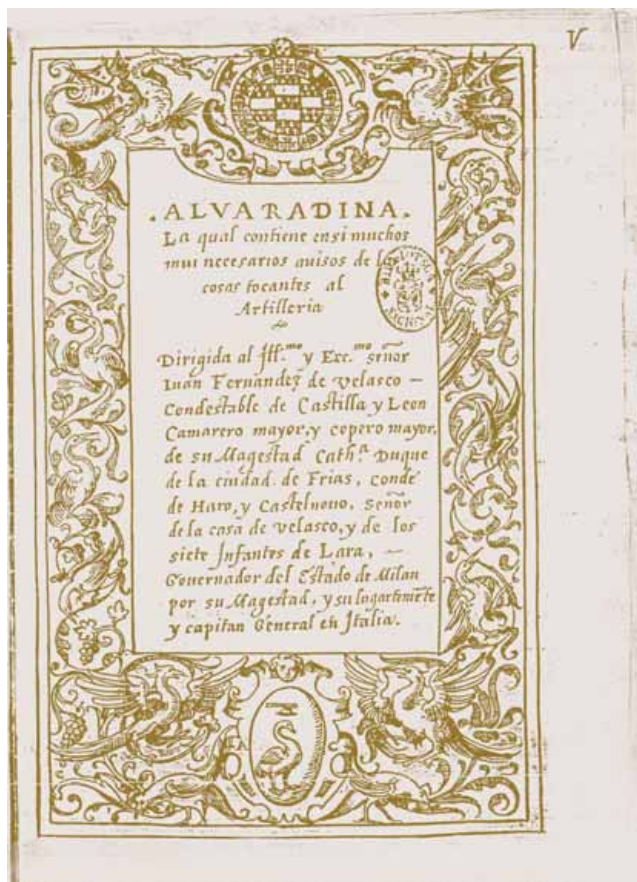
Por otro lado, los medios tanto materiales como personales fueron muy escasos. No existía ninguna provisión de gasto ni con cargo al Alcázar Real, primero, ni después al Consejo de Indias, salvo lo destinado a salarios de los profesores; recordemos que hasta 1595 hubo dos oficios de profesor en la Academia y desde esa fecha uno solo, aunque con un salario que era suma de los dos anteriores. Por otro lado, no se disponía de «presupuesto» con el que hacer frente a los gastos de edición de las obras que los profesores estaban obligados a escribir o traducir. Ondériz tuvo de adelantar de su propio patrimonio el coste de la *Perspectiva y Especularia*, aunque Felipe II le entregó posteriormente 200 ducados para compensarle.

Tampoco se ha encontrado ningún documento por el que pueda concluirse la adquisición de libros, instrumentos o cartas náuticas. Posiblemente, y de modo análogo a lo que sucedía en la Casa de la Contratación, los libros e instrumentos eran adquiridos a título individual, por lo que la Academia no contaba con ninguna colección ni de unos ni de otros. En todo caso, los cuadrantes, báculos, agujas, niveles o astrolabios estarían contruidos, al ser objetos del trabajo diario y no para decorar gabinetes de nobles, en madera y cartón, con lo que es muy difícil que, de existir, hayan podido llegar hasta nosotros.

En cambio sí se cumplió, aunque parcialmente, el proyecto de Herrera sobre la traducción de los textos adecuados para las lecturas: desde Ondériz, los sucesivos profesores de la cátedra tuvieron la obligación, expresada en su nombramiento, de «traducir del latín al romance los libros que fueren necesarios para los oyentes según las materias que se les leyere».

---

<sup>10</sup> M. ESTEBAN PIÑEIRO: «Los Cosmógrafos al servicio de Felipe II. Formación científica y actividad técnica». *Mare Liberum*, n.º 10. Comissão Nacional para as Commemorações dos Descobrimentos Portugueses, Lisboa, 1995, pp. 525-539.



5.7. *Alvaradina*. *Tratado de artillería* conservado en la Biblioteca Nacional, Ms. 8895, h. 1595v.

Así, el matemático manchego tradujo antes de 1585 los libros XI y XII de los *Elementos* —los seis primeros libros habían sido impresos<sup>11</sup> al castellano en 1576 por Rodrigo Zamorano—, la *Perspectiva y Especularia*, que como se dijo publicó a expensas del rey en 1585, los *Esféricos* de Teodosio y los *Equiponderantes* de Arquímedes. Como se aprecia, todas estas obras corresponden a algunas de las materias básicas que debían leerse según la Instrucción del Aposentador Mayor. El protagonismo de Herrera en esta se comprueba, por ejemplo, leyendo<sup>12</sup> la carta que envía al secretario de Felipe II, Juan de Eraso, en septiembre de 1584, en donde soli-

<sup>11</sup> M. ESTEBAN PIÑEIRO e I. VICENTE MAROTO: «Primeras versiones castellanas (1570-1640) de las obras de Euclides: Su finalidad y sus autores», *Asclepio*, XLI, pp. 203-232, 1989.

<sup>12</sup> AGS, CSR-280, fol. 1244. Está reproducido en *Aspectos de la Ciencia Aplicada...* (1991), p. 121.

cita la concesión de 700 ducados para grabar las figuras de la edición que estaba preparando Ondérez de la *Perspectiva y Especularia*.

Como se vio más arriba, todavía fue mayor la labor traductora de Cedillo, aunque no llegó a imprimirse.

