

CIENCIA Y TÉCNICA EN LA ESPAÑA ILUSTRADA

SIRO VILLAS TINOCO
ACADÉMICO CORRESPONDIENTE

RESUMEN

De Juan de Cabriada a Fernando VII la ciencia y la técnica en España completó un ciclo que la llevó a alcanzar unas cotas de brillantez extraordinaria para hundirse de nuevo en la mediocridad y la rutina. Tal renacer se debió al tesón de unos políticos ilustrados y al esfuerzo de unas mentes brillantes, que lucharon contra el poder -residual pero imponente- de la “Tradicición” y del inmovilismo mental. Pero esta visión, tan lineal y exacta como sintética, tuvo muchas e importantes facetas que se analizan en este Discurso.

PALABRAS CLAVE: Siglo XVIII; Ilustración española; Historia de la Ciencia y de la Técnica; Política científica Ilustrada;

ABSTRACT

From Juan de Cabriada to Ferdinand VII the development of science and technique in Spain completed a cycle which reached a peak of extraordinary splendour to sink again in the depths of mediocrity and routine. This renaissance was due to the perseverance of enlightened politicians and the effort of brilliant minds that confronted the residual but overpowering power of “Tradition” and mental immobility. This foresight, as lineal and exact as synthetical, was endowed with many important facets which are analysed in the present essay.

KEYWORDS: Eighteenth century; Spanish Enlightenment; History of Science and Technique; Enlightened scientific policy.

Reza un refrán castellano que “de bien nacidos es ser agradecidos” y no quiero iniciar esta exposición sin testimoniar mi gratitud a los Ilmos. Srs. D. Rafael Vázquez Lesmes, D. José Cosano Moyano y D. José Manuel Escobar Camacho quienes me propusieron como Académico Correspondiente en Málaga, así como al conjunto de este Cuerpo Académico que de forma unánime aprobó la concesión del honor que hoy me ubica entre Vds.

A todos les expreso mi más profundo reconocimiento, junto a la promesa formal de corresponder en la medida de mis posibilidades. Y cumplo mi débito estatutario

con una síntesis de los trabajos de la última de las cuatro líneas de investigación que han orientado mi profesión de historiador durante más de tres décadas: la ciencia y la técnica en la España Moderna y más específicamente durante el siglo ilustrado.

Hacia la mitad del siglo XVII los estudios científicos y las realizaciones técnicas en la Monarquía Hispánica descendieron a una cota mínima que contrasta fuertemente con su situación durante los Austrias Mayores, época de la que un historiador henchido de fervor patriótico aseguró que Europa había aprendido a navegar en libros españoles, afirmación que despojada de carga hiperbólica no dejaba de ser cierta en buena medida.

Pero la norma filipina que prohibió a los regnicolas estudiar en las universidades europeas -salvo en contados centros incontaminados por la herejía-; el cambio de ciclo económico, las crisis políticobélicas, la drástica disminución de la plata americana, la sobrepresión fiscal y la cerrazón ideológica de la sociedad, conllevaron una involución ideológica del pensamiento oficial que no empezó a quebrarse hasta que en 1687 Juan de Cabriada publicó su célebre *Carta Philosophica Medico-Chimica*, el manifiesto europeísta que pronto se transformó en banderín de enganche para los “Novatores”, un reducido grupo de intelectuales que recibió este peyorativo nombre por parte de la ciencia oficial.

Tras una lucha titánica, a finales del XVIII los científicos españoles -y en menor medida los técnicos- se comparaban casi en pie de igualdad con los referentes europeos, aunque pronto volvieron a la mediocridad y la rutina. Esa imaginaria curva sinusoidal tiene indudable relación con la evolución de las estructuras política, económica, social e ideológica del Estado, aunque al referirse a la ciencia y la técnica la gráfica presenta una dinámica propia cuyos elementos más significativos intentaré poner de manifiesto.

En algún momento -aun no claramente definido- de finales del siglo XVII, la Monarquía Católica se repuso de las múltiples y calamitosas vivencias seculares que la habían afectado, pero siguió careciendo de las personas y de las ideas que galvanizasen su sentido del Estado y dinamizasen su remanente potencialidad material. El impulso inicial para la transformación le llegó del exterior, bajo la forma de una cruenta guerra civil y con la instauración de la dinastía borbónica que aportaba nuevas ideas, formas e instrumentos de gobierno, no tanto en lo que concernía a los cambios sociales cuanto a nuevas maneras de actuar políticamente, mucho más dinámicas y efectivas. Una tarea llevada a efecto por equipos ministeriales ilustrados que -con el imprescindible apoyo real-, afrontaron la tarea de reformar todo lo reformable, contra la férrea resistencia de la inmensa mayoría de los estamentos eclesiástico y nobiliario y sin contar tampoco con el apoyo -ni siquiera con la comprensión- de una masa popular igualmente refractaria a todo cambio.

La dinámica de la guerra determinó que las transformaciones comenzaran por el ejército y como consecuencia la evolución científica tuvo un carácter tan marcado que ha sido calificada como una “ciencia militar”, lo cual no implica que todos los mandos participasen con entusiasmo y efectividad en las nuevas directrices. Pero es indudable que las Secretaría de Estado y del Despacho de Marina e Indias, inició un camino que pronto seguirían la Superintendencia de Hacienda, el Consejo de Castilla, la Intendencia General de Marina y los Departamentos Marítimos. Y bajo esta nueva superestructura político-administrativa se tejió un entramado de “oficinas” o despachos dedicados a proyectar, supervisar el desarrollo y valorar los resultados de un numeroso, complejo y muy diverso conjunto de iniciativas destinadas a recuperar el lugar preeminente que la Monarquía Católica había ostentado en Europa.

La innovación científica obligaba a invertir ingentes cantidades, pero sin que llegaran a concitar la oposición de los tradicionalistas y sin duda las “necesidades de la guerra” contaban -por muy diversas razones e intereses- con la anuencia de los grupos sociales privilegiados cuya opinión tenía peso específico en el Estado. Fue por eso por lo que una vez terminada la Guerra de Sucesión la Armada y la Artillería coparon muy cuantiosas inversiones, ya que para todos resultaba evidente que el respeto internacional sólo se conseguía y se mantenía por la fuerza de las armas. Aunque el gasto nunca podrá ser cuantificado, no cabe la menor duda de que fue enorme pues así lo afirmaban con conocimiento directo tanto Cristiano Herrgen: “Las sumas enormes que España gasta en fomentar la ciencia no se aplican en ningún lugar del mundo a estos fines”, como Alejandro de Humboldt: “Ningún gobierno ha invertido sumas mayores para adelantar el conocimiento de las plantas que el gobierno español [que] ha enriquecido los dominios de la ciencia con más de cuatro mil nuevas especies”.

