

GERMANA DE FOIX I LA SOCIETAT CORTESANA DEL SEU TEMPS

Direcció, edició i coordinació:
Dirección, edición y coordinación:

ROSA E. RÍOS LLORET
SUSANA VILAPLANA SÁNCHEZ

JUNY - OCTUBRE 2006
MONESTIR DE SANT MIQUEL I DELS REIS
VALÈNCIA



GENERALITAT
VALENCIANA

CONSELLERIA DE CULTURA, EDUCACIÓ I ESPORT

CONSORCI
DE MUSEUS
DE LA
COMUNITAT
VALENCIANA

Biblioteca  Valenciana

Col·labora:

INSTITUT VALENCIÀ
DE CONSERVACIÓ
RESTAURACIÓ DE
BENEFICI TURÍSTIC

CONSELL GENERAL DEL CONSORCI DE MUSEUS DE LA COMUNITAT VALENCIANA

President d'Honor

M. Hble. Sr. FRANCISCO CAMPS ORTIZ
President de la Generalitat Valenciana

President

Hble Sr. ALEJANDRO FONT DE MORA TURÓN
Conseller de Cultura, Educació i Esport

Vicepresidents

Excm. Sra. RITA BARBERÀ NOLLA
Alcaldeessa de València
Excm. Sr. JOSÉ JOAQUÍN RIPOLL SERRANO
President de la Diputació Provincial d'Alacant
Excm. Sr. ALBERTO FABRA PART
Alcalde de Castelló de la Plana

Presidenta de la Comissió Científicoartística

Il·lma. Sra. CONCEPCIÓN GÓMEZ OCAÑA
Secretària Autònoma de Cultura i Política
Lingüística

Vocals

Il·lm. Sr. VICENTE MUÑOZ PUELLES
Representant del Consell Valencià de Cultura
Excm. Sr. LUIS BERNARDO DÍAZ ALPERI
Alcalde d'Alacant
Excm. Sr. CARLOS FABRA CARRERAS
President de la Diputació Provincial de Castelló
Excm. Sr. FERNANDO GINER GINER
President de la Diputació Provincial de València

Secretari

Il·lm. Sr. CARLOS ALBERTO PRECIOSO ESTIGUÍN
Subsecretari de la Conselleria de Cultura,
Educació i Esport

COORDINACIÓ D'EXPOSICIONS

Coordinador General

JOSÉ MIGUEL SÁNCHEZ GONZÁLEZ

Assessor Científic

FELIPE V. GARÍN LLOMBART

Programació d'Exposicions

EVA DOMÈNECH LÓPEZ

Comunicació i RR. II.

NICOLÁS S. BUGEDA CABRERA

EXPOSICIÓ

Organització

SECRETARIA AUTONÒMICA DE CULTURA
I POLÍTICA LINGÜÍSTICA
CONSORCI DE MUSEUS DE LA COMUNITAT VALENCIANA

Comissaries

ROSA E. RIOS LLORET
SUSANA VILAPLANA SANCHIS

Coordinació tècnica

JOSÉ CAMPOS ALEMANY

Disseny i direcció de muntatge

EDELMIR GALDÓN CASENOVES

Disseny gràfic

ESPIRELIUS

Transport

SIT

Muntatge

JOSEARTE

Il·luminació

JESÚS MARTÍNEZ

Assegurances

MAPFRE

RESTAURACIÓ D'OBRES

INSTITUT VALENCIÀ DE CONSERVACIÓ
I RESTAURACIÓ DE BENS CULTURALS

Directora Gerent

CARMEN PÉREZ GARCIA

Supervisió tècnica

CARMEN PÉREZ GARCIA
JULIÁN ALMIRANTE AZNAR

Coordinació de Belles Arts

JOSÉ IGNACIO CATALÁN MARTÍ

Administració

MILAGROS GONZÁLEZ ROMÁ

Restaurador de Escultura

ROBERTO AMADOR MOSCARDÓ

Restaurador de Pintura

LIS SEBASTIÁN DE LA CRUZ
CRISTINA MARTÍ SABATÉ

CATÀLEG I CD-ROM

Coordinació

SECCIÓ DE GESTIÓ DE PUBLICACIONS
MARÍA JOSÉ HOPPE BAYOD

Textos

LUIS ARCINIEGA GARCÍA
RAFAEL BELTRÁN
RICARDO GARCIA CÁRCCEL
ANNEMARIE JORDAN GSCHWEND
ISABEL MORANT DEUSA
FERRAN MUÑOZ
MIGUEL NAVARRO SORNÍ
DOLORES PARDO MORENO
ESTELA PÉREZ BOSCH
MARÍA DE LOS ÁNGELES PÉREZ SAMPER
REGINA PINILLA PÉREZ DE TUDELA
ROSA E. RIOS LLORET
JORGE SEBASTIÁN LOZANO
AMADEO SERRA DESFILIS
JORDI SOLBES MATADERRONA
SUSANA VILAPLANA SANCHIS
LUISA TOLOSA

Fotografies

PACO ALCÁNTARA
MATEO GAMÓN
JUAN VALCÁRCCEL ANDRÉS

Crèdits fotogràfics

BIBLIOTECA HISTÒRICA. UNIVERSITAT DE VALÈNCIA
CATEDRAL DE VALÈNCIA. ARCHIVO CABILDO
METROPOLITANO DE VALÈNCIA
CATEDRAL DE VALÈNCIA. MUSEO CABILDO
METROPOLITANO DE VALÈNCIA
COLECCIÓN DEL MUSEO MUNICIPAL DE VIGO QUIÑONES
DE LEÓN
COLECCIÓN SERRA DE ALZAGA. VALÈNCIA
EDUARD MIRA
FUNDACIÓN LÁZARO GALDIANO
MUSEO DE BELLAS ARTES DE CASTELLÓN
MUSEO DE HISTORIA DE VALÈNCIA. AYUNTAMIENTO DE
VALÈNCIA
MUSEO DE LA CIUDAD. AYUNTAMIENTO DE VALÈNCIA
MUSEO HISTÓRICO MILITAR DE LA REGIÓN DE VALÈNCIA
MUSEO DE LA FARMACIA HISPANA. FACULTAD DE FARMACIA
MUSEO DEL EJÉRCITO. MADRID
MUSEO DEL PATRIARCA, VALÈNCIA
MUSEO DIOCESANO DE HUESCA
MUSEO HISTÓRICO MUNICIPAL. AYUNTAMIENTO DE
VALÈNCIA
MUSEO NACIONAL DE CERÁMICA Y ARTES SUNTUARIAS
GONZÁLEZ MARTÍ. VALÈNCIA
MUSEO NACIONAL DEL PRADO. MADRID
MUSEO NAVAL. MADRID
PARROQUIA DE NTRA SRA. DE LA ASUNCIÓN DE ALBAIDA
PARROQUIA DE SAN BARTOLOMÉ. LA JANA
PATRIMONIO NACIONAL
SECCIÓN DE ARQUEOLOGÍA. AYUNTAMIENTO DE VALÈNCIA
U.C.M. (UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID)
UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Traducció valenciana

SERVICI D'ASSESSORAMENT LINGÜÍSTIC I TRADUCCIÓ
JOSEPA ASENSI CONDOMINA
FERRAN BATALLER GOMAR
CRISTINA DOMINGO PÉREZ
JOSEP GARCIA ILLA

Traducció anglesa

ROC FILELLA ESCOLÀ

Disseny i maquetació

LA IMPRENTA COMUNICACIÓN GRÁFICA, S.L. MAYTEPS

Impressió

LA IMPRENTA COMUNICACIÓN GRÁFICA, S.L.

ISBN: 84-482-4371-4

Dipòsit Legal: V-2774-2006

© Dels textos: els autors

© De les imatges: els propietaris
i/o dipositaris

© De la present edició: Generalitat
Valenciana, 2006

IBERIA
TRANSPORTISTA OFICIAL

Col·labora:

demini

ÍNDICE

INDEX

PRÒLEG DEL PRESIDENT DE LA GENERALITAT VALENCIANA PRÓLOGO DEL PRESIDENTE DE LA GENERALITAT VALENCIANA <i>Francisco Camps Ortiz</i>	9
PRÒLEG DEL CONSELLER DE CULTURA, EDUCACIÓ I ESPORT PRÓLOGO DEL CONSELLER DE CULTURA, EDUCACIÓ I ESPORT <i>Alejandro Font de Mora Turón</i>	11
LA REINA GERMANA DE FOIX I LA SOCIETAT CORTESANA DEL SEU TEMPS LA REINA DOÑA GERMANA Y LA SOCIEDAD CORTESANA DE SU TIEMPO <i>Rosa Elena Ríos Lloret / Susana Vilaplana Sanchis</i>	13
INJUST ES L'OBLIT. GERMANA DE FOIX, UNA REINA DESDENYADA INJUSTO ES EL OLVIDO. GERMANA DE FOIX UN REINA DESDEÑADA <i>Rosa Elena Ríos Lloret</i>	17
GERMANA DE FOIX I LES GERMANIES GERMANA DE FOIX Y LAS GERMANÍAS <i>Ricardo García Cárcel</i>	35
GERMANA DE FOIX, UNA VIRREINA PER A VALÈNCIA GERMANA DE FOIX, UNA VIRREINA PARA VALENCIA <i>Regina Pinilla Pérez de Tudela</i>	51
SER VISTES, FER-SE MIRAR. MODELS VISUALS DE FEMINITAT RÈGIA EN L'EUROPA DEL RENAIXEMENT SER VISTAS, HACERSE MIRAR. MODELOS VISUALES DE FEMINIDAD REGIA EN LA EUROPA DEL RENACIMIENTO <i>Jorge Sebastián Lozano</i>	69
COMO PADRE DE TODOS NOS: LA RELACIÓ DE L'EMPERADOR CARLES V I LES SEUES GERMANES COMO PADRE DE TODOS NOS: LA RELACIÓN DEL EMPERADOR CARLOS V Y SUS HERMANAS <i>Annemarie Jordan Gschwend</i>	91
L'ESGLÈSIA EN EL PAS DEL RENAIXEMENT A L'EDAT MODERNA: L'ÈPOCA DE LES REFORMES LA IGLESIA EN EL PASO DEL RENACIMIENTO A LA EDAD MODERNA: LA ÉPOCA DE LAS REFORMAS <i>Miguel Navarro Sorní</i>	101

LA CIÈNCIA I LA TÈCNICA A LA FI DEL S.XV Y EN EL S. XVI CIENCIA Y TÉCNICA A FINALES DEL SIGLO XV Y EN EL XVI <i>Jordi Solbes Matarredona</i>	121
LES ENTRADES REIALS: CERIMÒNIA I ESPECTACLE LAS ENTRADAS REALES: CEREMONIA Y ESPECTÁCULO <i>M^a Àngeles Pérez Samper</i>	145
EL PALAU DEL REAL EN ELS TEMPS DE GERMANA: VISITES REIALS I CORTS VIRREGNALS EL PALACIO DEL REAL EN TIEMPOS DE DOÑA GERMANA: VISITAS REALES Y CORTES VIRREINALE <i>Luis Arciniega / Amadeo Serra</i>	161
DAMES I CAVALLERS EN LES SOCIETATS CORTESANES DAMAS Y CABALLEROS EN LAS SOCIEDADES CORTESANAS <i>Isabel Morant Deusa</i>	179
HUMANISME I EPICUREISME EN LA CORT VIRREGNAL VALENCIANA HUMANISMO Y EPICUREÍSMO EN LA CORTE VIRREINAL VALENCIANA <i>Ferran Muñoz</i>	195
«SI AMORES ME HAN DE MATAR...»: LITERATURA I POESIA AMOROSA EN LA CORT DE GERMANA DE FOIX «SI AMORES ME HAN DE MATAR...»: LITERATURA Y POESÍA AMOROSA EN LA CORTE DE DOÑA GERMANA <i>Rafael Beltrán / Estela Pérez Bosch</i>	217
EL SOMNI DE L'ART. LA CULTURA ARTÍSTICA VALENCIANA EN EL TRÀNSIT DEL SEGLE XV AL XVI EL SUEÑO DEL ARTE. LA CULTURA ARTÍSTICA VALENCIANA EN EL TRÁNSITO DEL SIGLO XV AL XVI <i>Susana Vilaplana Sanchis</i>	235
EL MONESTIR DE SANT MIQUEL DELS REIS COM A FUNDACIÓ REIAL I EVOCACIÓ DE GERMANA DE FOIX EL MONASTERIO DE SAN MIGUEL DE LOS REYES COMO FUNDACIÓN REAL Y EVOCACIÓN DE GERMANA DE FOIX <i>Luis Arciniega</i>	249
CRONOLOGIA CRONOLOGÍA <i>Luisa Tolosa / Dolores Pardo</i>	271
QUADRES I FITXES TÈCNIQUES CUADROS Y FICHAS TÉCNICAS	281
NOTES NOTAS	294
BIBLIOGRAFIA BIBLIOGRAFÍA	307

LA CIENCIA Y LA TÉCNICA A FINALES DEL S. XV Y EN EL XVI

Jordi Solbes

INTRODUCCIÓ



ls últims anys del segle XV i la primera meitat del XVI, anys en què va viure na Germana de Foix (1488-1536), són, científicament parlant, una època de transició entre la baixa edat mitjana i la revolució científica i, per tant, una època complexa, on encara continuen les velles idees i se n'originen altres de noves.