Por otro lado, una vez establecido que la Academia proporcionaba además de las enseñanzas básicas matemáticas, análogas a las impartidas en Salamanca, las centradas en las ciencias cosmográficas y náuticas, es lógico pensar que, al menos, de sus aulas saliera un buen número de expertos en tales saberes. Pero esto es difícil de mantener. Es cierto que, en los más de cuarenta años transcurridos desde su fundación hasta la muerte de Cedillo, el número de oyentes fue bastante elevado, según diversas referencias, pero la finalidad pretendida por Juan de Herrera no se alcanzó: a la mayoría de los alumnos —como Francisco de Bobadilla, el Marqués de Moya, Bernardino de Mendoza, el Marqués de Mirabel, Francisco de Garnica o el escritor Lope de Vega— les movía más el interés de adquirir unos superficiales conocimientos, sin demasiado esfuerzo, sobre cosmografía y navegación, por su posible utilidad para su promoción personal, que llegar a ser auténticos expertos en esas ciencias y artes, algo que requería mayor dedicación y sacrificio.

Ejemplos concretos de la carencia de cosmógrafos encontramos muchos. Así, el Informe<sup>13</sup> de noviembre de 1603 realizado por García de Céspedes y por Ferrofino, a petición del Consejo de Indias, sobre el nombramiento de Piloto de Mayor de la Casa de la Contratación, nos ilustra perfectamente:

Acerca de lo que V. E. nos manda que mirásemos qué persona habría que fuese conveniente para servir el oficio de Piloto Mayor de Sevilla, después de haber tratado y considerado los matemáticos que hay, no hemos hallado persona que pueda servir aquel oficio según se requiere, porque hay algunos matemáticos, no tienen la práctica de aquella navegación, ni de lo que es necesario para examinar los pilotos y los instrumentos de la navegación, y así nos ha parecido que se puede dar este oficio a Rodrigo Zamorano [...]. Demás desto es necesario que se vayan criando personas que faltando uno haya quien lo pueda suceder y en este tiempo habrá quien lea la cátedra con más curiosidad y cuidado que Zamorano.

Otras pruebas, quizás aún más significativas, de ese fracaso de formar a expertos cosmógrafos las encontramos en los momentos en que la cátedra de la Academia queda vacante. Recordemos los problemas del Consejo de Indias para conseguir nuevos titulares tras el fallecimiento de Cedillo. Parece que ningún alumno había adquirido la formación adecuada.

En cambio, la Academia sí contó con un profesorado eminente y prestigioso: su alto nivel científico no presenta duda y el cumplimiento de sus obligaciones queda totalmente demostrado al analizar la gran cantidad de obras —originales o traducciones— que produjeron todos los titulares.

<sup>13</sup> Reproducido en M. ESTEBAN PIÑEIRO: «Los Cosmógrafos al servicio de Felipe II», *Mare Liberum*, n.º 10. Comissão Nacional para as Commemorações dos Descobrimentos Portugueses, Lisboa, 1995.

En lo referente al nivel y actualización de las enseñanzas en la Academia, se comprueba que en ella se difundieron las obras de los científicos europeos, pues se leyeron, entre otros, a Tartaglia, Cardano, Núñez de Saa o Galileo. Especial mención merecen las explicaciones de García de Céspedes sobre la teoría de Domingo de Soto sobre la caída de los graves y la defensa realizada por Cedillo Díaz de las teorías copernicanas gracias a su versión castellana del *De Revolutionibus*.

Por lo tanto, debe quedar claro que la *Academia Real Mathematica* fundada por Felipe II, aunque no consiguió formar los técnicos que el monarca precisaba ni la institucionalización de las profesiones técnicas pretendida por Herrera, sí tuvo un significado científico importante: sus profesores, aunque muy escasos en número, fueron siempre matemáticos de alto nivel que intentaron difundir los últimos avances de las ciencias matemáticas, especialmente las cosmográficas, al tiempo que resolvían cuantas cuestiones relacionadas con la navegación, la cartografía, la ingeniería o el arte militar les planteaba el monarca o el Consejo de Indias, tal y como estaban obligados por sus nombramientos.

#### IV

#### ACADEMIAS DE MATEMÁTICAS EN LAS CIUDADES DEL REINO

Juan de Herrera fue también el principal impulsor de otro proyecto dirigido a la formación de los técnicos y que pudo tener mayor trascendencia que el de la Academia Real Matemática: la creación de «escuelas de matemáticas» en las principales ciudades castellanas; proyecto que se debatió en las Cortes de Madrid durante cuatro años y que, a pesar de contar con el apoyo real, no prosperó al negarse las ciudades.

El primer intento lo realizó en 1586 el procurador por Guadalajara, Rodrigo de Mendoza, quien propuso a las Cortes que «se suplicase a S. M. que se leyesen matemáticas en las ciudades».

Se acordó nombrar una comisión para que estudiara la propuesta, pero la disolución de las Cortes impidió que se avanzara en el proyecto. El 3 de diciembre de 1587, el procurador por la villa de Madrid, Luis Hurtado, ante las nuevas Cortes renueva la propuesta y solicita que Herrera y Labaña, como las personas más entendidas en el tema, informen a los procuradores.

Y que por entender cuán importante y necesario es que esta ciencia [las matemáticas] se enseñe y lea, y que dello se servirá su Magestad, suplica al Reyno que trate dello, y señale el día que mandare entre en él el aposentador Juan de Herrera y Juan Bautista, para oírlos sobre este negocio, como personas que saben tanto dello. Y tratado desto, se acordó, que el lunes primero, entre estas personas en esta proposición contenidas, para oírles sobre este negocio.

El 7 de diciembre, ante los procuradores de Burgos, Jaén, Valladolid, Salamanca, Madrid, Soria, Segovia, Guadalajara y Toledo comparecieron los dos matemáti-

cos. Juan de Herrera defendió la necesidad de crear escuelas de matemáticas a semejanza de la que el propio Felipe II había fundado en la Corte:

Entraron en el Reyno Juan de Herrera y Juan Bautista, como estaba acordado, y Juan de Herrera dixo mas en particular los beneficios y conveniencias que resultarían de que se pusiese en execución [...] cerca de que en algunas ciudades destos reynos, haya escuelas donde se lean las matemáticas, y que se darían ciertos libros que hay impresos, sobre lo que se ha de leer en las dichas escuelas, y que por parecer a su Magestad que esto era de mucha importancia, había mandado que se leyesen, como se leían en esta corte, las dichas ciencias, y que lo mismo deseaba que se hiziese en otras ciudades del reyno; y que también había entendido su Magestad, que el Reyno le daba hoy audiencia al dicho Juan de Herrera, para declaración de la dicha proposición.