Quienes impulsaron la innovación del sistema científico, técnico y productivo idearon nuevas diversas vías para obtener la efectividad pragmática y así unas veces las iniciativas se orientaron a erigir -o a transformar-, arsenales, maestranzas, fundiciones y fábricas; otras a subvencionar talleres privados que trabajaban al servicio de la milicia; y siempre a contratar científicos, técnicos e innovaciones foráneas que aportaran su experiencia y conocimientos. Se concertaron viajes de estudio a las cortes europeas para militares y civiles que durante largos periplos observaban, trabajaban y estudiaban en instalaciones fabriles y en escuelas de Ingeniería del mayor prestigio, tareas que eran puro espionaje industrial cuando se realizaba en el Reino Unido de la Gran Bretaña.

Un gran instrumento para gestar la nueva ciencia hispana fueron las múltiples y polivalentes expediciones a la América hispana, unos viajes de estudio que iniciaron y consolidaron los contactos científicos entre franceses y españoles, promovidos tanto por los “Pactos de Familia” cuanto por la imprescindible conjunción de ambos países contra el enemigo británico, tan temido por su extraordinario poder naval cuanto envidiado como *caput mundi* de la innovación científica, técnica e instrumental del siglo XVIII.

Como banderín de enganche para espíritus emprendedores se instituyó un nuevo sistema de promoción militar, que no se basaba tan sólo en la antigüedad y en gloriosos hechos de armas, sino que también valoraba la aportación de conocimientos técnicos y proyectos innovadores, elevados a la superioridad y valorados por comisiones expertas, que reportaban a los proponentes ascensos y privilegios. Por lo que afecta a la sociedad civil se apoyó la traducción de obras europeas sobre ciencia y técnica y la compra de instrumental científico, mientras que las Sociedades Patrióticas financiaron la difusión popular de iniciativas técnicas para dinamizar la artesanía doméstica.

La institucionalización de la ciencia y la técnica se inició con la Intendencia de Marina y con la Academia de Guardiamarinas de Cádiz y prosiguió con las Academias de Artillería, Ingeniería y Matemáticas, el Observatorio de la Armada y el Seminario de Nobles. Luego pasó al campo civil con las Academias de Medicina, Lengua, Historia, Bellas Artes de San Fernando y Artes y Ciencias de Barcelona; con jardines botánicos, laboratorios químicos y metalúrgicos y -a fines de siglo-, con el Gabinete de Máquinas, precedente de la Escuela de Ingenieros de Caminos y Canales. A nivel muy inferior, por planteamiento y por resultados finales, cabe citar las Sociedades Económicas de Amigos del País, Consulados de Comercio y las Escuelas de Náutica, aunque entre las primeras debemos distinguir el gran papel desarrollado por la Bascongada, la

Matritense y la Zaragozana, frente a la vida corta y lánguida del centenar de S.E.A.P. aparecidas en el conjunto del territorio hispano.

Los organismos oficiales tuvieron una normativa y organización específicas con una extensa nómina de personas -desde puestos directivos a los simples oficiales- que en su mayor parte tenían contrastada experiencia personal en la gestión de información científica y técnica. Los puestos administrativos -de adscripción clientelar-, fueron un refugio al final de su vida activa para muchos militares -y también algunos civiles-, que habían dedicado su vida a la prospección de innovaciones en España y en Europa.

Este complejo “tejido humano” al servicio del Estado se integraba en la sociedad estamental y se regía -pues no podría ser de otra forma-, por los principios básicos de privilegio y desigualdad, a través de lazos de patrocinio y clientela que formaban redes sociales verticales y horizontales, pues al mismo tiempo que desde la cúspide del poder el favor alcanzaba hasta los escalones más bajos de la sociedad, había otros lazos de solidaridad de base familiar, grupal y profesional. Y la feroz competencia que aparece en la pugna política de las alturas del poder y en la lucha individual por acceder a las ventajas y privilegios, devenían tanto de la actividad y la capacidad personales, cuanto de la pertenencia a grupos sociales y políticos de una u otra tendencia.

Algunos ilustrados fueron conscientes de que un proyecto tan colosal precisaba de un diseño general a largo plazo, con unas directrices precisas, con un seguimiento continuo y con una valoración dinámica de los resultados para mantener sus esencias, aunque su realización tuviese que adaptarse a las diversas coyunturas, pues en caso contrario el fracaso sería inevitable. Pero no queda tan claro si también se dieron cuenta de que su “pasión por reformar” (“cultura dirigida”, “cultura utilitaria”, “pragmatismo”) implicaba una perentoria urgencia en la obtención de resultados tangibles, necesidad que siempre ha casado mal con el ritmo pausado del avance científico y técnico y con las “resistencias del medio” que inevitablemente iban a producirse.

Si no se ubica en su contexto adecuado el precitado manifiesto de Cabriada parece un elemento mágico surgido del genio creador de un cerebro privilegiado, una vieja idea personalista que constituye el nefasto núcleo cenital de la Polémica de la Ciencia Española, que no por casualidad se gestó en el siglo XVIII¹.

No debemos olvidar que desde la Baja Edad Media coexistieron en Castilla dos tradiciones científicas opuestas: la oficialista y académica imperante en la Universidad y que estaba enfeudada al paradigma aristotélico-galenista y al Derecho Canónico, frente a otros conocimientos más o menos heterodoxos pero siempre extraoficiales que estaban en comunicación con la realidad europea del momento, pues sólo así se explican los trabajos de Caramuel, Cardoso, Casalet, Corachán, Tosca y Zaragoza (antecedentes del “Manifiesto”) y los de Mateo Zapata, Muñoz Peralta y otros, que conformaron el núcleo novator sevillano y la Regia Sociedad de Medicina de Sevilla,

¹ Entre los numerosos estudios sobre Historia de la Ciencia en España, ofrecemos referencias de aquellos en los que hemos basado nuestras aportaciones a esta materia. BALAGUER PERIGÜEL, 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, 177-231; FERNÁNDEZ, R. “Ciencia y tecnología: conocer para producir”, en *Manual de Historia de España*, 4, “Siglo XVIII”, Historia 16, Madrid 1993, 969-993; GARCÍA BALLESTER, L., LÓPEZ PIÑERO, J.M. Y PESET REIG, J.L. (Dirs.) *Historia de la Ciencia y de la Técnica en la Corona de Castilla*, 4 vols., Junta de Castilla y León, Valladolid, 2002; PESET, J.L. Y LAFUENTE, A. “El conocimiento y el dominio de la Naturaleza: la Ciencia y la Técnica”, en *Historia de España*, “La época de la Ilustración”, XXXI*, “El estado y la cultura (1759-1808)”, Espasa-Calpe, Madrid 1987, 349-394.

ésta ya con apoyo regio.

El dualismo también explica la aparente paradoja de que la ciencia hispana fuese realizada por unos universitarios situados al margen del *Alma Mater* -pues fuera de las facultades de Artes y de Medicina era imposible obtener los fundamentos de un saber imprescindible para trabajar con provecho en los temas científicos-, mientras que dentro de ellas perseguían a los que disientían del paradigma oficial. Una contradicción real que justifica la necesidad gubernamental de militarizar el saber “astrológico” (astronómico, físico y matemático) para renovarlo, al tiempo que se entiende mejor la lucha entre los “galenistas” ortodoxos frente a los “hipocráticos”, “iatroquímicos”, “iatromecánicos” y “antisistemáticos”, donde junto al plano ideológico aparece una lucha por el poder.

