

MANUEL SILVA SUÁREZ, ed.

**TÉCNICA E INGENIERÍA
EN ESPAÑA**

II

EL SIGLO DE LAS LUCES
De la ingeniería a la nueva navegación

Pedro Álvarez de Miranda
Arturo Ansón Navarro
Juan José Arenas de Pablo
Horacio Capel Sáez
Fernando Cobos Guerra
Irina Gouzevitch
Víctor Navarro Brotons

Guillermo Pérez-Sarrión
Manuel Sellés García
Manuel Silva Suárez
Julián Simón Calero
Hélène Vérin
Siro Villas Tinoco

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

Publicación número 2.562
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

El Siglo de las Luces. De la ingeniería a la nueva navegación / Manuel Silva Suárez, ed. — Zaragoza: Institución «Fernando el Católico», Prensas Universitarias; Madrid: Real Academia de Ingeniería, 2005.

624 p.; il.; 24 cm. — (Técnica e Ingeniería en España; II)
ISBN: 84-7820-815-1

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

© Los autores, 2005.

© De la presente edición, Real Academia de Ingeniería, Institución «Fernando el Católico», Prensas Universitarias de Zaragoza, 2005.

Cubierta: Ambrosio Lanzaco (dib.) y Josef Dordal (grab.): «Planta y perfil del Puente y Almenara construido en el Canal Ymperial, llamado de Formigales». Lámina n.º 3 de la *Descripción de los Canales Imperial de Aragón, y Tauste. Dedicada a los augustos soberanos Don Carlos IV y Doña María Luisa de Borbón. Por el actual protector de ambos canales, el conde de Sástago*, Zaragoza, Impr. de Francisco Magallón, 1796.

Contracubierta: Ilustraciones de las láminas 3 y 4 en el tomo II del *Examen marítimo, Teórico Práctico o Tratado de Mecánica aplicado a la Construcción, Conocimiento y Manejo de los Navíos y demás embarcaciones*, de Jorge Juan y Santacilia, Madrid, Impr. de D. Francisco Manuel de Mena, 1771.

ISBN: 84-7820-814-3 (obra completa)

ISBN: 84-7820-815-1 (volumen II)

Depósito Legal: Z-3032-2005

Revisión técnica de la obra: Marisancho Menjón

Digitalización: María Regina Ramón, Cristian Mahulea, FOTOPRO S.A.

Maquetación: Littera

Impresión: ARPI Relieve, Zaragoza

IMPRESO EN ESPAÑA - UNIÓN EUROPEA

2

Ciencia, técnica y poder

Siro Villas Tinoco
Universidad de Málaga

Es un lugar común que el desarrollo científico y técnico está en razón directa de la financiación que el Estado aporta a la comunidad investigadora. Pero el dinero no es la causa única, pues las genialidades no aparecen a voluntad, y los medios materiales deben ser complementados con otra serie de elementos que, organizados metódicamente y aplicados con la secuencia adecuada, obtienen una dinámica innovadora que relaciona el tejido social con la evolución científica y técnica.

Las interacciones y sinergias entre sociedad y ciencia son de gran complejidad, y ya desde el inicio de la Historia se produjo una serie de pares de fuerza, repetidos tan asidua y constantemente que alcanzan la categoría de paradigmas. Primero apareció la dualidad magia/poder, que luego devendría en religión-ciencia/poder, cuya misión fue sustentar el dominio político sobre una base ideológica, sin negar con esta afirmación la existencia de aspectos netamente espirituales, como la relación, obviamente asimétrica, entre el hombre y la divinidad. En segundo término se sitúa el binomio poder/invencción técnica en formato de una nefasta constante bélica, ya que aquél necesita de la violencia institucional para mantenerse. Como corolario de tal simbiosis, los humanos que tenían inteligencias e ingenios sustantivamente poliorcéticos y subsidiariamente productivos, consiguieron el medro personal y la elevación social, vinculando muy estrechamente las mentes privilegiadas e innovadoras con el poder y estableciendo unos nexos clientelares que con el tiempo terminaron por institucionalizarse.

Al final del siglo XVII, mientras que los países más avanzados de Europa habían asumido la revolución copernicana y su corolario, representado por la teoría de la Gravitación Universal de Newton –una genial síntesis que culminaba el saber antiguo y abría un nuevo cosmos preñado de posibilidades científicas–, la Monarquía Católica agonizaba debido a su endogamia bisecular, poniendo de nuevo a Europa en guerra para instaurar la tesis del equilibrio europeo, evitando tanto la hegemonía castellana como la francesa. El triunfo de Felipe V en la guerra de Sucesión instauró la dinastía borbónica e implantó una política centralista con nuevas formas de ejercitar el poder, imponiendo un sistema institucional que afectaría positivamente al desarro-

llo técnico y científico de un reino que ya podemos denominar España con toda propiedad histórica¹.

Los gobiernos ilustrados fueron conscientes de que la transformación científica y técnica del país exigía la conjunción de cuatro factores: voluntad política, financiación, organización y recursos humanos, comprendiendo también que era necesario establecer una secuencia de actuación en que programación, seguimiento de proyectos y análisis de resultados eran *conditio sine qua non* para que España lograra un lugar significativo, si no preeminente, en el plano internacional. Esta voluntad de progreso no era novedad en sí misma, pues incluso en los peores momentos del XVII² el gobierno tuvo interés por recuperar el poder material y político que durante un siglo y medio había deparado a Castilla el estatus de gran potencia continental. El aspecto novedoso estribaba en que ahora se partía de unos supuestos racionales y no de un mero voluntarismo utópico.

Los ingentes recursos que el gobierno invirtió en ciencia y técnica asombraron a los extranjeros³, aunque los resultados no fuesen tan satisfactorios como cabría esperar⁴. Con total propiedad se ha afirmado que la ciencia ilustrada hispana estuvo militarizada, aunque quizá no se ha insistido lo suficiente en que ésta era la única vía por la

¹ Los “Decretos de Nueva Planta” pretendían uniformar el sistema jurídico-político de toda la Monarquía Católica, transformándola en el Reino de España. En realidad, sólo se reformó (con desigual profundidad e intensidad) la Corona de Aragón, pues se respetaron íntegramente los fueros de Navarra y del País Vasco, así como algunos aspectos forales de Aragón, Cataluña, Mallorca y Valencia, porque eran más favorables a la Corona que las leyes castellanas que teóricamente servían como modelo para la unificación.

² La década de 1640 significó el nadir de la Monarquía Católica con los intentos de secesión de Nápoles, Sicilia, Portugal, Cataluña, Aragón y Andalucía. Pero incluso al final del siglo, cuando la incapacidad procreadora de Carlos II abocaba a un cambio de dinastía, todavía se detecta una línea de pensamiento “regeneracionista” que, arrancando de Olivares, recogió D. Juan José de Austria y prosiguieron el duque de Medinaceli y el conde de Oropesa, estando presente en el pensamiento de Saavedra Fajardo (*Idea de un príncipe-político cristiano representado en cien empresas*) y de Feliú de la Peña (*Fénix de Cataluña*).

³ Humboldt, buen conocedor de la ciencia hispana y hombre de una amplísima experiencia científica, tras apreciar el saber botánico hispano afirmó: «Ningún Gobierno europeo sacrificó sumas más considerables para adelantar el conocimiento de los vegetales que el Gobierno español». A. L. DÍEZ TORRE, T. MALLO y D. PACHECO: «Introducción», en *De la Ciencia Ilustrada a la Ciencia Romántica*, Doce Calles, Aranjuez, 1995.

⁴ Ch. Herrgen, químico y mineralogista que trabajó en España y efectuó una gran labor de investigación y difusión científicas, escribió: «Jamás podrá hacerse idea de este desgraciado país. Las sumas enormes que España gasta en fomentar la ciencia no se aplican en ningún lugar del mundo a estos fines. Pero a pesar de tanto gasto no se ha progresado nada por ahora: falta una dirección competente y faltan conocimientos en la cabeza de quienes tienen en las manos este asunto». E. BALAGUER PERIGUEL: «La ciencia y la técnica», en *Historia General de España y América*, Tomo X-1 (*La España de las reformas. Hasta el final del reinado de Carlos IV*), Rialp, Madrid, 1983, pp. 177-231.

que los monarcas hispanos podrían subordinar la ultratradicionalista ciencia española, que aún sostenía el sistema aristotélico-tomista y amenazaba con la Santa Inquisición a cuantos contradijesen el sacralizado geocentrismo⁵.

La actualización de la ciencia y de la técnica precisaba un nuevo orden institucional e instrumentos legales para que el Estado funcionase como un sistema. Inicialmente no surgieron instituciones estrictamente científicas ni leyes para el desarrollo de la técnica, porque ambas se subsumían en los aspectos generales de la política ilustrada: la utilidad pública, el interés nacional y el fomento económico; después, cuando la infraestructura básica ya estuvo operativa, surgieron los centros específicamente científicos y técnicos.

La aportación financiera tenía que ser inmediata, porque el alumbramiento de la nueva ciencia se iniciaba en un contexto común de guerra civil y conflicto internacional, un motivo más sobre el ya mencionado de la resistencia ideológica para que el dinero se canalizase a través de las instituciones militares, únicas a salvo del efecto retardatario de los tradicionalistas que se oponían a los cambios. La simbiosis entre las instituciones militares y el desarrollo tecnocientífico impide cuantificar la inversión efectuada en la consecución de la nueva ciencia, pero se puede asegurar que fue muy cuantiosa durante toda la centuria hasta que llegó el colapso del sistema a finales del siglo.

Pero el capital humano no estaba a disposición del gobierno, pues desde mucho tiempo atrás Castilla no atraía cerebros como en los tiempos de Carlos V y de Felipe II, la técnica española andaba en horas bajas y los ingenieros tenían que formarse en academias situadas en los territorios europeos de la Monarquía; gran parte de ellos, además, encontraban mejor acomodo en las cortes europeas que en su país de origen, aquejado de graves problemas presupuestarios. Estas circunstancias obligaron a que, en los inicios del siglo XVIII, España tuviese que importar saberes, técnicas y organización productiva, por lo que en paralelo con el calificativo de “militar” la ciencia y la técnica de la Ilustración hispana deberían apellidarse igualmente como “importadas”.

I

LA SITUACIÓN DE PARTIDA Y LOS PLANTEAMIENTOS POLÍTICOS

De forma sintética se hará referencia a la situación de la Monarquía Católica a la llegada de los Borbones. Los componentes de la “Trilogía moderna”, hambre, peste y guerra, por sí solos o en nefasta conjunción, tuvieron amplia repercusión en el deve-

⁵ El Neoescolasticismo consolidó el maridaje entre el aristotelismo y la doctrina eclesial, de forma que negar que la Tierra era el centro del Universo no era sólo una aberración científica sino que constituía una declaración anticatólica, perseguible *ex officio* por la Inquisición.



Fernando VI (L. M. van Loo, Real Academia de Bellas Artes de San Fernando)



Carlos III (copia de retrato de A. R. Mengs, ETSI de Minas de Madrid)

2.1. Dos monarcas destacables: Fernando VI (1713-1759) y Carlos III (1716-1788).

El rey **Fernando** fue hijo de Felipe V y su primera esposa, María Luisa de Saboya. Accedió al trono de España en 1746, continuando las reformas iniciadas por su padre y haciendo de la neutralidad el eje de su política exterior. La intensa actividad de sus dos principales ministros, Ensenada y Carvajal, se sustanció en temas clave como la organización del Ejército y de la Marina, el Catastro de Ensenada, el Real Giro y el Concordato con la Santa Sede, unas reformas que alcanzaron desigual fortuna porque las iniciativas militares y religiosas se consolidaron mientras que las fiscales y financieras fueron abortadas por los estamentos privilegiados. En el ámbito colonial destaca el tratado con Portugal, que permutaba la colonia de Sacramento por unos territorios con reducciones jesuíticas. La creación de los departamentos y arsenales en El Ferrol, Cartagena y Cádiz, la apertura del puerto de Guadarrama, el inicio del Canal de Castilla y los viajes de estudio al extranjero fueron hechos técnicos relevantes del reinado. Muerto Carvajal y desterrado Ensenada, se produjo una etapa de mediocridad, debida también a la enajenación mental del rey.

Carlos III, hijo de Felipe V y de su segunda esposa, Isabel de Farnesio, ha sido el monarca ilustrado más valorado por sus realizaciones, pese a su carácter altanero. Tras 24 años de experiencia como Carlos VII de Nápoles, en 1759 sucedió a su hermano Fernando VI. Muy pronto infundió nuevos aires al gobierno con medidas para el control de los municipios, que eran la columna vertebral del reino. En 1766 los motines de Esquilache evidenciaron las resistencias de los estamentos privilegiados, pero designó competentes equipos ministeriales en que figuraban políticos como Floridablanca, Aranda, Campomanes, Múzquiz, Lerena, Azara y Jovellanos, que consolidaron el sistema gubernamentalista que desplazó al tradicional gobierno polisinodial. Elementos cruciales de su reinado fueron la expulsión de los jesuitas, una política de obras públicas muy activa, una diplomacia enfrentada al Reino Unido y cercana a la órbita francesa, así como la búsqueda de la paz en el Mediterráneo mediante tratados con las potencias musulmanas. Al final de su reinado la Ilustración española había alcanzado su máximo desarrollo, aunque no por ello las resistencias tradicionalistas habían sido vencidas.

nir del XVII hispano, con cuatro epidemias de peste⁶ y una serie de guerras que no cesaron ni siquiera tras el fin de la hegemonía castellana⁷. Pestes y guerras fueron precedidas o acompañadas por hambre, emigración, plagas y condiciones meteorológicas adversas⁸, mientras que las crisis políticas⁹ y económicas¹⁰ dibujan un panorama en el que destacan dos temas, el neoforalismo y la sucesión al trono, que se verán brevemente porque ayudan a comprender el panorama posterior.

Historiadores de la Corona de Aragón¹¹ entendieron que en la segunda mitad del XVII, justo cuando la Monarquía Católica perdió el estatus de gran potencia europea,

⁶ Entre 1597 y 1602 tuvo lugar la “peste atlántica”, con un saldo de medio millón de muertos. La segunda gran epidemia (1629-1630), la “peste milanesa”, afectó esencialmente a Cataluña y Aragón; la tercera pandemia (1647-1654) entró por Valencia y llegó hasta Sevilla, que perdió la mitad de su población. La cuarta gran mortandad (1678-1684) retardó la recuperación demográfica, que en algunos lugares se habría iniciado hacia 1660 y en otros después de 1680.

⁷ Tras Rocroi (1643) la hegemonía hispana estaba sentenciada, pero hasta las paces de Westfalia (1648) y de los Pirineos (1659) la Monarquía Católica no cedió el liderato a Francia, que de inmediato declaró cuatro guerras, todas nefastas para Castilla. La última terminó en la Paz de Ryswick (1698), donde Luis XIV se mostró sumamente magnánimo, quizá para congraciarse con los vencidos y que éstos apoyasen a su nieto, el duque de Anjou y futuro Felipe V, en la sucesión del *Hechizado*.

⁸ Durante todo el siglo hubo hambres persistentes porque el retorno de una pequeña “edad de hielo” trajo inviernos muy fríos en que era imposible romper la capa de escarcha para sembrar, junto a los “veranos podridos”, en que llovía cuando el cereal estaba por trillar, arruinando las magras cosechas que hubiesen dejado las plagas de langosta. También hay que recordar que la expulsión de unos 250.000 moriscos afectó a la demografía, a la producción agraria especializada y a las rentas señoriales.