Tras deliberar, se acordó nombrar una comisión para que examinase los libros presentados por Herrera y opinase sobre su utilidad.

Un mes más tarde, el 19 de enero de 1588, compareció la Comisión ante los representantes de las mismas ciudades presentes en la sesión anterior más los de Granada. Su informe fue favorable a la existencia de escuelas de matemáticas, atendiendo al bien público y a que la propuesta estaba apoyada por el rey. Se recomendó que fuera cada ciudad o villa la que decidiese sobre la implantación de la escuela, siempre y cuando facilitara el lugar donde fuera a ubicarse, así como la vivienda y el salario, de cien mil maravedíes anuales, para el preceptor encargado de leer las matemáticas, pero únicamente durante los ocho primeros años, pues, pasado ese tiempo, se estimaba que la escuela podría «autofinanciarse» con los ingresos obtenidos de la actividad profesional de los alumnos que en ella se habían formado, principalmente relacionada con los servicios públicos y, en concreto, con la de la construcción. Se acordó, por último, requerir la contestación urgente de cada una de las dieciocho villas y ciudades que en esa época tenían representación en las Cortes castellanas.

Poco después, a instancias del rey —aconsejado por Herrera—, se reclamó rápida contestación y se recordó el interés del monarca por el tema. Pese a todo, las ciudades no se pronunciaron, lo que obligó a Juan de Herrera a presentar ante el reino, ya a punto de finalizar el año de 1588, un Memorial que había dirigido al rey. En él rogaba que se hiciera efectivo el acuerdo de las Cortes de que se estudiaran las matemáticas en algunas ciudades y villas, para lo cual solicitaba que se nombrasen dos procuradores que, en nombre de las Cortes, llevaran a cabo la creación de las escuelas. El citado memorial decía lo siguiente:

Juan de Herrera, criado de su Magestad, dice: que vuestra Magestad mandó tratar en las Cortes pasadas, se diese orden cómo en algunas ciudades de España se leyesen las ciencias de las matemáticas, a fin de que con ellas se habituasen los hombres en las cosas pertenecientes a buenos ingenieros, arquitectos, cosmógrafos, pilotos, artilleros y otras artes dependientes de las dichas matemáticas, y muy útiles a la buena policía de la república, y en las dichas Cortes se escribió a las dichas ciudades lo que sobre esto se había propuesto y, hasta ahora, no se ha respondido nada a ello: con-



viene al servicio de vuestra Magestad que esto se acave y ponga en la perfección que se ha deseado.

El «Reyno», que no quería proseguir pero tampoco contravenir la voluntad real, acordó que «para mañana, u otro día, se trate dello».

La poca predisposición de los representantes de las ciudades a tratar el tema o, lo que es lo mismo, la escasa o nula importancia que concedían a las matemáticas queda suficientemente demostrada por este acuerdo, máxime cuando ese «u otro día» significó ¡nueve meses!, y si se trató fue porque el rey lo ordenó expresamente. Así, en la Junta del Reino de 4 de septiembre de 1589 se decidió convocar para el día siguiente para discutir sobre las escuelas, obedeciendo el mandato del monarca, pero a la nueva convocatoria únicamente asistieron los representantes de siete ciudades y villas: Burgos, León, Granada, Sevilla, Murcia, Cuenca y Toledo, que volvieron a «dar largas» nombrando una nueva comisión para que reiterase la petición a las ciudades. Esta vez el acuerdo tuvo ya la oposición de los procuradores de León, quienes se atrevieron a expresar lo que pensaban todos los procuradores: su negativa a que fueran las propias ciudades las que soportaran los gastos; y añadieron que «no era bien echarles costa a las Ciudades, sino que su Magestad pida a los monasterios de los teatinos las lean porque se hará con menos costa».

Resulta de particular interés la contestación de los procuradores de León al sugerir que la enseñanza de las matemáticas fuera encargada a los teatinos: con este nombre eran erróneamente conocidos en la España de los siglos XVI y XVII los miembros de la Compañía de Jesús, quienes al cabo de los años, por cierto, tuvieron casi la exclusividad en la enseñanza de las ciencias en nuestro país.

La nueva comisión acordó volver a remitir la solicitud del año anterior pero rogando no sólo la rápida contestación sino que –con el fin de agradar al monarca– ésta fuera afirmativa, accediendo a la creación de la escuela de matemáticas y al mantenimiento de ésta y del preceptor por parte de cada ciudad.

Algunas contestaron; otras, la mayoría, continuaron con su táctica de hacer oídos sordos a los deseos reales. Entre las primeras, sólo Burgos, y únicamente para contentar al rey, se ofreció para llevar a cabo el proyecto, aunque no exista ninguna evidencia de que llegara a ser una realidad. Las demás se negaron alegando un motivo u otro.

El 18 de enero de 1590 se leyeron en el «Reyno» las dos últimas contestaciones de las ciudades, Granada y Salamanca. La negativa de Granada se fundó en motivos económicos, aunque sugirió la posibilidad de mantener la escuela con las sobras o remanentes del «encabezamiento», es decir, del impuesto recaudado por el propio municipio. De esta forma no se incrementaría el gasto ni habría que recurrir a nuevas imposiciones, pero la escuela, en caso de llegar a establecerse, padecería una grave situación de precariedad al depender su subsistencia de la existencia de sobras en el citado impuesto.