Otro elemento determinante es la realidad multiforme de la Ilustración Española, que en gran parte era periférica y estaba enfrentada a la Corte de Madrid, donde unos poderosos grupos sociales -con la Inquisición al frente- detentaban el poder frente a los gobiernos ilustrados apoyados por los monarcas. Tres extensos trabajos de Stiffoni² y Martínez Shaw³ nos presentan la lucha entre las facciones a fines del XVII y la primera mitad del XVIII y un análisis de las componentes territoriales de la Ilustración hispana.

Un tema determinante fue la diferente valoración que de las ciencias hicieron los tradicionalistas, pues mientras la Medicina y sus saberes afines (Albeitería, Farmacopea y Ciencias de la Naturaleza) no parecían afectar a las creencias religiosas al no cuestionar la creación divina ni su forma canónica (pues el protoevolucionismo careció de seguidores insignes), Astrología y Matemáticas se sometían al dictado dogmático del tomismo aristotélico y la sospecha de herejía acechaba toda afirmación novedosa.

Las Matemáticas casi habían desaparecido de las grandes universidades hispanas y su renovación está totalmente vinculada a las instituciones de carácter militar. Sólo las escasas y dispersas iniciativas de grupos periféricos y la expedición al Perú preludían su renacimiento en la segunda mitad del siglo, cuando el lenguaje matemático fue asumido como una prioridad por un Estado que pretendió incorporar el cálculo infinitesimal a la Universidad, a las Academias militares y civiles, los Seminarios ilustrados y Sociedades Económicas. Como resultado de este impulso político la publicística matemática creció en cantidad y calidad, ofreciendo la versión didáctica de unos conocimientos que ya incorporaban elementos novedosos. No original, pero sí muy sistemático, era el tratado de Benito Bails, *Elementos de Matemáticas*, que abordaba las Matemáticas, el Álgebra elemental, la Astronomía, las Máquinas y los elementos teóricos en que se basaban, aunque hay que esperar a las *Instituciones de Cálculo Diferencial e Integral* de José Chaix, para encontrar una obra que podía codearse en pie de igualdad con la producción extranjera del momento.

Quizá el Cálculo Infinitesimal ya se estudiase en 1740 en la Academia Militar de Barcelona, aunque sólo aparece documentado en la obra del capitán Padilla Arcos de 1756 y en el precitado libro de Benito Bails de 1774 y parece que sólo los jesuitas y las Academias militares se interesaron por la matemática sublime. Pero muy pronto surgió

² STIFFONI, G. “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”, XXIX**, “La cultura española entre el Barroco y la Ilustración”, Espasa-Calpe, Madrid 1985, 5-55. ID. “Reestructuración y cambio de perspectiva en la cultura de los años 40 y 50”, en *Historia de España*, “La época de los primeros Borbones”, XXIX**, “La cultura española entre el Barroco y la Ilustración”, Espasa-Calpe, Madrid 1985, 119-148.

³ MARTÍNEZ SHAW, C. “La Cultura de la Ilustración”, en *Historia de España*, vol. 7 “El Reformismo Borbónico (1700-1789)”, Editorial Planeta, Barcelona 1989, 435-540.

el desinterés nobiliar por la Física y las Matemáticas, ya que consideraron -no sin razón práctica-, que el camino tradicional de las armas era mucho más rápido y sencillo. Las tensiones entre la nobleza de sangre y la de toga afectaron a la Academia de Artillería de Segovia, donde el general Morla se opuso a profundizar en la docencia del cálculo infinitesimal por considerarlo muy complicado y poco útil para los artilleros.

La Astronomía sintetiza las dificultades de la ciencia hispana para desarrollarse a nivel europeo pues aunque Torres Villarroel se burlaba de las predicciones y absurdos de la prohibida astrología judiciaria, lo cierto es que los horóscopos tenían innúmeros seguidores, mientras que desde la condena de Galileo las ciencias fisicomatemáticas, hallaban graves limitaciones para exponer las tesis antiaristotélicas, como demuestra la censura inquisitorial de las *Observaciones astronómicas y físicas* de Jorge Juan.

El progreso astronómico hispano se inició con la incorporación del precitado y de Antonio de Ulloa al proyecto de La Condamine para medir un grado de meridiano en Perú y comprobar las teorías newtonianas sobre la forma de la Tierra; una tarea que les proporcionó la estima gubernamental, uno como matemático y el otro como naturalista, y a ambos como excelentes marinos y organizadores. En sus precitadas *Observaciones* trataban temas diversos como la oblicuidad de la elíptica, la aparición y desaparición de los satélites de Júpiter, los eclipses lunares, la dilatación de los metales y del aire, la velocidad del sonido, la medición del arco meridiano entre los observatorios de Cuenca y Pueblo Viejo, la razón entre el eje terrestre y el diámetro ecuatorial y las experiencias pendulares para dirimir la figura de la Tierra, finalizando con un manual de navegación a partir de la nueva figura del planeta. A esa primera expedición siguieron muchas otras y como consecuencia de la participación de marinos hispanos en actividades científicas el nivel de la publicística astronómica hispana alcanzó su cenit con Salvá, Canellas, Biot, Aragón, Chaix y Rodríguez y González, que demostraron conocer los más recientes descubrimientos europeos, en algunos de los cuales participaron activamente.

El mejor observatorio -y casi el único en toda la centuria- fue el de la Escuela de Guardias Marinas de Cádiz, trasladado a San Fernando en 1798, una institución clave en el trabajo hidrológico de Tofiño. En 1796 fue instaurado el Cuerpo de Cosmógrafos del Estado, que junto a la cartografía también debía estudiar los fenómenos celestes.

Los estudios náuticos avanzaron en sincronía con los avances cosmológicos y se iniciaron con Antonio de Gaztañeta y su *Norte de Navegación*, que fue seguida por tratados como *Las Tablas Astronómicas* de Mendoza Ríos; el *Almanaque Náutico* de Vicente Tofiño; la *Conversación de Ulloa con sus tres hijos*; el *Tratado de Navegación* de José de Mazarredo, el *Tratado de Navegación* de Mendoza Ríos y las *Memorias* de Luyando, Alcalá Galiano, López Royo o Ciscar, todos ellos con métodos prácticos para determinar la latitud y la longitud, aunque con dificultades insuperables para determinar la posición de un barco durante su travesía. Pero no podemos obviar que tratados como el de Cedillo muestran la difícil armonía convivencial entre las teorías innovadoras y la práctica tradicional.

La cartografía presentaba carencias importantes y a tal efecto Ensenada, Jorge Juan, Tomás López y Juan de la Cruz constituyen los cuatro pilares fundamentales del intento por representar la Península, a lo que se oponían las dificultades orográficas y la falta de conocimientos, técnicas e instrumentos, que hubo que importar de Europa. Pero tras 1760 los mapas, grabados y *Guías de forasteros* ya ofrecían un panorama mucho más que aceptable. Orografía, paisaje, producción agraria y manufacturas figuraban en el *Atlas general de España* de Tomás López, que tenía su correspondencia marítima en

el dibujado por Vicente Tofiño, publicado bajo los títulos de *Derrotero de las costas de España* y de *Atlas Marino de España, islas Azores y adyacentes*, y que dinamizó la colaboración de Alcalá Galiano, Vargas Ponce y Alejandro Belmonte.