⁹ Las privanzas de Nithard y de Valenzuela marcaron la máxima degradación del sistema de valimiento, y fueron seguidas por el fugaz ministeriado de D. Juan José de Austria (1677-79), del duque de Medinaceli (1680-85) y del conde de Oropesa (1685-91). Tras fracasar la iniciativa de los cuatro tenientes generales (poco conocida y que nunca volvió a repetirse), las banderías políticas camparon por sus respetos hasta que la inminente crisis sucesoria conformó dos facciones políticas: los partidarios del Archiduque, auspiciados por la reina Mariana de Neoburgo, y los afines a Francia, con el cardenal Portocarrero como figura destacada. F. BENIGNO: *La sombra del Rey. Validos y lucha política en la España del siglo XVII*, Alianza, Madrid, 1994.

¹⁰ Durante la mayor parte de la centuria la sobrepresión fiscal para financiar las guerras se tradujo en una inflación galopante, complementada por el frecuente recurso al “Medio General” (la suspensión de pagos por la Corona) y a la manipulación monetaria (el resello de las monedas duplicando su valor facial, lo que rebajaba a la mitad su poder adquisitivo). Por ello desaparecía la moneda argentífera y se elevaba el “Premio de la plata”, que era el sobreprecio en piezas de cobre que había que pagar sobre el valor teórico de las mercancías que estaba tasado en la oculta moneda de plata. Cuando la inflación alcanzaba cotas financieramente inasumibles, el gobierno decretaba drásticas deflaciones que paralizaban temporalmente la producción manufacturera y el tráfico mercantil, llegando el desabastecimiento general y extendiéndose el hambre, lo cual desembocaba en la llamada “Trilogía moderna”. P. MOLAS RIBALTA: «Reactivación económica y cambios sociales en la Corona de Castilla», en *Historia de España*. Tomo XXVIII (*La transición del siglo XVII al XVIII. Entre la decadencia y la reconstrucción*), Espasa-Calpe, Madrid, 1993, pp. 605-660.

¹¹ En primer lugar, el profesor J. REGLÁ CAMPISTOL: *Historia de Cataluña*, Alianza, Madrid, 1978.

las relaciones entre la Corte de Madrid y los reinos peninsulares se suavizaron en gran medida, en una especie de *entente cordiale* en la cual vieron un respeto gubernamental hacia los derechos y peculiaridades forales, así como un interés de los catalanes por participar en los destinos de la Monarquía. Estudios más recientes han cuestionado una interpretación tan favorable a los fueros, matizando su realidad y su base teórica¹², y el neoforalismo incluso se ha interpretado como un “federalismo a la fuerza”, debido a la incapacidad castellana para imponer una política centralizadora a estos reinos, intención nunca desaparecida de la voluntad regia como se demostraría durante y tras la guerra de Sucesión.

El segundo tema, esta vez de índole estatal y consecuentemente de mayor calado internacional, fue la seguridad de que Carlos II finalizaría la dinastía Habsburgo, por su incapacidad de procrear, lo cual prefiguraba un tormentoso panorama en la sucesión al trono¹³ e implicaba un doble frente: el conflicto internacional en Europa y la guerra civil peninsular¹⁴.

La estructura social y el planteamiento ideológico hispano fueron los elementos determinantes de la situación finisecular que pervivieron durante el XVIII. La sociedad tenía un carácter estamental¹⁵ y peculiaridades que no la hacían más inestable

¹² P. MOLAS RIBALTA: *Catalunya i la Casa d'Austria*, Curial, Barcelona, 1996. F. SÁNCHEZ MARCOS: *Cataluña y el gobierno central tras la guerra de los Segadores, 1625-1679*, Universidad Autónoma, Barcelona, 1983.

¹³ Aunque Castilla ya no era la potencia dominante, la posibilidad de un Habsburgo de Viena en el trono resucitaba el fantasma de Carlos V, mientras que el triunfo del aspirante galo implicaría potenciar más todavía a la ya muy poderosa Francia. La tercera opción era el reparto pacífico de la Corona hispana y sus posesiones entre las potencias europeas (incluida Gran Bretaña), y la alternativa era una guerra europea que continuaría los desastres del siglo XVII. En su tercer testamento, Carlos II se decidía por el nieto de Luis XIV confiando en la potencia militar francesa para defender el imperio colonial, una decisión respetada por dos años. Pero la prepotencia del Rey Sol desató el conflicto internacional y una guerra civil hispana en que la Corona de Aragón, tras jurar como rey a Felipe V, se decantó por el pretendiente austríaco, en la creencia de que estaría más dispuesto a respetar sus fueros que el candidato francés.

¹⁴ La guerra de Sucesión ha sido objeto de innumerables simplificaciones, como la dualidad que opone a castellanos profilipinos frente a catalanes proaustracistas. Siendo la realidad infinitamente más compleja y matizada, proponemos sólo dos referencias que podrían ser sustantivamente ampliadas. H. KAMEN: *La guerra de Sucesión en España (1700-1715)*, Grijalbo, Barcelona 1974. P. VOLTES BOU: *La Guerra de Sucesión*, Planeta, Barcelona 1990.

¹⁵ La sociedad estamental: nobleza, clero y pueblo llano (que constituían tres grupos sociales cerrados teóricamente) era más permeable y menos homogénea de lo que sus tratadistas decían. La alta nobleza se dividía en títulos de Castilla (duques, condes y marqueses), con grandes diferencias de poder, riqueza y rango entre ellos, frente a una hidalguía pobre, imbuida de su nobilidad y gentilidad. En los eclesiásticos se diferenciaba un alto clero (obispos, abades, prebendados) noble, poderoso y rico, de un bajo clero (curas, capellanes y monjes) que sólo alcanzaban el nivel de subsistencia. Pero ambos grupos, nobleza y clero, compartían privilegios políticos, económicos y sociales, frente a un pueblo llano cuya misión era trabajar y mantener a los que les defendían con

que la de los países vecinos. El único elemento discordante para la estabilidad tradicional era la creciente burguesía, hombres del pueblo llano que habían obtenido un nivel de riqueza que les permitía comprar las ejecutorias de hidalguía y los títulos nobiliarios que el rey les otorgaba en premio a sus “servicios” financieros. Estos nobles “de privilegio” eran rechazados por los nobles “de sangre”, que se sentían preteridos en el favor regio y abocados a la extinción por sus crecientes deudas y escasa capacidad reproductiva¹⁶.

El elemento determinante de la paz social era la aceptación del sistema por todos sus componentes, si bien cada uno de los grupos lo asumía en función de sus intereses y creencias. El siglo XVII fue el “Siglo de Oro” del arte español y corresponde a la época del Barroco, concepto complejo que trasciende la inicial acepción artística para incluir una específica ideología religiosa que impregnaba las relaciones políticas y sociales¹⁷. La síntesis del modelo de sociedad barroca era la asunción acrítica de que la divinidad era fundamento de toda autoridad y organización humanas, tanto política como social; que el soberano era el representante de la divinidad en la Tierra y el clero un mediador imprescindible para alcanzar la salvación eterna, que sólo se lograba aceptando lo que Dios había dispuesto para cada uno, tanto si le había correspondido mandar como si le había tocado obedecer.

Ciertamente que a finales del Seiscientos la Monarquía Católica no aparecía en absoluto boyante en los aspectos económicos, políticos ni sociales; aunque tampoco se hallaba en un estado de suma postración, como afirmaron los hagiógrafos de la nueva dinastía borbónica, quienes pintaron una situación tan degradada que por comparación magnificaba los logros de los nuevos gobernantes. Porque más que una crisis estructural del sistema, el reino sufría la carencia de políticos capaces de hacer realidad una potencialidad latente que se mantenía inerte a la espera de unas directrices eficaces para emerger.

La situación científica y técnica finisecular presentaba un paralelismo acusado con lo dicho: un panorama desolador bajo el que las fuerzas renovadoras esperaban

la espada y les procuraban la salvación eterna con sus rezos. Este sistema se mantenía desde la Edad Media con dos elementos peculiarizadores en el período: una creciente barrera que separaba a los superiores de los inferiores y la incidencia, cada vez más poderosa y eficiente, de la riqueza como el disolvente universal de los fundamentos sociales tradicionales.

¹⁶ Y es cierto que la endogamia grupal y la esterilidad personal produjeron una gran concentración de los viejos títulos nobiliarios en un número decreciente de familias aristocráticas. M. C. IGLESIAS (dir.): *Nobleza y Sociedad en la España Moderna*, Fundación Central Hispano, Oviedo, 1997. A. MORALES MOYA: *Poder político, economía e ideología en el siglo XVIII español: la posición de la nobleza*, Universidad Complutense, Madrid, 1983.

¹⁷ J. F. BOUZA ÁLVAREZ: *El imaginario clásico. Edad de Oro, Utopía y Arcadia*, Ed. Universidad, Santiago de Compostela, 1993. J. A. MARAVALL: *La cultura del Barroco. Análisis de una estructura histórica*, Ariel, Barcelona, 1980.



Patiño (Rafael Tejeo, h. 1828;
Museo Naval, Madrid, inv. 818)



Ensenada (Jacopo Amiconi, post. 1750;
Museo del Prado)

2.2. Primeros secretarios de Estado procedentes de la Marina: José Patiño (Milán, 1666-La Granja, 1736) y Zenón de Somodevilla y Bengoechea, marqués de la Ensenada (La Rioja, 1702-Medina del Campo, 1781).

*Durante la guerra de Sucesión, Felipe V nombró a **Patiño** superintendente de Cataluña, constituyéndose en la figura esencial para la introducción de la Nueva Planta en el Principado. Como intendente general de Marina impulsó la fundación de la Escuela de Guardias Marinas de Cádiz, el astillero de la Carraca y el traslado de la Casa de la Contratación de Sevilla a Cádiz, dinamizando el comercio americano. A la caída de Ripperdá obtuvo la Superintendencia General de Rentas, acumuló las Secretarías de Marina e Indias, Hacienda y Guerra y culminó su ascenso en 1734 con la Primera Secretaría de Estado. Con él alcanzó el poder una primera generación de ministros hispanos que conjugaron los anhelos político-maternal de Isabel de Farnesio con el interés nacional. Cruelmente satirizado por la oposición aristocrática y agotado por el excesivo trabajo, tras su muerte fue sucedido por José del Campillo.*

*Personalidad esencial en la recuperación medioseccular, que tuvo decisiva intervención en los reinados de Felipe V y Fernando VI, **Ensenada** fue el paradigma de una nobleza de servicio, favor regio. Formado en la Administración naval, intervino en las campañas de Orán y Nápoles, servicios que le fueron premiados con el título de marqués. Ascendido a secretario del Almirantazgo, su actividad fue decisiva en la reconstrucción de la Armada hispana como intendente de Marina. Al frente de las secretarías de Hacienda, Guerra, Marina e Indias y de la Primera Secretaría de Estado, pretendió reformar la Administración, la Hacienda, el comercio, los astilleros y el Ejército, base imprescindible para mantener la neutralidad. Fue el más firme valedor de la Única Contribución, dando su nombre al Catastro de la riqueza de Castilla. Su compleja pugna con José de Carvajal se interpreta como un delicado equilibrio en política internacional que tuvo su paralelismo en el gobierno interior y que ofreció una alta efectividad, a pesar de su público enfrentamiento. Su regalismo condujo al Concordato de 1753, que obtuvo el Patronato Universal. Destituido por intrigas políticas, a la muerte de Carvajal fue amnistiado por Carlos III.*

una coyuntura política favorable para hacerse patentes¹⁸. El inicio de la decadencia pudo haber sido la real orden de Felipe II en 1559 que prohibía estudiar en Europa¹⁹, dado el peligro de contaminación religiosa para los estudiantes, y su punto álgido quizá deba establecerse a partir de 1625, cuando la actividad de la Academia de Matemáticas de Madrid pasó a depender del Colegio Imperial, regentado por la Compañía de Jesús, y las cátedras de Matemáticas, Astrología y Náutica en la Casa de la Contratación de Sevilla pasaron a depender del Colegio de San Telmo. Pero debe distinguirse entre la total decadencia de la ciencia fisicomatemática, afectada por la polémica heliocentrista y la posterior síntesis newtoniana, y el bullir de la Medicina y disciplinas afines, en las que, si bien los estudios universitarios estaban sometidos a la tradición académica e intereses del Protomedicato, hubo un desarrollo marginal propiciado por diversos grupos de poder.

Esa actividad heterodoxa, nunca aceptada pero en diversa medida tolerada, tenía lugar en cónclaves regionales de muy diversas características, como a su vez lo eran su génesis y los grupos sociales que las protegían. Así, en Valencia apareció el filonobiliar del marqués de Villatorcas, mientras que en Barcelona el apoyo provenía de burgueses y de la municipalidad; el de Zaragoza floreció en torno a la “corte” que D. Juan José de Austria mantuvo durante su efímera etapa de gobierno; y en la capital hispalense emergió una tertulia que en 1700 se transformaba en la Regia Sociedad de Medicina y Otras Ciencias de Sevilla, por el apoyo cortesano del grupo del cardenal Portocarrero, que políticamente se decantaba por la opción francesa para la sucesión de Carlos II.

Madrid, por su condición de Corte y centro de irradiación del poder, fue donde se dio la gran batalla entre las dos posiciones antagónicas: los novatores para recuperar el terreno perdido frente a Europa y los tradicionalistas aferrados al neoescolasticismo como guardián de las esencias patrias. La *Carta Médico-Chímica* de Juan de Cabriada desató una tormenta política cuyo primer estadio duró de 1680 a 1715 y continuó con diversas alternativas hasta el final del siglo ilustrado. La tesis de Cabriada no surgía *ex nihilo*, pues estaba relacionada con los grupos precitados, que en su ímpetu renovador ignoraron la potencia de las fuerzas a las que se enfrentaban. No podemos especular con lo que hubiese pasado de ser otro el resultado de la guerra, pero la pugna por el desarrollo ilustrado evidencia que sin el cambio de dinastía la recupera-

¹⁸ En este punto nos limitaremos a la síntesis mínima imprescindible para incardinar nuestra aportación. Véase la presentación de este volumen: SILVA SUÁREZ, Manuel: «Del agotamiento renacentista a una nueva ilusión»; y más precisamente sobre los “novatores”, NAVARRO BROTONS, Víctor: «La renovación de la actividad científica en la España del siglo XVII y las disciplinas físico-matemáticas».

¹⁹ Esta afirmación, de aceptación generalizada entre los historiadores modernistas, ha sido más matizada que cuestionada por el profesor Kamen, quien entiende que no fue estrictamente obedecida, aunque no pone en duda la efectividad de la “pedagogía del miedo” a la que se refería Bartolomé Bennasar en referencia a la actividad del Santo Oficio.

ción de la ciencia española hubiera sido infinitamente más difícil de lo que, pese a todo, resultó²⁰.

Por lo que se refiere a los aspectos técnicos, el panorama es aún peor²¹, aunque aquí las limitaciones no fueron tanto de carácter ideológico sino de índole material, pues las bancarrotas de la Real Hacienda imposibilitaron las subvenciones con que los Austrias mayores sostuvieron la vitalidad extraordinaria de la técnica en el XVI²². En realidad, sí aparecieron inventos, pero las innovaciones carecieron de apoyo oficial para prosperar, a pesar de que algunas pudieron ser decisivas para el desarrollo del país, como la sembradora de José Lucatelo²³, la amalgamación en caliente (quizá idea de Jerónimo de Ayanz²⁴, aunque divulgada por Alonso Barba), el molino azucarero de tres rodillos, las fundiciones siderúrgicas de La Cavada y Corduente, el tratado *Arte de fundición de los metales*²⁵ del citado Alonso Barba (1640) o la utilización de la pólvora para voladuras en la minería de Cardona y Almadén. Todas fueron iniciativas en una u otra forma fallidas, y no es casualidad que los estudiosos sitúen en 1659 el nadir de la técnica hispana, como si la pérdida de la hegemonía política fuese la causa de la atonía tecnológica del Reino en lugar de su indirecta consecuencia.