Això no vol dir que es tracte d'una lluita entre la foscor medieval i les llums de la ciència moderna. En la baixa edat mitjana europea (des del 1100, i, en particular, entre 1200 i 1350) s'inicia un procés de recuperació que permet un període d'estabilitat, de creació de ciutats, avanç del comerç, triomf del romànic i naixement del gòtic, creació de les primeres universitats (París, 1150; Oxford, 1190; Bolonya, 1200)... Això afavorix un considerable avanç en ciència i tècnica, basant-se en les aportacions musulmanes i xineses, arrellegades a través d'Espanya, de les croades i de la ruta de la seda.

INTRODUCCIÓN

Los últimos años del siglo XV y la primera mitad del XVI, años en los que vivió Germana de Foix (1488-1536), son, científicamente hablando, una época de transición entre la baja edad media y la revolución científica y, por lo tanto, una época compleja donde aún continúan las viejas ideas y se originan otras nuevas.

Eso no quiere decir que se trate de una lucha entre la oscuridad medieval y las luces de la ciencia moderna. En la baja edad media europea (desde el 1100, y en particular entre 1200 y 1350), se inicia un proceso de recuperación que permite un período de estabilidad, de creación de ciudades, desarrollo del comercio, triunfo del románico y nacimiento del gótico, creación de las primeras universidades (París, 1150; Oxford, 1190; Bolonia, 1200)... Eso favorece un considerable desarrollo en ciencia y técnica, basándose en las aportaciones musulmana y china, recogidas a través de España, de las cruzadas y de la ruta de la seda.

La técnica es básicamente iletrada y sus principales éxitos son la construcción de catedrales y el aprovechamiento de energía eólica e hidráulica (rueda, molinos, navegación contra el viento). El papel, la imprenta,

La tècnica és bàsicament il·letrada, i els seus principals èxits són la construcció de catedrals i l'aprofitament d'energia eòlica i hidràulica (rodes, molins, navegació contra el vent). El paper, la impremta, la pólvora i la brúixola van ser importades de la Xina. La tècnica, evidentment, no és una aplicació de la ciència, sinó que la precedeix i li planteja alguns problemes, com les investigacions sobre l'imant de P. Pelegrí i sobre el moviment (en particular, de projectils).

La ciència es desenvolupa gràcies a les traduccions dels àrabs, que no es limiten a arreplegar l'herència grega i ser-ne els mers intermediaris cap al món cristià, sinó que l'amplien i realitzen importants contribucions. En matemàtiques, al-Kwarizmi va introduir en el món musulmà la numeració decimal i la trigonometria de l'Índia. En astronomia són grans observadors, perquè les mesures astronòmiques són indispensables en la pràctica de l'Islam, i les taules astronòmiques toledanes d'al-Zarqali (Azarquiel) de Còrdova només van ser superades per Tycho Brahe. En òptica destaca Ibn al-Haytam (Alhazen) de Bàssora, que obté la llei de la reflexió i l'aplica a l'estudi de la formació d'imatges en els espills. En medicina es pot mencionar al-Razi (Rhazes) i Ibn Sina (Avicenna), que no van millorar l'obra de Galé, però coneixien el pols i un nombre més gran de drogues. Averrois intenta establir la possibilitat d'una filosofia a través de la seua doctrina de la «doble veritat» i assenyala que la raó i la fe són dos fonts de coneixement.

També els àrabs van afavorir la recuperació per al cristianisme de Plató, Aristòtil i els científics alexandrins, on es planteja el mateix problema que a l'Islam: el reconeixement de la raó humana representada pels grecs, especialment Aristòtil, com una potència a banda de la fe. En el segle XIII sant Tomàs d'Aquino va plantejar que en les qüestions comunes entre fe i raó ha d'haver-hi harmonia. La revelació conté la veritat i la raó ha de tindre-la igualment. Les discrepàncies es deuen a errors comesos en raonar o a un mode erroni d'entendre l'escriptura. No obstant això, la filosofia té una posició subordi-

la pólvora y la brújula fueron importadas de China. La técnica, evidentemente, no es una aplicación de la ciencia, sino que la precede y le plantea algunos problemas, como las investigaciones sobre el imán de P. Peregrino y sobre el movimiento (en particular, de proyectiles)

La ciencia se desarrolla gracias a las traducciones de los árabes, que no se limitan a recoger la herencia griega y ser sus meros intermediarios hacia el mundo cristiano, sino que la amplían y realizan importantes contribuciones. En matemáticas, al-Kwarizmi introdujo en el mundo musulmán la numeración decimal y la trigonometría de la India. En astronomía son grandes observadores, porque las medidas astronómicas son indispensables en la práctica del Islam y las tablas astronómicas toledanas de al-Zarqali (Azarquiel) de Córdoba solo fueron superadas por Tycho Brahe. En óptica destaca Ibn al-Haytam (Alhazen) de Basora, que obtiene la ley de la reflexión y la aplica al estudio de la formación de imágenes en los espejos. En medicina se puede mencionar a al-Razi (Rhazes) e Ibn Sina (Avicena), que no mejorarán la obra de Galeno, pero conocían el pulso y un número más grande de drogas. Averroes intenta establecer la posibilidad de una filosofía a través de su doctrina de la «doble verdad» y señala que la razón y la fe son dos fuentes de conocimiento.

También los árabes favorecieron la recuperación para el cristianismo de Platón, Aristóteles y los científicos alejandrinos, donde se plantea el mismo problema que en el Islam: el reconocimiento de la razón humana representada por los griegos, especialmente Aristóteles, como una potencia aparte de la fe. En el siglo XIII santo Tomás de Aquino planteó que en las cuestiones comunes entre fe y razón debe haber armonía. La revelación contiene la verdad y la razón debe tenerla igualmente. Las discrepancias se deben a errores cometidos al razonar o a un modo erróneo de entender la escritura. No obstante, la filosofía tiene una posición subordinada, es «una esclava de la teología», que se considerava la reina de las ciencias, lo cual pone de manifiesto como cambia y puede cambiar el concepto de ciencia a lo largo de la historia. En el siglo XIV, Juan Duns Escote acentúa la distinción tomista entre razón

nada, és «una esclava de la teologia», que es considerava la reina de les ciències, la qual cosa posa de manifest com canvia i pot canviar el concepte de ciència al llarg de la història. En el segle XIV, Joan Duns Escot accentua la distinció tomista entre raó i fe. Són distints modes de conèixer i els seus objectes són distints; per tant, allò que ha de ser cregut no pot ser demostrat.

Esta síntesi de cristianisme i coneixements dels grecs i àrabs constitueixen la tradició escolàstica, que, amb un caràcter molt teòric i especulatiu, s'ensenya en les universitats, constituïdes per la facultat menor d'Arts i les majors de Teologia, Dret i Cànon i Medicina. L'ensenyament es fa en llatí, mitjançant la lectura d'un clàssic. El catedràtic el comenta i fa preguntes als estudiants.

EL RENAIXEMENT CIENTÍFIC

En el segle XIV una sèrie de cataclismes sacsen la societat medieval. La gran pesta de 1348, la guerra dels Cent Anys (1337-1453) i el Cisma religiós. En el segle XV es reunixen diversos concilis que aconseguixen restablir la unitat sota l'autoritat d'un Papa únic, però no aconseguixen realitzar canvis en l'Església. Quan, a principis del segle XVI es produïx la Reforma protestant de Luter i Calví, estos rebutgen l'autoritat de l'Església i del clergat i sostenen que la Bíblia és l'única dipositària de la Revelació.

Europa entrà, durant la segona meitat del segle XV, en una fase de progrés demogràfic i econòmic. En el segle XVI la ciència i la tecnologia van iniciar un gran desenvolupament a Europa. Les raons són complexes, però molts autors posen de manifest, com una de les més importants, el marc general de l'ascens de la burgesia i de la transformació de l'economia feudal en economia capitalista, les necessitats de la qual per al comerç primer i la indústria després, originen el llarg procés de conver-

y fe. Son distintos modos de conocer y sus objetos son distintos; por lo tanto, lo que debe ser creído no puede ser demostrado.

Esta síntesis de cristianismo y conocimientos de los griegos y árabes constituye la tradición escolástica, que, con un carácter muy teórico y especulativo, se enseña en las universidades, constituidas por la facultad menor de Artes y las mayores de Teología, Derecho y Cánones y Medicina. La enseñanza se hace en latín, mediante la lectura de un clásico. El catedrático lo comenta y hace preguntas a los estudiantes.

EL RENACIMIENTO CIENTÍFICO

En el siglo XIV una serie de cataclismos sacuden la sociedad medieval. La gran peste de 1348, la guerra de los Cien Años (1337-1453) y el Cisma religioso. En el siglo XV se reúnen varios concilios que consiguen restablecer la unidad bajo la autoridad de un Papa único, pero no consiguen realizar cambios en la Iglesia. En cuanto a principios del siglo XVI, se produce la Reforma protestante de Lutero y Calvino, estos rechazan la autoridad de la Iglesia y del clero y sostienen que la Biblia es la única depositaria de la Revelación.

Europa entró, durante la segunda mitad del siglo XV, en una fase de progreso demográfico y económico. En el siglo XVI la ciencia y la tecnología iniciarán un gran desarrollo a Europa. Las razones son complejas, pero muchos autores ponen de manifiesto como una de las más importantes el marco general del ascenso de la burguesía y de la transformación de la economía feudal en economía capitalista, cuyas necesidades, para el comercio primero y la industria después, originan el largo proceso de convergencia entre ciencia y técnica. Así, los conocimientos cosmográficos (de astronomía y de la esfera terrestre) y del arte de navegar favorecen el descubrimiento de América el año 1492, que, a su vez, promueve nuevos conocimientos como el beneficio de los metales, la historia natural o la geografía.



gència entre ciència i tècnica. Així els coneixements cosmogràfics (d'astronomia i de l'esfera terrestre) i de l'art de navegar afavorixen el descobriment d'Amèrica l'any 1492, que a la seua vegada promou nous coneixements com el benefici dels metalls, la història natural o la geografia.