En España la Física no existía como una disciplina independiente, pues formaba parte de la Filosofía Natural y estaba sometida a las doctrinas aristotélicas. La primera parte del siglo vivió del impulso “novator” y hasta 1760 el límite del saber físico se encuentra en el *Examen Marítimo* de Jorge Juan, que abordaba problemas de estática, hidráulica y mecánica, resumiendo los fundamentos racionales que a finales del siglo llevarían del empirismo artesanal al cientifismo técnico, e intentaba conocer no sólo los secretos de la Naturaleza, sino desvelar las leyes que regían su transformación. Después aparecieron obras con las teorías newtonianas a cargo de Ximeno Pujades y Viera y Clavijo, y la necesidad de efectuar prácticas obligó a importar aparataje europeo, al tiempo que se iniciaba una tradición de “maestros maquinarios” inspirados en la obra de Pierre y Juan de Musschembroeck. Los termómetros, barómetros, teodolitos y demás instrumentos metálicos y vítreos, se unían a un parque de maquinaria que a finales de siglo se custodiaban en el Real Gabinete de Máquinas bajo la dirección de Betancourt y López de Peñalver. El primero, junto a Salvá y Campillo, eran las figuras cumbres a finales de la centuria.

Las instituciones más significadas en su desarrollo fueron el Colegio Imperial y su Academia Physico-Matemática, el Seminario de Vergara y la Sociedad Económica Tarraconense donde Antonio Martí Franqués costeó un laboratorio físico, químico y botánico que estudió la sexualidad, la respiración de las plantas y la producción de gas, pues sólo las universidades de Valencia y Alcalá dotaron cátedras de tal disciplina. Sin duda otras experiencias muy afortunadas tuvieron lugar en el Seminario de Vergara que estableció una fructífera relación con la Corte y con la Marina, para participar en el programa de becarios en Europa. Fruto de esa colaboración fue el viaje a Francia de los Elhuyar y la venida de Proust y de Chabanneau, que junto a sus obligaciones docentes trabajaban -especialmente el segundo, porque Luis Proust era más un teórico químico-, sobre minas, ferrerías y aguas medicinales.

La Química, que dio sus primeros pasos cuantitativos para desligarse de la teoría alquímica, estuvo vinculada a la Academia de Artillería y al Seminario de Vergara, donde con gran esfuerzo consolidaron una saga de científicos autóctonos entre los que destacan Munárriz y los hermanos Elhuyar en la química metalúrgica. También destacó Juan Pablo Canals en los estudios sobre el tinte promovidos por la Junta de Comercio de Barcelona. Esta ciencia adquirió profundidad teórica durante la Revolución Francesa al conocerse la obra de Lavoisier, traducida por Juan Manuel de Aréjula, quien polemizó con el francés acerca de la acción del oxígeno en la formación de los ácidos.

Medicina y Cirugía destacaron en la actividad científica, con la Iatroquímica y la Iatromecánica luchando entre sí y por desbancar al galenismo, que a su vez sufría los ataques de las tendencias hipocráticas y anatomistas que querían una Medicina más práctica y menos filosófica. Pero “antiguos” y “modernos”, eran al mismo tiempo dos criterios diferentes del saber y dos grupos de poder que luchaban por la preeminencia socioprofesional, por lo que toda renovación habría de conseguirse sin el concurso de la Universidad ni del Protomedicato y en un contexto de corrupción docente generalizada donde algunas universidades menores despachaban títulos de médico sin que el alumno hubiese recibido una sola lección sobre el arte de curar, aunque también hubo casos como Valencia, Zaragoza o Sevilla donde los egresados tenían un currículo aceptable,

siempre sobre las bases aristotélicotomistas habituales.

La renovación médica fue iniciada por sociedades, academias y tertulias surgidas en ciudades como Madrid, Barcelona, Cádiz, Málaga y Palma de Mallorca, unos lugares carentes de Universidad pero que eran plazas fuertes militares y núcleos de gran interés económico mercantil con cierta potencia del elemento burgués. Debemos tener presente la idea, común a los ilustrados, de que el incremento de la productividad pasaba por un auge poblacional promovido por el poder. Por eso la organización sanitaria y los métodos curativos debían enfocarse a la salud pública, separando el saber médico de la especulación filosófica y fundándolo en el eclecticismo y el empirismo funcionalista.

La Medicina se benefició de los viajes de estudio y la actividad de unos centros militares que, como los Colegios de Cirugía de Cádiz, Barcelona y Madrid, fueron los motores básicos de la investigación. La Academia Médico-Matritense, Médico-Práctica de Cartagena, Médica de Jaén, de Ciencias Naturales y Bellas Letras de Málaga, con la reforma del Protomedicato y la Junta General de la Facultad Reunida, lideraron la evolución de las disciplinas sanitarias en el transcurso del siglo, siendo las Facultades de Artes más proclives que las Facultades Mayores a modificar su plan de estudio, pues adoptaron técnicas quirúrgicas de importación y dotaron cátedras de Medicina Clínica en Granada, Valencia, Madrid y Barcelona, anexas a unos hospitales donde los alumnos se ejercitaban. La obra de Gimbernat *Nuevo método de curar la hernia crural* fue una aportación quirúrgica netamente hispana y vino acompañada por tratados sobre curas, vendajes, heridas, úlceras y fracturas. También se escribió sobre técnica quirúrgica y limpieza instrumental, iniciándose la Pediatría, Obstetricia, Ginecología, Oftalmología y Dermatología, actividades que hasta el momento habían ejercido personas sin formación médica. Útiles resultaron las topografías médicas en que se relacionaba la salud y la enfermedad con el entorno poblacional, sirviendo como ejemplo la *Historia Natural y Médica del Principado de Asturias* donde se describía la pelagra y se vinculaba con las carencias alimentarias. Obras renovadoras, eclécticas, naturalistas y antidogmáticas.

Un puntal de esta medicina fue Andrés Piquer que tras su opción mecanicista se orientó al eclecticismo en sus obras *Institutiones Medicae* y en la *Praxis Médica*, que abrieron el camino al coleccionismo de historias clínicas y que promovió los catálogos de aguas y los diccionarios médicos en la praxis médica cotidiana. Salvá y Campillo inició la electromedicina hispana, en tanto que Ruiz de Luzuriaga, un vasco formado en Glasgow, profundizaba en los mecanismos de la respiración y en la función del oxígeno.

Era una medicina pública, estatal y municipal, interesada en las condiciones de salubridad derivadas del medio ambiente y que consideraba las hogueras de carbón, los entierros en sagrado, las aguas estancadas y las basuras como las verdaderas causas de la enfermedad, frente a la tradicional idea de éstas como castigo divino por los pecados cometidos. Un lentísimo cambio de mentalidad que promovía las normas higiénicas, los cementerios, la quema de enseres contaminados durante las epidemias, las vacunas, los beneficios de una alimentación adecuada y las bondades del ejercicio físico.