La respuesta de Salamanca tiene mayor interés pues, aunque no se pronuncia sobre la utilidad de la enseñanza de la matemática, la reconoce implícitamente al

expresar que Salamanca ya contaba con un catedrático que leía las matemáticas, adjuntando además un memorial en el que se recogía un nuevo «plan de estudios de matemáticas»; pero, desgraciadamente, las Actas de las Cortes no detallan su contenido. Unos meses más tarde se creó en la universidad salmantina la cátedra de «partido» de matemáticas, ya analizada más arriba.

De esta forma, después de casi cuatro años de discusiones en las Cortes de Castilla, fracasó el proyecto defendido por Herrera de establecer escuelas en las principales ciudades dirigidas a la formación de técnicos capaces de desarrollar proyectos y de dirigir adecuadamente la ejecución de obras de interés público, con el consiguiente incremento del bienestar de la comunidad. En el fondo, dos fueron las causas que propiciaron esta negativa. Una de carácter económico: las haciendas locales difícilmente podían hacer frente a nuevos gastos en momentos de crisis económica y cuando un nuevo impuesto, el de «los millones», intentaba corregir el déficit presupuestario del Estado a cambio de incrementar, gravando el consumo, la ya agobiante presión fiscal.

La otra, de naturaleza cultural y social: las oligarquías que dominaban las ciudades y villas castellanas eran incapaces de apreciar la importancia de disponer de técnicos con una adecuada formación, ni de sospechar la rentabilidad económica —aunque fuera a medio o largo plazo— que podía producir su actividad. Tan sólo en Sevilla, donde las condiciones económico-sociales eran muy diferentes, hubo la sensibilidad suficiente para crear, en 1595, una Cátedra de Matemáticas, como ya se vio más arriba.

## V

### LAS ESCUELAS DE ARTILLERÍA

Tampoco hasta mediados del siglo XVI se inició la institucionalización de la enseñanza de la artillería. Hasta entonces la única forma de adquirir los conocimientos prácticos sobre la utilización de las piezas artilleras y la balística era aprenderlos de artilleros expertos. Puede decirse que en la gran mayoría de los casos el artillero carecía de la mínima formación teórica.

Algunos memoriales manuscritos fechados en torno a 1540 ilustran sobre los requisitos que se exigían a los aspirantes para poder ocupar el oficio. Tenían que aprender de un maestro artillero «la nomenclatura del material, las cargas, alcances y servicio de todas las piezas, la fabricación de salitres y pólvoras, y la construcción de cestones, fajinas, etc.». Si después de cuatro meses no se veía que el aspirante era «hábil y suficiente para lo dicho [...], se vayan con Dios sin perder el tiempo». Así rezaba el *Libro de Artillería* del capitán Luis Pizaño, y en términos similares se manifestaba el anónimo autor del manuscrito *Desarme de artilleros*.

La suficiencia de los aspirantes era juzgada por el capitán de la Artillería, sus tenientes o aquellos expertos designados al efecto. Tanto la enseñanza como el exa-

men se hacían en las guarniciones de artillería y flotas existentes, con la finalidad de proveer las plazas de artillero que se precisase. Para facilitar el aprendizaje los maestros artilleros elaboraban pequeñas cartillas y breves y sencillos compendios que se difundían a través de copias manuscritas, aunque alguna de ellas llegó a ser impresa, como el *Regimiento e Instrucción para que los marineros sepan usar de la artillería*, redactado por Andrés Muñoz el Bueno, Artillero Mayor de la Casa de la Contratación.

Del funcionamiento de estas «escuelas» de artillería, tanto de tierra como navales, no se tienen muchas noticias aunque sí se dispone de documentación que permite tener una idea aproximada de lo que fue su existencia. Hay que resaltar que la mayoría de estas escuelas tuvo una existencia corta y coyuntural, es decir, se creaban para formar artilleros cuando éstos escaseaban y cesaban su actividad cuando se conseguía el número requerido de tales técnicos.

De la Escuela de Artillería de Burgos se conocen ciertos avatares relacionados con la ubicación de la Fundición de artillería, fábrica de pólvora y municiones a las que estaba vinculada. Próximas al castillo, tuvieron una intensa actividad hasta finales de la centuria. Desde 1540 se formaron los artilleros de la guarnición a través de la práctica sin gastar tiempo en materias teóricas y básicas como la geometría. Es posible que con la llegada de Ferrofino, en torno a 1575, los aspirantes a artilleros tuvieran que aprender unos conocimientos mínimos sobre el fundamento geométrico de algunos instrumentos y sobre la trayectoria de los proyectiles. Por la misma época acudió a la escuela el matemático burgalés Andrés García de Céspedes, ya citado, quien elaboró un pequeño tratado sobre trayectorias, pero que por su nivel no pudo servir para el aprendizaje de los artilleros.

En 1575 se crea en Sevilla una escuela de artillería naval por orden del Consejo de Indias. Una cédula de febrero de 1576 establece su régimen de funcionamiento. Las enseñanzas se encargan a Andrés Espinosa, Artillero Mayor de la Carrera de Indias, quien debe instruir a los aspirantes en dos meses y después examinarlos. Del contenido de la prueba y, por tanto, de la enseñanza se tiene una buena información gracias a que se conserva un manuscrito de Espinosa: *Preguntas que hizo Andrés de Espinosa [...] a un discípulo suyo para examinarle*.