Tras el bosquejo de los precedentes procede plantearse la cuestión del fomento científico y técnico a partir de tres aspectos determinantes: las motivaciones del poder, la reorganización institucional y la formalización de una política científica. En primer lugar tengamos presente que ni la ciencia ni la técnica, en y por sí mismas, ocupaban un lugar de privilegio en la mente de los gobernantes ilustrados, pues la política de fomento –que incluía tanto la producción económica en general como la ciencia y la técnica en particular– tenía únicamente un valor instrumental y sometido a la política general del Estado. En correspondencia, tampoco los planteamientos teóricos suponían una cuestión sustantiva para los científicos e inventores, cuya meta era

²⁰ G. STIFFONI: «Los “Novatores” y la “Crisis de la Conciencia Europea” en la España de la transición dinástica», en *Historia de España. La época de los primeros Borbones*, vol. XXIX** (*La cultura española entre el Barroco y la Ilustración*), Espasa-Calpe, Madrid, 1985, pp. 5-55.

²¹ Como puede comprobarse, por ejemplo, en F. J. AYALA-CARCEDO: *Historia de la Tecnología en España*, 2 vols., Valatenea, Barcelona, 2001. En buena parte de los artículos que conforman esta obra de síntesis se cita expresamente la decadencia técnica de la centuria, pero en la casi totalidad de ellos la idea queda implícita al tratar, cuantitativa o cualitativamente, las iniciativas correspondientes al tema de cada estudio.

²² N. GARCÍA TAPIA: *Técnica y poder en Castilla durante los siglos XVI y XVII*, Junta de Castilla y León, Valladolid, 1989; S. VILLAS TINOCO: «Ciencia y Técnica en la Castilla de Carlos V», en *Estudios modernistas sobre el reino de Granada*, Universidad, Málaga, 2003, pp. 313-379.

²³ Una máquina exhibida secretamente en Luxemburgo en 1663 ante el emperador Leopoldo, experiencia repetida al año siguiente en el Buen Retiro ante Felipe IV, quien le autorizó a producir y expender su invento en los dominios de la Monarquía Católica.

²⁴ N. GARCÍA TAPIA: «El reto americano y el desarrollo de la ciencia y la técnica», en *Historia de la Tecnología...*, Valatenea, Barcelona, 2001, volumen I, pp. 81-83.

²⁵ Reputado como la única obra metalúrgica original escrita en el siglo XVII.



Aranda (R. Bayeu, 1769; Museo Provincial de Huesca)



Floridablanca (F. de Goya, 1781; Museo Nacional del Prado)

2.3. Grande de España y “golilla” en la Primera Secretaría de Estado: Pedro Pablo Abarca de Bolea, conde de Aranda (Siétamo, 1719-Épila, 1798), y José Moñino, conde de Floridablanca (Murcia, 1728-Sevilla, 1808).

Aristócrata, militar, diplomático y gobernante, **Aranda** fue un gran exponente de la intelectualidad ilustrada. Presidente del Consejo de Castilla y capitán general de Madrid durante el motín de Esquilache, actuó enérgicamente para mantener el orden, participando en la expulsión de los jesuitas. Como militar intervino en las campañas de Italia y Portugal, ejerciendo las capitanías generales de Valencia y Murcia. Reunificó los cuerpos de Ingenieros y Artilleros, creando la Sociedad Matemática Militar de Madrid. Fue embajador en Lisboa, Varsovia y París, desde donde conspiraba contra Floridablanca y defendía los intereses de España. En política colonial fue consciente de la necesidad de cambios profundos para prevenir su futura emancipación. En febrero de 1792 fue designado por Carlos IV primer secretario de Estado, pero sólo tuvo tiempo de eliminar la Junta Suprema de Estado antes de ser sustituido por Godoy.

Máximo exponente del regalismo hispano, **Floridablanca** inició su actividad como fiscal del Consejo de Castilla en el proceso del motín de Esquilache. Embajador en Roma, gestionó el breve que extinguía la Compañía de Jesús, lo que le valió el condado. En 1777 obtuvo la Primera Secretaría de Estado, presidiendo más tarde la Junta Suprema de Estado, una creación suya para coordinar las secretarías del despacho y que es considerada el precedente del actual Consejo de Ministros. Su regalismo suscitó la oposición del «Partido Aragonés», cuyo jefe nato era el también ilustrado –pero no regalista– conde de Aranda. Apoyado por Carlos III, culminó la centralización política hispana aunque no pudo consolidarla. Hizo reformas económicas y sociales que en ningún caso suponían una ruptura con el sistema estamental imperante. Intentó un entendimiento con el Reino Unido y la autonomía respecto a Francia, apoyando la guerra de Independencia de las colonias británicas de América del Norte. Confirmado por Carlos IV, la Revolución francesa desató el «Pánico de Floridablanca», que pretendió aislar a España del contagio revolucionario. Sustituido en 1792 por el conde de Aranda, fue desterrado aunque volvió a la política en 1808 como presidente de la Junta Suprema Central.

la supervivencia económica y el ascenso social que obtendrían con el ejercicio de sus capacidades. El nexo entre el nivel político y el plano personal estaba determinado por una realidad inobjetable para los valores estamentales de la época: no todos los ingenios, ni siquiera los de mayor capacidad intelectual o práctica, tenían garantizada la atención y menos aún la financiación oficial, pues sólo el acceso a los escalones inferiores del poder decisorio ya precisaba de apoyos clientelares para que una iniciativa fuese tomada en consideración.

No es fácil señalar las motivaciones internas de la política de fomento científico, habiéndose citado desde las de carácter globalizador y utilitarista²⁶, como pudiera ser la transformación de la naturaleza, hasta unos impulsos específicos para cada iniciativa o grupo de ellas²⁷. Entre las tesis políticas aparece el victimismo borbónico, que pretendía recuperar la hegemonía perdida²⁸, o el militarismo puro y duro, que hallaría en los valores intrínsecos a la milicia (orden y estructuración jerárquica) instrumentos adecuados para una política centralista a ultranza²⁹. El nacionalismo hispano y criollo aflora en diversos estudios³⁰, junto a la lucha de los científicos ilustrados contra el integrismo retrógrado³¹. La idea de “utilidad” ha sido precisada en el sentido de autoconciencia del científico, pero dentro de una concepción estamental de la sociedad³²; y la de ampliación de fronteras, tanto de una forma literal referida a la soberanía nacional y al dominio del espacio³³ como en un sentido teórico³⁴. También la pul-

²⁶ J. M. SÁNCHEZ RON: «Introducción», en *Ciencia y Sociedad en España: de la Ilustración a la Guerra Civil*, El Arquero/CSIC, Madrid, 1988.

²⁷ A. GUIRAO DE VIerna: «Clasificación de las expediciones españolas a América durante el siglo XVIII según su finalidad y disciplina científica», en *La Real Expedición botánica a Nueva España*, 1987, pp. 17-24 y 297-298, ofrece un cuadro con motivos específicos en función del análisis documental.

²⁸ A. RUMEU DE ARMAS: «La política naval», en *España y el mar en el siglo XVIII*, Marinase, Madrid, 1988, pp. 21-51. Tras la primera etapa reivindicativa adquiriría mayor peso la política antibritánica, esencia de los “Pactos de familia”.

²⁹ A. J. MORENO MENJÍBAR: «La microfísica del poder ilustrado español. Disciplinas y estrategias», en *IV Encuentro. De la Ilustración al Romanticismo. Carlos III: Dos siglos después*, Publicaciones de la Universidad, Cádiz, 1993, pp. 235-250.

³⁰ R. RODRÍGUEZ NOZAL y A. GONZÁLEZ-BUENO: «Las colonias al servicio de la ciencia metropolitana: la financiación de las “Floras Americanas” (1791-1809)», en *Revista de Indias*, vol. LV, 205, pp. 597-634. J. L. PESET: «La Naturaleza como “símbolo” en la obra de José Antonio Alzate», *Asclepio*, XXXIX, 1987-2, pp. 285-295.

³¹ A. LAFUENTE: «Las políticas y los métodos de internacionalización de la ciencia española en el siglo XVIII», *Revista de Occidente*, 82, 1988, pp. 29-42.

³² J. A. MARAVALL: «El principio de la utilidad como límite de la investigación científica en el pensamiento ilustrado», en *Estudios de Historia del pensamiento español. Siglo XVIII*, Mondadori España, Madrid, 1991, pp. 476-488.

³³ J. SALA CATALÁ: «La Ciencia en las expediciones de límites hispano-portuguesas. Su proyección internacional», *Dynamis*, 12, 1992, pp. 23-33.

³⁴ M. LUCENA GIRALDO: «Ciencia para la Frontera: las expediciones de límites españolas», *Cua-*

sión de la cooperación científica internacional, a veces con un sentimiento de inferioridad³⁵, habría constituido un acicate para la adquisición de una ciencia reexportable según el modelo difusionista³⁶, junto a la necesidad de precisar los límites del Imperio en un contexto internacional basado en el predominio colonial³⁷.

El innegable impulso económico pudo aparecer como proyecto agronómico³⁸ o en forma de política de buen gobierno³⁹, para lo que no sería óbice la inexistencia de explotación posterior del éxito puesto que ello se habría debido a carencias estructurales del sistema y a los políticos⁴⁰. También apareció la necesidad de un mercado nacional, de una comunicación global del Imperio⁴¹ y un plan general de industrialización en el que surge el empresario en el XVIII español⁴². En esta panoplia de motivaciones caben también la tesis ilustrada para crear una conciencia científica como instrumento para el desarrollo social⁴³, la teoría antropológica donde la utilidad estaría contaminada por otros motivos: la gloria nacional y el honor científico, como claves de acceso al rango social al que aspiraban los científicos, técnicos, militares y

dermos Hispanoamericanos, diciembre, 1988, pp. 157-163; J. MUÑOZ PÉREZ: «Los Proyectos de España e Indias en el siglo XVIII: el proyectismo como género», *Revista de Estudios Políticos*, 81, 1955, pp. 169-175.

³⁵ H. CAPEL: «Sobre ciencia hispana, ciencia criolla y otras ciencias europeas. (A manera de síntesis del coloquio)», *Asclepio*, XXXIX, 1987-2, pp. 317-336.

³⁶ A. DÍEZ TORRE, T. MALLO y D. PACHECO: «Introducción», en *La Ciencia española en ultramar*, Doce calles, Aranjuez/Madrid, 1991, pp. 13-16.

³⁷ J. PIMENTEL IGEA: «La expedición Malaspina en el Pacífico Sur (1792-1793): Ciencia y Política internacional durante la revolución Francesa», en *Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, tomo III, PPU, Murcia, 1991, pp. 1.483-1.492.

³⁸ J. FERNÁNDEZ, A. GÓMIS, J. LACALLE y F. PELAYO: «El aprovechamiento por parte de España de las materias primas agrícolas de América en los siglos XVIII y XIX: la polémica del cultivo del cacahuate», en *El científico español ante su historia. La ciencia en España entre 1750 y 1850*, Excma. Diputación, Madrid, 1980, pp. 201-221.

³⁹ A. GONZÁLEZ-BUENO: «La utilidad de la flora americana en el proyecto expedicionario de la España Ilustrada», *Asclepio*, XLVII-2, 1995, pp. 79-90.

⁴⁰ A. GONZÁLEZ-BUENO: *Plantas americanas para España. Génesis, desarrollo y ocaso del proyecto español de expediciones botánicas*, Editorial Complutense, Madrid, 2000, capítulo I.

⁴¹ J. JURADO SÁNCHEZ: «La carretera Madrid-Cádiz y la política de comunicaciones de los Ilustrados», en *IV Encuentro. De la Ilustración al Romanticismo. Carlos III: Dos siglos después*, Universidad, Cádiz, 1993, pp. 69-76.

⁴² A. GONZÁLEZ ENCISO: «La promoción industrial en la España Moderna: intervención pública e iniciativa privada», en *Industria y época moderna*, Actas, Madrid, 2000, pp. 15-45.

⁴³ J. L. PESET y A. LAFUENTE: «Ciencia ilustrada e Historia de la Ciencia», en *El científico español ante su historia. La ciencia en España entre 1750 y 1850*, en *I Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias*, Excma. Diputación, Madrid, 1980, pp. 97-124.



Campomanes (copia de F. Bayeu, 1776, del retrato por A. R. Mengs; Real Academia de la Historia)



Jovellanos (F. de Goya, 1798; Museo del Prado)

2.4. Intelectualidad y política: Pedro Rodríguez Campomanes, conde de Campomanes (Tineo, 1723-Madrid, 1802), y Gaspar Melchor de Jovellanos (Gijón, 1744-Puerto de Vega, 1811). *Figura del regalismo, Campomanes destacó como político, economista e historiador, siendo el pilar jurídico de la política ilustrada. Asesor general de la Renta de Correos y Postas, y ministro togado del Consejo de Hacienda, pronto fue ascendido a fiscal del Consejo de Castilla, luego a consejero y más tarde a gobernador, y como tal presidió las Cortes de Carlos IV. Consejero de Estado desde 1792 hasta su muerte, con una importante formación clásica, estudió francés, italiano, latín, griego, árabe y hebreo, llegando a pertenecer a las academias de Historia y Jurisprudencia, instituciones que presidió. Prolífico escritor, redactó informes, memoriales y respuestas fiscales sobre agrarismo, carreteras, correos y sociedades de Amigos del país, de las que fue impulsor. Entre las obras que firmó destacan Discurso sobre el fomento de la industria popular, Discurso sobre la educación popular de los artesanos y su fomento, Tratado de la regalía de amortización, Fuero de Población de Sierra Morena y Colección de alegaciones fiscales.*

Literato, político y economista, Jovellanos fue un destacado teórico de la Ilustración española. Estudió filosofía y derecho civil y canónico, pero sus contactos ilustrados cambiaron su vocación curial por la jurisprudencia. Su carrera política se inició como alcalde del crimen de la Audiencia de Sevilla, en la que fue nombrado oidor. La vinculación con el intendente Pablo de Olavide y su actividad en la tertulia sevillana le ubicaron definitivamente en el reformismo ilustrado. Trasladado a Madrid, fue nombrado alcalde de Casa y Corte y luego miembro del Consejo de Órdenes Militares, ingresando en la Junta de Comercio y Moneda y en la Sociedad Económica Matritense, una institución que le encargó importantes trabajos: el Informe sobre el fomento de la marina mercante, el Informe sobre el libre ejercicio de las artes, y el más conocido y trascendente: el Informe en el expediente de la Ley Agraria. Al estallar la Revolución francesa se le retiró a Asturias, siendo rehabilitado en 1797 por Manuel Godoy y nombrado ministro de Gracia y Justicia. Volvió a caer en desgracia en 1801 y fue desterrado al castillo de Bellver, de donde se le liberó antes del 2 de mayo de 1808, pasando a ocupar un cargo destacado en la Junta Central.

marinos⁴⁴. Entre los motivos intelectuales aparecen las ideas ilustradas dominantes como la perfectibilidad humana y la dinámica secularizadora⁴⁵.