La profunda imbricación entre las Ciencias de la Naturaleza -y especialmente entre la Botánica y la Farmacopea-, tuvo una lógica pragmática que es inseparable de dos elementos lejanos en el tiempo aunque complementarios: los tratados sobre la flora americana del siglo XVI y las expediciones a la América septentrional del XVIII. La necesidad de aumentar el arsenal farmacéutico y el crecimiento agrícola estuvieron en

el fondo de unos viajes en que destacan los de José Celestino Mutis, médico polifacético interesado en la física newtoniana, el heliocentrismo y la zoología, aunque su principal aportación fuese botánica. Su largo periplo de 1782 se plasmó en los 51 volúmenes de su *Flora de la Expedición Botánica al Nuevo Reino de Granada* donde previó un gran mercado para la quina, una idea gestada en un contexto mental conservacionista muy alejado de las opiniones de la época.

La nueva Farmacología retornó al hipocratismo y a los valores de la naturaleza y las fórmulas magistrales tendieron a potenciar el elemento activo de los específicos en tanto que disminuía el riesgo de los anteriores medicamentos. Gran importancia revistió el nuevo arsenal curativo promovido por los estudios de Quer, Pavón, Gómez Ortega, Mutis y Balmis, naturalmente combatidos por los boticarios galenistas. Pero los tratados como la *Pharmacopea de la Armada Real*, la *Pharmacopea Matritensis* y la *Pharmacopea Hispana* no sólo se hallaban a la altura de las mejores obras europeas, sino que en determinados aspectos incluso se adelantaban a ellas.

En zoología destacan las obras de Mutis, Dávila, Bru y, sobre todos, de Félix de Azara, un militar enviado al Paraguay como cartógrafo pero que se dedicó al estudio de aves y mamíferos descubriendo más de 200 especies y formulando una teoría sobre su domesticidad, relaciones depredadoras y posible selección artificial. Su libro *Viaje por la América meridional* fue conocido por Charles Darwin sobre el que sin duda influyó.

No debe olvidarse el desarrollo de la Veterinaria como una evolución científica de la albeitería dominante en la primera mitad del siglo. El *Compendio de albeitería*, de Sande y Lago y las *Instituciones de albeitería* de Francisco de Reyna fueron obras clave de un saber que tuvo sus polémicas en las que sobresalió García Cabrero, que sin efectuar una aportación sustantiva -más bien era un defensor de la tradición-, fue el guía de la albeitería durante el XVIII. El escepticismo tuvo sus defensores, con los hermanos Rus y su *Guía Veterinaria Original* como representantes de las nuevas tendencias y que implican la única aportación de la vieja albeitería a la nueva Veterinaria.

Por lo que afecta al desarrollo técnico⁴, ingenieros militares y técnicos foráneos afrontaron la imprescindible tarea de formar un magnífico plantel de figuras autóctonas cuya nómina se inicia con Jorge Juan y Antonio de Ulloa y concluye con Betancourt, Lanz y López de Peñalver. Y esa crucial misión fue realizada por intermediación de una serie de instituciones como los Cuerpos de Ingenieros Militares, de la Armada, Cosmógrafos y de Caminos, Puentes y Canales, cuyos integrantes abordaron todo tipo de infraestructuras pues las Ordenanzas de 1718 conferían a los ingenieros militares atribuciones para dirigir construcciones civiles. El desorbitado costo de las grandes obras públicas hizo que en el XVIII fuesen denominadas con el apelativo de “la obra de un Rey”, cuyo indudable halago escondía la incapacidad de las ciudades para afrontar los trabajos necesarios para protegerse de los desastres telúricos, abastecer de agua a las poblaciones o poner en valor nuevas tierras de cultivo.

Las infraestructuras portuarias -tan necesarias a la milicia como al comercio-, en la Edad Moderna estuvieron muy influidas por la evolución de los barcos de la Carrera

⁴ Los estudios puntuales sobre el desarrollo de la técnica en la España ilustrada son abundantes y de gran calidad, pero -además de los citados en la nota inicial-, sólo han sido sistematizados en una obra cuya referencia les ofrecemos, aunque por su orientación positivista y por su enorme amplitud temporal el siglo ilustrado aparece bastante desdibujado. AYALA-CARCEDO, F. J. *Historia de la Tecnología en España*, 2 vols., Valatenea, Barcelona 2001.

de Indias que obligaron a disponer de abrigos con espigones para defenderse de los temporales más habituales en cada zona, muelles de atraque para carga y descarga y tinglados para resguardar las mercancías. Los espigones para combatir la dinámica litoral se comenzaron en el puerto del Callao, mientras que los puertos de Barcelona, Valencia o Málaga destacan por la novedad de utilizar dragas para mantener sus fondos. El problema básico eran los cimientos -de madera y piedra por inexistencia de cemento que pudiera fraguar bajo el agua-, que obligaban a construir compartimentos estancos o disponer escolleras rocosas a modo de rompeolas. El problema esencial de la madera era el molusco denominado *taredo navalis*, comúnmente llamado bruma o broma, que la atacaba, como hacía también con el casco de las embarcaciones.

La política hidráulica se basó en la construcción de presas que debían adecuarse al terreno, a los esfuerzos a realizar y a la inversión prevista en cada caso. En el XVIII el abastecimiento de agua a las poblaciones, la energía hidráulica y el riego fueron las funciones esenciales encomendadas tanto a las presas preexistentes como a las erigidas en la centuria -que tuvieron plantas curvas, poligonales o rectas-, como la de Zamores, Charcas Grande y Chica, Gasco, Tibi y Valdeinfiernos, que coexistieron con otras de dimensiones más reducidas que fueron erigidas por la iniciativa municipal y privada.

Para mejorar el transporte interior y el regadío se prosiguió el trabajo de unos canales iniciados en siglos anteriores, como el Imperial de Aragón, o proyectando otros nuevos como los de Castilla, que debía unir Madrid con Santander, o los de Tauste, Urgel, Cherta y Nalón. Este último estaba especialmente destinado a la minería del carbón y al suministro a las ferrerías y se inició el año de 1792 con un diseño de doble vía, poniéndose en uso al año siguiente, aunque pronto se presentaron problemas en la obra muerta de madera y en los elementos de remonte, que eran paupérrimos para las necesidades del peso y volumen de carga, lo que conllevó el fracaso total del proyecto.

La red de caminos carreteros alcanzaba unos 4000 kilómetros que unían la Corte con Andalucía, Galicia, Santander y Valencia y que incluían puentes muy importantes y tramos bien contruidos como el de Despeñaperros. Pero del grandioso Plan radial de 1761, en 1802 sólo se habían construido 388 leguas, faltando aún 256. El proyecto se debía a Francisco Sabatini, y se basaba en una modificación del sistema constructivo que disponía tres capas superpuestas de piedra, cascajo y arena, compactada a pisón.