En 1592 cesó la actividad de esta escuela, coincidiendo con la creación por el Consejo de Guerra de otra para la formación de artilleros de tierra. Se conoce bastante bien esta Academia de artillería de Sevilla gracias a un Memorial<sup>14</sup> escrito por el capitán general de Artillería, Juan de Acuña, que contiene una instrucción para la creación y funcionamiento de esa escuela, dirigida a Julián Ferrofino. Se ordenaba a éste que, tras elegir a un cierto número de alumnos, «establezca y haga una escuela para que los dichos artilleros aprendan todas las cosas convenientes para que sean

---

<sup>14</sup> Este memorial está magníficamente estudiado en N. GARCÍA TAPIA e I. VICENTE MAROTO: «Las Escuelas de Artillería y otras Instituciones Técnicas», en *Historia de la ciencia y de la Técnica en la Corona de Castilla*, vol. III, pp. 73-82, Junta de Castilla y León, 2002.



**5.8. Lanzando bola artillera.** Biblioteca Nacional, Ms. 8895, Alvaradina, h. 1595.

buenos y que se habiliten y aprendan todas las cosas tocantes y necesarias para servir el oficio de artilleros».

Se pregonó por la ciudad la convocatoria de aspirantes, con el incentivo de que quienes se presentaran gozarían de las preeminencias y libertades de los servidores reales. Debían tener los alumnos una edad adecuada y demostrar que habían llevado una buena conducta, «que no sean facinerosos» ni con defectos físicos. Los que terminaran su aprendizaje deberían estar siempre localizados y en disposición de servir. Tendrían preferencia aquellos que practicasen un oficio relacionado con la artillería, como son los herreros, cerrajeros, carpinteros, canteros y similares.

Las lecciones empezaron el 6 de marzo de 1592, impartidas por Ferrofino ayudado por el capitán Espinosa, y tuvieron lugar todos los días, salvo los domingos y fiestas. Para las prácticas, la ciudad de Cádiz entregó una pieza de artillería con las pelotas de hierro necesarias, y dos quintales de pólvora de buena calidad. Asistieron los setenta y cuatro alumnos que se habían alistado, de edades entre los 23 y 38 años.

La preparación consistía fundamentalmente en el conocimiento de las piezas de artillería, los materiales de que estaban hechas, los distintos encabalgamientos, el modo de asentar los cañones y tirar con ellos. Las explicaciones se acompañaban con prácticas de tiro, para lo que se entregaba a los alumnos la pólvora y las pelotas para tirar, con la condición de que las que perdieran las pagarían de su bolsillo.

Un año más tarde eran ya doscientas las personas que estaban recibiendo lecciones de artillería en Sevilla. Ferrofino seleccionó a los cincuenta mejores para que sirviesen como artilleros. El resto podía estar disponible para cuando se volviese a instalar la pieza de artillería nueva que el profesor había solicitado. En abril de 1593, Julián Ferrofino consideró que había terminado su misión y pidió licencia para volver a la Corte, dejando una persona ya instruida al cargo de la enseñanza, pero en 1594 la escuela dejó de funcionar.

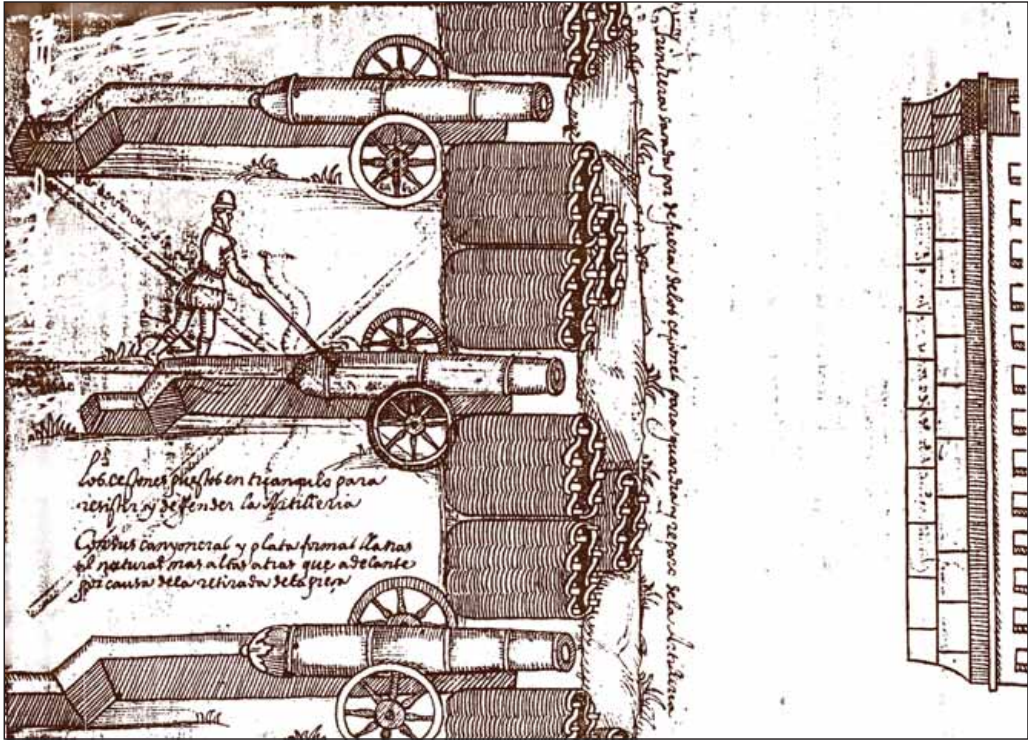
Por vez primera en varias décadas no existió en Sevilla ningún lugar para el aprendizaje y examen de los artilleros, lo que obligó al Consejo de Indias a reabrir la suya, encargando a Francisco de Molina su funcionamiento. En 1600 fue nombrado profesor Andrés Muñoz el Bueno, que tenía una gran experiencia en la formación de artilleros. En la cédula de su nombramiento se señala que había instruido a 1.500, de los cuales 800 estaban sirviendo en las flotas y presidios de Indias. De este artillero mayor es la cartilla más utilizada por los alumnos, *Instrucción y Regimiento para que los marineros sepan usar de la Artillería*, y de contenido totalmente práctico.