CARACTERÍSTIQUES DEL CONEIXEMENT CIENTÍFIC I TÈCNIC EN EL RENAIXEMENT

Tres elements poden caracteritzar, fonamentalment, el Renaixement científic europeu del s. XVI: l'aparició d'una nova concepció del món, l'humanisme, oposada a la medieval; la convergència de les tradicions artesana i erudita; i, en conseqüència, la definició d'una nova actitud respecte a les autoritats i uns nous mètodes de recerca científica.

Realment es produïx una coexistència entre la tradició escolàstica i l'humanisme, que és un moviment de recuperació de l'antiguitat clàssica (dels textos grecs i llatins originals, no mediatitzats per les traduccions àrabs, i de les estàtues en les excavacions) que es plantegen com a models del coneixement i de l'art, en oposició als models medievals. Però no tot és bo en l'humanisme, que contribueix al manteniment de la tradició en reforçar l'autoritat dels clàssics, ni tot dolent en l'escolàstica, on la tradició nominalista promou l'empirisme i el criticisme i la dels calculadors, l'estudi quantitatiu del moviment.

En el Renaixement es produïx un acostament cap a la tècnica dels científics teòrics a camps com l'enginyeria mecànica, l'òptica, l'anatomia i la cartografia, abans domini exclusiu d'artesans. Per altra banda, els tècnics, constructors, escultors, pintors o cirurgians comencen a escriure llibres i a interessar-se per qüestions teòriques. Un bon exemple dels darrers ens el proporciona Leonardo da Vinci.

Per això l'humanista Joan Lluís Vives diu que l'home culte:

CARACTERÍSTICAS DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TÉCNICO EN EL RENACIMIENTO

Tres elementos pueden caracterizar, fundamentalmente, el Renacimiento científico europeo del s. XVI: la aparición de una nueva concepción del mundo, el humanismo, opuesta a la medieval; la convergencia de las tradiciones artesana y erudita; y, en consecuencia, la definición de una nueva actitud con respecto a las autoridades y unos nuevos métodos de búsqueda científica.

Realmente se produce una coexistencia entre la tradición escolástica y el humanismo, que es un movimiento de recuperación de la antigüedad clásica (de los textos griegos y latín originales, no mediatizados por las traducciones árabes, y de las estatuas en las excavaciones) que se plantean como modelos del conocimiento y del arte en oposición a los modelos medievales. Pero no todo es bueno en el humanismo, que contribuye al mantenimiento de la tradición al reforzar la autoridad de los clásicos, ni malo en la escolástica, donde la tradición nominalista promueve el empirismo y el criticismo y la de los calculadores, el estudio cuantitativo del movimiento.

En el Renacimiento se produce un acercamiento hacia la técnica de los científicos teóricos a campos como la ingeniería mecánica, la óptica, la anatomía y la cartografía, antes dominio exclusivo de artesanos. Por otra parte, los técnicos, constructores, escultores, pintores o cirujanos empiezan a escribir libros e interesarse por cuestiones teóricas. Un buen ejemplo de los últimos nos lo proporciona Leonardo da Vinci.

Por eso el humanista Joan Lluís Vives dice que el hombre culto:

«No debe tener problemas por acudir a las ventas y a los obradores, y preguntar y aprender de los artesanos las peculiaridades de su profesión; porque desde mucho tiempo atrás, los sabios desdeñaran bajar a este nivel y se quedaron sin saber una parte incalculable de cosas que tanta importancia tienen para la vida».



Anònim. *Tresor de pobres*
Anónimo. *Tesoro de pobres*

Valora la tècnica no sólo por la utilidad, sino porque da un conocimiento de la naturaleza superior al especulativo de los escolásticos que «tienen una virginal inexperiencia de estas cosas y de esta naturaleza, mejor conocida por los labradores y artesanos que por ellos, filósofos tan grandes». Años después, el propio Galileo en su *Discursos y demostraciones sobre dos nuevas ciencias* (1638) afirma lo siguiente:

«Que campo tan ancho de reflexiones me parece que abre a los espíritus especulativos la frecuentación de vuestro famoso arsenal, señores venecianos, y, en particular, la zona de los trabajos mecánicos. Allí se ven en actividad incesante todo tipo de instrumentos y máquinas que manejan un gran número de artesanos, algunos de los cuales, tanto por las observaciones que les legaran sus predecesores como por las que hacen ellos mismos sin parar, alían necesariamente la habilidad más grande con el juicio más penetrante».

El Renacimiento supuso una nueva forma de abordar los problemas científicos, caracterizada por la sustitución de un pensamiento basado en «las evidencias del sentido común» y en las autoridades, por otro al mismo tiempo más creativo, con la hipótesis como núcleo central y con realización de experimentos y observaciones para comprobarlas, y más riguroso, con el uso de las matemáticas. Pero la tradición de las autoridades tenía tanto peso que algunas de las primeras experiencias se realizaban delante de autoridades (concejales, canónigos y jueces) que dieran testigo de los resultados.

Por otro lado, la tradición tècnica inicia el proceso de transición desde el empirismo completo hasta las tecnologías plenamente basadas en las matemáticas y la ciencia aplicada. Así, muchas investigaciones cien-



«no ha de tindre problemes per a acudir a les ventes i als obradors, i preguntar i aprendre dels artesans les peculiaritats de la seua professió; perquè des de molt de temps enrere, els savis van desdenyar baixar a este nivell i es van quedar sense saber una part incalculable de coses que tanta importància tenen per a la vida».

Valora la tècnica no sols per la utilitat, sinó perquè dóna un coneixement de la natura superior a l'especulatiu dels escolàstics que «tenen una virginal inexperiència d'estes coses i d'esta natura, millor coneguda pels llauradors i artesans que no per ells, filòsofs tan grans». Anys després, el mateix Galileu, en el seu *Discursos i demostracions sobre dues noves ciències* (1638) afirma el següent:

«Quin camp tan ample de reflexions em sembla que obri als esperits especulatius la freqüentació del vostre famós arsenal, senyors venecians, i, en particular la zona dels treballs mecànics. Allí es veuen en activitat incessant tota mena d'instruments i màquines que manegen un gran nombre d'artesans dels quals alguns, tant per les observacions que els llegaren els seus predecessors com per les que fan ells mateixos sense parar, alien necessàriament l'habilitat més gran amb el judici més penetrant».

El Renaixement va suposar una nova forma d'abordar els problemes científics, caracteritzada per la substitució d'un pensament basat en «les evidències del sentit comú» i en les autoritats, per un altre al mateix temps més creatiu, amb les hipòtesis com a nucli central i amb realització d'experiments i observacions per a comprovar-les, i més rigorós, amb l'ús de les matemàtiques. Però la tradició de les autoritats tenia tant pes que algunes de les primeres experiències es realitzaven davant d'autoritats (regidors, canonges i jutges) que donaren testimoni dels resultats.

D'altra banda, la tradició tècnica inicia el procés de transició des de l'empirisme complet fins a les tecnologies plenament basades en les matemàtiques i la ciència aplicada. Així, moltes investigacions científiques han tingut el seu origen en problemes d'ordre tècnic (la cinemàtica de Galileu té relació

tíficas han tenido su origen en problemas de orden técnico (la cinemática de Galileo tiene relación con el lanzamiento de proyectiles, el magnetismo de Gilbert con la brújula). Además, el avance técnico determina con frecuencia la misma posibilidad del trabajo científico (los progresos en astronomía se vinculan a la construcción de telescopios).

LOS DIVERSOS SABERES CIENTÍFICOS, TÉCNICOS Y EXTRAACADÉMICOS

Los conocimientos científicos y técnicos no son como los actualmente establecidos. Los académicos se enseñaban en la universidad. Las más antiguas se habían estancado. Por ello, Francisco I fundó en 1530 el Collège Royal (actual Collège de Francia) para facilitar la enseñanza de las humanidades no toleradas en la Sorbona. Las nuevas universidades siguen el modelo de organización y de enseñanza de las antiguas. Eso y la lengua común, el latín, favorecen un gran intercambio de profesores y de estudiantes entre las universidades de los diferentes países, buscando mejores sueldos los unos y los profesores de mayor prestigio los otros. Las cátedras más importantes y más bien remuneradas son las de Teología y Derecho, y se las disputaban las órdenes religiosas: dominicos, franciscanos, agustinos. La enseñanza de saberes científicos se realizaba en las cátedras de Astrología y Filosofía Natural de la Facultad de Artes y en la Facultad de Medicina.

En Astrología se enseñaban matemáticas (que en algunos lugares era cátedra independiente), la astronomía y la astrología propiamente dicha. La enseñanza de las matemáticas se basaba en los *Elementos*, uno de los libros más influyentes de la historia de la humanidad, donde Euclides (330-275 aC) recapituló la geometría griega. En astronomía, la baza era Claudio Ptolomeo (85-165 dC), que escribió un tratado que recoge y sistematiza el modelo geocéntrico y toda la astronomía griega, que se conoce por el nombre de su versión al árabe, el *Almagesto* ('El mejor de los libros'). En él se describe el astrolabio, un círculo de metal, sos-

amb el llançament de projectils, el magnetisme de Gilbert amb la brúixola). A més, l'avanç tècnic determina amb freqüència la mateixa possibilitat del treball científic (els progressos en astronomia es vinculen a la construcció de telescopis).

ELS DIVERSOS SABERS CIENTÍFICS, TÈCNICS I EXTRAACADÈMICS

Els coneixements científics i tècnics no són com els actualment establits. Els acadèmics s'ensenyaven a la universitat. Les més antigues s'havien estancat. Per això, Francesc I va fundar en 1530 el Collège Royal (actual Collège de França) per facilitar l'ensenyament de les humanitats no tolerades en la Sorbona. Les noves universitats segueixen el model d'organització i d'ensenyament de les antigues. Això i la llengua comuna, el llatí, afavorix un gran intercanvi de professors i d'estudiants entre les universitats dels diferents països, buscant millors sots els uns i els professors de major prestigi els altres. Les càtedres més importants i més ben remunerades són les de Teologia i Dret, i se les disputaven les ordres religioses: dominics, franciscans, agustins. L'ensenyament de sabers científics es realitzava en les càtedres d'Astrologia i Filosofia Natural de la Facultat d'Arts i en la Facultat de Medicina.

En Astrologia s'ensenyaven matemàtiques (que en alguns llocs era càtedra independent), l'astronomia i l'astrologia pròpiament dita. L'ensenyament de les matemàtiques es basava en els *Elements*, un dels llibres més influents de la història de la humanitat, on Euclides (330-275 aC) va recapitular la geometria grega. En astronomia la base era Claudi Ptolemeu (85-165 dC.), que va escriure un tractat que arreplega i sistematitza el model geocèntric i tota l'astronomia grega, que es coneix pel nom de la seua versió a l'àrab, l'*Almagest* ('El millor dels llibres'). S'hi descriu l'astrolabi, un cercle de metall sostingut amb una anella en la seua part superior i mantingut en el pla de la vertical de l'astre observat. En dirigir l'alidada, que era giratòria, vers l'astre,

tenido con una anilla en su parte superior y mantenido en el plan de la vertical del astro observado. Al dirigir la alidada, que era giratoria, hacia el astro, la escala graduada del círculo daba el valor de la altura del astro. Así, el ángulo que forma la estrella polar con respecto al horizonte determina la latitud. La altura del Sol en su culminación nos da la hora local (el mediodía). En consecuencia, las principales aplicaciones de la astronomía eran el arte de navegar, la realización de mapas y la astrología. La última se aplicaba a todos los acontecimientos políticos y militares, a la salud y la enfermedad (de ahí la importancia de la astrología médica), a la agricultura y la meteorología, pero la astrología judiciaria o determinista era perseguida por la Inquisición, ya que era contradictoria con la doctrina del libre albedrío. Por ello, Jeroni Cortés, autor del *Llunari perpetu* afirmaba que «las estrellas pueden condicionar a los hombres, pero no forzarlos». No se considerava que el modelo de Ptolomeo, con sus epiciclos y excéntricos, fuera una descripción de la realidad, sino un modelo matemático que daba razón de las observaciones.