La técnica secular de construcción naval y los astilleros donde ésta tenía lugar fueron modificadas por Gaztañeta en 1712 quien diferenció entre navíos de carga y de combate. En sus viajes de estudio, Jorge Juan y Antonio de Ulloa espionaron los astilleros europeos y sus consejos se plasmaron en la Ordenanza para la construcción naval de 1754. Su método de construir “a la inglesa” sustituyó al modelo de Gaztañeta, siendo a su vez desbancado por el sistema de construir “a la francesa” propuesto por Castejón y por los franceses Bouguer y Gautier, quienes eliminaron las novedades constructivas de Jorge Juan, pero respetaron su sistema organizativo porque no era factible introducir mejoras sustantivas en lo diseñado y dispuesto por el ya ilustre marino.

Las soluciones aportadas por la arquitectura naval hispanofrancesa, llevaron al navío de 74 cañones, adoptado en toda Europa como el más eficaz. Y lo más productivo de la centuria ilustrada fueron los arsenales de Cartagena, Ferrol, Cádiz y la Habana, bajo la dirección de marinos e ingenieros como Jorge Juan, Sánchez Bort o Feringán Cortés, que los convirtieron en complejos de alta técnica naval al lograr la síntesis de la industria auxiliar, aumentando la duración media de los navíos y entrando en íntima conexión con las fundiciones de Liérganes, la Cavada y la fábrica de anclas de Hernani.

En la técnica metalúrgica cabe distinguir tres planos o niveles: el descubrimiento de nuevos metales, la metalurgia del bronce y la siderurgia. En Madrid, Louis Proust continuó su experiencia segoviana sobre el platino, un metal citado por Antonio Ulloa, obtenido por Chabanneau a partir de las técnicas del conde de Milli y que fue objeto de una excelente memoria de Fausto Elhuyar denominada *Análisis químico del Volfram y examen de un nuevo metal que entra en su composición*. Al ser trasladado a Méjico, Elhuyar fue reemplazado por Manuel del Río que a su vez descubrió el vanadio.

El hecho de que la Artillería utilizase cañones de bronce propició que una serie de pequeños talleres metalúrgicos privados se ubicase en las maestranzas, luchando tan desesperada como inútilmente contra los escarabeos de la fundición que hacían reventar los cañones en las pruebas de entrega. El viejo problema no tuvo solución hasta que se adoptó la fundición “in solidum”, invento francés que requería una perfecta técnica para horadar el ánima de los cañones.

Por lo que afecta a la siderurgia, la tradición catalana y vasca de forjas y ferrones se mantuvo con el antiquísimo problema de su dependencia del escaso carbón vegetal y la subsiguiente deforestación. A las instalaciones previas de Liérganes y la Cavada, se unieron las nuevas de Trubia, Eugi, Orbaiceta y Foniatrotta, la acería de Toledo y las fábricas de hojalata de Ronda y de San Juan de Alcaraz. Al final de siglo tuvo lugar la iniciativa de producir en altos hornos de carbón vegetal, propiedad del futuro marqués de Sargadelos, hornos que desataron las asonadas sociales y constituyeron los primeros ejemplos de ludismo en España. Los avances de la siderurgia vasca, que ahorraba mano de obra al mecanizar los fuelles y mazos, fue un auténtico programa de investigación que incluía búsqueda de información, conteo de las instalaciones existentes, su estado y productividad, y que incluía viajes como los efectuados por Elhuyar y Peñaflorida para estudiar la situación en Europa y la publicación posterior de sus resultados.

El ingeniero de la Marina Fernando Casado pasa por ser autor del primer intento para utilizar carbón mineral en los hornos de Trubia, pero los fallos en cadena llevaron a que los técnicos hispanos considerasen imposible la siderurgia del carbón coquizado, como expusieron Aréjula, Pedrayes y Gutiérrez Bueno en 1802. Y a pesar de su error lo hicieron con tal poder de convicción que España no contó con una siderurgia moderna hasta las décadas finales del siglo XIX.

En minería destaca Teodoro Ardemans con la obra *Fluencia de la Tierra y curso subterráneo de las aguas*, considerado el primer tratado hispano al efecto, junto a la *Historia Universal de las fuentes minerales de España*, de Pedro Gómez de Bedoya. El inicio sistemático de las explotaciones carboníferas no se produjo hasta 1769 cuando los ministros ilustrados se dieron cuenta de que el desarrollo industrial de otros países se basaba en el carbón mineral y lastraron los navíos de guerra con lingotes de hierro fundido producidos en hornos de reverbero que permitían usar carbón mineral en el proceso siderúrgico. Entre 1771 y 1808 se descubrieron cuencas mineras en Asturias, León, Palencia, Pirineos, Aragón, Guadalajara y Sevilla, complementadas con partidas sueltas compradas a mineros autónomos que las obtenían en sus pequeñas instalaciones.

La industrialización de España fue una obsesión ilustrada en la que destacaron la Sociedad Matritense y la Sociedad Económica Aragonesa. La primera no consiguió que prosperase el taller de instrumentos científicos de Juan Dowling y la segunda falló en su intento de implantar el método de Vaucanson, al igual que ocurrió con otras iniciativas andaluzas y extremeñas. Algo mejor funcionaron las casas-fábrica de Céster en Oviedo, Ribadeo y Santiago de Compostela, unos talleres que mas tarde pasados al marqués de

Sargadelos incorporaron técnicas para utilizar lino procedente de los países bálticos.

Antonio de Capmany -con su *Memoria histórica sobre la Marina, Comercio y Artes de la ciudad de Barcelona*- significó un serio intento para regenerar una sociedad reafirmando su tradición autóctona. Y así la Junta de Comercio de Barcelona financió la escuela de Química de colorantes y la Junta de Nobles Artes apoyó el diseño textil y los estampados y por ello tan sólo Cataluña consiguió una industria algodonera que pueda denominarse propiamente como protoindustrialización. En los años 80 la conjunción de diversos factores como la llegada del algodón americano, la caducidad de las patentes inglesas, el aumento del capital fijo y la liberalización industrial, consiguió que las muy experimentadas máquinas Waterframe y Mule Jenny se extendieran por el Principado.

Actualmente se admite que las máquinas -atmosféricas y de vapor- tuvieron muy matizada importancia en la Primera Revolución Industrial, aunque en la España de 1725 se intentó utilizarlas para abastecer de agua a la ciudad de Toledo y luego se empleó en los arsenales de la Marina en 1769. En el primer caso se trató de un contrato privado del concejo toledano refrendado por el Consejo de Castilla, cuyas obras se retrasaban por las carencias financieras y que se paralizaron en 1728 sin que llegasen a funcionar.

En 1749 Jorge Juan (tras superar su desconcierto inicial cuando Madrid le pidió noticias al respecto), remitía desde Londres una maqueta de la máquina de Newcomen y Sabery, que años más tarde un intendente de Cartagena propuso tomar como modelo para achicar el agua en su arsenal. Jorge Juan, Rostriaga y Sánchez Bort, proyectaron sendas máquinas de vapor que fueron reproducidas por Benito Bails y que se instalaron en Cartagena en 1773. La primera máquina de Watt (aun atmosférica y de efecto simple pero ya con un condensador separado), se conoció en 1787 y se aplicó a partir de 1799 siendo construida por Wilkinson y ubicada en las minas de Almadén. La protoiniciativa para instalar una máquina de doble efecto en una panadería surgió en 1789 al encargarse a Watt y Boulton un modelo de 22 CV. que no llegó a funcionar. La segunda, destinada a un aserradero del arsenal de Cádiz, fracasó por la descoordinación entre la llegada de la maquinaria fabricada en Inglaterra y el desfase en la construcción de las obras.