Dos años antes de la creación de la escuela sevillana se intentó que los técnicos de la Fábrica de Municiones de Málaga adquirieran una cierta formación teórica. Felipe II ordenó en 1590 que Ferrofino se trasladara desde Sevilla para enseñar geometría y matemáticas. Ante la actitud negativa de Antonio de Acuña, General de la Artillería, a que Ferrofino realizara su trabajo, el matemático italiano después de una corta estancia malagueña tuvo que regresar a Sevilla. La oposición de Acuña se fundamentaba en que las matemáticas no servían para nada en lo tocante a lo que en esa fábrica se hacía.

En este mismo año el veedor de la Armada en Lisboa, Pedro López de Soto, envió desde El Ferrol un memorial a Felipe II en el que daba noticias de las escuelas de artillería existentes en Galicia. Indica que en esa localidad y en La Coruña enseñaban a los artilleros navales dos cabos italianos. Su situación era lamentable, pues además de recibir un salario de doce escudos, tres menos que los cabos «no docentes», estaban peor considerados por sus superiores. Por otro lado, se denuncia también que los soldados procedentes de la infantería que conseguían plaza de artillero, después de formarse en la escuela de La Coruña, tenían también problemas con sus oficiales.

Independientemente de la existencia de un número relativamente alto de cartillas o pequeños manuales para la formación de artilleros, en los últimos años del siglo XVI aparecieron varios tratados de fortificación y artillería de un nivel muy superior. La mayor parte de sus autores poseían formación académica, alumnos de Salamanca y Alcalá preferentemente, y pretendían con sus obras ayudar a los inge-





5.9. Batería de cañones. Biblioteca Nacional, Ms. 8895, Alvaradina, h. 1595.

nieros de fortificación en su trabajo, muchos de los cuales también se habían formado en las facultades de Artes de esas dos universidades. Merecen destacarse el *Examen de fortificación* de González de Medina Barba, de 1599, la *Teórica y Práctica de la guerra* de Bernardino de Mendoza, de 1595 y reeditado cinco veces en cuatro años en cuatro idiomas diferentes; la *Teoria y practica de fortificación* del capitán Cristóbal de Rojas, publicado en 1598, *El perfecto Capitán, instruido en la Disciplina Militar, y nueva ciencia de la Artillería* de Diego de Álava y Viamont (1590), la *Plática manual de Artillería* de Luis Collado, publicada en italiano en 1586 y en castellano en 1592, y el *Breve tratado de Artillería, Geometría y artificios de fuego*, de Lázaro de la Isla, de 1595.

Se conservan manuscritas algunas obras de tanta o mayor calidad que las citadas, y que no consiguieron publicarse por diversos motivos, fundamentalmente el de la carencia de recursos del autor para afrontar los gastos de la edición; así, el *Manual de artillería*, de Fernández de Espinosa (1559), el *Manual de artillería* de Hernando del Castillo (1564); el *Libro de artillería* de Luis Ortiz (h. 1545); el *Tratado de artillería* de Espinel de Alvarado, o el *Manual platico de la artillería* de Diego de Prado, ambos escritos en el entorno de 1580.

## VI

## LA CÁTEDRA DE MATEMÁTICAS Y FORTIFICACIÓN DEL CONSEJO DE GUERRA

La cátedra de matemáticas y fortificación ha sido mal conocida, principalmente porque se ha confundido su naturaleza con la *Academia Real Mathematica* de Felipe II. El proyecto de crearla se originó con el éxito que tuvo el intento de Puñonrostro, ya analizado, de ampliar el ámbito de los temas tratados en la Academia. Y precisamente esa iniciativa es la primera causa de las confusiones de algunos historiadores: el establecimiento de lecturas de materias relacionadas con la ingeniería militar que complementaban las enseñanzas del catedrático de la Academia Julián Ferrofino hizo creer que esas materias correspondían a la actividad de la Cátedra de Matemáticas y Fortificación, segunda de las que conformaban la citada Academia. En realidad esta cátedra, como se verá a continuación, fue independiente de la Academia tanto desde el punto de vista administrativo como funcional.

La necesidad de contar con ingenieros militares y artilleros con una formación matemática y técnica suficiente impulsó en 1605 al Consejo de Guerra a dotar una cátedra en que se impartieran las enseñanzas correspondientes. Para desempeñarla se recurrió a Julio César Ferrufino, un joven experto en fundiciones, artillería y fortificación e hijo de Julián Ferrofino, fallecido recientemente. Gracias a los méritos del padre, Julio César había sido admitido como técnico al servicio de la Artillería en 1600, con un salario de tan sólo 18 ducados mensuales.

Por cédula de 28 de abril de 1605 se le encomendó, con el nombre de «Catedrático de Matemáticas y Fortificación», la enseñanza de esas materias, que pudo iniciar cuando la Corte regresó a Madrid. Su obligación docente era doble: por un lado, debía leer materias especializadas en dependencias dispuestas para ello por el general de la Artillería, y por otro explicar los conocimientos elementales de la matemática y de la artillería a los niños del Hospital de los Desamparados de Madrid. La intención era despertar el interés de algunos jóvenes por la artillería y propiciar que, cuando tuvieran edad para servir a los ejércitos, poseyeran una adecuada formación técnica y unos conocimientos matemáticos aceptables.