II

LOS INSTRUMENTOS DE LA POLÍTICA DE FOMENTO

Los Borbones sustituyeron el obsoleto sistema de gobierno polisindial por unas instituciones más operativas que perseguían la centralización y homogeneización de las estructuras del Estado⁴⁶, obviando el freno que suponían los particularismos forales, en parte dismantelados durante y tras la guerra de Sucesión por los llamados “Decretos de Nueva Planta”⁴⁷.

No es discutible la voluntad gubernamental de centralizar el poder, ni tampoco factible hallar una continuidad de acción que permita asegurar la existencia de un plan estructurado hasta sus últimos detalles. Por el contrario, se evidencia un coyunturalismo que adecuaba las iniciativas a las circunstancias que en cada situación permitían acelerar o ralentizar cambios profundos. A favor de la transformación jugaban la voluntad regia (con lo que en la época implicaba el carisma real), el trabajo de los equipos ministeriales (plasmado en una impresionante labor legislativa) y el favor de una Corte donde radicaba el poder efectivo por la cercanía al rey. En su contra hay que contar con el determinismo de la política internacional, las limitaciones financieras, la acción de los tradicionalistas y los personalismos políticos⁴⁸. Al tratarse de un mero

⁴⁴ F. del PINO DÍAZ: «Utilidad y honor nacional en la Política Científica Ilustrada», en *Ciencia, Técnica y Estado*, Min. de Educación/Sociedad Española de Historia de las Ciencias, Madrid, 1990, pp. 31-43.

⁴⁵ M. C. IGLESIAS: «Educación y pensamiento ilustrado», en *Actas del Congreso Internacional sobre “Carlos III y la Ilustración”*, vol. III, Ministerio de Cultura, Madrid, 1989, pp. 1-30.

⁴⁶ El sistema polisindial consistía en el gobierno mediante consejos, que eran de dos tipos: territoriales (Castilla, Aragón, Navarra, Indias, Italia, Portugal y Flandes) y temáticos (Estado, Guerra, Hacienda, Inquisición, Órdenes, Santa Cruzada). Era el sistema “judicialista” o “vía consultiva”, porque actuaban como tribunales de justicia (con jueces oidores, fiscales, escribanos) que podían tardar años en resolver cuestiones urgentes. El modelo “gubernamentalista” o “vía reservada” gobernaba con las secretarías de Estado y del Despacho (Estado, Guerra, Marina e Indias, Justicia y Hacienda), que enlazaban al gobierno con los intendentes, gobernadores y corregidores de las poblaciones importantes, resolviendo los temas en semanas (o incluso en días cuando eran urgentes). Pero no hubo sustitución sino superposición, por lo que los consejos y las secretarías funcionaron en paralelo produciendo disfunciones, lo que da idea de la enorme dureza de la lucha por el poder entre las dos concepciones ideológicas.

⁴⁷ De 1707 a 1716 fueron derogados los fueros e instituciones de gobierno de los territorios de la Corona de Aragón, imponiéndoles los gobernadores políticos y militares, audiencias, intendentes y corregidores “según el modo de Castilla”. Vid. nota 1.

⁴⁸ El desarrollo del proyecto ilustrado estuvo condicionado por la lucha de los partidarios del judicialismo –los colegiales apoyados por los jesuitas que regían los colegios mayores que formaban

corolario del gobierno general del Estado, la política de fomento sufrió constantes vaivenes, pero es factible descubrir un hilo conductor (el deseo de modernización) durante todo el siglo, aunque no falten fluctuaciones, inconstancias e incongruencias, tanto entre políticos cualificados como en los encargados de dirigirla “a pie de obra”.

Las instituciones encargadas de la modernización fueron algunas de viejo cuño y las recién creadas, aunque estas últimas tuvieron mayor intervención en el tema. Por funcionalidad y operatividad las dividiremos en tres grupos: de gobierno, de enseñanza superior e investigación y otras de menor entidad, encargadas de potenciar las transformaciones y difundir las novedades a nivel popular.

Un indicador del grado de innovación existente en cada momento es el número y calidad de las propuestas llegadas a los organismos públicos en busca de un privilegio⁴⁹; a tal efecto debemos citar en primer término al Consejo de Castilla⁵⁰, porque a él se remitían las iniciativas que solicitaban cédulas privativas de explotación. A fines del XVII esta competencia fue transferida a la Junta General de Comercio y Moneda⁵¹, una institución cuya actividad trascendía su nombre, pues, siendo encargada de fomentar la riqueza del reino, lo hizo especialmente promocionando la artesanía y la protoindustria, siendo destacable que sus reuniones periódicas contaron con figuras representativas de la ciencia y la técnica⁵².

La Primera Secretaría de Estado⁵³ recibió e informó diversas iniciativas técnicas que se le remitían, lo que permite suponer que pudieran constituir una parte de las

la elite intelectual nobiliar— contra los “manteístas” o gubernamentalistas —egresados de las facultades de leyes y cuyo único valedor era el rey—. En el plano ideológico, contra el proyecto ilustrado estaban los tradicionalistas: buena parte de la vieja nobleza, la gran mayoría del clero (excepto los obispos que eran “hechura del rey”), la Inquisición y la masa popular, cuyo apego a lo tradicional era absoluto. Por exclusión, cabe deducir que los ilustrados eran una “inmensa minoría”, que consiguió una limitada transformación del sistema por su preparación intelectual, su capacidad de trabajo y el apoyo de los monarcas. También contó el trabajo y el tesón de algunas figuras políticas, aunque no todas —ni siempre— supieron anteponer totalmente los intereses de Estado a su afán de clientelismo y sus ambiciones personales.

⁴⁹ N. GARCÍA TAPIA: «Los orígenes de las patentes de invención», en *Historia de la Tecnología en España*, vol. I, pp. 89-96.

⁵⁰ J. FAYARD: *Los miembros del Consejo de Castilla (1621-1746)*, Siglo XXI, Madrid, 1982.

⁵¹ P. MOLAS RIBALTA: «La Junta General de Comercio y Moneda: la institución y los hombres», *Cuadernos de Historia. Anexos de la revista Hispania*, IX, 1981, pp. 1-36.

⁵² Personalidades consagradas como Jorge Juan y Antonio de Ulloa, junto a figuras de formación técnica reconocida como Juan Bautista Virio, García Fernández, Marcos Marín y López de Peñalver, no todas tan conocidas ni, obviamente, de la excepcional calidad intelectual del último de los citados; S. VILLAS TINOCO: «Aportaciones a la biografía profesional y técnica de Juan Luis López de Peñalver», en *Andalucía Moderna. Tomo II. Actas del III Congreso de Historia de Andalucía*, Cajasur, Córdoba, 2003, pp. 349-362.

⁵³ M. V. LÓPEZ-CORDÓN CORTEZO: «La primera Secretaría de Estado: la institución, los hombres y su entorno (1714-1833)», *Revista de la Universidad Complutense*, 116, 1979, pp. 15-44.



2.5. Real Fábrica de Tabacos de Sevilla. Actualmente sede principal de la Universidad de Sevilla, fue un auténtico palacio rectangular para la manufactura, con 185 × 147 m, frente a los 207 × 162 de El Escorial (fot.: Luis y Francisco Arenas, Universidad de Sevilla).

que anteriormente iban al Consejo de Castilla y que no se derivaran hacia la Junta General de Comercio, en función de luchas de poder y preeminencias institucionales. El otrora importante Consejo de Guerra⁵⁴ fue muy pronto preterido por la superior eficacia de las secretarías de Guerra y de Marina e Indias⁵⁵, donde llegaban, netamente separadas, las propuestas referentes a sus respectivos ámbitos de competencias y aquellas que, con independencia del tema, presentaba el personal de su nómina. La Superintendencia de Hacienda, con autoridad privativa en la acuñación de las monedas, esporádicamente incidió en temas técnicos financiando actividades propuestas

⁵⁴ F. ANDÚJAR CASTILLO: *Consejo y consejeros de Guerra en el siglo XVIII*, Universidad, Granada, 1996. J. L. BERMEJO CABRERO: «El Consejo de Guerra en el siglo XVIII», en *Estudios sobre la administración central española (siglos XVII y XVIII)*, 1982, pp. 61-73.

⁵⁵ G. FRANCO RUBIO: «La Secretaría de Estado y del Despacho de Guerra en la primera mitad del siglo XVIII», en *Sociedad, Administración y poder en la España del Antiguo Régimen*, Publicaciones de la Universidad, Granada, 1996, pp. 131-156; y «Civiles y militares en la alta administración española del siglo XVIII: La Secretaría de Estado y del Despacho de Marina», en *Monarquía Imperio y Pueblos en la España Moderna. IV Reunión de la Asociación Española de Historia Moderna*, C.A. del Mediterráneo/Universidad/A.E.H.M., Alicante, 1997, pp. 51-62.

por el Consejo de Castilla y, con menor frecuencia, iniciativas remitidas por otros ámbitos de la Administración, esencialmente en cuestiones referentes a la enseñanza profesional. De los organigramas de estas instituciones sólo conocemos los escalones superiores de su estructura jerárquica, estudiados por su relación directa en la política general; pero sus salas y cometidos sólo se intuyen por aproximación a los temas que les encargaban en los repartos internos⁵⁶; y sobre las “mesas”, la subdivisión orgánica inferior, tan sólo tenemos alusiones a las que ocuparon algunos militares al término de su servicio activo⁵⁷.

La necesidad de renovar las enseñanzas militares se puso de manifiesto ya en los inicios de la guerra de Sucesión, cuando Luis XIV tuvo que desplazar unidades galas para sostener el derecho de su nieto al trono español. El hecho de que las necesidades estratégicas fuesen un motor para la ciencia y la técnica estuvo muy relacionado con la idiosincrasia de los militares, con diferencia los más abiertos a las novedades, y con el pensamiento de los grupos políticos, tanto los instalados en el poder como los ubicados en la oposición, pues ninguno de ellos discutiría nunca la prioridad del gasto militar. El desfase entre el conocimiento de la insuficiencia técnica y las iniciativas para remediarla se debió al costo de las campañas bélicas, que tenían prioridad total sobre las inversiones necesarias para diseñar, organizar y poner operativas las instituciones de enseñanza militar. Pero la necesidad de solventar la carencia (que se traduciría en pasar del descrédito al prestigio internacional) era tan indiscutible que la preferencia para erigirlas frente a sus similares de carácter civil estaba fuera de toda discusión política e ideológica, como igualmente el hecho de que el costo del Ejército (mucho más en época de guerra) no era objeto de control político, lo que venía aconteciendo desde antiguo y constituye una circunstancia que siempre aprovechan los gobernantes.

La creación de los cuerpos y las compañías de artilleros, marinos, ingenieros y pilotos se superpone o precede a la aparición de las respectivas academias o escuelas militares, todas afectadas por tres problemas esenciales: la discusión de su estructura orgánica y de sus estudios; la precedencia entre los diferentes cuerpos; y el diferencial del estatus entre los valores tradicionales como el coraje y la clientela, y el “nuevo” aprecio por los saberes técnicos. Sólo nos detendremos en el primero de ellos, pero no sin recordar que el aprecio de la novedad redundaba en la potenciación del saber

⁵⁶ Con la excepción de la Marina, donde la pugna entre el triunfante Cuerpo General y el postergado Cuerpo del Ministerio se resuelve documentalmente en favor del segundo. J. P. MERINO NAVARRRO: *La Armada española en el siglo XVIII*, FUE, Madrid, 1981.

⁵⁷ (A)rchivo (G)eneral de (S)imancas, Secretaría de Guerra Moderna, legajo 966. «Don Dámaso de Latre, Secretario de Vuestra Majestad y oficial en la octava mesa de la Secretaría de la Guerra», exponía un detallado currículum en el que relataba sus correrías por Europa en beneficio de Su Majestad y con peligro de su vida.

técnico del militar y –por caminos oblicuos– en la transformación de su ideología en un sentido cada vez más favorable a los cambios⁵⁸.

La historia de estas instituciones docentes muestra un continuo tejer y destejer, surgiendo centros que al poco tiempo se desdoblán por necesidades del servicio y más tarde desaparecen o se refunden por recortes financieros. La Academia de Guardiamarinas⁵⁹, el Observatorio Astronómico de la Armada⁶⁰ y las academias de Artilleros e Ingenieros⁶¹, en particular la Academia de Matemáticas de Barcelona⁶², fueron los centros más prestigiosos entre una pléyade de instituciones de menor entidad surgidas durante la centuria⁶³. El problema de proveerlas de textos adecuados, en especial de matemáticas, y dotarlas de un reglamento de funcionamiento común fue abordado y parcialmente resuelto por Lucuze, cuyo texto y reglamento pervivieron durante decenios, lo que al mismo tiempo indica el nivel de anquilosamiento en que cayeron estas instituciones por la falta de una supervisión eficaz y la diferente valía de sus directores.

El pragmatismo inherente a la creación de estas instituciones no permite afirmar que fuesen capitales, per se, en la consecución de una ciencia ilustrada hispana; pero es indubitable que sus promotores pretendieron crear una infraestructura que mantuviese vivo el dinamismo de una investigación científica que, si bien pudiese contravenir las directrices reaccionarias de la ciencia oficial, no abocase al conflicto abierto

⁵⁸ Informes de autoridades militares en la primera parte del siglo afirman orgullosamente ser “enemigos y contrarios a cualquier novedad”, pero al verse obligados a conocer artilugios que suponían un avance en la ciencia militar, lo admitían con relucencia. A partir de Carlos III estos mandos de formación y espíritu tradicional fueron enviados al inoperante Consejo de Guerra, siendo sustituidos por los oficiales formados en las academias, que demuestran su pasión por los inventos y las innovaciones.

⁵⁹ M. A. SELLÉS: «La Academia y Observatorio de Marina», en *Carlos III y la ciencia de la Ilustración*, Alianza, Madrid, 1988, pp. 173-186; e «Instituciones científicas ilustradas de la Marina», en *La Ciencia española en Ultramar. Actas de las I Jornadas sobre “España y las expediciones científicas en América y Filipinas”*, Doce Calles, Aranjuez, 1991, pp. 97-105.

⁶⁰ A. LAFUENTE y M. A. SELLÉS: *El Observatorio de Cádiz*, Ministerio de Defensa, Madrid, 1988.

⁶¹ H. CAPEL, J.E. SÁNCHEZ y O. MONCADA: *De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*, Serbal/CSIC, Barcelona, 1988; H. CAPEL: «Las Academias de Ingenieros», en *Carlos III y la ciencia de la Ilustración*, Alianza, Madrid, 1988, pp. 187-204; D. HIGUERAS: «La primera Escuela especial de Ingenieros de la Armada», *Revista General de Marina*, 203, 1982, pp. 109-117.

⁶² *La Academia de Matemáticas de Barcelona. El legado de los ingenieros militares. 1720-1803*, Inspección General del Ejército, Barcelona, 2004.

⁶³ Las extensiones en Orán y Ceuta de la Academia de Matemáticas de Barcelona, el Colegio Naval de Cádiz, la Escuela de Pilotos de la Armada y el Aula de Matemáticas de los Guardias de Corps, fueron instituciones con mayor o menor autonomía y tiempo de actividad que conformaron un tejido docente que apoyó la transformación interna de la intelectualidad y la ciencia de la España del XVIII, pese a su heterogeneidad y, en ocasiones, a una fratricida oposición.

con ella⁶⁴. Transcurridos los primeros decenios, aparecieron las instituciones científicas de carácter civil, que, en especial las botánicas, debieron su dinamismo a expediciones científicas de carácter militar, lo que cierra el círculo de la interacción ciencia/milicia. Estos nuevos centros civiles de altos estudios tenían precedentes en instituciones que antaño habían disfrutado de una época de esplendor, pero que o habían desaparecido o arrastraban una vida lánguida y alejada de tentaciones renovadoras⁶⁵.