Agustín de Betancourt y Francisco Santpons fueron los dos técnicos hispanos que más destacaron en la construcción e innovación de la máquina de vapor. El trabajo del primero: *Mémoire sur une machine à vapeur à double effet* fue presentado a la Academia de Ciencias de París en 1789 y luego, en colaboración con José María Lanz, escribió un *Ensayo sobre la composición de las máquinas*, considerado como el primer manual europeo al efecto. En 1804 Sanpots construyó una máquina para una empresa algodonera de Barcelona, a la que siguieron otras -tanto atmosféricas como de vapor-, aunque nunca llegaron a tener decisiva trascendencia en el panorama industrial catalán.

En el entorno técnico de la Academia de Artes de Barcelona, Salvá y Campillo, médico, físico y pionero hispano de la electricidad, inventó un telégrafo eléctrico que perfeccionó entre 1795 y 1800. En ingeniería aeronáutica se afirma que un tal Diego Martín Aguilera fue el primer español que en 1793 voló en un ingenio más pesado que el aire, aunque de ello sólo queden reseñas documentales. El primer vuelo aerostático lo realizó Viera y Clavijo en 1783, pero hay quien afirma que la primacía correspondió a Agustín de Betancourt, cuyo telégrafo -que mejoraba el sistema del francés Chappe-, se utilizó en 1800 aunque antes ya había transmitido mensajes entre Madrid y Aranjuez.

Tras esta panoplia de logros dieciochescos se produjo una profunda regresión que no puede explicarse únicamente en función de la Guerra de la Independencia y sus desastres inherentes, ni siquiera en conjunción con la calamitosa política de Fernando

VII “el Deseado”, pues hubo razones endógenas poderosas que lastraron el proyecto ilustrado quizá desde el mismo momento de su aparición.

En alguna ocasión he manifestado que no me sorprende tanto la limitación de los progresos conseguidos por la Ilustración hispana cuanto el hecho de que se llegasen a producir algunos de ellos, porque la desproporción de la fuerza política-social entre ilustrados y tradicionalistas era tan manifiestamente favorable a los segundos que sólo el apoyo de los monarcas -siempre matizado e incluso cuestionable en ocasiones- hizo que, a costa de grandes esfuerzos, se produjese el despegue hispano del siglo XVIII.

Sin desarrollar pormenorizadamente esta pugna, recordaré algunas cuestiones que nos permitan establecer una perspectiva del problema. Es cierto que a partir del Concordato de 1753 el “Derecho de Presentación” permitió a los monarcas conformar un episcopado más favorable a sus designios, pero también es verdad que pocos obispos se comprometieron a fondo con las reformas ilustradas. También es un hecho que la nueva dinastía intentó -con cierto éxito- recuperar a la nobleza guerrera para el servicio del Estado, pero no puede negarse que en el ejército siguieron prevaleciendo los valores estamentales y que la sustitución de los mandos “nobles” por los “técnicos” fue muy lenta dada la renuencia de la gran mayoría de los altos jefes militares. Sólo la Marina -y en menor grado la Artillería- se mostraron más permeables a la tecnificación de sus escalafones, aunque no podamos olvidar la dura pugna entre “la pluma y la espada” que tuvo lugar en el seno de la Armada y el rechazo artillero a la incorporación del cálculo infinitesimal en la enseñanza de su Academia de Segovia.

Como casos significativos -que no únicos- del poder de la Tradición recordamos que Felipe V hubo de prohibir la campaña literaria desatada contra Feijoo; que el Santo Oficio vetó al famoso protegido regio Jorge Juan su adscripción al heliocentrismo y, ya en el reinado de Carlos III, el proceso inquisitorial y la caída en desgracia de Olavide -en buena parte propiciado por la petulancia e incontinencia verbal del limeño-, son diversos ejemplos que muestran tanto el poderío remanente de la Inquisición como el oportunismo y la volubilidad del apoyo regio.

Quizá el periodo más fructífero para el desarrollo de la ciencia ilustrada fuese el reinado de Fernando VI, pero su excesiva brevedad y la crisis que presidió su etapa final frenaron el conjunto más coherente y mejor diseñado de medidas orientadas a propiciar el avance científico y técnico. La etapa cumbre del “Proyecto Ilustrado” correspondió a Carlos III, el monarca español con mejor “prensa” del siglo XVIII, aunque los estudios en su bicentenario han venido a revelar las luces y sombras del monarca y su entorno.

Durante un cierto tiempo se mantuvo la dinámica de la etapa anterior e incluso se mejoraron los instrumentos institucionales de intervención, pero más tarde las luchas por el poder de las camarillas ministeriales se trasladaron desde la cumbre del gobierno a las respectivas clientelas o “hechuras” y la corrupción político-administrativa que fue consustancial a la excesiva continuidad en el poder de los equipos ministeriales minó la sobredimensionada administración. A veces se trató de la multiplicación burocrática de los necesarios controles y en otras ocasiones, quizá en la mayoría, fue por omisión y dejadez de funciones -e incluso por la conjunción de ambos factores-, pero lo cierto es que la burocratización consiguió frenar la dinámica interna del sistema.

Tampoco cabe olvidar la aparición de una política centrípeta que centralizaba en la Corte las decisiones que antes se tomaban “in situ”, una política que provocó una macrocefalia consultiva que ahogó en múltiples, extensos y enrevesados informes y contrainformes el dinamismo interno de las instalaciones periféricas, aunque también es

cierto que algunas de ellas no necesitaban demasiados inconvenientes para desaparecer, porque su vida productiva dependía totalmente “de la bolsa del Rey”, como muestra el ejemplo paradigmático de la fábrica de Macharaviaya y su entorno conocido como “el Pequeño Madrid”, un modelo excelso de megalomanía ministerial.

El fallo de la pragmática -en realidad obligada-, militarización de la ciencia y la técnica fue que el poder político nunca llegó a interiorizar la necesidad de privatizar el tejido productor e investigador, más allá de Cataluña y de algún otro ejemplo inconexo de protoburguesía industrial. Tampoco la Universidad -aunque fuese una postura común en casi toda Europa-, hizo el menor esfuerzo por incorporar los nuevos saberes, antes bien su posición retrógrada queda clara en la conocida respuesta de Cervera: “Lejos de nosotros la funesta manía de pensar...”, cuyo resultado queda patente en la ingente cantidad de supersticiones y supercherías que triunfaron sobre el *Teatro Crítico Universal* y que se plasma en la plétora de egresados universitarios que exhibiendo sus pomposos *curricula* se dirigieron al Monarca ofreciéndole horóscopos y pidieron apoyo al Gobierno para fabricar utópicas máquinas de movimiento continuo y dando solución a la ansiada cuadratura del círculo.