En las cátedras de Filosofía Natural se enseñaba la *Física* o el *De caelo* de Aristóteles (384-322 aC). En estas obras ordenaba todos los cuerpos celestes desde la Tierra hacia fuera: Luna, Mercurio, Venus, Sol, Marte, Júpiter y Saturno. La esfera más externa de las estrellas fijas era movida por el Primer Motor. Todas las cosas por debajo de la esfera de la Luna estaban hechas a base de los cuatro elementos terrestres: tierra, agua, aire y fuego. Los cielos estaban formados por un quinto elemento más puro, la quinta esencia o éter. Los cuerpos celestes eran incorruptibles y eternos, como también lo eran sus movimientos, que eran, consiguientemente, circulares y uniformes. En la Tierra se daba la generación y corrupción por lo que los movimientos terrestres eran rectilíneos y tenían principio y fin como todos los fenómenos terrestres. En primer lugar, vemos que el universo se limita a los planetas más interiores del sistema solar y a las estrellas fijas, es decir, el universo visible con los ojos. Esta idea limitada del universo prevaleció hasta que los telescopios, a partir del siglo XVII, permitieron ampliar la imagen y tamaño del universo. Otro aspecto remarcable es la clara separación



Pots de ceràmica, 1500
Botes de ceràmica, 1500

l'escala graduada del cercle donava el valor de l'altura de l'astre. Així, l'angle que forma l'estrella polar respecte a l'horitzó determina la latitud. L'altura del Sol en la seua culminació ens dona l'hora local (el migdia). En conseqüència, les principals aplicacions de l'astronomia eren l'art de navegar, la realització de mapes i l'astrologia. La darrera s'aplicava a tots els esdeveniments polítics i militars, a la salut i la malaltia (d'ací la importància de l'astrologia mèdica), a l'agricultura i la meteorologia, però l'astrologia judiciària o determinista era perseguida per la Inquisició, ja que era contradictòria amb la doctrina del lliure albir. Per això, Jeroni Cortés, autor del *Llunari perpetu* afirmava que «les estrelles poden condicionar els homes, però no forçar-los». No es considerava que el model de Ptolomeu, amb els seus epicicles i excèntrics, fóra una descripció de la realitat, sinó un model matemàtic que donava raó de les observacions.

En les càtedres de Filosofia Natural s'ensenyava la *Física* o el *De caelo* d'Aristòtil (384-322 aC). En estes obres ordenava tots els cossos celests des de la Terra cap a fora: Lluna, Mercuri, Venus, Sol, Mart, Júpiter i Saturn. L'esfera més externa de les estrelles fixes era moguda pel

entre el mundo terrestre y el celeste. Las diferencias se manifiestan tanto en la composición como en el comportamiento, es decir, los tipos de movimiento, la permanencia en el «lugar natural», etc. Al contrario que las ideas de Ptolomeo, las de Aristóteles sí que se consideraban una descripción de la realidad.

En algunas universidades, los profesores de Filosofía Natural enseñaban teorías del siglo XIV, de los calculadores del College de Merton de la Universidad de Oxford (Guillermo de Occam, W. Burley, R. Swineshead, W. Heytesbury) y de los nominalistas de París (Juan Buridan, Alberto de Sajonia, Nicolás de Oresme). Todos ellos estudian en profundidad el movimiento, pero son abstracciones matemáticas que, como mucho, se aplican al movimiento de las esferas celestes y no al movimiento de los cuerpos reales. Por eso no explicarán la caída de los cuerpos ni el movimiento de los proyectiles.

Occam negaba la validez de la primera prueba de santo Tomás de la existencia de Dios (los movimientos de las esferas celestes exigen un Primero Motor, y como el movimiento se agota con el tiempo, hay que postular

Primer Motor. Totes les coses per davall de l'esfera de la Lluna estaven fetes a base dels quatre elements terrestres, terra, aigua, aire i foc. Els cels estaven formats per un quint element més pur, la quinta essència o èter. Els cossos celestes eren incorruptibles i eterns, com també ho eren els seus moviments, que eren consegüentment circulars i uniformes. En la Terra es donava la generació i corrupció, per la qual cosa els moviments terrestres eren rectilinis i tenien principi i fi com tots els fenòmens terrestres. En primer lloc, veiem que l'univers es limita als planetes més interiors del sistema solar i a les estrelles fixes, és a dir, l'univers visible amb els ulls. Esta idea limitada de l'univers va prevaldre fins que els telescopis, a partir del segle XVII, van permetre ampliar la imatge i grandària de l'univers. Altre aspecte remarcable és la clara separació entre el món terrestre i el celeste. Les diferències es manifesten tant en la composició com en el comportament, és a dir, els tipus de moviment, la permanència en el «lloc natural», etc. Al contrari que les idees de Ptolomeu, les d'Aristòtil sí que es consideraven una descripció de la realitat.

En algunes universitats, els professors de Filosofia Natural ensenyaven teories del segle XIV, dels calculadors del College de Merton de la Universitat d'Oxford (Guillem d'Occam, W. Burley, R. Swineshead, W. Heytesbury) i dels nominalistes de París (Jean Buridan, Albert de Saxònia, Nicolau d'Oresme). Tots ells estudiaven en profunditat el moviment, però són abstraccions matemàtiques que, com a molt, s'apliquen al moviment de les esferes celestes i no al moviment dels cossos reals. Per això no explicaren la caiguda dels cossos ni el moviment dels projectils.

Occam negava la validesa de la primera prova de sant Tomàs de l'existència de Déu (els moviments de les esferes celestes exigixen un Primer Motor i, com que el moviment s'esgota amb el temps, cal postular diversos motors angèlics) i va reformular la teoria de la força impresa del neoplatònic Filopó (s. VI) amb la introducció de la teoria d'ímpetu, una qualitat impresa en el mòbil pel motor que permet al mòbil persistir en el moviment malgrat la tendència aristotèlica al repòs. Este ímpetu és una qualitat permanent sols

diversos motores angélicos) y reformuló la teoría de la fuerza impresa del neoplatónico Filopón (s. VI) con la introducción de la teoría de ímpetus, una calidad impresa en el móvil por el motor que permite al móvil persistir en el movimiento a pesar de la tendencia aristotélica al reposo. Este ímpetu es una calidad permanente sólo reducida por la resistencia del aire o la gravedad y es el que Dios imprimió a las esferas celestes, lo cual hace innecesarios los motores angélicos. «No hace falta hacer con más el que con menos puede hacerse», enunciando así el principio de la navaja de Occam. Buridan utilizó la teoría del ímpetu contra la tesis aristotélica de que los cuerpos en movimiento eran propulsados por el aire desplazado que se precipitaba a la parte posterior para evitar la formación de un vacío, prohibido por Aristóteles (la naturaleza tiene horror al vacío). Superan así a Aristóteles, pero sin llegar al principio de inercia de Galileo.

Los mertonians estudian la variación de muchas magnitudes, en particular la velocidad, lo que les permite hacer una distinción entre movimiento uniforme (MU), con velocidad constante, el diforme (el actual movimiento uniformemente acelerado MUA), donde la velocidad varía regularmente, y el movimiento irregular, cuando no se verifican las anteriores definiciones. Introducen la regla de Merton, que permite calcular el espacio recorrido en un MUA al igualarlo al de un MU cuya velocidad fuera la media entre la inicial y la final de un movimiento acelerado. Oresme introdujo un método de representar gráficamente las velocidades, de manera que un rectángulo representaba un movimiento uniforme y un triángulo (o un trapecio, si hay velocidad inicial), un movimiento diforme. Estas novedades son anuncios de la revolución científica del siglo XVII y de hecho aún se utilizan en la enseñanza actual de la cinemática (sin decir cuál es el origen) cuando se realiza sin cálculo diferencial e integral.

Con respecto a la medicina, era la única ocupación relacionada con la ciencia que había conseguido un estatus profesional. Se basaba en el galenismo arabizado, es decir, la síntesis de la medicina de la antigüedad

reduïda per la resistència de l'aire o la gravetat i és el que Déu va imprimir a les esferes celestes, la qual cosa fa innecessaris els motors angèlics. «No cal fer amb més el que amb menys pot fer-se», enunciant així el principi de la navalla d'Occam. Buridan va utilitzar la teoria de l'ímpetu contra la tesi aristotèlica segons la qual els cossos en moviment eren propulsats per l'aire desplaçat que es precipitava a la part posterior per a evitar la formació d'un buit, prohibit per Aristòtil (la naturalesa té horror al buit). Superen així Aristòtil, però sense arribar al principi d'inèrcia de Galileu.

Els mertonians estudien la variació de moltes magnituds, en particular la velocitat, la qual cosa els permet fer una distinció entre moviment uniforme (MU), amb velocitat constant, el diforme (l'actual moviment uniformement accelerat MUA), on la velocitat varia regularment, i el moviment irregular, quan no es verifiquen les anteriors definicions. Introdueixen la regla de Merton, que permet calcular l'espai recorregut en un MUA en igualar-lo al d'un MU la velocitat del qual fóra la mitjana entre la inicial i la final d'un moviment accelerat. Oresme va introduir un mètode de representar gràficament les velocitats, de manera que un rectangle representava un moviment uniforme i un triangle (o un trapezi si hi ha velocitat inicial), un moviment diforme. Estes novetats són anuncis de la revolució científica dels segle XVII i, de fet, encara s'utilitzen en l'ensenyament actual de la cinemàtica (sense dir quin és l'origen) quan es realitza sense càlcul diferencial i integral.

Respecte a la medicina, era l'única ocupació relacionada amb la ciència que havia aconseguit un estatus professional. Es basava en el galenisme arabitzat, és a dir, la síntesi de la medicina de l'antiguitat clàssica que havia realitzat el metge Galé en el s. II, així com la forma en què havia estat sistematitzada, exposada i desenvolupada pel món àrab (el *Canon* d'Avicenna). Suposava coneixements d'anatomia i clínica, però les teories sobre les malalties eren de caràcter especulatiu i donaren gran importància als humors (orina, sang, bilis) i a les qualitats oposades: calor/fred i sec/humit.

clásica que había realizado el médico Galeno en el s. II, así como la forma en que había estado sistematizada, expuesta y desarrollada por el mundo árabe (el *Canon* de Avicena). Suponía conocimientos de anatomía y clínica, pero las teorías sobre las enfermedades eran de carácter especulativo y dieron gran importancia a los humores (orina, sangre, bilis) y a las calidades opuestas: calor/frío y seco/húmedo.

El amplio grupo de saberes prácticos es muy heterogéneo. No hace falta pensarlos como aplicación de los saberes teóricos y oscilarán entre el empirismo y la técnica. El más desarrollado fue el arte de navegar, basado en la cosmografía. Muy relacionados están la ingeniería naval y la cartografía marítima. Tareas típicamente prácticas fueron la arquitectura y la ingeniería civil, centradas en la construcción y en la elevación, conducción y aprovechamiento de aguas, (canales, embalses). El arte militar incluía las fortificaciones y la artillería, que trata no sólo de los tiros y la puntería, sino de la fabricación de las armas, proyectiles y pólvoras. En la ingeniería hidráulica y la balística se desarrollaran nociones teóricas sobre esos fenómenos físicos muy diferentes de las que ofrecía la filosofía natural. El beneficio de minerales y el ensayo de metales solucionaban los problemas concretos de las minas, la ley de las monedas, etc. Muy relacionada con la medicina estaba la práctica de los boticarios, que empieza en esta época a tener autonomía social y de contenido. Por último, hay que hablar de la agricultura y la veterinaria.