Las instituciones científicas civiles de patronato regio promovieron una ciencia institucionalizada con vocación de permanencia, aunque ya nacieron lastradas por una concepción carismática que obedecía a una lógica estamental inapelable. Así, los reales Gabinete de Historia Natural⁶⁶, Jardín Botánico⁶⁷, Gabinete de Máquinas⁶⁸, Escuela de Mineralogía y Laboratorio Químico-Metalúrgico de Madrid⁶⁹ encomendaron su dirección, investigación y docencia a científicos de constatada eficacia llegados desde Europa, como François Chabaneau, descubridor del sistema para obtener la maleabilidad del platino; Louis Proust, autor –en la Academia de Artillería de Segovia– de la Ley de las proporciones definidas (una de las primeras de la Química moderna), y Christian Herrgen, entendido en Química, Mineralogía y Electricidad, que, además de investigar y enseñar, difundió su saber en publicaciones científicas de prestigio internacional aunque de vida efímera. En estas instituciones se formó un plantel de científicos autóctonos de indudable valía como Ramón María Munibe, Juan José

⁶⁴ Ejemplo paradigmático es el marino y científico Jorge Juan, que en 1748, gozando de gran reputación y de la protección regia, a su retorno de la expedición francoespañola de La Condamine tuvo problemas con la censura inquisitorial por referirse al heliocentrismo en sus *Observaciones astronómicas y físicas hechas de orden de Su Majestad en los Reinos de Perú*, debiendo recurrir a viejos artificios retóricos para que la obra pudiese aparecer una vez que fue expurgada.

⁶⁵ Como los Reales Estudios de San Isidro, en la Corte, y los seminarios de nobles de Barcelona, Madrid, Valencia y Vergara, destinados a los hijos de la nobleza, todos dirigidos por la Compañía de Jesús, que monopolizaba la educación de los grupos dirigentes desde el siglo XVI hasta su expulsión en 1767.

⁶⁶ A. GONZÁLEZ-BUENO: «El Real gabinete de Historia natural», en *Madrid, Ciencia y Corte*, CSIC, Madrid, 1999, pp. 247-251.

⁶⁷ A. LAFUENTE: «El Real Jardín Botánico», en *Madrid, Ciencia y Corte*, CSIC, Madrid, 1999, pp. 253-259; F. J. PUERTO SARMIENTO: «El Real Jardín Botánico de Madrid en tiempos del reinado de Carlos III», en *Carlos III y la Ciencia de la Ilustración*, Alianza, Madrid, 1999, pp. 247-261.

⁶⁸ J. LÓPEZ DE PEÑALVER: *Descripción de las máquinas del Real Gabinete*, Consejo Interministerial de Ciencia y Tecnología, Aranjuez, 1991; A. RUMEU DE ARMAS: *El Real Gabinete de Máquinas del Buen Retiro*, Fundación Juanolo Turriano/Castalia, Madrid, 1990; Íd.: *Ciencia y tecnología en la España Ilustrada. La Escuela de Caminos y Canales*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos/Turner, Madrid, 1980.

⁶⁹ A. RUMEU DE ARMAS: «La Real Escuela de Mineralogía de Madrid (1789-1808)», *Hispania*, 142, 1979, pp. 301-335.

de Eguía, Fausto y Juan José Elhuyar y Andrés del Río; y en las catalanas, Antonio Martí y Franqués, Francisco Santpons y Francisco Salvá y Campillo⁷⁰.

La expulsión de los jesuitas conllevó que algunos de sus centros de enseñanza pasasen al control de las sociedades económicas de amigos del país, y, junto a cátedras erigidas por los consulados de comercio, colegios náuticos de San Telmo de Sevilla y Málaga y la Escuela de Mecánica de la Junta de Comercio de Barcelona, constituyen la segunda línea de enseñanza, dotada de pragmatismo filoburgués que les llevó a enseñar disciplinas “útiles” y adaptadas al entorno económico: comercio, pilotaje, agricultura e idiomas, que complementaban los estudios básicos de doctrina cristiana, gramática, ortografía e historia. En algún caso aparecía el baile, como muestra de la inmutabilidad de la tradición incluso en los ambientes burgueses o filoburgueses⁷¹.

Sobre las sociedades económicas de amigos del país⁷² no resulta factible ahora profundizar en sus peculiaridades y cometidos, aunque sí indicar que fueron concebidas por los ilustrados como correas de transmisión para llevar a las capas populares su idea sobre la educación de los artesanos⁷³. Pensadas como una unidad de acción integrada (sin matices ni adaptación al medio), el pragmatismo de su ideario programático –que pretendía preparar a los trabajadores trascendiendo los sistemas tradicionales– perseguía el progreso del agro y las manufacturas. En cuanto al primero de estos objetivos, hubo casos en que la producción agraria salió fortalecida por las iniciativas generadas en las discusiones societarias, pero en lo referente a la artesanía el fracaso fue absoluto, a pesar de los cambios habidos durante el siglo. Tras la primera etapa en que surgieron talleres de hilatura concebidos como complemento a las reales fábricas, llegaron las escuelas patrióticas vinculadas a las sociedades de amigos del país, desembocando finalmente en las escuelas-fábrica⁷⁴, entidades financiadas por

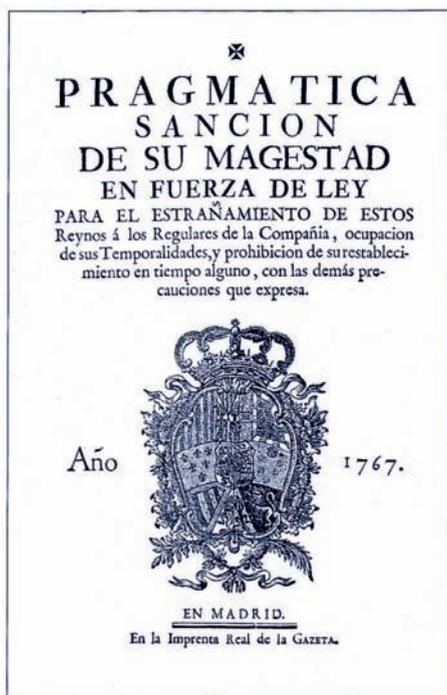
70 J. M. LÓPEZ PIÑERO, Th. GLICK, V. NAVARRO BROTONS y E. PORTELA MARCO: *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*, 2 vols., Península, Barcelona, 1983.

71 M. BABIO WALLS: *El Real Colegio seminario de San Telmo, 1681-1981. Bosquejo de su fundación*, Escuela Universitaria, Sevilla, 1981. I. GRANA GIL: *El Real Colegio Náutico de San Telmo de Málaga*, Universidad, Málaga, 1995.

72 De una bibliografía extensísima seleccionamos: G. ANES ÁLVAREZ: «Oposición a los “Amigos del País” en la España de finales del siglo XVIII», *Hacienda Pública Española*, 87, 1984, pp. 199-208; M. C. CALDERÓN ESPAÑA: *La Real Sociedad Económica Sevillana de Amigos del País: su proyección educativa, 1775-1900*, Universidad, Sevilla, 1993; P. DEMERSON *et alii*: *Las Sociedades Económicas de Amigos del País en el siglo XVIII. Guía del investigador*, Patronato J. M. Cuadrado, San Sebastián, 1974; J. FERNÁNDEZ PÉREZ: «La ciencia ilustrada y las Sociedades Económicas de Amigos del País», en *Carlos III y la ciencia...*, pp. 217-232; VV. AA.: *Las Reales Sociedades Económicas de Amigos del País y su obra*, CSIC, San Sebastián, 1972.

73 P. RODRÍGUEZ CAMPOMANES: «Discurso sobre las escuelas patrióticas», en *Apéndice a la educación popular de los artesanos*, Madrid, 1775, tomo 2, parte I, pp. XXX-CCXVI.

74 J. HELGUERA QUIJADA: «Asistencia social y enseñanza industrial en el siglo XVIII: el Hospicio y las Escuelas-fábricas de Alcaraz, 1774-1782», *Investigaciones Históricas*, 1, 1980, pp. 73-106.



2.6. Pragmática Sanción sobre el extrañamiento de los jesuitas de los territorios de la Corona de España, 1767. Con anterioridad fueron expulsados de Portugal, 1758-59, y de Francia, 1764; en 1768, de Nápoles y al año siguiente de Parma. Merced a diversas presiones (las de los agustinos y dominicos, entre otras), la Compañía fue disuelta por Clemente XIV en 1773. Bastión de la Iglesia en la Contrarreforma, los jesuitas fueron considerados por diversos políticos ilustrados como un obstáculo a los principios regalistas. Su atribuida responsabilidad en el motín de Esquilache dio el pretexto para su expulsión en España.

el Estado que en un supuesto futuro serían autosuficientes. El fallo primordial del sistema era su falta de flexibilidad, que no llegó a comprender la dificultad para que triunfaran estas iniciativas textiles en lugares que carecían de una industria dispersa previa.

No todas las Sociedades Económicas de Amigos del País desarrollaron un celo y una actividad similar: deben distinguirse las de Madrid, Valencia, Vergara y Zaragoza, que en diversa medida intervinieron en el desarrollo científico⁷⁵, mientras financiaban escuelas de primeras letras, talleres de hilado y colegios de náutica como el de Bilbao. La gran mayoría de estas sociedades tuvo una vida lánguida, al carecer de

⁷⁵ Las de Madrid, Zaragoza y Valencia analizaron iniciativas técnicas que llegaban al Consejo de Castilla; la zaragozana dotó cátedras de Economía Política (suscitando la enemistad de fray Diego José de Cádiz), Química y Matemáticas; y la de Vergara, dinamizó cátedras científicas donde trabajaron Chabaneau, Thumborg y los hermanos Elhuyar, descubridores del wolframio.

arraigo en el contexto social en el que fueron erigidas, fundamentalmente por la presión oficial.

Una característica de la Ilustración española fue la profusión normativa, cuya obsolescencia se producía a velocidad acelerada por la confluencia de circunstancias concatenadas: la necesidad de cambiar la realidad hispana para adecuarla al modelo europeo; la actividad febril y el personalismo de muchas figuras políticas; los conflictos de poder en las clientelas cortesanas y las disfunciones en la actividad institucional, en gran medida surgidas por conflictos de preeminencias. De estas motivaciones de base, esencialmente políticas y sociales y sólo subsidiariamente racionalistas, se deriva la decepción que produce analizar la documentación básica buscando referencias al avance científico y técnico, tanto en la que se refiere a las instituciones políticas y militares (lo que tiene una cierta lógica interna), cuanto la que concierne a la producción económica de carácter civil e intentos de modificación normativa que no llegaron a tomar cuerpo.

Por eso sólo nos detendremos en las "Instrucciones" que para la producción y prueba de los cordajes y lonas que se confeccionaban para la Marina realizó Jorge Juan en torno a 1750, ordenanzas que presentan una minuciosidad extrema y abarcan desde el análisis de la materia prima y su rendimiento económico hasta las pruebas a que eran sometidos los diversos fabricados. El protocolo, exhaustivo, describe cada prueba, las condiciones en que debía ser realizada, los instrumentos por utilizar y el esfuerzo máximo que debían soportar los materiales antes de su ruptura⁷⁶. Pero no abunda la normativa científica y técnica, siendo representativo a tal efecto un informe referido a la Academia de Primera Educación, cuyo articulado es sumamente prolijo en lo referente a temas de organización interna y absolutamente nimio en lo específico al proceso educativo⁷⁷.

III

LOS MEDIOS: INFORMACIÓN, HABILIDADES E INCENTIVACIÓN

Que la información es poder ya era perfectamente conocido por los políticos del XVIII; y una vez tomada la decisión de dinamizar la ciencia y la técnica, tras erigir la base institucional y promulgar la normativa precisa, acceder al saber europeo constituía la iniciativa inmediata, una tarea a la que se pusieron empleando todos los siste-

⁷⁶ AGS, Secretaría de Marina, legajo 319: «Reglamento de D. Jorge Juan para la fábrica de lonas. Carta de fecha 23 de diciembre de 1750»; «Reglas que se deben seguir en la construcción de la jarcia», El Ferrol, 20 de septiembre de 1751; y «Reglas que se deben observar en la construcción de las lonas de la Real Fábrica de Sada», El Ferrol, 21 de septiembre de 1751.

⁷⁷ (A)rchivo (H)istórico (N)acional, Estado, legajo 3215, libro I, expediente 220, año 1797: «Estatutos de la Real Academia de primera Educación y Reglamento de Escuelas de Primeras Letras», Madrid, 7 de junio de 1797.

mas a su alcance. El conocimiento se crea, se transfiere, se compra o se roba, y aunque a medio y largo plazo la primera vía es la más adecuada, presenta como inconveniente su excesiva lentitud, una limitación que nunca se adecua al deseo de los gobernantes, necesitados de realidades tangibles en el menor plazo posible. Como un ejemplo inicial de creación y cooperación científica existió la expedición francohispana de La Condamine, en la que Jorge Juan y Antonio de Ulloa hicieron sus primeras armas como científicos⁷⁸ iniciando una larga serie de viajes de trascendencia indudable⁷⁹. Tal fue el camino lento y costoso elegido para la ciencia, en el que destacaron especialmente los botánicos hispanos⁸⁰.