Una referencia muy conocida sobre las actividades y el éxito de la citada institución docente es la del pintor Vicente Carducho, quien en sus *Diálogos de la Pintura* la alabó en los siguientes términos:

Llevaronme otro día en casa del Marqués de Leganés, General de Artillería, donde sobre espaciosas mesas se veían globos, esferas y otros instrumentos, con los cuales, como otro Euclides, el doctor Julio Ferrufino, Catedrático, leía y enseñaba las Matemáticas, Artillería y otras cosas tocantes a aquella materia de que tiene compuestos algunos libros, unos impresos y otros que presto se darán a la estampa. De esta escuela tan importante salen cada día lindos discípulos, que favorecidos y ocupados por S. M. harán mucho fruto en la Geografía, Cosmografía y Astronomía y serán de grandísima importancia para la navegación.

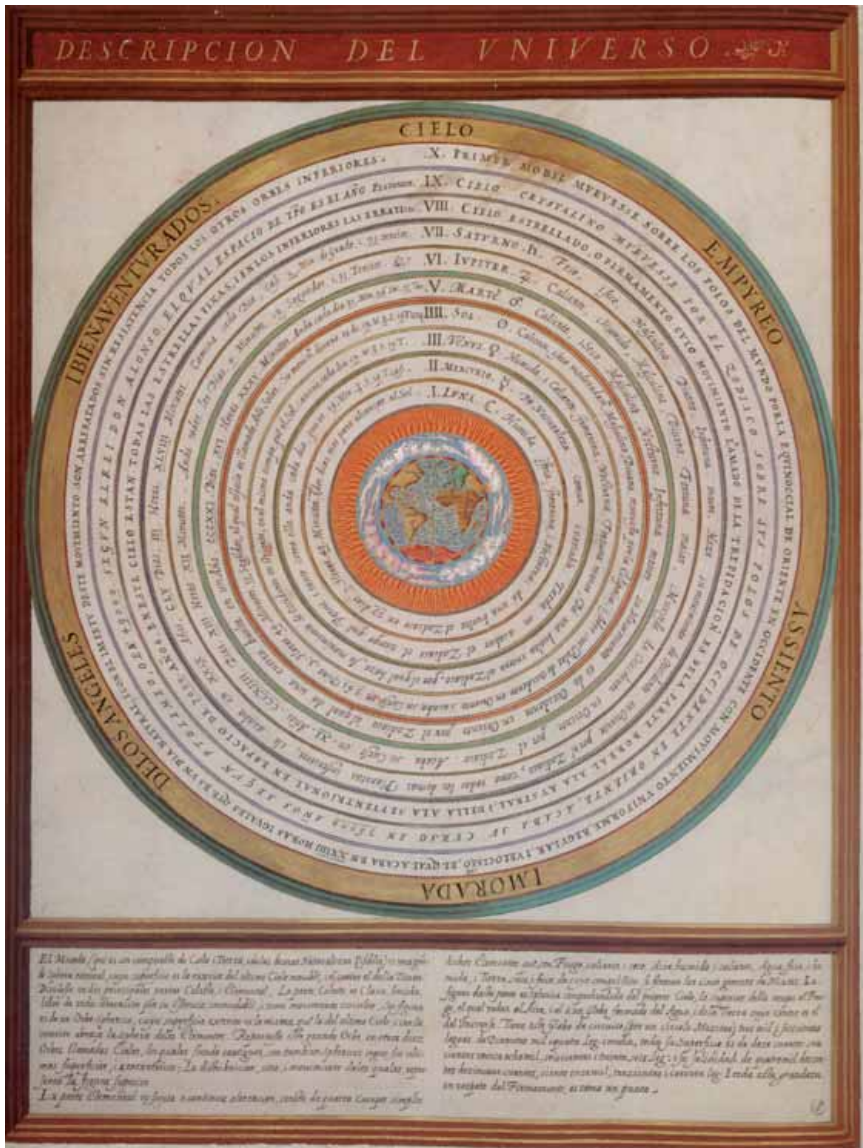


La cita de Carducho revela un dato interesante: las materias impartidas por Firrufino no estaban exclusivamente dedicadas a la artillería, sino también a la cosmografía y a la náutica, con lo cual se ve que la cátedra del Consejo de Guerra no tenía unas directrices muy alejadas de la que dependía del Consejo de Indias.

Las actividades Firrufino como catedrático e ingeniero militar fueron amplísimas y algunas de gran trascendencia estratégica, por lo que se atrevió a solicitar a Felipe IV la concesión de dos hidalguías, alegando los múltiples trabajos que había realizado al servicio del monarca. Entre ellos no fueron los menores las dos obras que publicó dirigidas a sus alumnos. En 1626 apareció su *Plática manual y breve compendio de artillería*, que dedicó al Marqués de Hinojosa, miembro del Consejo



5.10. Julio César Firrufino: *Plática Manual y Breve Compendio de Artillería*. En Madrid, por la viuda de Alonso Martín, 1626.



5.11. Juan Bautista Labaña y Luis Texeira: *Descripción del Universo*, Biblioteca de Turín.

de Guerra. Es un sencillo tratado, de enfoque eminentemente práctico, que intenta poner al alcance del artillero los conocimientos más elementales y necesarios para su profesión. En 1638 acabó el manuscrito de su segunda obra, de contenido mucho más elevado, al que tituló *El Perfeto Artillero*. Cuando solicitó la preceptiva autorización al Consejo de Estado para su publicación se le denegó por «no convenir que saliese a la luz por los grandes secretos».

Cuatro años más tarde consiguió la autorización que pretendía, posiblemente suprimiendo aquello que el Consejo de Estado consideraba de mayor importancia

estratégica. La obra, que tuvo una gran difusión en el siglo XVII, contiene un extenso y riguroso análisis geométrico de los principales instrumentos que debían utilizar los artilleros, como el nivel, el cuadrante y el cuadrado geométrico.

Peor suerte tuvo otra obra elaborada por Firrufino, *Epítome de fundición*, basada en los trabajos de su padre y en los suyos propios sobre esta materia. El manuscrito fue guardado en el Archivo del rey y se prohibió terminantemente su publicación o difusión de su contenido, por la importancia que entonces tenían «los secretos» de la fundición de las piezas de artillería.