Una subcultura científica muy cultivada en la baja edad media y en el Renacimiento era la alquimia. Era extraacadémica por voluntad propia, ya que su producción no era pública y estaba adscrita a iniciados, con un lenguaje lleno de complicadas metáforas y enrevesados símbolos. La mayor parte de los escritos eran apócrifos y atribuidos a Ramon Llull, a Arnau de Vilanova, a Alberto Magno, etc. Pero la alquimia comportó el perfeccionamiento de aparatos y técnicas de laboratorio, en los que se basó el nacimiento progresivo de la química.

L'ampli grup de sabers pràctics és molt heterogeni. No cal pensar-los com a aplicació dels sabers teòrics i oscil·laren entre l'empirisme i la tècnica. El més desenvolupat va ser l'art de navegar, basat en la cosmografia. Molt relacionats estan l'enginyeria naval i la cartografia marítima. Tasques típicament pràctiques foren l'arquitectura i l'enginyeria civil, centrades en la construcció i en l'elevació, conducció i aprofitament d'aigües (canals, embassaments). L'art militar inclou les fortificacions i l'artilleria, que tracta no sols dels tirs i la punteria, sinó de la fabricació de les armes, projectils i pólvores. En l'enginyeria hidràulica i la balística es desenvoluparen nocions teòriques sobre eixos fenòmens físics molt diferents de les que oferia la filosofia natural. El benefici de minerals i l'assaig de metalls solucionaven els problemes concrets de les mines, la llei de les monedes, etc. Molt relacionada amb la medicina estava la pràctica dels apotecaris, que comença en esta època a tindre autonomia social i de contingut. Per últim, cal parlar de l'agricultura i la manescalía (o veterinària).

Una subcultura científica molt conreada en la baixa edat mitjana i en el Renaixement era l'alquímia. Era extraacadèmica per voluntat pròpia, ja que la seua producció no era pública i estava destinada a iniciats, amb un llenguatge ple de complicades metàfores i enrevessats símbols. La major part dels escrits eren apòcrifs i atribuïts a Ramon Llull, a Arnau de Vilanova, a Albert Magne, etc. Però l'alquímia comportà el perfeccionament d'aparells i tècniques de laboratori, en els quals es basà el naixement progressiu de la química.

EL RENAIXEMENT CIENTÍFIC EN LES ESPANYES

Es dona la paradoxa que sent, Espanya la iniciadora dels descobriments geogràfics (1492) i la metròpoli del major imperi conegut en el segle XVI, quedara al marge de la revolució científica al mateix temps que declinava el seu comerç i indústria. El problema és complex. Durant el Renaixement, el desenvolupament científic i tecnològic era paral·lel al de la resta d'Europa. L'ensenyament científic en medicina i arts

EL RENACIMIENTO CIENTÍFICO EN LAS ESPAÑAS

Se da la paradoja que siendo España la iniciadora de los descubrimientos geográficos (1492) y la metrópolis del mayor imperio conocido en el siglo XVI, quedara al margen de la revolución científica al mismo tiempo que declinaba su comercio e industria. El problema es complejo. Durante el Renacimiento, el desarrollo científico y tecnológico era paralelo al del resto de Europa. La enseñanza científica en medicina y artes se impartía en las principales universidades: Salamanca (con mucho prestigio en teología y derecho canónico), Valladolid (que destaca en derecho civil, ya que en esa ciudad estaba la Cancillería), Alcalá (fundada en 1508 y, por lo tanto, con las humanidades muy valoradas) y Valencia (que empezó a funcionar en 1502, incorporando la enseñanza de la cirugía que ya se hacía en la ciudad desde 1462, lo cual hace que el Estudio General destaque en medicina). Además, se crean nuevas instituciones para promover los saberes necesarios para la navegación y colonización de los nuevos territorios, como la Casa de Contratación en 1503. Su primer cargo técnico fue el de piloto mayor, creado en 1508, para «examinar y graduar pilotos y censurar las cartas e instrumentos necesarios para la navegación». Después aparecen el cosmógrafo mayor en 1523 y el catedrático de Navegación y Cosmografía en 1552. La otra institución fue el Consejo de las Indias en 1524, con un cosmógrafo cronista para recoger las noticias geográficas y de historia natural de las Indias.

LOS CIENTÍFICOS MÁS DESTACADOS EN ESTE PERÍODO

En astronomía destaca Abraham Zacuto (1452-1515). Nació en Salamanca, donde posiblemente estudió en la universidad. Su obra más importante es el *Hibbur ha-gadol* (*El gran tratado*) escrito en 1473. Parece que estuvo en relación con Cristóbal Colón, en su estancia en Salamanca. Cuando los Reyes Católicos promulgaron en 1492 el decreto de expulsión de los judíos, huyó a Portugal y entró al servicio de Juan II e influyó

s'impartia en les principals universitats: Salamanca (amb mol prestigi en teologia i dret canònic), Valladolid (que destaca en dret civil, ja que en eixa ciutat estava la Cancelleria), Alcalà (fundada en 1508 i, per tant, amb les humanitats molt valorades) i València (que va començar a funcionar en 1502, incorporant l'ensenyament de la cirurgia que ja es feia a la ciutat des de 1462, la qual cosa fa que l'Estudi General destaque en medicina). A més, es creen noves institucions per tal de promoure els sabers necessaris per a la navegació i colonització dels nous territoris, com la Casa de Contractació en 1503. El seu primer càrrec tècnic fou el de Pilot Major creat en 1508, per a «examinar i graduar pilots i censurar les cartes i instruments necessaris per a la navegació». Després apareixen el Cosmògraf Major en 1523 i el catedràtic de Navegació i Cosmografia en 1552. L'altra institució va ser el Consell de les Índies en 1524, amb un Cosmògraf Cronista per arrellegar les notícies geogràfiques i d'història natural de les Índies.

ELS CIENTÍFICS MÉS DESTACATS EN ESTE PERÍODE

En astronomia destaca Abraham Zacuto (1452-1515). Va nàixer a Salamanca, on possiblement va estudiar en la universitat. La seua obra més important és el *Hibbur ha-gadol* (*El gran tractat*) escrit en 1473. Sembla que va estar en relació amb Cristòfol Colom, en la seua estada en Salamanca. Quan els Reis Catòlics van promulgar en 1492 el decret d'expulsió dels jueus, va fugir a Portugal, va entrar al servei de Joan II i va influir directament en el viatge de Vasco de Gama. En encetar-se en Portugal persecucions contra els jueus en 1496, va emigrar al nord d'Àfrica, on va morir. La seua influència en Europa es deu al seu deixeble, també jueu, José Vecino o Vizinho, que va publicar en llatí en 1496 en Leiria (Portugal) un resum de *El gran tractat* amb les efemèrides del Sol, la Lluna i els planetes, amb el títol d' *Almanach Perpetuum*.

Un aspecte important de l'astronomia pràctica és el relacionat amb els instruments d'observació. El metge i astròleg valencià Joan Martí Població, que, com altres valencians, Joan de Celaia o Joan Lluís

directamente en el viaje de Vasco de Gama. Al iniciarse en Portugal persecuciones contra los judíos en 1496, emigró al norte de África donde murió. Su influencia en Europa se debe a su discípulo, también judío, José Vecino o Vizinho, que publicó en latín en 1496 en Leiria (Portugal) un resumen de *El gran tratado* con las efemérides del Sol, la Luna y los planetas, con el título de *Almanach Perpetuum*.

Un aspecto importante de la astronomía práctica es el relacionado con los instrumentos de observación. El médico y astrólogo valenciano Joan Martín Población, que, como otros valencianos, Joan de Celaia o Joan Lluís Vives, estudió y enseñó en París, publicó un manual titulado *De usu astrolabio* (1526) reeditado nueve veces.

Jeroni Muñoz (1520-1591), catedrático de Astronomía de las universidades de Valencia y Salamanca escribió el *Libro del nuevo cometa* (1572), traducido al francés y al latín, citado por Galileo en el *Diálogo de los dos grandes sistemas del mundo* y elogiado por el mejor astrónomo europeo, Tycho Brahe. En el libro da la posición relativa de una nueva estrella que se hizo visible en la constelación de Casiopea. A pesar de que la califica de cometa, argumenta sobre su naturaleza celeste por su falta de paralaje (el cambio de posición de un objeto próximo con respecto al fondo lejano cuando se mira desde dos posiciones diferentes) y critica de forma abierta la doctrina aristotélica sobre la incorruptibilidad del cielo. Hoy llamamos supernova a este tipo de estrella y sabemos que sólo han sido observadas 3 más este milenio, el 1054 por los astrónomos chinos, en 1604 por Kepler y en 1987 por Oscar Duhalde e Ian K. Shelton.

En Filosofía Natural destaca el valenciano Joan de Celaia (1490-1559), que, a comienzos de siglo, se trasladó a la universidad de París para graduarse en Artes y doctorarse en Teología y donde escribió obras que plantean críticas sobre la concepción aristotélica del movimiento local y recogen las contribuciones de científicos del siglo XIV como Oresme o los calculadores del Merton College. Al volver a Valencia fue renombrado rector de la Universidad (1525-1558), donde enseñó teología y reforzó el escolasticismo al no nombrar cate-

Vives, va estudiar i ensenyar a París, va publicar un manual anomenat *De usu astrolabi* (1526) reeditat nou vegades.

Jeroni Muñoz (1520-1591), catedràtic d'Astronomia de les universitats de València i Salamanca escriu el *Libro del nuevo cometa* (1572), traduït al francès i al llatí, citat per Galileu en el *Diàleg dels dos grans sistemes del món* i elogiat pel millor astrònom europeu, Tycho Brahe. En el llibre dona la posició relativa d'una nova estrella que es féu visible a la constel·lació de Cassiopea. Malgrat que la qualifica de cometa, argumenta sobre la seua naturalesa celeste per la seua manca de paral·laxi (el canvi de posició d'un objecte proper respecte al fons llunyà quan es mira des de dos posicions diferents) i critica de forma oberta la doctrina aristotèlica sobre la incorruptibilitat del cel. Avui anomenem supernova a este tipus d'estrella i sabem que sols han estat observades 3 més este mil·leni, el 1054 pels astrònoms xinesos, en 1604 per Kepler i en 1987 Oscar Duvalde i Ian K. Shelton.

En Filosofia Natural destaca el valencià Joan de Celaia (1490-1559), que a començaments de segle es va traslladar a la universitat de París per graduar-se en Arts i doctorar-se en Teologia i on va escriure obres que plantejen crítiques sobre la concepció aristotèlica del moviment local i arrepleguen les contribucions de científics del segle XIV com Oresme o els calculadors del Merton College. En tornar a València va ser nomenat rector de la Universitat (1525-1558), on va ensenyar teologia i va reforçar l'escolasticisme en no nomenar catedràtic l'humanista Pere Joan Oliver. Però la contribució més important en filosofia natural la va fer el seu deixeble Domingo de Soto, de la universitat de Salamanca, que va identificar en 1572 (abans que Galileu) el moviment de caiguda de cossos gràvids amb el moviment uniformement diforme (accelerat).

Diego de Zúñiga, de la Universitat de Salamanca, va publicar en els seus Comentaris al llibre de Job (1584), que, per mitjà de la teoria de Copèrnic s'explica la posició dels planetes millor que amb la teoria de Ptolomeu. Però va rebutjar la teoria heliocèntrica en una obra posterior, *Philosophia prima pars* (1597).

drático al humanista Pere Joan Oliver. Pero la contribución más importante en filosofía natural la hizo su discípulo Domingo de Soto, de la Universidad de Salamanca, quien identificó en 1572 (antes que Galileo) el movimiento de caída de cuerpos grávidos con el movimiento uniformemente diforme (acelerado).

Diego de Zúñiga, de la universidad de Salamanca, publicó en sus *Comentarios al libro de Job* (1584) que por medio de la teoría de Copérnico se explica la posición de los planetas mejor que con la teoría de Ptolomeo. Pero rechazó la teoría heliocéntrica en una obra posterior, *Philosophia prima pars* (1597).