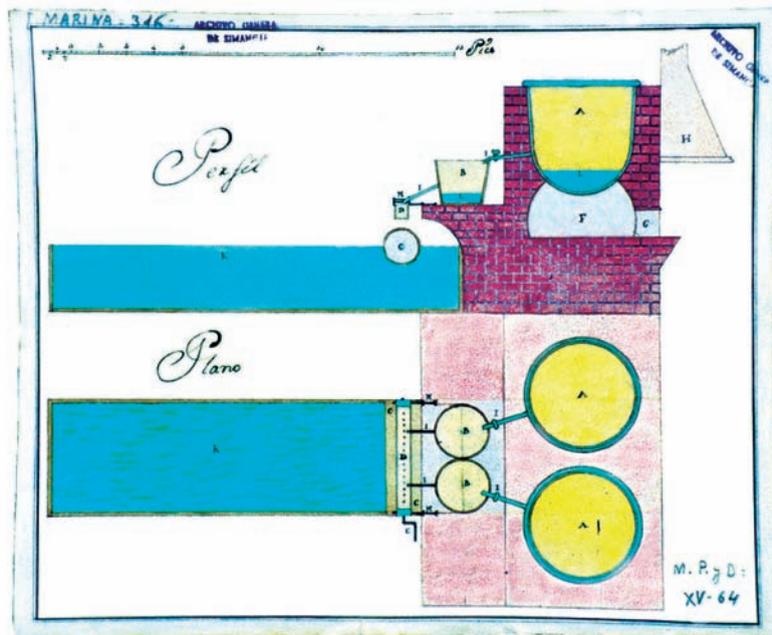
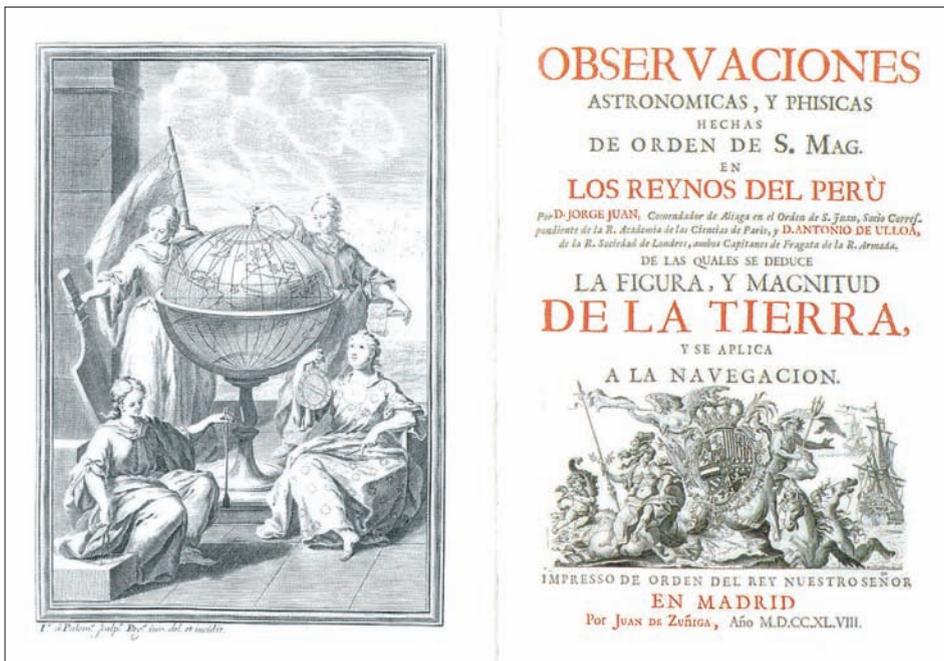
Para incorporar las innovaciones técnicas europeas se financiaron los viajes de estudio y las comisiones⁸¹, cuyos límites son difíciles de definir. En ambos casos era preciso disponer de los medios necesarios para sustentarse sobre el terreno y ése era uno de los cometidos de los agregados de embajada que recibían a los viajeros, los relacionaban con los medios científicos y técnicos del país y más tarde remitían sus informes por los canales diplomáticos. En tal ocupación las embajadas eran instrumentos de relación interestatal que permitían a los gobiernos amigos transferirse conocimientos y establecer vías de cooperación científica y técnica, aunque con el inconveniente de unos resultados bastante limitados. Para obviar tal dificultad, las legaciones disponían de otro personal cuya misión era obtener la transferencia de técnicas e inventos a cualquier precio y por cualquier medio, lícito o ilícito.

⁷⁸ M. CASADO ARBONIÉS: «Bajo el signo de la militarización: las primeras expediciones científicas ilustradas a América (1735-1761)», en *La ciencia española en ultramar...*, pp. 19-47.

⁷⁹ S. BERNABÉU ALBERT: «“Ya les vino el Plus Ultra”: las expediciones al Noroeste de América durante el reinado de Carlos III», en *La ciencia española en ultramar...*, pp. 287-299. M. LUCENA SALMORAL: «Las expediciones científicas en la época de Carlos III (1759-88)», en *La ciencia española en ultramar...*, pp. 49-63. M. P. GUTIÉRREZ LORENZO: «Expediciones en tiempos de Carlos IV», en *La ciencia española en ultramar...*, pp. 65-77. J. PIMENTEL IGEA: «La expedición de Malaspina en el Pacífico Sur (1792-1793): Ciencia y Política internacional durante la revolución Francesa», en *Actas del V Congreso de la Sociedad española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, tomo III, PPU, Murcia, 1991, pp. 1.483-1.492.

⁸⁰ M. FRÍAS NÚÑEZ: *Tras El Dorado vegetal. José Celestino Mutis y la real expedición botánica del nuevo Reino de Granada (1738-1808)*, Diputación, Sevilla, 1994; A. GOICOETXEA MARCAIDA: *La botánica y los naturalistas en la Ilustración vasca*, Real Sociedad Vascongada de Amigos del País, San Sebastián, 1990; J. F. QUINTANILLA: *Naturalistas para una corte ilustrada*, Doce Calles, Aranjuez, 1999; A. GONZÁLEZ BUENO y R. RODRÍGUEZ NOZAL: *Plantas americanas para la España ilustrada. Génesis, desarrollo y ocaso del proyecto español de expediciones botánicas*, Editorial Complutense, Madrid, 2000; X. LOZOYA.: *Plantas y luces en México. La real expedición científica a Nueva España (1787-1803)*, Ediciones del Serbal, Barcelona, 1984; Luis VILLAR (coord.): *Homenaje a Martín de Sessé y Juan del Castillo, naturalistas jacetanos del siglo XVIII*, Instituto de Estudios Altoaragoneses (DPH) e Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Huesca, 1993.

⁸¹ También hubo viajes internos para allegar datos referidos a flora, fauna, riquezas minerales y artísticas, pues, en cuanto a la ciencia y la técnica, el terreno por prospectar era totalmente baldío, y ellos lo sabían.



2.7. Entre la actividad científico-técnica y el espionaje: 1) Jorge Juan y Antonio de Ulloa: Observaciones Astronómicas, y Phisicas hechas de orden de Su Majestad en los Reynos del Perú, Madrid, 1748; 2) Plano de máquina para blanquear cera, enviado junto con modelo por Jorge Juan durante su misión como espía industrial en Londres (Archivo General de Simancas, M. P. y D. XV-64, Leg. Marina, 316).

El espionaje, tanto militar como técnico, tenía milenios de antigüedad, por lo que existían sistemas de contraespionaje en las naciones más avanzadas técnicamente, cuya actividad remarcan los viajeros al ponderar el peligro de sus misiones. Un paradigma de espía industrial fue Jorge Juan⁸², cuya actividad en el Reino Unido sobresalió por la información remitida y por sus gestiones para que cualificados artesanos emigrasen a trabajar a España⁸³. No obstante, ni éste, ni Ulloa, ni ninguno de cuantos les siguieron en tan peligrosa actividad lograron siquiera acercarse a lo considerado como la “tecnología punta” del momento: los cronómetros de Harrison para la Marina y la siderurgia del carbón mineral desarrollada por Darby⁸⁴.

Resulta tan interesante como curiosa la actividad de los espías, no sólo hispanos sino de todas las naciones, que se movían por las cortes europeas a la caza y captura de secretos militares e industriales, propiciando un “mercado” de innovaciones en el que se movían aventureros y timadores, que pretendían enriquecerse a costa de los agentes urgidos por sus gobiernos para conseguir resultados tangibles⁸⁵. La carencia de efectivo y la cautela de las autoridades hacían fracasar algunas tentativas fraudulentas, pero en Londres era vox pópuli que los enviados del rey de España eran, con gran diferencia, los más espléndidos entre los agentes europeos.

Se ha citado la deficiente formación científica que presentaban los universitarios y militares hispanos al comienzo de la centuria, pero no era menor el déficit de las obras de referencia e instrumentación⁸⁶. De hecho, la construcción y el manteni-

⁸² A. LAFUENTE y J. L. PESET REIG: «Política científica y espionaje industrial en los viajes de Jorge Juan y Antonio de Ulloa (1748-1751)», *Mélanges de la Casa de Velázquez*, XVII, 1981, pp. 233-262.

⁸³ Entre la maquinaria, instrumentos, mecanismos e instalaciones de las que el marino remitió noticias, dibujos, memorias detalladas e incluso modelos, figuran máquinas para la limpieza de fondos marinos; instrumentos e ingenios operativos en los arsenales británicos; diques, hornos, grúas, cabrestantes y otros diversos aparatos para arbolar y desarbolar navíos; máquinas para blanquear cera; modelos de arsenales y diques para carena de navíos. Múltiples informaciones, en AGS, Secretaría de Marina, legajo 316.

⁸⁴ En 1805 un circunstanciado informe de dos científicos españoles aseguraba formalmente la imposibilidad de conseguir arrabio utilizando carbón mineral como combustible para los altos hornos, afirmando que tal noticia no podía ser sino una intoxicación informativa de los servicios secretos de Su Graciosa Majestad para confundir a sus enemigos.

⁸⁵ Las tortuosas relaciones entre el espía español Dámaso de Latre y el aventurero, presuntamente italiano y noble, conde Baldini tienen tanto de novela de misterio como de folletín bufo. S. VILLAS TINOCO: «Epígonos de Jorge Juan y Antonio de Ulloa: sobre el espionaje español en Europa», en *Estudios en Homenaje a la Dra. M. I. Pérez de Colosía* (en prensa).

⁸⁶ El tema estaba relacionado con la deficiente formación teórica y práctica de los mecánicos y no era un problema exclusivamente hispano, pues grandes científicos del XVII (Galileo, Huygens, Leibniz, Pascal, Torricelli, Von Gericke) se fabricaban sus propios instrumentos; Newton, aunque con cierta renuencia, construyó su propio telescopio reflector, y Hooke comenzó como ayudante e instrumentista de sir Robert Boyle, porque el trabajo manual, por muy técnico que fuese, no figuraba entre las actividades honorables de un científico aristócrata.

miento de los instrumentos de precisión fue un problema constante durante toda la centuria, que no pudo resolverse pese a los intentos para montar la infraestructura correspondiente, bien trayendo a maestros para diseñarlos y construirlos, o enviando personal a Inglaterra para adquirir la formación precisa⁸⁷. Por eso, durante el siglo ilustrado la importación de instrumentos fue una constante de la Corte de Madrid, primero destinados a la Marina y el Ejército y luego a las instituciones científicas civiles, aunque a veces incluyó elementos para disfrute de la regia familia⁸⁸. Londres fue la principal fuente de abastecimiento, y la relación de proveedores y artículos forma una serie interminable⁸⁹, pudiéndose observar tres etapas diferenciadas: la primera corresponde al reinado de Fernando VI, que es la más estructurada y coherente; la segunda, a la década de 1760-70, como un período de reorganización; y finalmente la década de 1780, cuando las compras fueron masivas.

Junto a los instrumentos interesaban las obras de referencia; en este caso ignoramos cuáles fueron adquiridas, aunque sabemos las que concitaron la atención de Dámaso de Latre: libros de álgebra, astronomía, dióptrica, fortificación, hidrostática, historia natural, matemática, micrografía, óptica, ornitología y trigonometría, siendo de destacar, por la fecha de edición, un ejemplar de los *Principia* de 1726 y la colección de las *Philosophical Transactions*, entre 1672 y 1752⁹⁰. Con los instrumentos y libros se importaron útiles y herramientas, y junto a las bombas antiincendios y otras novedades técnicas, como un nuevo arado (del que no se obtuvo utilidad alguna, como ocurrió con inventos similares hispanos)⁹¹, llegaron algunas herramientas de carpintería que habían sido inventadas por los ebanistas del antiguo Egipto.

⁸⁷ A. SELLÉS: «El problema de la construcción de instrumentos náuticos en la España del Setecientos», en *Actas del V Congreso de la Sociedad...*, tomo III, 1991, pp. 1913-1927; y «La política de instrumentos científicos en la Marina de la Ilustración», en *Ciencia, Técnica y Estado...*, 1990, pp. 3-12. José María Baleato y Miguel Borges fallaron en el intento de establecer talleres para el Ejército y la Armada, y entre las razones del fracaso están la urgencia, que ocasionaba una deficiente formación, la jerarquización inherente a las iniciativas militares y la carencia de un mercado civil subsidiario que rentabilizase el esfuerzo inversor.

⁸⁸ AGS, Estado, legajo 8168. Una mesa y un estuche de dibujo para el Príncipe de Asturias; dos bombas anti-incendios para el servicio en los sitios reales; botas, suelas, pieles y calzones de punto para uso del príncipe y arañas de iluminación y otras piezas de cristal para el Real Servicio.

⁸⁹ AGS, Secretaría de Marina, legajo 319; Guerra Moderna, legajo 966. Entre los proveedores descuello el portugués Jean Hacynte de Maguellán; y entre los encargos, la construcción de un *cutter* que suscitó la desconfianza del Almirantazgo, por lo que la diplomacia debió actuar con la mayor diligencia.

⁹⁰ AGS, Guerra Moderna, legajo 966, «Londres, 22 de mayo de 1753. D. Dámaso de Latre. Remite relación de los mejores autores ingleses para las ciencias matemáticas».

⁹¹ Valgan de ejemplo la sembradora inventada por el presbítero Vicente Asensio o la vertedera con ruedas de Antonio Perla. J. FERNÁNDEZ PÉREZ: «Ciencia y técnica en la agricultura Ilustrada. Instrumentos y experiencias agronómicas», en *Ciencia, Técnica y Estado*, 1990, pp. 47-72.

Además de la información e instrumentación, se necesitaba el personal científico y técnico para montar el sistema de investigación y producción estable que constituía la meta final del programa de modernización, lo cual implicaba un problema añadido, pues a su vez estas personas precisaban una infraestructura básica en la que iniciar su tarea formativa, y salvo las instituciones militares citadas nada existía al respecto. En tanto que extranjeros⁹² algunos planteaban un problema ideológico, pues los territorios de Su Majestad Católica no podían recibir científicos y técnicos no católicos⁹³.

Mientras que entre los científicos⁹⁴ no hubo problemas de celos profesionales graves, entre los técnicos en construcción naval⁹⁵ se suscitaron en gran medida, hasta el extremo de que los tres principales fueron destinados a tres departamentos marítimos distintos para evitar disfunciones producidas por su antagonismo profesional⁹⁶. También hubo una difusión tecnológica forzada, por la aplicación a la industria de prisioneros de guerra⁹⁷; en conjunto, sus aportaciones técnicas pueden calificarse de positivas, mucho más teniendo en cuenta la desconfianza y prevención con que eran acogidos pese a contar con el beneplácito de las autoridades, que en más de una ocasión hubieron de intervenir para limar asperezas y suavizar el rechazo de los naturales del país, que se sentían lesionados en su tradicionalismo profesional y en sus intereses económicos⁹⁸.

La capacidad de realimentación del sistema se aseguraba con las publicaciones⁹⁹ que difundían los conocimientos adquiridos, cuestión que alcanzaba su culminación

⁹² S. VILLAS TINOCO: «Extranjeros en España y sus aportaciones a la ciencia y la técnica ilustradas», en *Los extranjeros en la España Moderna*, vol. II, Universidad, Málaga, 2003, pp. 781-791.

⁹³ AGS, Secretaría de Guerra Moderna, legajo 706. El informe que menciona tal dificultad corresponde a la primera mitad del XVIII, aunque a veces se impuso el pragmatismo acudiendo a subterfugios.

⁹⁴ Beaumont, Bowles, Cervi, Chabaneau, Godín, Herrgen, Jacobe, Proust, Rieger, entre quienes vinieron a trabajar en España; y Born, Nordonflicht y Werner, que instruyeron a viajeros españoles en sus cátedras de diversos países europeos.

⁹⁵ Bryant, Dowling, Hill, Mullan, Rooth y Seidel, entre otros, siendo el constructor Ricardo Rooth y su discípulo Mateo Mullan quienes plantearon mayores dificultades por el egocentrismo del primero.

⁹⁶ AGS, Secretaría de Marina, legajo 318, «Londres 11 de mayo de 1750». Correspondencia entre Ensenada, Jorge Juan y Cosme Álvarez entre el 24 de abril y el 30 de junio de 1750.