En compensación por sus trabajos, y para aliviarle por las pérdidas que supuso el que tuviera tantos problemas para ver impresos sus trabajos, Felipe IV le subió repetidamente el salario y le concedió las dos hidalguías solicitadas. Cuando, en 1650, Firrufino se jubiló de la cátedra se nombró para proveerla a Luis Carduchi, sobrino del pintor citado anteriormente, quien sería sustituido por fr. Gerardo María Aflicto. En esta época, la cátedra padecía una actividad irregular y sus oyentes escaseaban; de tal manera que este catedrático propuso en 1663 diferentes medidas para que la cátedra «se leyese con continuidad» y se consiguiese atraer «ingenios de esta Corte» que se aplicasen en esta materia de la artillería, para que el monarca pudiera disponer de «ingenieros de provecho para su servicio en los ejércitos».

En el memorial que Aflicto presentó al Consejo de Guerra, incidía en la importancia que tenía para la seguridad de los reinos el que se «formasen vasallos españoles de esta profesión», y recomendaba que para atraer a los dudosos se les asignara un salario mientras estudiaban («por adelantar algunos a seguirla se destinase sueldo para ellos»). El Consejo de Guerra estimó las recomendaciones de su catedrático emitiendo un informe favorable al monarca, quien en 1664 ordenó «señalar 60 escudos al mes para que se pudiesen tener en la Cátedra 8 estudiantes fijos con los goces a saver: Dos a 4 Escudos; Dos a 6; Dos a 8; y 2 a 12».

De esta forma, ocho estudiantes —con salarios distintos, de dos en dos— tuvieron desde esa fecha la posibilidad de adquirir una sólida formación teórico-práctica como artilleros durante más de treinta años, durante los cuales se sucedieron como catedráticos, además de Gerardo María Aflicto, Gerónimo de Soto, Juan de la Rocha y Jorge del Pozo. En 1683 se hizo cargo de la cátedra un militar de alta graduación, el Teniente de Campo General don Julio Bamphi, a quien se elevó considerablemente el salario, en atención a su categoría.

Pero los estudiantes, a pesar de su situación privilegiada, no demostraron demasiada aplicación. El Consejo de Guerra, en 1697, valoró excesivo el coste del mantenimiento de las enseñanzas frente a la escasa utilidad que de ellas se obtenía, pues observó que muy pocos de los alumnos que habían pasado por la cátedra habían llegado a tener el nivel que en los reales ejércitos se requería. Tras un informe elevado al monarca, éste decretó, en el mismo año, la extinción de la «Cátedra y escuela de Mathematicas» así como los sueldos de los estudiantes, manteniendo el salario del general Bamphi mientras viviera.

En 1730, Felipe V consideró conveniente volver a crear la cátedra y nombró titular de ella a don Pedro de Enquera, a la sazón maestro de los pajes de Su Majestad. Durante siete años funcionó, aunque con problemas por falta de medios. Cuando en 1737 falleció Enquera, se suprimió definitivamente la cátedra creada por Felipe III, al estimar que para que la enseñanza fuera provechosa debía dotársela convenientemente, y esto suponía unos grandes gastos no totalmente justificados, pues ya existían en la Corte enseñanzas teóricas análogas (las que se impartían en el Colegio de Nobles y en el Colegio Imperial de San Isidro) y las enseñanzas prácticas debían quedar en el ámbito estrictamente militar.

### BIBLIOGRAFÍA

- ESTEBAN PIÑEIRO, M.: «La Academia de Matemáticas de Felipe II y la Enmienda de los Instrumentos de marear», en *La mundialización de la ciencia y cultura nacional*, Educación y Ciencia, Madrid, 1993, pp. 85-96.
- «Juan de Herrera y la formación matemática de los técnicos», *La Ciudad de Dios*, vol. CCX, n.º 3, pp. 695-720, 1997.
- «La Academia de Matemáticas de Madrid», *Felipe II, la Ciencia y la Técnica*. Fundesco, Madrid, 1999, pp. 113-132.
- «Matemáticas y Academias en el Madrid de los Austrias», *Matemáticos madrileños*, Anaya, Madrid, 2000, pp. 43-104.
- «Ciencia Imperial», *Historia 16*, Año XXIV, n.º 285, Madrid, 2000, pp. 27-45.
- «Las Academias técnicas en la España del siglo XVI», *Quaderns d'Historia de l'Enginyeria*, vol. 2002-2003, Barcelona, 2002, pp. 13-25.
- e I. VICENTE MAROTO: «La Casa de la Contratación de Sevilla y la Academia Real Matemática de Madrid», *Historia de la Ciencia y de la Técnica en la Corona de Castilla*, vol. 3, pp. 35-52, Junta de Castilla y León, Valladolid, 2002.
- GARCÍA TAPIA, N. e I. VICENTE MAROTO: «Las escuelas de artillería y otras instituciones técnicas», *Historia de la Ciencia y de la Técnica en la Corona de Castilla*, vol. 3, pp. 73-82, Junta de Castilla y León, Valladolid, 2002.
- LÓPEZ PIÑERO, J. M.: *Ciencia y Técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*, Labor, Barcelona, 1979.
- «Actividad científica y sociedad en la España de Felipe II», *Felipe II, la Ciencia y la Técnica*, pp. 17-36, Fundesco, Madrid, 1999.
- VICENTE MAROTO, I. y M. ESTEBAN PIÑEIRO: *Aspectos de la Ciencia Aplicada en la España del Siglo de Oro*, Junta de Castilla y León, Valladolid, 1991.
- VIGÓN, J.: *Historia de la Artillería Española*, Madrid, 1947.