El primer texto de náutica impreso en España es la *Suma de geographia maritima que (...) trata largamente del arte de navegar* (1519) del sevillano Martín Fernández Enciso. Pero los textos más importantes son *El arte de navegar* (1545) de Pedro de Medina y *Breve compedio de la sphaera y de la arte de navegar* de Martín Cortés, escrito el 1545 y publicado en Sevilla en 1551. Esos libros tuvieron muchas traducciones y por eso se dice que Europa aprendió a navegar con textos españoles. Cortés explica la declinación magnética, el hecho de que la aguja de la brújula no apunte exactamente al polo geográfico, con la introducción del polo magnético.

Pero más importante que la declinación fue la determinación de longitudes, a consecuencia de la bula de 1493 del papa Alejandro VI, que concedía a Castilla las tierras descubrimientos al oeste de un meridiano a 100 leguas al oeste de las islas de Cabo Verde. En 1494 los Reyes Católicos y Juan II firman el tratado de Tordesillas, que desplaza ese meridiano 270 leguas más al oeste, pero los portugueses lo sobrepasaron en Brasil, porque no había métodos para determinar la longitud. Como no se había fijado otro meridiano que marcara la línea divisoria en el Pacífico, se celebró la Junta de Badajoz (1524) donde Hernando Colón, el hijo del descubridor, expuso por primera vez el método de transporte de relojes por determinar la longitud. ¿Cómo? Se mide la hora local (sabiendo que a las 12 h el Sol está en su culminación) y la diferencia con la hora del puerto que transporta el reloj nos da la diferencia de latitudes. Así, 24 horas es a 360° como la diferencia horaria es a la diferencia de latitudes, que es

El primer text de nàutica imprès a Espanya és la *Suma de geographia maritima que (...) trata largamente del arte de navegar* (1519) del sevillà Martín Fernández Enciso. Però els textos més importants són *El arte de navegar* (1545) de Pedro de Medina i *Breve compendio de la sphaera y de la arte de navegar* de Martín Cortés, escrit el 1545 i publicat a Sevilla en 1551. Eixos llibres van tindre moltes traduccions i per això es diu que Europa va aprendre a navegar amb textos espanyols. Cortés explica la declinació magnètica, el fet que la agulla de la brúixola no apunte exactament al pol geogràfic, amb la introducció del pol magnètic.

Però més important que la declinació va ser la determinació de longituds, a conseqüència de la butlla de 1493 del papa Alexandre VI, que concedia a Castella les terres descobertes a l'oest d'un meridià a 100 llegendes a l'oest de les illes de Cap Verd. En 1494 els Reis Catòlics i Joan II signen el tractat de Tordesillas, que desplaça eixe meridià 270 llegendes més a l'oest, però els portuguesos el sobrepassaren al Brasil, perquè no hi havia mètodes per a determinar la longitud. Com que no s'havia fixat un altre meridià que marcara la línia divisòria al Pacífic, es va celebrar la Junta de Badajoz (1524) on Hernando Colom, el fill del descobridor, va exposar per primera vegada el mètode de transport de rellotges per a determinar la longitud. Com? Es mesura l'hora local (sabent que a les 12 el sol està en la seua culminació) i la diferència amb l'hora del port que transporta el rellotge ens dona la diferència de latituds. Així, 24 hores és a 360° com la diferència horària és a la diferència de latituds, que és absoluta si es defineix un meridià 0°, que, per cert, passa per la província de Castelló. Però les limitacions tècniques dels rellotges de l'època impediren portar el mètode a la pràctica.

La latitud, com ja hem vist, no plantejava dificultats, però, com que no era fàcil determinar la longitud, els imperis marítims (Espanya, Anglaterra, Holanda, etc.) van oferir premis copiosos a qui ho aconseguira. Es va tractar de fer-ho utilitzant mesures astronòmiques, però la majoria van fracassar. Galileu va proposar utilitzar l'eclipsi dels satèl·lits de Júpiter, descoberts per ell mateix, però no s'hi podia basar la navegació, perquè les observacions nocturnes només es poden fer una part de l'any. A més, cal que el cel estiga net i el movi-

absoluta si se define un meridiano 0°, que, por cierto, pasa por la provincia de Castellón. Pero las limitaciones técnicas de los relojes de la época impidieron llevar el método a la práctica.

La latitud, como ya hemos visto, no planteaba dificultades, pero, como no era fácil determinar la longitud, los imperios marítimos (España, Inglaterra, Holanda, etc.) ofrecieron premios copiosos a quien lo consiguiera. Se trató de hacerlo utilizando medidas astronómicas, pero la mayoría fracasaron. Galileo propuso utilizar el eclipse de los satélites de Júpiter, descubiertos por él mismo, pero no se podía basar en ellos la navegación, porque las observaciones nocturnas sólo se pueden hacer una parte del año. Además, es necesario que el cielo esté limpio y el movimiento del barco hace desaparecer Júpiter del campo visual del telescopio. Tras 1650 se utilizó su propuesta, pero sólo para hacer cálculos en el suelo, lo que permitió a los cartógrafos dibujar los mapas del mundo con mayor exactitud. La solución para la navegación sólo se consiguió cuando en 1762 Harrison construyó un reloj capaz de medir la hora con un alto grado de precisión, sin alterarse con el oleaje. Esto es narrado Dava Sobel en la *La longitud* (1999), donde no se reconoce la idea de Hernando Colón.

En medicina destacaron el valenciano Gaspar Torrella, que acompañó Rodrigo de Borgia como médico cuando éste fue nombrado papa Alejandro VI (1492), que realizó un estudio de la sífilis, la más importante de las nuevas enfermedades, titulado *Tractatus cum consilis contra pudendagram seu morbum galicum* (1497). El primer catedrático de medicina de la universidad de Valencia, Lluís Alcanyís, escribió el primer libro de tema médico impreso en la ciudad, el *Regiment preservatiu e curatiu de la pestilencia* (1490), motivado por la



ment del vaixell fa desaparèixer Júpiter del camp visual del telescopi. Després de 1650 es va utilitzar la seua proposta, però només per a fer càlculs en terra, cosa que va permetre als cartògrafs dibuixar els mapes del món amb major exactitud. La solució per a la navegació només es va aconseguir quan en 1762 Harrison va construir un rellotge capaç de mesurar l'hora amb un alt grau de precisió, sense alterar-se amb l'onatge. Açò és narrat per Dava Sobel en la *La longitud* (1999), on no es reconeix la idea a Hernando Colom.

En medicina destacaren el valencià Gaspar Torrella, que va acompanyar Roderic de Borja com a metge quan este va ser nomenat papa Alexandre VI (1492), que va realitzar un estudi sobre la sífilis, la més important de les noves malalties, titulat *Tractatus cum consilis contra pudendagram seu morbum galicum* (1497). El primer catedràtic de medicina de la universitat de València, Lluís Alcanyís, va escriure el primer llibre de tema mèdic imprès a la ciutat, el *Regiment preservatiu e curatiu de la pestilencia* (1490), motivat per l'epidèmia que va haver a València des de novembre de 1489 fins a mitjan de l'any següent. Condemnat per la Inquisició com a judaïtzant, va ser cremat en 1506.

L'aportació més important la va realitzar l'aragonés Miquel Servet (1511-1553), humanista, metge i teòleg reformat. Fou perseguit tant per la Inquisició catòlica com per protestants, perquè no acceptava la doctrina de la Trinitat. Col·laborà amb el metge Champier i escriví *Syruporum Universa Ratio*, comentari sobre els remeis més utilitzats a l'època. També va escriure *Christianismi Restitutio* (1553), obra teològica que conté en sis pàgines una explicació de la circulació menor o pulmonar. Fou condemnat per heretge per Calví i morí cremat a Ginebra. Entre la Inquisició i Calví sols deixaren dos exemplars del llibre.

El valencià Joan Lluís Vives (1492-1540) és un humanista i filòsof. Va anar a París a estudiar filosofia del 1509 al 1512, data del seu trasllat quasi definitiu a Bruges. El seu origen hebraic i el fet que la Inquisició de València havia cremat les despulles dels seus pares judaïtzants li aconsellà de no acceptar la invitació de la universitat d'Alcalá d'anar-hi a substituir Nebrija (mort el 1522). A banda de la seua valoració de la

epidemia que hubo en Valencia desde noviembre de 1489 hasta mediados del año siguiente. Condenado por la Inquisición como judaizante fue quemado en 1506.

La aportación más importante la realizó el aragonés Miguel Servet (1511-1553), humanista, médico y teólogo reformado. Fue perseguido tanto por la inquisición católica como por protestantes, porque no aceptaba la doctrina de la Trinidad. Colaboró con el médico Champier y escribió *Syruporum Universa Ratio*, comentario sobre los remedios más utilizados en la época. También escribió *Christianismi Restitutio* (1553), obra teológica que contiene en seis páginas una explicación de la circulación menor o pulmonar. Fue condenado por hereje por Calvino y murió quemado en Ginebra. Entre la Inquisición y Calvino sólo dejaron dos ejemplares del libro.

El valenciano Joan Lluís Vives (1492 - 1540) es un humanista y filósofo. Fue a París a estudiar filosofía del 1509 al 1512, fecha de su traslado casi definitivo a Brujas. Su origen hebraico y el hecho de que la Inquisición de Valencia había quemado los despojos de sus padres judaizantes le aconsejó no aceptar la invitación de la universidad de Alcalá de ir a sustituir a Nebrija (muerto en 1522). Aparte de su valoración de la técnica como fuente de conocimiento de la naturaleza, escribió un libro que se considera un precedente de la higiene pública *De subventione pauperum* (1526), que representaba, en la crisis del precapitalismo, el paso de la caridad privada o pública a la verdadera asistencia social.

Andreas Vesal, que escribió *De humani corporis fabrica* (1543), obra que puede ser considerada como la primera gran monografía científica de carácter moderno, donde la anatomía, centrada ya plenamente en el estudio directo y la disección del cuerpo humano, se estableció como ciencia, acabó de médico de Carlos I y después de Felipe II. Estuvo en España desde 1559 hasta su muerte en 1564. Pere Ximeno y Lluís Collado, discípulos de Vesal, convirtieron la universidad de Valencia en una de las primeras que impartía anatomía mediante la disección de cadáveres humanos y defendieron la nueva anatomía de los ataques de los galenistas.

tècnica com a font de coneixement de la natura, va escriure un llibre que es considera un precedent de la higiene pública *De subventione pauperum* (1526), que representava, en la crisi del precapitalisme, el pas de la caritat privada o pública a la veritable assistència social.

Andreas Vesal, que va escriure *De humani corporis fabrica* (1543), obra que pot ser considerada com la primera gran monografia científica de caràcter modern, on l'anatomia, centrada ja plenament en l'estudi directe i la dissecció del cos humà, s'establí com a ciència, va acabar de metge de Carles I i després de Felip II. Va estar a Espanya des de 1559 fins a la seua mort, en 1564. Pere Ximeno i Lluís Collado, deixebles de Vesal, van convertir la universitat de València en una de les primeres que impartia anatomia mitjançant la dissecció de cadàvers humans i defensaren la nova anatomia dels atacs dels galenistes.

En la tècnica, la figura més important és Juanelo Turriano (1500-1585), que va construir rellotges, autòmats i molins mecànics. El més destacat de la seua activitat va ser l'enginyeria hidràulica, on va participar en els grans pantans d'Almansa i Tibi (els majors d'Europa en eixe segle), i va construir l'artifici que pujava l'aigua del Tajo a Toledo.