⁹⁷ A. GONZÁLEZ ENCISO: «Un modelo de difusión tecnológica: prisioneros ingleses en Sevilla en el siglo XVIII», en *Actas del I Congreso de Historia de Andalucía*, tomo I, M. de P. y C. de A. de Ronda, Córdoba, 1978, pp. 257-268.

⁹⁸ AGS, Secretaría de Marina, legajo 318. «Carta de Abreu a Ensenada, Londres 1.º de octubre de 1750». Como simple anécdota citaremos el encargo de Jorge Juan (desde Bolonia) a la embajada en Londres para localizar y embarcar en secreto dos criadas británicas para el servicio de los constructores precisados, que no se terminaban de aclimatar al entorno hispano.

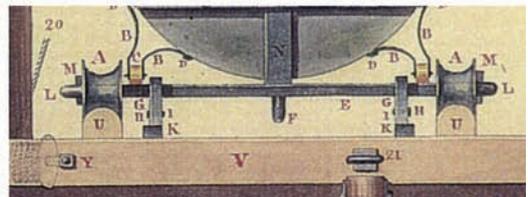
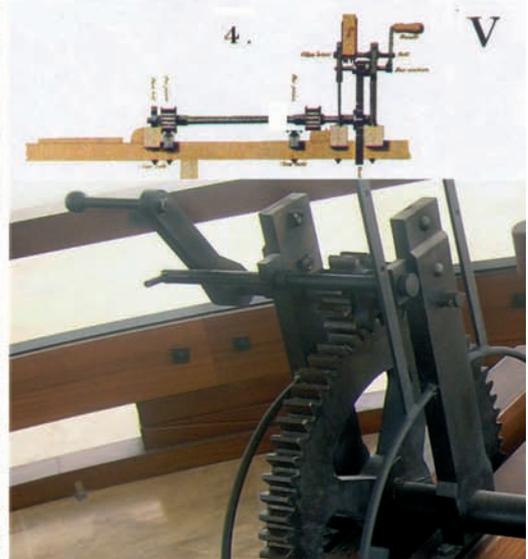
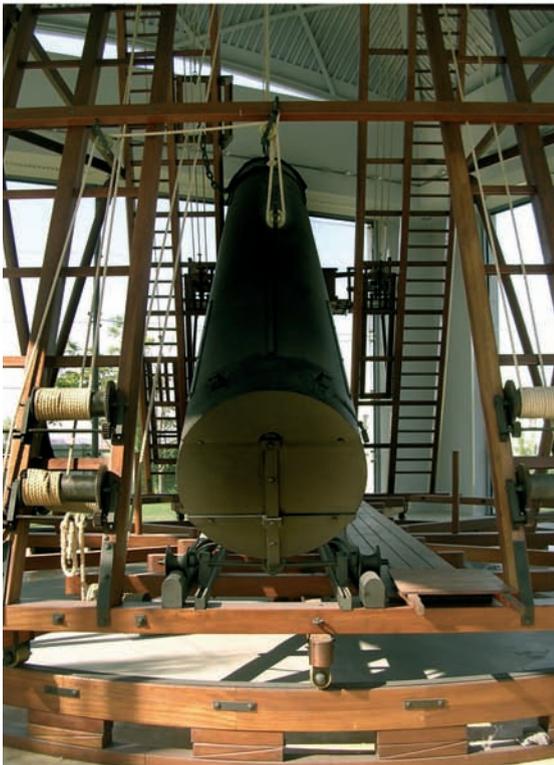
⁹⁹ F. AGUILAR PIÑAL: *Bibliografía de autores españoles del siglo XVIII*, 8 vols., CSIC, Madrid, 1981-1995; A. GONZÁLEZ-BUENO: «Impresores y lectores», en *Madrid, Ciencia y Corte*, CSIC, Madrid, 1999, pp. 283-289.



2.8. Ingeniero extraordinario (teniente). Uniforme del cuerpo, según el estado de fuerzas de 1785 (Brown Library, Rhode Island, EE.UU.), y portada de los Principios de fortificación (1772) de Pedro de Lucuze, director de la Real Academia Militar de Matemáticas establecida en Barcelona.

con aquellas obras, numéricamente escasas, en que la investigación autóctona superase el saber foráneo. Entre la gran cantidad de libros editados hay obras de todo tipo: estudios originales, traducciones científicas y técnicas, memorias informativas, etc., aunque interesa especialmente incidir en las circunstancias que rodeaban su aparición. Por una parte, proliferaron libros de militares y para militares, como los tratados de fortificación; es de notar la publicación de los ejercicios efectuados en la Escuela de Guardias de Corps, donde en 1752 ya se resolvían problemas relativos a la “Matemática sublime”, nombre con el que se denominaba al cálculo infinitesimal¹⁰⁰. Pero más que los logros es interesante abordar las dificultades para la publicación, entre las que destacan el secretismo oficial, las resistencias del medio y el escaso mercado para este tipo de libros. Ejemplo del primer caso son las *Noticias Secretas de América*, de Jorge Juan y Antonio de Ulloa, que no aparecieron hasta el siglo XIX en Inglaterra, aunque, al tratarse de una obra con un análisis real de la situación colonial, el supremo interés nacional aconsejó mantenerlo en secreto. Más difícil es comprender el ostracismo

¹⁰⁰ AGS, Secretaría de Guerra Moderna, legajo 3778.



2.9. El telescopio de Herschel, de 25 pies de largo, del Observatorio Astronómico de Madrid

En 1790 se iniciaron las obras del Real Observatorio Astronómico de Madrid, una de las últimas instituciones ilustradas fundadas en España. Estaba destinado a ser un centro de indagación y estudio de los movimientos celestes, de enseñanza teórica y práctica de la astronomía, de construcción de instrumentos y, junto con el Jardín Botánico y varios gabinetes, un referente cultural para la ciudadanía. Además de dar una imagen culta de la Monarquía, se encargaron al Observatorio tareas concretas y se le dotó del mejor telescopio de la época, construido por William Herschel.

Friedrich Wilhelm Herschel (1738-1822) fue el mejor constructor de telescopios de finales del siglo XVIII. Tras realizar varios de gran tamaño, llegó a la conclusión de que el mayor telescopio de alto rendimiento que era capaz de fabricar debía tener 25 pies (unos 7,5 m) de longitud y que debía dotarlo de un espejo de dos pies (unos 60 cm) de diámetro. Construyó este telescopio, y, según sus propias palabras: «[Urano] está mejor definido en este instrumento de lo que jamás he visto».

El encargo tuvo lugar en 1796 y costó al menos 300.000 reales, a los que habría que añadir el coste del transporte. Se encomendó al astrónomo y capitán de navío José de Mendoza y Ríos (1763-1816) seguir al detalle las fases de su construcción, documentar sus piezas y redactar instrucciones adecuadas para su montaje y uso. El telescopio desmontado salió de Londres en 1802, y la estructura, de unos 9 m de diámetro y otro tanto de altura, fue emplazada en los terrenos del Observatorio. La primera observación de la que se tiene noticia ocurrió en agosto de 1804. El telescopio sería destruido por las tropas francesas que ocuparon Madrid en 1808, pero los astrónomos salvaron los espejos y su documentación.

El telescopio tiene un diseño original de William Herschel, que empleaba un solo espejo metálico con el fin de reducir la pérdida de luz causada por su baja reflectividad. En el fondo del tubo se fijaba un gran espejo esférico que concentraba la luz en la boca de éste, donde se colocaba una lente ocular, por lo que el observador debía situarse en la galería. Un auxiliar de observación, desde una caseta auxiliar, tomaba nota de la secuencia de observaciones. Movimientos grandes, como son el giro de la estructura móvil o el cambio de la inclinación del tubo del telescopio, eran realizados por al menos dos ayudantes. La típica maniobra de ligera oscilación de la inclinación del tubo, que permitía explorar una zona del cielo aprovechando el giro aparente de éste, la efectuaba uno de los ayudantes mediante un cabrestante desde la caseta.

En 1997 la Dirección del Observatorio Astronómico Nacional se planteó la posibilidad de reconstruir a tamaño real este telescopio, al disponer de los planos y cuadernos que Mendoza redactó. Tras realizar un estudio de viabilidad, un proyecto detallado y una maqueta, se construyó la réplica del telescopio y en el año 2004, coincidiendo con el bicentenario de su primera luz, fue instalado en un nuevo pabellón del Observatorio.

Los procesos de documentación y de reconstrucción del telescopio fueron especialmente instructivos al permitir apreciar al detalle la complejidad del instrumento, la adecuación de las soluciones adoptadas en su época, descubrir alguna deficiencia e inconsistencia en los planos y apreciar la utilidad de los cuadernos de Mendoza, en que se describen las piezas y maniobras, para despejar éstas y otras dudas que surgieron. El sistema óptico también fue reconstruido, realizándose la maniobra de instalación del espejo según se describe en los planos y cuadernos. Sólo la alineación final del sistema óptico se realizó con técnicas actuales.

Pere Planesas (Observatorio Astronómico Nacional)

Bibliografía: El gran telescopio de W. Herschel del Observatorio Astronómico Nacional, 1978, Instituto Geográfico Nacional.

(Las imágenes de los planos pertenecen a la documentación enviada por José de Mendoza y Ríos desde Londres, Observatorio Astronómico Nacional, Madrid. Fot.: M.S.S. y P.P.B.).

que padeció otra obra náutica de la plenitud de Ulloa¹⁰¹, que mostraba su profundo conocimiento de la Marina de su época, aunque sin desvelar ningún secreto militar ni político.

Los intereses corporativos de los albéitares parecían estar amenazados por un pequeño manuscrito cuyo autor intentó imprimirlo infructuosamente durante ocho años, sin recibir más que dilaciones de Floridablanca, quien se excusaba con que el tema era de la competencia del Consejo de Guerra (por la materia del tratado) o bien del Supremo de Castilla, como instancia que debía aprobar todas las publicaciones¹⁰². La tercera causa devenía de la inanidad científica del país en su conjunto, donde el mercado para la obra de José Radón denominada *Lecciones de Matemáticas*, que había tenido un alto costo de publicación institucional, era tan sumamente escaso que los ejemplares que sobraron se regalaron al autor como compensación a su esfuerzo creativo¹⁰³.

Este tipo de remuneración no podía revitalizar el interés por la técnica, por lo que esto debía intentarse mediante sistemas más alentadores: la promoción profesional y social, los beneficios mercantiles y los premios en metálico. El primero era la vía más idónea para los nobles, los militares y los oficiales de la Administración, que mejoraban su estatus mediante su competencia profesional e ingenio técnico, pues tanto la nobleza de privilegio como los oficiales de las secretarías vivían en auténtica simbiosis con el sistema ilustrado, en el cual los méritos personales podían rivalizar, al menos en cierta medida, con las consolidadas clientelas políticas. Por cuanto se refiere a los militares, debe recordarse que no existía una “carrera a la vista”, por lo que todos eran sometidos a continuas altas y bajas en su currículum profesional en función de las necesidades del Ejército¹⁰⁴, con lo cual las habilidades técnicas demostradas suponían un cierto plus de seguridad para el mantenimiento de los empleos y la promoción en la milicia. También sabemos que varios de los antiguos militares/espías finalizaron su vida activa dedicados a tareas administrativas de la Secretaría de Marina, lo

¹⁰¹ J. HELGUERA QUIJADA: «Estudio Introductorio», en *La Marina: fuerzas navales de Europa y costas de Berbería*, de Antonio de Ulloa, Universidad, Cádiz, 1995.

¹⁰² AHN, Estado, legajo 3182, caja 2, libro 5, expediente 160, «Tratado sobre el mecanismo de las partes del pie del caballo. 1781-1792». Hubo decenas de casos en que Floridablanca, desde la Primera Secretaría de Estado, tomaba decisiones mucho más comprometidas, siempre y cuando el proponente viniese avalado por padrinos influyentes; y en este caso se trataba de un pobre inválido de guerra sin apoyo alguno.

¹⁰³ AHN, Estado, legajo 3182, caja 1, libro 1, expediente 96, documento 1, «Impresión de una obra de matemáticas. 1799».

¹⁰⁴ F. ANDÚJAR CASTILLO: *Los militares en la España del siglo XVIII. Un estudio social*, Universidad, Granada, 1991; y «La situación salarial de los militares en el siglo XVIII», en *Ejército, ciencia y sociedad en la España del Antiguo Régimen*, I. Juan Gil Albert, Alicante, 1995, pp. 87-109. M. GÓMEZ RUIZ y M. ALONSO JUANOLA: *El Ejército de los Borbones*, 4 vols., Ministerio del Ejército, Madrid, 1989-1995.



2.10. Observatorio Astronómico de la Armada en Cádiz. *Importantísima institución científico-técnica impulsada por el ilustre marino Jorge Juan y Santacilia.*

que implicaba seguridad personal y el sustento familiar una vez que sus circunstancias personales les retiraban del servicio activo en los ejércitos de Su Majestad.

Para los civiles, una patente de invención¹⁰⁵ que viniese a premiar su ingenio podía ser la solución ideal para la supervivencia, aunque para la segunda mitad de la centuria los monopolios o “estancos” chocaban frontalmente con las ideas e impulsos librecambistas que se iban imponiendo en la economía política española, al tiempo que la perpetuación temporal de los privilegios planteaba tantas dificultades legales como límites ponía al ingenio y utilidad públicas¹⁰⁶. También existía la costumbre de otorgar apoyo financiero para obras de méritos contrastados, cuyos autores no podían editarlas por carecer de los medios necesarios¹⁰⁷.

¹⁰⁵ J. P. SÁIZ GONZÁLEZ: *Invención, patentes e innovación en la España Contemporánea*, Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 1999.

¹⁰⁶ AHN, Estado, legajo 2944, libro 6, expediente 442, años 1775 y 1778.

¹⁰⁷ De entre una enorme diversidad de casos citaremos el *Tratado de Geometría descriptiva* del ingeniero Jaime Sicre: AGS, Secretaría de Guerra Moderna, legajo 3.778, petición al Excmo. Sr. duque de Montemar fechada en Pamplona el 28 de junio de 1740; y las *Lecciones prácticas de Agricultura y Economía* de Vicente del Seijo: AHN, Estado, legajo 3215, caja 1, expediente 221, «Lecciones prácticas sobre economía del campo. 1798».

IV

LAS GARANTÍAS DEL SISTEMA

Cualquier modelo productivo que aspire a una mínima eficiencia necesita prever unos elementos internos de control que aseguren la rentabilidad de las inversiones y la operatividad del proceso en cada una de sus fases. Tales cautelas implican diseñar una organización, controlar la producción detectando las disfunciones, errores técnicos y posibles fraudes, así como garantizar que las innovaciones e invenciones no sean copiadas o saboteadas desde el exterior.

Con referencia a la planificación, ya desde la primera mitad del siglo hubo unas normas detalladas para realizar las comisiones de servicio y las tareas de inspección de los militares en los centros de producción, donde se ponía cuidado para que la diferencia de estatus entre visitante y visitados –lo que no era infrecuente– fuese provisionalmente alterada en beneficio del real servicio. Incluso las ordenanzas emanadas de importantes autoridades técnicas eran analizadas por unos subordinados que estaban obligados a dar cuenta de las deficiencias o disfunciones que observaran en ellas. Ya hemos expuesto la exhaustividad de los reglamentos de fabricación y las pruebas de resistencia establecidas por Jorge Juan, y en su crédito debemos recordar que fueron mantenidas en vigor incluso cuando las técnicas de construcción naval británica que él propició fueron sustituidas por el modelo francés implantado en tiempos de Carlos III.