Otro elemento que apoyó el fracaso es que, con una excepción muy tardía como el *Seminario de Agricultura y Artes dirigido a los párrocos*, los púlpitos (los auténticos “mass media” de la época), no se involucraron en la expansión del saber material. Y por lo que afecta a las publicaciones periódicas (los teóricos órganos de expresión de la burguesía) con excepción de los *Anales de Historia Natural* y de la oficialista *Gazeta de Madrid*, pagados por el gobierno como órganos de propaganda, amén de alguna otra publicación local de vida efímera, tampoco ofrecieron informaciones científicas que trascendiesen a lo puramente pragmático y lo anecdóticamente novedoso.

Cerraré este ensayo explicativo con la autorizada opinión del ya citado Herrgen, que desesperanzadamente escribía: “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”.

Parece claro que el cortoplacismo inherente a la imperiosa necesidad política de obtener resultados de forma inmediata frustró las razonables expectativas iniciales dilapidando inútilmente los enormes recursos aportados.

En el espacio que me concede la norma estatutaria he intentado ofrecer una síntesis de mis investigaciones sobre el desarrollo de la Ciencia y de la Técnica durante la Ilustración Española, con una interpretación de las razones de su inicio y los medios instrumentales, políticos, administrativos, económicos y humanos; los hitos esenciales de su desarrollo y algunas hipótesis sobre el fracaso general de las iniciativas, una tarea tan amplia como difícil de reducir al espacio disponible. Por ello y como un apéndice a este Discurso de Recepción, ofrezco una relación de los trabajos que sobre esta temática he publicado o se hallan en proceso de publicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Las publicaciones sobre la Historia de la Ciencia y de la Técnica en España son muy abundantes y en buena medida están reflejadas en los trabajos que sobre este tema he realizado y que a continuación relaciono como una fuente de referencias.

- *Historia, Ciencia y Tecnología*, (S)ervicio de (P)ublicaciones e (I)ntercambio (C)ientífico de la (U)niversidad de (M)álaga, Málaga 2000. (En colaboración).

- "Reflexiones sobre teoría de la ciencia y la tecnología. (Desde la Historia Moderna Española)", en *Historia y Perspectivas de Investigación. Estudios en memoria del Profesor Ángel Rodríguez Sánchez*, Editora Regional de Extremadura, Mérida 2002, 75-82.
- "Sobre López de Peñalver, la Hidráulica y el Guadalmedina", en *BAETICA*, 24, 2002, 461-478.
- "Cuestiones de teoría en los historiadores españoles de la ciencia y la tecnología" en el volumen de Homenaje al Profesor José Luis Pereira Iglesias de la revista *Trocadero*, 12 - 13, 2000-2001 (2003), 383-401.
- "Aportaciones a la biografía profesional y técnica de Juan Luis López de Peñalver", en *Actas del III Congreso de Historia de Andalucía*, "Historia Moderna", Tomo II, Caja-Sur, Córdoba 2003, 349-362.
- "Extranjeros en España y sus aportaciones a la ciencia y la técnica ilustradas", en *Los extranjeros en la España Moderna*, vol. II, Málaga 2003, 781-791.
- "Ciencia y técnica en la Castilla de Carlos V", en *Estudios modernistas sobre el reino de Granada. Homenaje al Dr. Joaquín Gil Sanjuán*, S.P.I.C.U.M., Málaga 2003, 313-379.
- *Manual de Historia social de la ciencia, la técnica y la tecnología*, S.P.I.C.U.M., Málaga 2004. (En colaboración).
- "Utopía, arbitrista científico-técnico y superchería en la España del siglo XVIII", en *Homenaje a Antonio Domínguez Ortiz*, Publicaciones de la Real Academia de Córdoba, Córdoba 2004, 377-403.
- "Los gremios: estructura y dinámica de un modelo gremial", en *Técnica e Ingeniería en España I. El Renacimiento*, Real Academia de Ingeniería de España, Institución "Fernando el Católico" y Pressas Universitarias, Zaragoza 2004, 91-124.
- "Ciencia, Técnica y Poder", en *Técnica e Ingeniería en España II. El siglo de las Luces. De la Ingeniería a la nueva navegación*, Real Academia de Ingeniería de España, Institución "Fernando el Católico" y Pressas Universitarias, Zaragoza 2005, 75-114.
- "Los gremios en la España Ilustrada" en *Técnica e Ingeniería en España III. El siglo de las Luces. De la industria al ámbito agroforestal*, Real Academia de Ingeniería de España, Institución "Fernando el Católico" y Pressas Universitarias, Zaragoza 2005, 281-310.
- "Ciencia y técnica en Andalucía. 1650-1808", en *Historia de Andalucía*, vol. VII, Fundación Lara-Editorial Planeta, Sevilla 2006, 174-185.
- "Bibliografía modernista sobre Ciencia y Técnica", en *Baetica* 28, II, 2006, 537-557.
- "Epígonos de Jorge Juan y Antonio de Ulloa: sobre el espionaje español en Europa", en *Estudios de Historia Moderna. Homenaje a la Profesora María Isabel Pérez de Colosía Rodríguez*, S.P.I.C.U.M., Málaga 2006, 703-737.
- "Juan López de Peñalver, un malagueño casi desconocido", en *Péndulo*, XVIII, 2007, 86-99.
- "Contestación al *Discurso de Ingreso* en la Academia Malagueña de Ciencias del Dr. Francisco Cabrera Pablos", en *Boletín de la Academia Malagueña de Ciencias*, VII Época, Volumen 9, Málaga 2007, 53-58.
- "Ciencia, técnica y control sobre la inversión ilustrada", en *BAETICA*, 29, 2007, 443-460.
- "Poder y Técnica: los "Viajes de Estudio" en la España Ilustrada", en *Homenaje a D. Antonio Domínguez Ortiz*, Vol. III, Universidad de Granada y Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa, Granada 2008, 829-846.
- "Ciencia, técnica y redes sociales en la España Ilustrada", en *Modernitas. Estudios en homenaje al profesor Baudilio Barreiro Mallón*, Servicio de Publicaciones de la Universidad, A Coruña 2008, 417-437.
- "El *Semanario de Málaga* y la divulgación científica y técnica", en *BAETICA*, 30, 2008, 383-401.
- "La publicística científico-técnica y el periodismo ilustrado", en *Estudios de Historia Moderna en Homenaje al Profesor Antonio García-Baquero*, Secretariado de Publicaciones de la Universidad, Sevilla 2009, 195-210.
- "Ciencia y técnica en el periodismo ilustrado malagueño", en *El mundo Urbano en el siglo de la Ilustración*, Vol. I, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela 2009, 489-503.
- "La prensa periódica en la Málaga Ilustrada", en *Péndulo*, XX, 2009, 30-43.

- “Ciencia, Técnica y Poder en la España Moderna. Una visión historiográfica desde la Historia generalista”, en *Actas de la IX Reunión científica de la Fundación Española de Historia Moderna*, (en prensa).