LA CRISI DE 1557-1559

Enfront de la Reforma de Luter i Calví i l'heliocentrisme de Copèrnic, el catolicisme reacciona, iniciant la Contrareforma cap a 1540, amb la creació de la Companyia de Jesús i el començament del Concili de Trento en 1545. Evidentment, això suposa una actitud molt més tancada que en la primera meitat segle XVI. En 1557 foren empresonats per la Inquisició els membres dels grups protestants de Sevilla i Valladolid, fins i tot, l'arquebisbe de Toledo, Bartolomé Carranza, i l'any següent cremats en autos de fe presidits pel mateix Felip II, esdeveniments narrats per Miguel Delibes en *El hereje*, llibre de lectura recomanable. La repressió ideològica va imposar un control estricte de l'activitat intel·lectual per part del poder reial i la Inquisició.

En la técnica, la figura más importante es Juanelo Turriano (1500-1585), quien construyó relojes, autómatas y molinos mecánicos. Lo más destacado de su actividad fue la ingeniería hidráulica, donde participó en los grandes pantanos de Almansa y Tibi (los mayores de Europa en ese siglo) y construir el artificio que subía el agua del Tajo a Toledo.

LA CRISIS DE 1557-1559

Frente a la Reforma de Lutero y Calvino y el heliocentrismo de Copérnico, el catolicismo reacciona iniciando la Contrarreforma hacia 1540 con la creación de la Compañía de Jesús y el comienzo del Concilio de Trento en 1545. Evidentemente, esto supone una actitud mucho más cerrada que en la primera mitad siglo XVI. En 1557 fueron encarcelados por la Inquisición los miembros de los grupos protestantes de Sevilla y Valladolid, incluso, el arzobispo de Toledo, Bartolomé Carranza, y el año siguiente quemados en autos de fe presididos por el propio Felipe II, acontecimientos narrados por Miguel Delibes en *El hereje*, libro de lectura recomendable. La represión ideológica impuso un control estricto de la actividad intelectual por parte del poder real y la Inquisición. Aunque había una pragmática de 1502 de los Reyes Católicos que reglamentaba en Castilla la necesidad de una licencia civil o eclesiástica previa a la publicación de los libros, en 1558 Felipe II promulga otra más pormenorizada, que fue la principal ley de censura a lo largo de más de dos siglos. La Inquisición no se encargaba de la censura previa, pero tuvo un papel central, porque podía quemar o expurgar libros que consideraba heréticos, como así hizo en bibliotecas públicas y particulares, entre otros la de la universidad de Salamanca. Además, se impide la comunicación de nuestra ciencia con la del resto de Europa, con la prohibición de Felipe II (1559) de que los españoles estudiaran o enseñaran en universidades extranjeras.

Encara que hi havia una pragmàtica de 1502 dels Reis Catòlics que reglamentava a Castella la necessitat d'una llicència civil o eclesiàstica prèvia a la publicació dels llibres, en 1558 Felip II en promulga una altra de més detallada que va ser la principal llei de censura al llarg de més de dos segles. La Inquisició no s'encarregava de la censura prèvia, però va tindre un paper central, perquè podia cremar o expurgar llibres que considerava herètics, com així va fer en biblioteques públiques i particulars, entre d'altres la de la universitat de Salamanca. A més, s'impedix la comunicació de la nostra ciència amb la de la resta d'Europa, amb la prohibició de Felip II (1559) que els espanyols estudiaren o ensenyaren en universitats estrangeres.

D'altra banda, el costós manteniment de la idea d'una monarquia imperial i catòlica de Carles I i Felip II va devorar els ingressos de les Índies, els tresors de les quals enriqueixen els banquers europeus (que prestaven amb alt interès als monarques espanyols) sense fructificar en el país. Les necessitats de la hisenda pública i l'increment dels preus (fruit de les remeses de plata americana) van portar la ruïna a la indústria i artesanía peninsulars, que podien haver plantejat reptes a la ciència i la tècnica i així haver contribuït al seu desenvolupament.

Això provoca l'aïllament de la península de la revolució científica i tecnològica, que iniciaven a Europa Kepler, Galileu, Descartes, Newton, Boyle i molts altres. Es cert que encara es fan contribucions científiques, com les abans esmentades de Muñoz, Soto, Zúñiga, Collado o Ximeno, però són la continuació de la tasca iniciada en el Renaixement. De fet, el llibre de Muñoz va trobar una forta oposició de molts «teòlegs, filòsofs i cortesans del rei Felip», segons les seues paraules, i el llibre de Zuñiga va ser inclòs en *l'Índex de llibres prohibits* de la Inquisició fins que fóra expurgat. És lògic que les ciències enceten un descens que no s'aturarà fins als últims anys del segle XVII. El que Felip II no va deixar de promoure va ser les tècniques necessàries per al funcionament de l'Imperi, més concretament, l'art de navegar, la metal·lúrgia (que va assolir un gran desenvolupament gràcies a l'explotació dels jaciments americans de metalls preciosos, on destaca, pel

Por otro lado, el costoso mantenimiento de la idea de una monarquía imperial y católica de Carlos I y Felipe II devoró los ingresos de las Indias, cuyos tesoros enriquecen a los banqueros europeos (que prestaban con alto interés a los monarcas españoles) sin fructificar en el país. Las necesidades de la hacienda pública y el incremento de los precios (fruto de las remesas de plata americana) llevaron a la ruina a la industria y artesanía peninsulares, que podían haber planteado retos a la ciencia y la técnica y así contribuido a su desarrollo.

Esto provoca el aislamiento de la península de la revolución científica y tecnológica que iniciaban en Europa Kepler, Galileo, Descartes, Newton, Boyle y muchos otros. Es cierto que aún se hacen contribuciones científicas, como las antes mencionadas de Muñoz, Soto, Zúñiga, Collado o Ximeno, pero son la continuación de la tarea iniciada en el Renacimiento. De hecho, el libro de Muñoz encontró una fuerte oposición de muchos «teólogos, filósofos y cortesanos del rey Felipe», según sus palabras, y el libro de Zuñiga fue incluido en el *Índice de libros prohibidos* de la Inquisición hasta que fuera expurgado. Es lógico que las ciencias inician un descenso que no se parará hasta los últimos años del siglo XVII. Lo que Felipe II no dejó de promover fueron las técnicas necesarias para el funcionamiento del Imperio, más concretamente, el arte de navegar, la metalurgia (que alcanzó un gran desarrollo gracias a la explotación de los yacimientos americanos de metales preciosos, donde destaca, por el número de traducciones, el libro *El arte de los metales* de Barba), la ingeniería civil y militar y la arquitectura, con una figura tan destacada como Juan de Herrera.





nombre de traduccions, el llibre *El arte de los metales* de Barba), l'enginyeria civil i militar i l'arquitectura, amb una figura tan destacada com Juan de Herrera.

EL SORGIMENT DE LA CIÈNCIA MODERNA

Mentre això passava a les Espanyes, a Europa s'iniciava la revolució científica en l'anatomia, amb l'obra de Vesal de 1543 abans esmentada. També en l'astronomia, el model geocèntric vigent durant quasi 20 segles, des d'Aristòtil, va ser qüestionat pel canonge polonès Nicolau Copèrnic (1473-1543), en publicar en el mateix any de la seua mort, el seu llibre *De revolutionibus orbium celestium*, on s'exposa el model heliocèntric, però es conserven les òrbites circulars. Altres partidaris del sistema copernicà van ser Kepler, Bruno i Galileu.

L'astrònom alemany Johannes Kepler (1571-1630), expulsat de la seua càtedra de Graz per les seues opinions protestants, obligat a defensar sa mare d'un procés de bruixeria i sempre buscant subsidis per investigar, va treballar a partir de 1600 amb l'astrònom imperial Tycho Brahe (1546-1601), utilitzant les seues dades per a perfeccionar el sistema heliocèntric. Va trobar que les posicions de Mart no s'ajustaven a las òrbites circulars de Copèrnic. Això el va portar a enunciar, després d'anys de treball, les lleis que porten el seu nom: primera, tots els planetes es mouen en òrbites el·líptiques (quasi circulars), ocupant el Sol u dels focus; segona, la rapidesa del planeta és major com més pròxim està del Sol; tercera, el període d'un planeta al quadrat augmenta quan ho fa el radi mitjà al cub de la seua òrbita.

Una altra gran contribució al nou model foren les observacions astronòmiques de Galileu Galilei (1564-1642) publicades en llatí en el llibre *Sidereus Nuncius* ('El missatger celestial', 1610). El telescopi que ell mateix construí li va permetre observar l'existència de cràters i muntanyes a la Lluna, descobrir quatre satèl·lits de Júpiter i observar que les estrelles fixes segueixen sent puntuals com a simple vista. Estes observacions van

EL SURGIMIENTO DE LA CIENCIA MODERNA

Mientras eso pasaba en las Españas, en Europa se iniciaba la revolución científica en la anatomía, con la obra de Vesal de 1543 antes mencionada. También en la astronomía, el modelo geocéntrico vigente durante casi 20 siglos, desde Aristóteles, fue cuestionado por el canónigo polaco Nicolás Copérnico (1473-1543), al publicar, en el mismo año de su muerte, su libro *De revolutionibus orbium celestium*, donde se expone el modelo heliocéntrico, pero se conservan las órbitas circulares. Otros partidarios del sistema copernicano fueron Kepler, Bruno y Galileo.

El astrónomo alemán Johannes Kepler (1571-1630), expulsado de su cátedra de Graz por sus opiniones protestantes, obligado a defender a su madre de un proceso de brujería y siempre buscando subsidios para investigar, trabajó a partir de 1600 con el astrónomo imperial Tycho Brahe (1546-1601), utilizando sus datos para perfeccionar el sistema heliocéntrico. Encontró que las posiciones de Marte no se ajustaban a las órbitas circulares de Copérnico. Esto le llevó a enunciar, tras años de trabajo, las leyes que llevan su nombre: primera, todos los planetas se mueven en órbitas elípticas (casi circulares), ocupando el Sol uno de los focos; segunda, la rapidez del planeta es mayor cuanto más próximo está del Sol; tercera, el período de un planeta al cuadrado aumenta cuando lo hace el radio medio al cubo de su órbita.

Otra gran contribución al nuevo modelo fueron las observaciones astronómicas de Galileo Galilei (1564-1642) publicadas en latín en el libro *Sidereus Nuncius* ('El mensajero celestial', 1610). El telescopio que él mismo construyó le permitió observar la existencia de cráteres y montañas en la Luna, descubrir cuatro satélites de Júpiter y observar que las estrellas fijas siguen siendo puntuales como a simple vista. Estas observaciones supusieron un importante apoyo a la teoría heliocéntrica, porque muestran que los cuerpos celestes no aparecían como perfectos e inmutables, que no todos giraban alrededor de la Tierra y que las estrellas se

suposar un important recolzament a la teoria heliocèntrica, perquè mostren que els cossos celests no apareixien com a perfectes i immutables, que no tots giraven en torn de la Terra i que les estrelles es troben molt allunyades. La Inquisició va condemnar l'heliocentrisme en 1616, va incloure *De Revolutionibus* en l'*Índex de llibres prohibits* i va prohibir a Galileu que fes públiques les seues idees.

Quan en 1632 va publicar la seua obra *Diàleg sobre els dos grans sistemes del món* (1632), en italià i en forma de diàleg, fent accessible a la societat la comparació entre el sistema geocèntric i l'heliocèntric, és empresonat a pesar de la seua edat avançada. Va ser jutjat per la Inquisició, amenaçat amb tortura, obligat a renunciar a les seues idees, cosa que va fer perquè tenia present que Giordano Bruno va ser cremat en la foguera l'any 1600 per no fer-ho. La seua abjuració va ser llegida públicament en totes les esglésies d'Itàlia i ell va ser confinat fins a la seua mort en 1642 en una vil·la al camp. En este tancament va escriure *Discursos i demostracions sobre dos noves ciències pertanyents a la mecànica i el moviment global*, que es va publicar a Holanda, atès que a Itàlia els seus llibres estaven prohibits. El *Diàleg* va ser inclòs en l'*Índex*, on va romandre al costat del de Copèrnic i un altre de Kepler fins a 1835. La condemna de les teories de Galileu s'ha perllongat fins a l'actualitat. El Vaticà no va anunciar fins a 1968 la conveniència d'anul·lar-la i l'ha fet efectiva en 1992.