Como elementos de seguridad, muy pronto fueron establecidos pasaportes para controlar el personal militar y civil que viajaba entre los departamentos marítimos, y también fueron sometidos a información reservada familias de asentistas con simpatías filobritánicas¹⁰⁸, a quienes denunciaban sus vecinos como desafectos al sistema. Más tarde se implantaron sistemas de contraespionaje en los arsenales y maestranzas, lo que implica que su nivel técnico debía ser lo suficiente elevado como para suscitar el interés de otras potencias europeas. El habitual control de los visitantes y la estrecha vigilancia de los trabajadores fueron complementados con barcas dotadas de guardias armados que durante la noche patrullaban la embocadura de las instalaciones para evitar la acción de posibles espías y sabotadores¹⁰⁹. Igualmente trataron de erradicar las disfunciones y los enfrentamientos que surgían entre los departamentos marítimos, muy celosos de su autonomía, al mismo tiempo que se inventariaba la materia prima de las fundiciones de bronce, donde el defectuoso abastecimiento de

¹⁰⁸ AGS, Secretaría de Guerra Moderna, año 1727. Carta desde Barcelona en que el marqués de Resburg solicita del ministro Castelar un pasaporte para que Esme Janot pasase a la Corte. AGS, Secretaría de Marina, legajo 660. Carta de D. Joseph del Campillo al Excmo. Señor D. Joseph Patiño, fechada en Guarnizo a 16 de septiembre de 1726.

¹⁰⁹ AGS, Secretaría de Marina, legajo 319. Cartas fechadas en Aranjuez, Madrid y Cádiz entre el 20 de abril y el 12 de junio de 1751.

cobre y estaño impedía a los asentistas cumplir los cupos que les exigían los contratos, motivo por el cual se les obligaba a transferirse materia prima entre ellos.

La meticulosidad del control se manifiesta en los múltiples y detallados informes que fluían a Madrid desde todas las contratas que la administración tenía establecidas con los artesanos civiles, tanto quienes trabajaban en instalaciones castrenses como los que producían en sus talleres particulares¹¹⁰. La velocidad con que se remitían, recibían, analizaban y contestaban es asombrosa, tanto como la diversidad de temas abordados, que abarcaban desde la calidad de la materia prima, el análisis comparativo entre dos fabricados similares, los métodos para coser el velamen, formas de tejer la lona, estado de los telares y diferentes sistemas para el tintado de los hilos, hasta el número y la distribución de los obreros que estaban a cargo de un mayoral.

Frente a lo indicado, se deben reflejar dos circunstancias negativas que a nuestro entender tuvieron gran importancia en el desarrollo de la técnica civil. En primer lugar hay que reconocer que la mayoría de la documentación aparecida es de carácter militar, sin que nos haya sido factible encontrar una correspondencia similar referida a fábricas de carácter civil; y aunque consta que en éstas también existieron contro-



2.11. Palacio Real para la Compañía de Cadetes del Real Cuerpo de Artillería. En el Alcázar segoviano se instaló en 1764, bajo el mando del conde de Gazola, el Real Colegio de Artillería. Junto a las academias de guardiamarinas de Cádiz, Cartagena y Ferrol, y las academias de matemáticas (especialmente ingenieros) de Barcelona, Ceuta y Orán, la de Artillería de Segovia ha permitido afirmar que la ciencia ilustrada fue una ciencia militarizada. En el seno del Colegio estuvo el principal de los laboratorios químicos hispanos, en el que trabajó Louis Proust en una de las primeras leyes de la química moderna (fot.: M.S.S.).

¹¹⁰ P. MOLAS RIBALTA: «La política del tinte en la España del siglo XVIII», *Espacio, Tiempo y Forma*, serie IV, 7, 1994, pp. 55-67; y «L'Etapa final del consolat del Pont de Campdera. Un tribunal tècnic de la indústria drapera a Barcelona», *Pedralbes*, 1989, 139-155.



2.12. Real Instituto Asturiano de Náutica y Mineralogía de Gijón (1794). Diseñado por Juan de Villanueva, su impulso creador fue una persistente labor de Gaspar Melchor de Jovellanos. A mediados del siglo XIX, en este edificio se instaló la Escuela Superior Industrial de Gijón, donde se cursó la carrera de ingeniero industrial, hasta 1860 en que los estudios fueron clausurados.

les¹¹¹, aparecen en escasa cantidad y con mucha menor efectividad. Secundariamente, la exhaustividad informativa corresponde a la época de Ensenada y Jorge Juan, decreciendo luego en lo que respecta a los aspectos técnicos, aunque no tanto en los administrativos.

V

HACIA UN BALANCE DE RESULTADOS

Si al iniciarse el siglo ilustrado la ciencia y la técnica modernas sólo existían en España a nivel testimonial –la primera– y potencial –la segunda–, en la penúltima década de esa misma centuria algunas disciplinas científicas y ciertas especialidades técnicas se situaban en pie de igualdad con los mejores referentes europeos, pese a lo cual durante el siglo XIX el desfase tecnocientífico entre España y Europa era incluso

¹¹¹ AHN, Estado, legajo 3215, caja 2, libro 8, expediente 249. «Crisoles con lápiz-plomo de la mina de Marbella. 1784». E. LLUCH: «Juan López de Peñalver en los orígenes de la economía matemática», en *Escritos de López de Peñalver*, Instituto de Cooperación Iberoamericana, Quinto Centenario, Antoni Bosch e Instituto de Estudios Fiscales, Madrid, 1992, pp. XIII-CXXXIV.

superior al que existía cien años antes, como consecuencia directa de los caóticos reinados de Carlos IV y Fernando VI y de las nefastas circunstancias en las que tuvo lugar el final del Antiguo Régimen en España.

El juicio que nos merecen los resultados obtenidos por la dinamización ilustrada de la ciencia y la técnica resulta muy distinto si lo efectuamos en función de tres puntos de vista netamente diferenciados:

- A Desde un planteamiento específicamente político, partiendo de los objetivos gubernamentales y estableciendo en qué medida éstos fueron conseguidos.
- B Considerando exclusivamente la óptica económica, comparando la inversión efectuada y los beneficios obtenidos.
- C Si analizamos objetivamente el nivel científico y técnico del reino al inicio y al final de la centuria ilustrada, teniendo en cuenta además su proyección posterior.

En el primer caso, y asumiendo que no hubo una dinámica inversora de similar intensidad durante toda la centuria, ni tampoco una estrategia a largo plazo, aparece un acusado paralelismo entre las propuestas y las realizaciones, muy especialmente en la primera mitad de la centuria, con total seguridad por lo que se refiere al sector militar y con bastantes reservas en cuanto a la sociedad civil, pues parece como si esta última no se hubiese sentido concernida por el dinamismo oficialmente impulsado.



2.13. Primer lanzamiento de un globo aerostático en España. Agustín de Betancourt dirigió la operación con uno de 1,96 m de diámetro en tafetán barnizado. Fue lanzado en presencia del monarca en la Casa de Campo, en Madrid, en noviembre de 1783, mismo año en que los hermanos Montgolfier realizaron sus importantes lanzamientos (A. Carnicero, Museo del Prado).

El segundo plano implica una grave limitación, pues la reflexión debe realizarse en un nivel estrictamente cualitativo, ya que resulta imposible cuantificar la inversión: ni existe un presupuesto detallado que nos informe de lo gastado en ciencia y en técnica ni tampoco resulta factible desglosar tales conceptos a partir de unos gastos militares que superaban el 50% de la inversión estatal. Además, este planteamiento podría incurrir en un gravísimo error de partida, pues *mutatis mutandis*, y utilizando el lenguaje actual, una gran parte de las iniciativas deberían considerarse como “empresas públicas”, y éstas no miden su rentabilidad en términos de beneficio económico sino en relación con las estrategias globales de gobierno o, expresado en términos del XVIII, en función de la “Razón de Estado”, para la que, sin duda, el gasto resultó muy eficaz.

El tercer aspecto tampoco resulta fácil de elucidar, pues, aunque racionalmente no es posible discutir los avances dieciochescos, sí es lícito establecer la relación entre la enorme inversión efectuada y la escasa consolidación de las estructuras científicas y técnicas, sobre todo al constatar la paupérrima evolución tecnocientífica posterior. No obstante, parece que algunos de los negativos juicios que a este respecto han sido emitidos están más relacionados con una visión “internalista” de la ciencia y la carencia de eminentes científicos hispanos durante la Ilustración y el Romanticismo, que con un análisis de la realidad estructural española de los siglos XVIII y XIX.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR PIÑAL, F.: *Bibliografía de autores españoles del siglo XVIII*, 8 vols., CSIC, Madrid, 1981-1995.
- ANDÚJAR CASTILLO, F.: *Los militares en la España del siglo XVIII. Un estudio social*, Universidad, Granada, 1991.
- ANES ÁLVAREZ, G.: «Oposición a los “Amigos del País” en la España de finales del siglo XVIII», *Hacienda Pública Española*, 87, 1984, pp. 199-208.
- AYALA-CARCEDO, F. J.: *Historia de la Tecnología en España*, 2 vols., Valatenea, Barcelona, 2001.
- BABIO WALLS, M.: *El Real Colegio seminario de San Telmo, 1681-1981. Bosquejo de su fundación*, Escuela Universitaria, Sevilla, 1981.
- BALAGUER PERIGUEL, E.: «La ciencia y la técnica», en *Historia General de España y América*, Tomo X-1 (*La España de las reformas. Hasta el final del reinado de Carlos IV*), Rialp, Madrid, 1983, pp. 177-231.
- CAPEL, H.; SÁNCHEZ, J. E. y MONCADA, O.: *De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los Ingenieros militares en el siglo XVIII*, Serbal-CSIC, Barcelona, 1988.

- CAPEL, H.: «Sobre ciencia hispana, ciencia criolla y otras ciencias europeas. (A manera de síntesis del coloquio)», *Asclepio*, XXXIX, 1987-2, pp. 317-336.
- DÍEZ TORRE, A. L.; MALLO, T. y PACHECO, D.: «Introducción», en *De la Ciencia Ilustrada a la Ciencia Romántica*, Doce Calles, Aranjuez, 1995.
- FRÍAS NÚÑEZ, M.: *Tras El Dorado vegetal. José Celestino Mutis y la real expedición botánica del nuevo Reino de Granada (1738-1808)*, Diputación, Sevilla, 1994.
- GÓMEZ RUIZ, M. y ALONSO JUANOLA, M.: *El Ejército de los Borbones*, 4 vols., Ministerio del Ejército, Madrid, 1989-1995.
- GONZÁLEZ-BUENO, A.: *Plantas americanas para España. Génesis, desarrollo y ocaso del proyecto español de expediciones botánicas*, Editorial Complutense, Madrid, 2000.
- GUIRAO DE VIERNA, A.: «Clasificación de las expediciones españolas a América durante el siglo XVIII según su finalidad y disciplina científica», en *La Real Expedición botánica a Nueva España*, 1987.
- IGLESIAS, M. C. (dir.): *Nobleza y Sociedad en la España Moderna*, Fundación Central Hispano, Oviedo, 1997.
- KAMEN, H.: *La guerra de Sucesión en España (1700-1715)*, Grijalbo, Barcelona, 1974.
- LAFUENTE, A. y SELLÉS, M. A.: *El Observatorio de Cádiz*, Ministerio de Defensa, Madrid, 1988.
- LÓPEZ DE PEÑALVER, J.: *Descripción de las máquinas del Real Gabinete*, Consejo Interministerial de Ciencia y Tecnología, Aranjuez, 1991.
- MARAVALL, J. A.: «El principio de la utilidad como límite de la investigación científica en el pensamiento ilustrado», en *Estudios de Historia del pensamiento español. Siglo XVIII*, Mondadori España, Madrid, 1991, pp. 476-488.
- MORALES MOYA, A.: *Poder político, economía e ideología en el siglo XVIII español: la posición de la nobleza*, Universidad Complutense, Madrid, 1983.
- PINO DÍAZ, F. del: «Utilidad y honor nacional en la Política Científica Ilustrada», en *Ciencia, Técnica y Estado*, Min. de Educación y Sociedad Española de Historia de las Ciencias, Madrid, 1990, pp. 31-43.
- RODRÍGUEZ CAMPOMANES, P.: «Discurso sobre las escuelas patrióticas», en *Apéndice a la educación popular de los artesanos*, Madrid, 1775, tomo 2, parte I, XXX-CCXVI.
- RUMEU DE ARMAS, A.: *Ciencia y tecnología en la España Ilustrada. La Escuela de Caminos y Canales*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos/Turner, Madrid, 1980.
- El Real Gabinete de Máquinas del Buen Retiro*, Fundación Juanelo Turriano/Castalia, Madrid, 1990.
- SÁIZ GONZÁLEZ, J. P.: *Invención, patentes e innovación en la España contemporánea*, Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 1999.

SALA CATALÁ, J.: «La Ciencia en las expediciones de límites hispano-portuguesas. Su proyección internacional», *Dynamis*, 12, 1992, pp. 23-33.

SÁNCHEZ RON, J. M.: «Introducción», en *Ciencia y Sociedad en España: de la Ilustración a la Guerra Civil*, El Arquero/CSIC, Madrid, 1988.

VILLAS TINOCO, S.: «Extranjeros en España y sus aportaciones a la ciencia y la técnica ilustradas», en *Los extranjeros en la España Moderna*, vol. II, Universidad, Málaga, 2003, pp. 781-791.

VOLTES BOU, P.: *La Guerra de Sucesión*, Planeta, Barcelona 1990.

VV. AA.: *La Academia de Matemáticas de Barcelona. El legado de los ingenieros militares. 1720-1803*, Inspección General del Ejército, Barcelona, 2004.

ÍNDICE ABREVIADO DEL VOLUMEN II

EL SIGLO DE LAS LUCES. DE LA INGENIERÍA A LA NUEVA NAVEGACIÓN

Presentación: Del agotamiento renacentista a una nueva ilusión	9
1. La renovación de la actividad científica en la España del siglo XVII y las disciplinas físico-matemáticas. <i>Víctor Navarro Brotons</i>	33
2. Ciencia, técnica y poder. <i>Siro Villas Tinoco</i>	75
3. Sobre la institución y el desarrollo de la ingeniería: Una perspectiva europea. <i>Irina Gouzevitch y Hélène Vérin</i>	115
4. Institucionalización de la ingeniería y profesiones técnicas conexas: misión y formación corporativa. <i>Manuel Silva Suárez</i>	165
5. Consideraciones sobre el léxico “técnico” en el español del siglo XVIII. <i>Pedro Álvarez de Miranda</i>	263
6. La arquitectura de arquitectos e ingenieros militares: diversidad de lenguajes al servicio del despotismo ilustrado. <i>Arturo Ansón Navarro</i>	291
7. Ciencia, técnica e ingeniería en la actividad del cuerpo de ingenieros militares. Su contribución a la morfología urbana de las ciudades españolas y americanas. <i>Horacio Capel Sáez</i>	333
8. Ingeniería y obra pública civil en el Siglo de las Luces. <i>Juan José Arenas de Pablo</i>	383
9. La política de construcción de canales. Una aproximación. <i>Guillermo Pérez Sarrión</i>	429
10. La fortificación española en los siglos XVII y XVIII: Vauban, sin Vauban y contra Vauban. <i>Fernando Cobos Guerra</i>	469
11. Navegación e hidrografía. <i>Manuel Sellés García</i>	521
12. Construcciones, ingeniería y teóricas en la construcción naval. <i>Julián Simón Calero</i>	555