Després de la mort de Galileu es produïx un gran floriment de les ciències físiques. Destaquen els treballs sobre buit i gasos de l'italià Evangelista Torricelli (1608-1647), del francès Blaise Pascal (1623-1662), de l'anglès Robert Boyle (1627-1691) i de l'alemany Otto von Guericke (1602-1686); els estudis del francès René Descartes (1596-1650) sobre òptica; els treballs de l'holandès Christian Huygens (1629-1695) en astronomia (va construir un telescopi amb què va descobrir un satèl·lit de Saturn), sobre les col·lisions elàstiques i el pèndol (va inventar el primer rellotge pràctic de pèndol) i la teoria ondulatoria de la llum; el tractat d'Isaac Newton (1642-1727) sobre òptica i, sobretot, els *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687), on estableix les tres lleis de la dinàmica i la teoria de la gravitació universal; els treballs de l'anglès Robert Hooke (1635-

encuentran muy alejadas. La Inquisición condenó el heliocentrismo en 1616, incluyó *De Revolutionibus* en el *Índice de libros prohibidos* y prohibió a Galileo que hiciera públicas sus ideas.

Cuando en 1632 publicó su obra *Diálogo sobre los dos grandes sistemas del mundo* (1632), en italiano y en forma de diálogo, e hizo accesible a la sociedad la comparación entre el sistema geocéntrico y el heliocéntrico, es encarcelado a pesar de su edad avanzada. Fue juzgado por la Inquisición, amenazado con tortura, obligado a renunciar a sus ideas, cosa que hizo porque tenía presente que Giordano Bruno fue quemado en la hoguera el año 1600 por no hacerlo. Su abjuración fue leída públicamente en todas las iglesias de Italia y él confinado hasta su muerte en 1642 en una villa en el campo. En este encierro escribió *Discursos y demostraciones sobre dos nuevas ciencias pertenecientes a la mecánica y el movimiento global* que se publicó en Holanda, dado que en Italia sus libros estaban prohibidos. El *Diálogo* fue incluido en el *Índice*, donde permaneció al lado del de Copérnico y otro de Kepler hasta 1835. La condena de las teorías de Galileo se ha prolongado hasta la actualidad. El Vaticano no anunció hasta 1968 la conveniencia de anularla y la hizo efectiva en 1992.

Tras la muerte de Galileo se produce un gran florecimiento de las ciencias físicas. Destacan los trabajos sobre vacío y gases del italiano Evangelista Torricelli (1608-1647), del francés Blaise Pascal (1623-1662), del inglés Robert Boyle (1627-1691) y del alemán Otto von Guericke (1602-1686); los estudios del francés René Descartes (1596-1650) sobre óptica; los trabajos del holandés Christian Huygens (1629-1695) en astronomía (construyó un telescopio con el que descubrió un satélite de Saturno), sobre las colisiones elásticas y el péndulo (inventó el primer reloj práctico de péndulo) y la teoría ondulatoria de la luz; el tratado de Isaac Newton (1642-1727) sobre óptica y, sobre todo, los *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687), donde establece las tres leyes de la dinámica y la teoría de la gravitación universal; los trabajos del inglés Robert Hooke (1635-1703) sobre elasticidad; etc. El uso del microscopio abrió nuevas posibilidades a la biología, que desarrollaron Hooke, Antony van Leeuwenhoek, Marcello Malpighi, etc. La matemática vió nacer,



1703) sobre elasticitat; etc. L'ús del microscopi obrí noves possibilitats a la biologia, que desenvoluparen Hooke, Antony van Leeuwenhoek, Marcello Malpighi, etc. La matemàtica veié nàixer, o renovar-se profundament, l'àlgebra, el càlcul de probabilitats, la geometria projectiva i el càlcul infinitesimal. John Napier, Descartes, Newton i Gottfried Wilhelm Leibniz foren els principals autors d'estos avanços. Però no es tracta de científics aïllats. En estos anys es constitueixen una sèrie de societats científiques com l'Academia del Cimento a Florència en 1657 sota el patrocini del duc de Toscana; la Royal Society de Londres en 1662, per iniciativa autònoma d'un centenar de científics o l'Académie des Sciences de París en 1666, per iniciativa de Lluís XIV.

I QUÈ PASSA AMB LA CIÈNCIA ESPANYOLA?

Evidentment, si la ciència a les Espanyes entra en un procés de descens i la ciència europea en un de creixement, el resultat final és un gran desnivell, la recuperació del qual és molt difícil. És necessari, quan es té consciència de l'endarreriment, que una o dos generacions, anomenades intermèdies, es dediquen a aprendre els nous coneixements i mètodes i difondre'ls (escrivint textos i ensenyant bàsicament) per a formar les noves generacions que estiguen en condicions de començar a investigar.

La peculiaritat és que això no s'ha produït una sola vegada en la nostra història i que al llarg del temps hi ha hagut períodes en els quals el desenvolupament científic i tecnològic era paral·lel al de la resta d'Europa (el Renaixement, la Il·lustració, de la Restauració fins a la II República), seguits de períodes de decadència (la Contrareforma, el regnat de Ferran VII, el franquisme), la qual cosa fa necessaris llargs períodes de recuperació. Per a tractar d'explicar-ho es produïx la polèmica de la ciència espanyola. En eixe context el premi Nobel de Literatura, però també professor de matemàtiques, Echeagaray va afirmar que «el fanatisme religiós, la Inquisició i les seues fogueres havien ofegat els instints científics dels espanyols

o renovarse profundamente, el álgebra, el cálculo de probabilidades, la geometría proyectiva y el cálculo infinitesimal. John Napier, Descartes, Newton, Gottfried Wilhelm Leibniz... fueron los principales autores de estos avances. Pero no se trata de científicos aislados. En estos años se constituyen una serie de sociedades científicas como la Academia del Cimento a Florencia en 1657 bajo el patrocinio del duque de Toscana; la Royal Society de Londres en 1662, por iniciativa autónoma de uno centenar de científicos o la Académie desde Sciences de París en 1666, por iniciativa de Luis XIV.

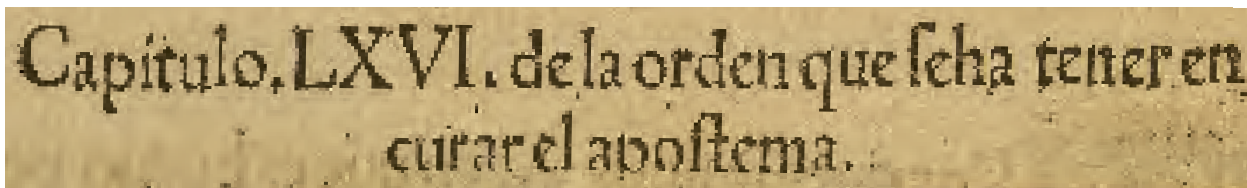
¿Y QUÉ PASA CON LA CIENCIA ESPAÑOLA?

Evidentemente, si la ciencia en las Españas entra en un proceso de descenso y la ciencia europea en uno de crecimiento, el resultado final es un gran desnivel, cuya recuperación es muy difícil. Es necesario, cuando se tiene conciencia del atraso, que una o dos generaciones, denominadas intermedias, se dediquen a aprender los nuevos conocimientos y métodos y difundirlos (escribiendo textos y enseñando básicamente) para formar las nuevas generaciones que estén en condiciones de empezar a investigar.

La peculiaridad es que eso no se ha producido una sola vez en nuestra historia y que a lo largo del tiempo ha habido períodos en los que el desarrollo científico y tecnológico era paralelo al del resto de Europa (el Renacimiento, la Ilustración, de la Restauración hasta la II República), seguidos de períodos de decadencia (la Contrarreforma, el reinado de Fernando VII, el franquismo), lo cual hace necesarios largos períodos de recuperación. Para tratar de explicarlo se produce la polémica de la ciencia española. En ese contexto, el premio Nobel de Literatura, pero también profesor de matemáticas, Echeagaray afirmó que «el fanatismo religioso, la Inquisición y sus hogueras habían ahogado los instintos científicos de los españoles fumando sus cerebros con los gases de los braseros inquisitoriales en los autos de fe». Pero la verdad es que Francia o Ita-

fumant els seus cervells amb els gasos dels brasers inquisitorials en els autos de fe». Però la veritat és que França o Itàlia també eren països catòlics i en ells no s'hi produïren estes oscil·lacions característiques de la ciència espanyola. A França, on l'estat era fort, Enric IV va promulgar l'edicte de Nantes (1598) per posar fi a les guerres de religió entre catòlics i protestants hugonots, que establí la llibertat de consciència i de culte a tot el regne i l'usdefruit per als hugonots dels drets civils. En la península italiana, seu central del papat i l'església catòlica, la divisió política impedió l'existència d'un estat fort. Només a Espanya es donà un estat unitari i una església forta, estretament units en eixos períodes crítics per a la ciència espanyola i ja és malauradament massa conegut que la manca de separació entre església i estat és la base dels fonamentalismes passats i presents.

Però el problema és encara més complex i per a assajar de comprendre-ho cal veure que la crisi de la ciència espanyola a partir de la segona meitat del segle XVI és, segons López Piñero (1979), no sols fruit de la repressió sinó la manifestació d'un procés que afectarà el conjunt de la societat espanyola caracteritzat per: la incapacitat d'integrar minories (jueus, protestants), l'adversitat d'estructures i conjuntures econòmiques, el canvi regressiu de la mentalitat dels grups polítics dirigents, la vigència social del fanatisme religiós i el retrocés de la secularització. Esta anàlisi amb moltes causes (econòmiques, polítiques, socials, religioses, etc.) també es pot aplicar al regnat de Ferran VII o a les primeres dècades del franquisme. Alguns autors diuen que este llarg procés ha contribuït a produir una actitud de poca estima per la ciència entre nosaltres i, per tant, unes escasses inversions en investigació i desenvolupament (R+D) que encara no s'han recuperat.



lia también eran países católicos y en ellos no se produjeron estas oscilaciones características de la ciencia española. En Francia, donde el estado era fuerte, Enrique IV promulgó el edicto de Nantes (1598) para poner fin a las guerras de religión entre católicos y protestantes hugonotes, que establece la libertad de conciencia y de culto en todo el reino y el usufructo de los derechos civiles para los hugonotes. En la península italiana, sede central del papado y la iglesia católica, la división política impide la existencia de un estado fuerte. Sólo en España se da un estado unitario y una iglesia fuerte, estrictamente unidos en esos períodos críticos para la ciencia española y ya es desgraciadamente demasiado conocido que la falta de separación entre iglesia y estado es la base de los fundamentalismos pasados y presentes.

Pero el problema es aún más complejo y para tratar de comprenderlo hay que ver que la crisis de la ciencia española a partir de la segunda mitad del siglo XVI es, según López Piñero (1979), no sólo fruto de la represión, sino la manifestación de un proceso que afectará al conjunto de la sociedad española caracterizado por: la incapacidad de integrar minorías (judíos, protestantes), la adversidad de estructuras y coyunturas económicas, el cambio regresivo de la mentalidad de los grupos políticos dirigentes y la vigencia social del fanatismo religioso y el retroceso de la secularización. Este análisis con muchas causas (económicas, políticas, sociales, religiosas, etc.) también se puede aplicar al reinado de Fernando VII o a las primeras décadas del franquismo. Algunos autores dicen que este largo proceso ha contribuido a producir una actitud de poca estima por la ciencia entre nosotros y, por lo tanto, unas escasas inversiones en investigación y desarrollo (I+D) que aún no se han recuperado.